Principales avances y resultados en el monitoreo del Paisaje Centinela

Nicaragua – Honduras

Resumen

Norvin Sepúlveda (CATIE), Tor-G. Vågen (ICRAF), Leigh A. Winowiecki, (ICRAF), Brian Chiputwa (ICRAF), Eduardo Somarriba (CATIE), Arlene Lopez, Sampson (CATIE)

Octubre 31, 2018

Contenido

Resumen 3
1. - Introducción 4
2. - Descripción del Paisaje Centinela, problemas claves y preguntas de investigación 5
2.1- Descripción 5
2.2 Descripción de los sitios de estudio 6
2.3- Problemas claves 11
3. - Descripción de datos colectados 14
3.1 Datos biofísicos 14
3.2 Línea de base socioeconómica 16
4. - Base de datos y análisis de datos 17
4.1 Base de datos disponibles 17
4.2 Indicadores Biofísicos 17
4.2.1 Área cultivada 20
4.2.2. Vinculación de métricas 21
4.2.3 Capacidad de infiltración 22
4.2.4 Análisis de suelos 24
4.3 Resultados socioeconómicos 30
5.- Estudios y resultados de CATIE, CGIAR, CRP's y otros socios en el Paisaje Centinela 38
6.- Resumen de trabajos de investigación y tesis 39
6.1 Papel de los árboles en el Paisaje Centinela 39
6.1.1 P 1. Controladores y procesos que determinan/influyen en la presencia de árboles y bosques en el paisaje 39
6.1.2 P2: La magnitud del stock y la tasa de cambio de la presencia de árboles y bosques en el paisaje y en las fincas 55
6.1.3 P3. Consecuencias de los cambios en árboles/bosques en paisajes/fincas en la provisión de Servicios Ambientales 61
6.1.3 P4: Conceptos y modelos necesarios para optimizar la presencia de árboles / bosques en paisajes/fincas para asegurar una provisión sostenible de servicios ecosistémicos 65
7. – Logros claves y futuro de CATIE en el Paisaje Centinela 77

8. - Bibliografía 79
9. - Anexo 1: Publicaciones en el Paisaje Centinela por FTA 80
10. - Anexo 2: Publicaciones hechas por aliados en el Paisaje Centinela 83
11. - Anexo3: Tesis desarrolladas por estudiantes de CATIE en el Paisaje Centinela 85

Resumen

El Programa de Investigación del CGIAR sobre Bosques, Árboles y Agroforestería (FTA por sus siglas en inglés), estableció en el año 2012 una red de Paisajes Centinelas para realizar investigaciones a largo plazo, utilizando metodologías estandarizadas, sobre la dinámica temporal y espacial de árboles y bosques en territorios seleccionados. La red de Paisajes Centinela es una iniciativa para desarrollar e implementar una matriz estandarizada, consistente en un conjunto de indicadores institucionales, ambientales y de medios de vida para monitorear la sostenibilidad del paisaje en una amplia variedad de entornos culturales, institucionales y ambientales. Como parte del Programa de investigación del consorcio sobre bosques, árboles y agroforestería: medios de subsistencia, paisajes y gobernanza (FTA), cuyo objetivo es mejorar la gestión y el uso de los bosques, la agrosilvicultura y los recursos genéticos arbóreos en el paisaje desde los bosques hasta las fincas, la red consiste en paisajes que son partes de una curva de transición forestal contigua. El término "centinela" se toma prestado del sector de la salud (especialmente epidemiología) donde se utiliza para describir una comunidad de la que se recopilan datos en profundidad, y el análisis resultante se utiliza para informar programas y políticas que abarcan un área geográfica más amplia. La iniciativa incluyó ocho sitios representativos en todo el mundo con diferentes contextos biofísicos y socioeconómicos (Figura 1). El Paisaje Centinela de Nicaragua y Honduras es un mosaico de bosques, tierras agrícolas, fincas ganaderas y sistemas agroforestales que abarca 68,000 km^2, incluidas dos reservas de biosfera y 13 áreas protegidas. Este paisaje también contiene una de las áreas forestales más grandes que queda en América Central.

En cada Paisaje Centinela se abordan cuatro preguntas centrales de investigación utilizando conjuntos de datos estandarizados, estas preguntas son: 1) qué factores y procesos determinan/influyen en la presencia de árboles y bosques en el paisaje y en las fincas; 2) cuál es la magnitud del stock y la tasa de cambio de la presencia de árboles y bosques en el paisaje y en las fincas; 3) ¿cuáles son las consecuencias de los cambios en los árboles /bosques en el paisaje /fincas en la provisión de servicios ecosistémicos? y 4) qué nuevos conceptos y modelos se necesitan para optimizar la presencia de árboles /bosques en paisajes/fincas y asegurar una provisión sostenible de servicios ecosistémicos.

En este informe se ofrece una descripción general del proceso de establecimiento, como una plataforma de múltiples partes interesadas, para utilizar la investigación, apoyando el desarrollo y la educación sobre el papel de los árboles y los bosques en el paisaje para la provisión de servicios ecosistémicos y medios de vida de las familias productoras. En este documento se describe el Paisaje Centinela, el uso de la tierra y las principales características de los cuatro sitios de estudio establecidos a lo largo de la curva de transición forestal. Se presentan los resultados biofísicos y socioeconómicos de los estudios de referencia realizados en 2012-2014, y una sintesis de las tesis de maestría realizadas por estudiantes del CATIE en el Paisaje Centinela hasta el año 2017.

Figura 1: Red de Paisajes Centinelas

1. - Introducción

El Paisaje Centinela Nicaragua-Honduras, es un transecto de más de 300 km de largo que representa un gradiente de agricultura intensiva, pastos, sistemas agroforestales y bosques. Este paisaje también contiene una de las áreas forestales más grandes que queda en América Central (Figura 1b). La coordinación de actividades de investigación en el Paisaje Centinela es responsabilidad del CATIE.

La investigación en el Paisaje Centinela ha generado inventarios espaciales, arbóreos y forestales de referencia y datos socioeconómicos para respaldar las pruebas de hipótesis sobre las causas y efectos del cambio de uso de la tierra, así como los enfoques para mitigar las amenazas y maximizar los beneficios tanto para la resiliencia del ambiente como para las poblaciones que habitan las áreas. También es un instrumento para la integración de la investigación multidisciplinaria llevada a cabo por una amplia gama de organizaciones nacionales e internacionales, incluidos los diversos subprogramas emblemáticos dentro del Territorio Clave del CATIE (Vågen, Winowiecki 2014). El Paisaje Centinela se seleccionó según los siguientes criterios: 1) datos históricos y de referencia existentes; p.ej. datos de bienestar humano, demográfico y humano a largo plazo, así como datos biofísicos de series de tiempo; 2) interés de científicos de varios subprogramas emblemáticos dentro de FTA en ubicar sus investigación en este paisaje; 3) variación a lo largo de una curva de transición forestal contigua; y 4) existencia de una red de socios confiables sobre el terreno. A fines del año 2012, participantes de organizaciones gubernamentals y no gubernamentales de Nicaragua y Honduras, acordaron los límites del Paisaje Centinela. La iniciativa fue discutida y analizada por 28 participantes de 17 organizaciones de Nicaragua y Honduras en un taller llevado a cabo en Managua, Nicaragua. Se estableció una estructura de organización para llevar a cabo las actividades propuestas por la iniciativa, que incluyeron: 1) un equipo técnico; 2) un comité de instituciones asociadas, y 3) un comité científico. Se acordó un marco de tiempo inicial de 10 años.

Las graves dificultades financieras en el Programa FTA provocaron reducciones drásticas en la asignación de fondos a la red de paisajes centinelas. La investigación de campo con financiamiento

FTA prácticamente se detuvo en 2014. Los datos de la línea base se digitalizaron y limpiaron; las bases de datos estaban listas para su análisis en 2016. Se utilizaron pequeños fondos de FTA para financiar la investigación de estudiantes y para apoyar plataformas de múltiples actores interesadas en Nicaragua, una a nivel nacional y otra a nivel local. Estas dos plataformas organizaron una serie de reuniones (dos veces al año) para convocar a todas las partes involucradas en investigación, educación y desarrollo en la región Paisaje Centinela de Nicaragua, para compartir resultados de investigación, información, lecciones aprendidas y explorar formas de incorporar los resultados de la investigación al desarrollo rural y educación en todos los niveles, desde escuelas de campo para agricultores hasta educación de posgrado en universidades nacionales e internacionales. La investigación del CATIE en el Paisaje Centinela se sostuvo durante el período 2012-2017; otros socios como CIRAD, Bioversity y CCAFS también acordaron ubicar investigaciónes en el Paisaje Centinela durante este período.

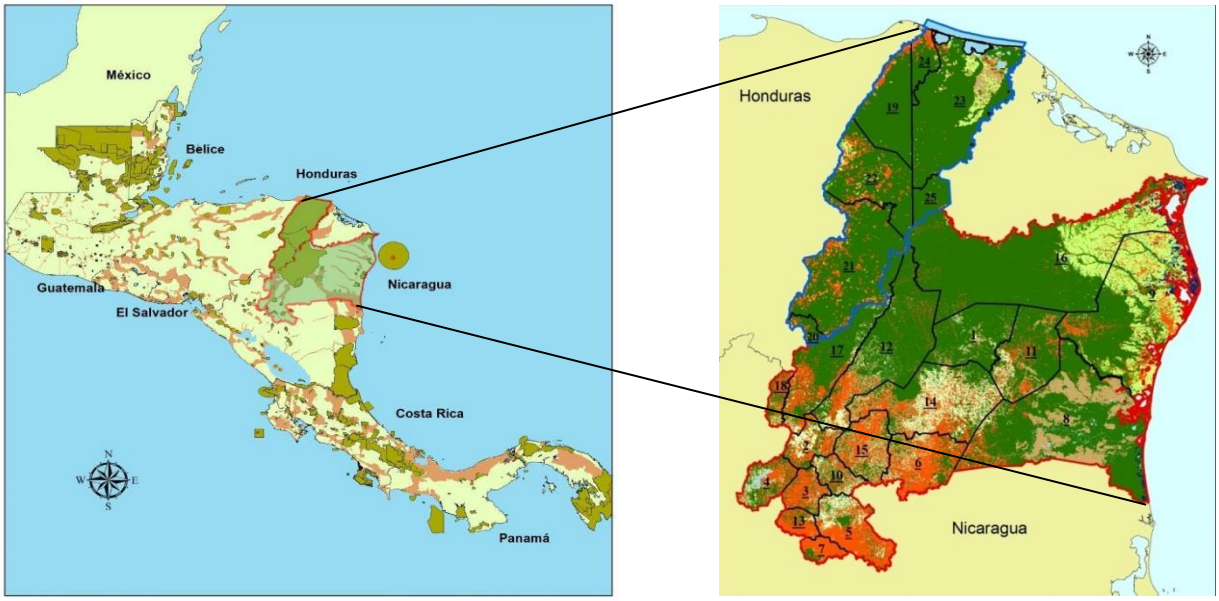

Figura 1b: Límites del Paisaje Centinela Nicaragua-Honduras, incluidas las reservas naturales (verde) y el corredor biológico mesoamericano (anaranjado), las divisiones políticas y el mapa de cobertura del suelo para el año 2009 (fuente: TNC 2010)

2. - Descripción del Paisaje Centinela, problemas claves y preguntas de investigación

2.1- Descripción

El Paisaje Centinela es parte del Corredor Biológico Mesoamericano, una de las iniciativas de conservación más ambiciosas del mundo. Además, parte de esta área ha sido nominada como Reserva de Biosfera por la UNESCO. Alberga una gran diversidad de ecosistemas (más de doce) representativos de bosque nuboso, bosque tropical húmedo premontano, bosque tropical poco húmedo y sabanas de pino que son un reservorio genético de especies botánicas y de fauna que están amenazadas o en peligro de extinción en otras partes de los trópicos de Mesoamérica, así como mosaicos de agricultura, pastos y sistemas agroforestales que sostienen los medios de subsistencia de 822,175 familias de agricultores en ambos países (Fuente: Censo nacional 2010).

También constituye el espacio vital de más de 36,000 representantes indígenas de los pueblos Mayangna y Miskitu, cuya riqueza antropológica y cultural debe ser preservada (UNESCO, 2011). El Paisaje Centinela se caracteriza por (1) una gran extensión espacial (alrededor de 68,000 km^2); (2) una falta general de infraestructura de comunicación (en su mayoría carreteras sin pavimentar o redes de rios que solo son navegables por embarcaciones artesanales, lo que implica mucho tiempo y altos costos de viaje); y (3) inseguridad generalizada, en particular en algunas áreas limítrofes en la parte norte del paisaje, tanto en el Norte como en la Región Central de Nicaragua, y en la parte sureste de Honduras. Los mercados en la sección sur de Nicaragua y Honduras están mucho más desarrollados que la sección norte menos accesible. Las organizaciones agrícolas, incluidas las cooperativas, están más desarrolladas en la sección nicaragüense (diversos grados de funcionamiento efectivo) pero poco en la mayoría de las comunidades indígenas de ambos países.

Existe una variación en los niveles y tipos funcionales de diversidad para la provisión de bienes y servicios ambientales. Con base en el análisis de transición forestal, Honduras es un país de transición tardía (con una tasa de deforestación más lenta para la pequeña fracción de su bosque remanente) y Nicaragua es un país de transición temprana (la cobertura forestal se está perdiendo a un ritmo cada vez más rápido). El Paisaje Centinela representa el 37% del área total de Nicaragua y el 20% del área total de Honduras. Más del 65% del área de Paisaje Centinela está cubierta de bosque y 30% con otros sistemas humanos modificados.

Los principales tipos de uso de la tierra en fincas que incluyen árboles son: patios, pastizales y cercas vivas y árboles dispersos. Las condiciones del marco que afectan el uso de la tierra y el bosque se ven afectadas por diversos derechos consuetudinarios, derechos conflictivos de uso de la tierra, gobierno local e indígena, así como leyes y reglamentos nacionales e incluso acuerdos internacionales; por ejemplo, se incluyen dos reservas de biosfera. El uso de la tierra a su vez tiene un impacto en los resultados socioeconómicos, con impactos diferenciales para hombres y mujeres. En el sector forestal (producción de madera), la participación de las mujeres es mínima; sin embargo, no es raro encontrar fincas de ganado manejadas por mujeres. En general, el área posee un gran potencial para obtener resultados optimizados para los medios de vida y los beneficios ambientales dentro y más allá de los límites del Paisaje Centinela.

Un estudio de contrastes entre los usos del suelo existentes (adecuados o inadecuados), que conducen al diseño de prácticas recomendadas, ofrecerá opciones más sostenibles con posible aplicabilidad a una parte significativa de los trópicos húmedos de las tierras bajas de América Central donde la agricultura y particularmente el ganado compiten con los bosques. Con los gobiernos elegidos democráticamente, observamos una tendencia positiva con respecto a la estabilidad política. La inclusión de ambos países en el Paisaje Centinela es un seguro contra la inestabilidad política; es decir, en caso de retrocesos, es poco probable que la inestabilidad política ocurra en ambos países al mismo tiempo.

2.2 Descripción de los sitios de estudio

De una seria de sitios determinados al azar, se seleccionaron cuatro sitios de estudio en el Paisaje Centinela que representan una gradiente desde agricultura intensiva, pastos, agroforesteria, bosques degradados y prístinos (curva de transición de la cubierta forestal). Para su selección, se tomo en consideración la presencia de socios locales en el área, información disponible, accesibilidad y seguridad. (Figura 2).

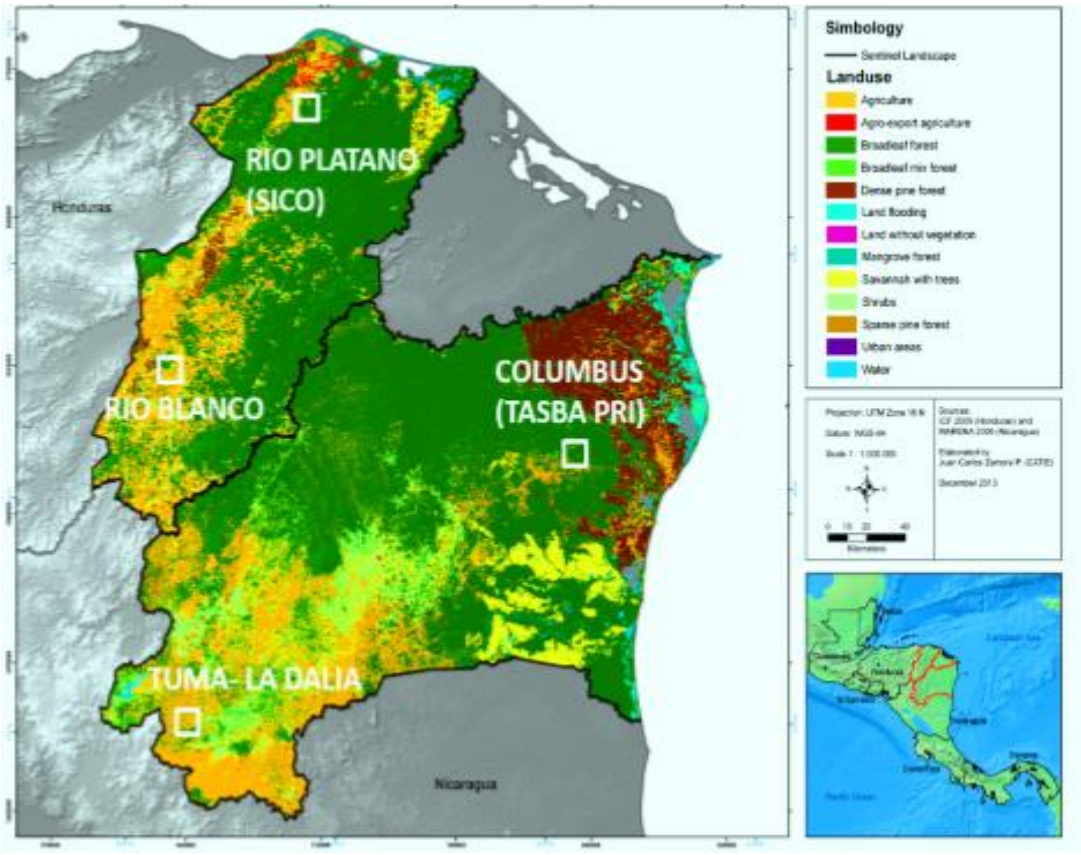

Figura 1: Sitios de estudio en el Paisaje Centinela

Tuma La Dalia: En esta área, predomina un terreno escarpado y montañoso con parches de pinos y bosques nublados. Se puede estimar que el 40% de la tierra es plana y el 60% es un paisaje fragmentado con una cubierta forestal baja. Tiene un clima de bosque subtropical semihúmedo, con precipitaciones entre 2,000 y 2,500 mm (Figura 3). La temperatura oscila entre 22º y 24ºC. El uso de la tierra incluye la ganadería, el café bajo sistemas agroforestales y los granos básicos. Estas actividades son la principal fuente de ingresos para las familias, sin embargo, los rendimientos son bajos, debido al impacto de enfermedades y plagas (roya del café), y la alternancia de sequías y lluvias excesivas. Las prácticas agrícolas y el cambio climático han contribuido a la destrucción del ambiente; las fuentes de agua han disminuido su caudal y muchas están contaminadas, y los suelos son menos fértiles.

Este sitio es parte del territorio clave del CATIE y se caracteriza por una alta densidad de población (> 250 personas/ km^2). Los tamaños de las fincas oscilan entre ~ 0.5 ha y 300 ha, en su mayoría pequeños propietarios privados y buen acceso. En El Tuma-La Dalia, más del 50% del sitio se cultiva. Los suelos son arcillosos, con erosión moderada y en su mayoría con cobertura agrícola. La población del municipio es de 64,780 habitantes, de los cuales el 85% son rurales y el 15% urbanos. Los principales desafíos para la población local son: pobreza, desempleo, baja producción agrícola, falta de acceso a la educación, delincuencia. El mayor movimiento migratorio en los últimos años ha sido desde el área rural a la urbana. Se estima que un promedio de 236 personas se mudan anualmente en busca de mejores condiciones de vida. El principal camino de acceso a este Municipio es un camino pavimentado que está en su fase final de ejecución y corresponde a un tramo de carretera

intermunicipal que cruza el territorio de suroeste a noreste. La ruta más transitada es una carretera de 45 kilómetros, que une al municipio con el departamento de Matagalpa. El consorcio de investigación del CIAT CCAFS colocó parte de su investigación en este sitio de estudio. CCAFS realizó un estudio de línea base exhaustivo en un sitio de 40,000 ha (20x20 km) que se superpone a una parte del sitio de estudio Paisaje Centinela en este territorio (Legía et al. 2018).

Figura 2: Paisaje y uso de la tierra en El Tuma-La Dalia.

Columbus: este sitio es parte del territorio indígena Tasba-Pry. El sitio se caracteriza por un clima tropical húmedo, con una precipitación anual promedio de más de 3,000 mm. A fines de 2007, el huracán Félix, un huracán de categoría 5, golpeó la costa noreste del Caribe de Nicaragua y destruyó un total de casi 510,764 hectáreas de bosque. El bosque se encuentra ahora en fase de recuperación, pero también en un proceso de cambio de uso de la tierra debido a la tala y quema y la invasión del ganado en los bosques tropicales. La densidad de población es baja, de 1-5 personas /km^2. Existe un alto porcentaje de colonos no indígenas (50% de la población), lo que genera frecuentes conflictos por la propiedad. Las comunidades indígenas practican la propiedad comunal de la tierra, que es reconocida por el gobierno. Los colonos, por otro lado, prefieren la propiedad privada individual.

Este sitio es de gran interés para el estudio de una amplia gama de factores asociados con la gobernanza de los recursos naturales: (i) un modelo de gobernabilidad local que incluye varios niveles de toma de decisiones (nacional, regional, territorio indígena, comunal), (ii) la coexistencia de una fuerte identidad miskitu con una fuerte presencia de colonos, debido a una serie de factores económicos y políticos, tanto locales como nacionales, que han impulsado la migración a la zona, (iii) la coexistencia de dos tipos de propiedad (comunal y privada), (iv) la existencia de conflictos con respecto a la toma de decisiones sobre el uso y la explotación de recursos naturales, enraizada en un enfoque de diálogo que no se basa en la forma en que las comunidades miskitu (uno de los cuatro grupos indígenas en Nicaragua, grupos que todavía mantiene su organización y cultura ancestral) han sido tradicionalmente gobernados; (v) la amenaza permanente de invasión de bosques por personas ajenas al área, esencialmente individuos y familias mestizos, que intentan aprovechar la lejanía del sitio y la falta de control sobre los recursos naturales para asentarse y establecer ilegalmente campos agrícolas y pastos (Freguin, et al. 2014).La agricultura es la principal actividad económica en el área, con todos los miembros de la familia participando en la producción (ya sea usando técnicas de tala y quema en áreas boscosas o plantando y cultivando en las orillas de los ríos). Según los líderes de la comunidad, todas las familias tienen acceso a la tierra, con un tamaño promedio de parcela de 14Mz (alrededor de 9.8Ha); de los cuales 3.3Mz (2.3Ha) se cultivan con arroz, frijoles, maíz, tubérculos, plátano, banano y caña de azúcar. Si bien el objetivo principal de la agricultura es la satisfacción de las necesidades básicas, una parte de la producción se comercializa

para adquirir otros productos y bienes (gasolina, sal, jabón y ropa, entre otros) o para pagar los servicios (educación y salud). Un sector de importancia es la ganadería. Según el trabajo de campo, el 63% de las familias tienen al menos una vaca.

Figura 3: Paisaje en Columbus Mine.

Río Blanco: Está ubicado en el municipio de Catacamas en un valle a solo 450 metros sobre el nivel del mar. Al norte se encuentra la Montaña Blanca, parte del Parque Nacional Sierra de Agalta, con una gran variedad de especies botánicas, como coníferas, plantas de hoja ancha, unas 80 especies y variedades de orquídeas y una abundante fauna que incluye felinos y quetzales. La precipitación anual promedio alcanza 1.343,3 mm, de los cuales el 88% se registra en el período lluvioso. Los fenómenos meteorológicos que influyen en el clima de Honduras son los típicos de la zona de convergencia tropical: bajos centros de presión atmosférica, frentes fríos y brisas marinas. Según la clasificación bioclimática de Holdridge, el clima corresponde al bosque seco tropical.

Los principales tipos de uso del suelo incluyen pequeños remanentes de bosques (principalmente a lo largo de ríos), producción de granos básicos y una conversión masiva de bosques a fincas ganaderas que inició en los años ochenta. Ubicado entre tres áreas protegidas (Parque nacional Patuca, Parque nacional Sierra de Agalta y el Parque Nacional Tawahka), el sitio se caracteriza por una baja densidad de población, en el rango de 5-25 personas/km^2. La tenencia de la tierra varía considerablemente, de 0 a 352 hectáreas. El 44% de las familias posee más de 20 hectáreas de tierra, mientras que el 21% tiene solo 0-1 hectáreas.

Catacamas es un municipio predominantemente rural, caracterizado por bajos niveles de educación y una economía agrícola de subsistencia. El 68.5% de la población es urbana y el 81.7% de la población rural vive en la pobreza. 8 de cada 10 personas viven en la pobreza y seis de cada 10 viven en la pobreza extrema. La situación de pobreza por sexo, según las estadísticas del Censo Nacional INE 2001, es: del total de personas pobres (60,581), 50,3% (30,485) son hombres y 49,7% (30,096) son mujeres.

El principal medio de comunicación es un camino pavimentado a la capital (Catacamas - Tegucigalpa 210 km) con conexión a San Pedro Sula (Catacamas - San Pedro Sula 545 km). También hay una carretera no pavimentada a Dulce Nombre de Culmí (Catacamas - Culmí 40 km).

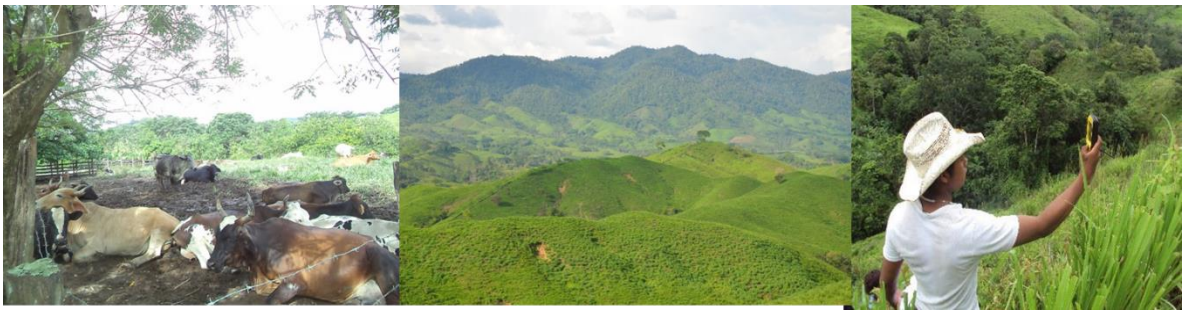

Figura 5: Paisaje en Rio Blanco

Rio Plátano: ubicado en el municipio de Iriona, el sitio está cubierto en gran parte por bosques primarios y se caracteriza por un clima tropical húmedo, con una temperatura media anual que fluctúa entre 23ºC y 26ºC, con poca variación durante todo el año y una precipitación anual promedio variando entre 1,800 y 3000 mm, concentrado en el período de junio a enero. La estación seca, que es bastante pronunciada, ocurre entre marzo y abril. La topografía del sitio tiene dos características: (i) un área montañosa donde se encuentra el bosque latifoliado, y (ii) un área principalmente plana, que se ve interrumpida por un arco de colinas y pequeñas montañas. Los suelos son en su mayoría poco profundos, poco desarrollados y caracterizados por poca fertilidad natural y un alto contenido de rocas. Como tales, son susceptibles a la erosión hídrica y varían de bien drenados a mal drenados.

A pesar de que Iriona solo tiene una población total de aproximadamente 10,000 habitantes y una densidad demográfica muy baja (2-3 habitantes / Km^2), la deforestación ha sido muy drástica. A lo largo de las partes bajas del valle de los ríos Sico y Paulaya, el paisaje es en su mayoría se caracteriza por una gran extensión de pastos, que se encuentran dispersos entre algunas áreas con plantaciones de aceite de palma recién establecidas. Sin embargo, en el valle medio y alto del río Paulaya, todavía existe una gran área de bosque virgen en la Reserva de la Biosfera del Río Plátano donde se encuentra el sitio. Es el hogar de varios grupos indígenas, cuyos derechos a la tierra no han sido reconocidos por el gobierno. Los problemas de seguridad incluyen el tráfico de drogas y el acaparamiento de tierras.

La situación de Copen se considera un éxito en términos de manejo forestal comunitario en la Moskitia hondureña, ya que las personas de la comunidad, están activas en la explotación de madera bajo una certificación de impacto ambiental mínimo, también están organizadas localmente en una cooperativa de agrosilvicultura local, e insertada en una red de cooperativas regionales. Sin embargo, los recursos naturales de Copén continúan amenazados por la deforestación, la tala ilegal y el avance de la frontera agrícola, que las autoridades no pueden controlar.

Los resultados de la extracción forestal son exitosos desde muchos puntos de vista (aumento en la extracción legal de madera certificada, particularmente caoba para ser procesada). Sin embargo, la cooperativa sigue dependiendo en gran medida de la asistencia técnica y administrativa de la Fundación Madera Verde, a pesar de los muchos años de exportación de madera.

En términos generales, el transporte limita la actividad comercial. La mayoría de los productos son para uso doméstico (alimentos, construcción de casas y muebles, o leña para cocinar). Solo la caoba, que es extraída por los miembros de la cooperativa, tiene un valor lo suficientemente alto

como para cubrir los costos de transporte fuera del bosque comunitario. Según el trabajo de campo, el bosque no juega un papel importante en la economía de subsistencia o comercial.

Figura 6: Paisaje en Rio Plátano.

Estos cuatro sitios de estudio se puede mapear en una curva de transición del bosque (Figura 7). El Tuma-La Dalia, Matagalpa (800-1000m) es una matriz de sistemas de café agroforestales entremezclados con pasto, Waslala está dominada por pequeños agricultores que practican tala y quema con sistemas de cultivo de maíz y frijol con ganado de doble propósito y algo de cacao como cultivo comercial, a las llanuras de Siuna con ganadería extensiva, producción de forraje de Brachiaria y muy poco bosque en la zona de baja densidad poblacional de bosques nativos intactos en las Reservas de la Biosfera de Bosawás y Río Plátano en el norte de Nicaragua y Honduras. En general, la curva de transición del bosque en Nicaragua y Honduras viene de sur a norte y de oeste a este. Existe una gran diversidad de uso de la tierra, desde bosques vírgenes, bosques gestionados, bosques degradados, árboles dispersos en pastos y áreas exclusivas de pastizales con muy pocos árboles, hasta áreas de cultivos en sistemas agroforestales con café y cacao (Sepúlveda y Ordoñez 2015).

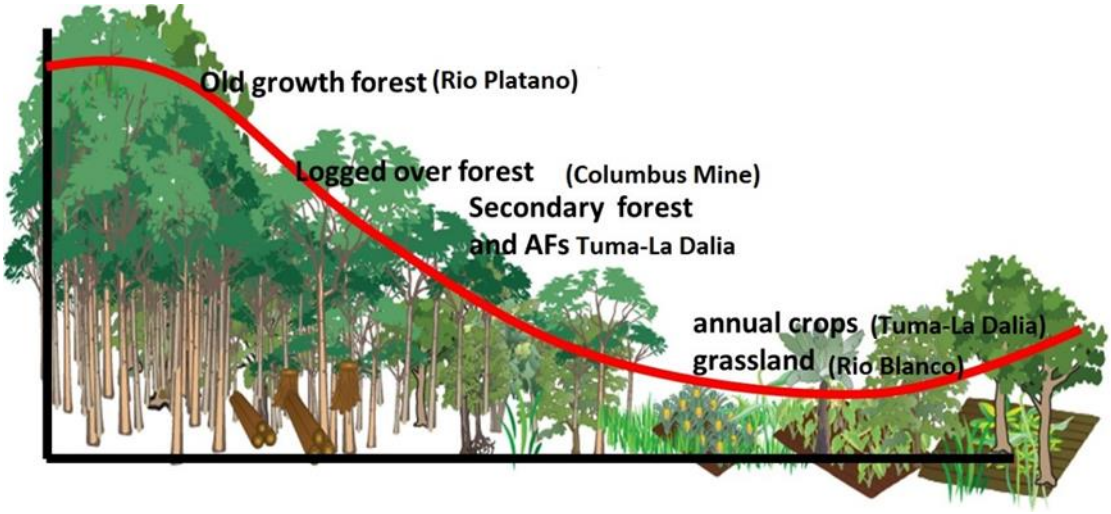

Figura 7: Fases de la curva de transición forestal en el Paisaje Centinela

2.3- Problemas claves

El trabajo de campo en los cuatro sitios descritos ha ayudado a identificar los siguientes problemas clave:

• Las formas alternativas y sostenibles de utilizar madera y productos no maderables del bosque no se han promovido de manera significativa. La falta de estas alternativas significa que se prefieren otras actividades productivas que degradan el bosque. Hay algunos ejemplos de manejo forestal comunitario en el municipio de Iriona y algunas áreas en la costa caribeña de Nicaragua que podrían servir como ejemplos.

• Expansión de la frontera agrícola, basada principalmente en la expansión de la ganadería (sistemas de producción extensivo) y la agricultura de subsistencia. La ganadería es una de las actividades más rentables en la región. En algunas áreas de Honduras, vender y comprar tierras para lavado de dinero es cada vez más común.

• La migración humana está llevando a personas sin tierra de otras áreas hacia las áreas menos pobladas (por ejemplo, las orillas del bosque) en busca de tierras. Varios socios informan que la reducción de la pobreza en algunas áreas del país no se debe a la reducción real de la pobreza, sino a la expulsión de los grupos más pobres de otros lugares.

• Efectos de eventos extremos como huracanes.

• La competencia por la tierra es alta en áreas con mosaicos de cultivos, sistemas agroforestales y remanentes de bosques. La especulación y el alquiler de la tierra son maneras comunes de obtener ingresos de la tierra, pero estos acuerdos impulsan la deforestación, dificultan las inversiones a largo plazo y exacerban la degradación de la tierra. En los últimos años, las compras de grandes extensiones de tierra para establecer plantaciones de teca o palma aceitera se están volviendo más comunes.

• Los pastos y las tierras en barbecho en diferentes etapas de regeneración ocupan la mayor parte del área en estos mosaicos, pero con poca administración y proporcionan pocos ingresos para los agricultores. El uso más común en estos sitios es la ganadería extensiva y la rotación de cultivos.

• Las opciones agroforestales y forestales son altamente promovidas por organizaciones gubernamentales y no gubernamentales (existe una narrativa de conservación muy fuerte de estas organizaciones y también de algunos grupos, por ejemplo, los pueblos indígenas y algunos agricultores). La mayoría de estas intervenciones funcionan durante poco tiempo y cuando los proyectos finalizan, en muchos casos las prácticas implementadas también se abandonan.

• Se espera que los efectos del cambio climático sean severos, particularmente con respecto al suministro de agua, y estos efectos podrían verse exacerbados por los usos de la tierra no sostenibles.

• Equidad en la división de recursos es un problema. Grandes extensiones de tierra están en pocas manos y la mayoría de los agricultores tienen pequeñas propiedades. Dado que la propiedad comunal no es una forma de propiedad común (en particular para los grupos no indígenas), existen pocas opciones para las personas sin tierra y los pequeños propietarios. Por lo tanto, si se involucra a los grandes agricultores, se podría lograr una mayor cobertura arbórea en los paisajes, pero esto no se traducirá necesariamente en beneficios directos para los grupos más marginados.

• Tanto en Nicaragua como en Honduras, innumerables conflictos relacionados con los derechos de los recursos naturales también están relacionados con conflictos por la tierra. Entre otros

escenarios, los conflictos surgen debido a: (i) la concesión de tierras bajo tenencia nacional a individuos o grupos sin documentación legal; (ii) el otorgamiento de tierras reclamadas por pueblos indígenas a terceros; (iii) la asignación de tierras municipales sin que esta tierra se divida; (iv) la invasión por parte de terceros de tierras reclamadas por grupos indígenas, incluso en territorios demarcados y titulados; (v) la superposición de derechos de propiedad común entre diferentes comunidades indígenas; (vi) la expropiación de tierras bajo tenencia privada sin procedimientos legales y su asignación a los beneficiarios de las reformas agrarias sin el proceso legal de adjudicación de títulos; (vii) la venta informal de tierras bajo régimen de propiedad común y/o su asignación durante las reformas agrarias, etc.

• Se valora la participación ciudadana en el manejo de los recursos naturales, pero persisten desafíos para asegurar que esta participación sea efectiva y equitativa. En Honduras, como en Nicaragua, la mayoría de los encuestados a través del proceso del Paisaje Centinela piensan que no hay ningún mecanismo para participar en las decisiones sobre el uso de los recursos naturales (33%) o que estos mecanismos no funcionan (22%). Sin embargo, las percepciones de la efectividad de la participación ciudadana en la toma de decisiones son positivas ya que el 73% cree que es efectiva y el 42% cree que siempre o con frecuencia la participación ocurre en una escala significativa. Las opiniones varían según los subgrupos de población: en particular, el 40% de los encuestados piensa que las mujeres y los productores agrícolas participan siempre o con frecuencia, el 81% para los pueblos indígenas y el 42% para el sector privado.

• Alta complejidad y desafíos del estado actual de la gobernanza de los recursos naturales en los territorios indígenas, por un lado, las comunidades tienen sus propios procesos internos para gobernar el acceso, uso y explotación de los recursos naturales, que corresponden a un modelo de gobernanza indígena tradicional local y que a menudo han sido sancionados por reglas formales; por otro lado, existe la necesidad de cumplir con las reglas formales para la explotación comercial de los bosques y otros recursos naturales. Esto implica respetar las reglas nacionales formales, que no necesariamente toman en cuenta los derechos comunales de los pueblos indígenas.

• Falta de mecanismos de gestión o coordinación entre Nicaragua y Honduras.

3. - Descripción de datos colectados

La iniciativa de Paisajes Centinelas ha progresado rápidamente hacia la comprensión de métricas importantes sobre la salud de los ecosistemas, así como a los impulsores de la degradación de los suelos en una variedad de ecosistemas en los trópicos. Una parte importante de esta iniciativa es la integración de las encuestas socioeconómicas y las métricas de salud de los ecosistemas. Todos los datos están disponibles en: http://dx.doi.org/10.7910/DVN/OTSSRA

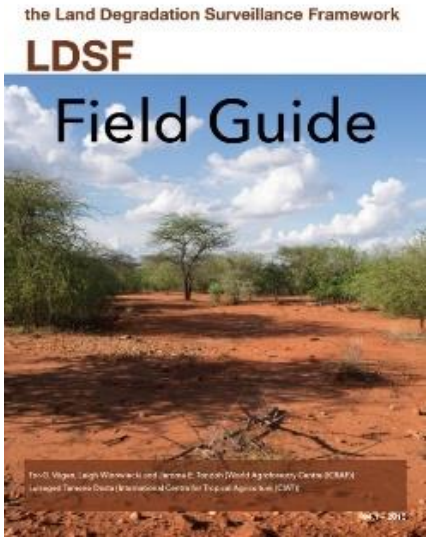

Figura 8: Página de inicio de la guía de campo LDSF.

3.1 Datos biofísicos

El Marco de Estudio de Degradación de Tierras (LDSF) es un diseño de muestreo aleatorizado espacialmente estratificado, desarrollado para proporcionar una línea de base biofísica a nivel de paisaje y un marco de monitoreo y evaluación para evaluar los procesos de degradación de la tierra y la efectividad de las medidas de rehabilitación a lo largo del tiempo (Vågen et al., 2013b) (Figura 8). Las variables medidas incluyen: cobertura de la tierra, densidades de árboles y arbustos, biodiversidad de árboles, prevalencia de erosión, capacidad de infiltración, junto con una evaluación del impacto al hábitat y la ocurrencia de estructuras de conservación del suelo. Las muestras de suelo también se recolectaron y se procesaron. Se recogieron muestras de la capa superior (0-20 cm) en cada subparcela (n = 4) por parcela y procesadas. También se recolectaron muestras del subsuelo (20-50 cm) en cada subparcela (n = 4) por parcela. Las muestras procesadas se sometieron a espectroscopía infrarroja y análisis de química húmeda. Estos conjuntos de datos combinados se utilizaron para evaluar la salud del suelo y del ecosistema para el paisaje.

El (LDSF) se ha aplicado en más de 35 países en los trópicos para evaluaciones iniciales de la degradación de la tierra a múltiples escalas espaciales, así como para evaluaciones locales de la salud del suelo y la degradación de la tierra con resoluciones espaciales de 5 a 30 m (Vågen et al., 2013; Vågen y Winowiecki 2013; Winowiecki et al., 2016a) y a escala continental con una resolución espacial de 500 m (Vågen et al., 2016). Además, el LDSF se ha utilizado para evaluar el efecto del cultivo en indicadores clave de la salud del suelo, como el carbono orgánico del suelo (Winowiecki et al., 2016b), para mapear la cobertura herbácea como medida de la salud del pastizal, así como para evaluar el potencial de restauración de tierras en los pastizales (Winowiecki et al., 2018_ y los sistemas de pequeños agricultores Lohbeck et al., 2017), entre otras aplicaciones. Para obtener más información, visite: http://landscapeportal.org o http://landscapeportal.org / blog / 2015/03/25 / the-land-degradation-surveillance-framework-ldsf/.

La metodología tiene cuatro componentes principales:

1. Un diseño de muestreo de campo espacialmente estratificado, jerárquico, utilizando sitios de estudio de 10x10 km, que contienen: grupos de 16-1 km^2, parcelas de 160-1000 m^2 y subparcelas de 640-100 m^2 por sitio de estudio de 100 km^2.

2. Uso de la espectroscopia infrarroja (IR) del suelo para la predicción de las propiedades del suelo.

3. Uso de métodos de teledetección y aprendizaje por conjuntos para el mapeo de la degradación de la tierra y la salud del suelo.

4. Teledetección para el mapeo de la cobertura de la tierra y el cambio de uso de la tierra.

El Marco de Estudio de Degradación de Tierras (LDSF) se llevó a cabo en los cuatro sitios de estudio (Figura 9) en 2012. Estos sitios se seleccionaron mediante un diseño de muestreo aleatorio estratificado a través de la intensidad del uso del suelo y la cubierta forestal (por ejemplo, del bosque natural protegido en Río Plátano a sistemas agroforestales perennes en El Tuma a sistemas intensivos de pastoreo en Río Blanco.

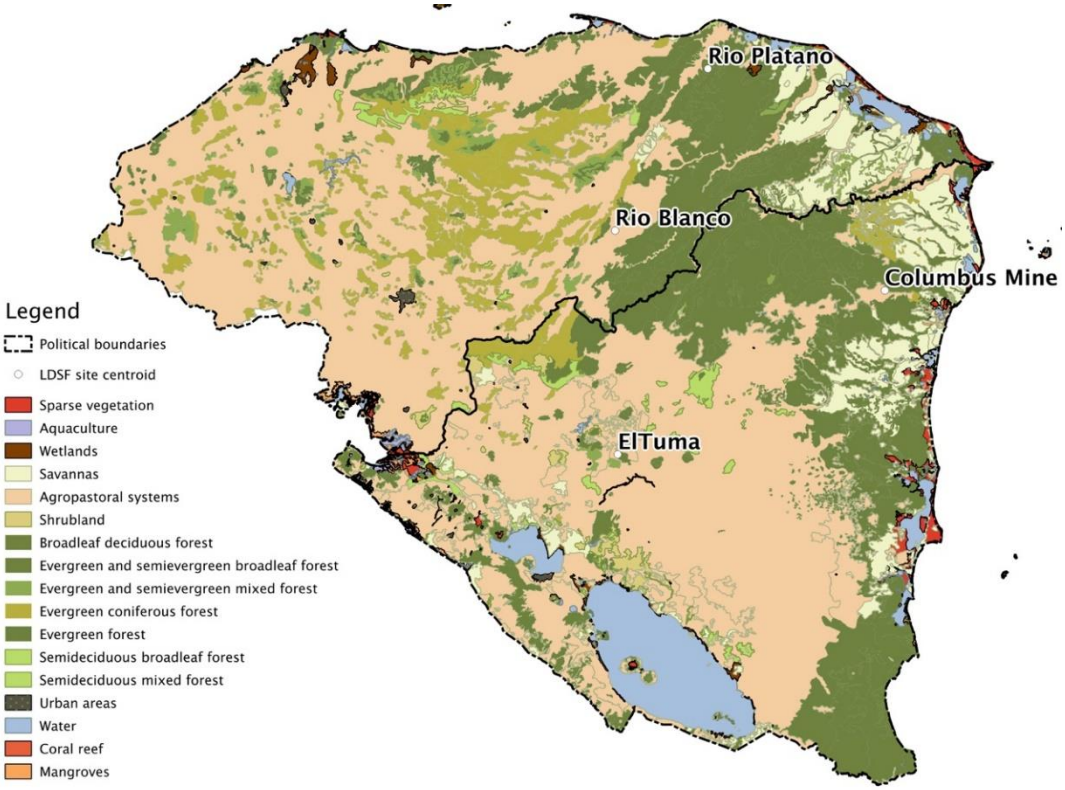

Figura 10: Localización de los cuatro sitios LDSF sobrepuestos en el mapa de vegetación.

3.2 Línea de base socioeconómica

La línea de base socioeconómica incluyó varias herramientas que se aplicaron a nivel de comunidad y los hogares para recopilar información sobre indicadores de pobreza, calidad de vida, seguridad alimentaria y uso de los recursos forestales. Este estudio se realizó en las mismas comunidades seleccionadas para la recolección de información biofísica. El muestreo aleatorio se basó en listas de hogares provistas por los líderes. Con los datos, se desarrolló una guía sobre la construcción de indicadores socioeconómicos sobre dependencia agrícola, diversificación de ingresos, pobreza y seguridad alimentaria para el paisaje Centinela de Nicaragua y Honduras. Los protocolos y los datos están disponibles en: https://dataverse.harvard.edu/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.7910/DVN/G42GSD

https://doi.org/10.7910/DVN/G42GSD

Figura10: Participantes de los talleres de hogares e IFRI (derecha).

Herramientas y procesos de línea de base:

Se realizó una encuesta generada por el International Forestry Resources and Institutions (IFRI) (asentamientos, asociaciones, bosques, productos, pobreza): para desarrollar la línea base socioeconómica. Se realizaron talleres con grupos de al menos 30 participantes y grupos focales con un número menor de participantes (particularmente para usuarios y productos). Se realizaron entrevistas individuales con informantes clave, incluidos líderes comunitarios, docentes y otras personas con conocimientos y perspectivas únicas, según lo recomendado por los líderes de las Aldeas.

Componentes de género: el equipo de recopilación de datos trabajó para involucrar tanto a hombres como a mujeres, con el objetivo de encuestar al 50% de los hombres y al 50% de las mujeres. Para lograr el equilibrio de género, las entrevistas consideraron no solo las actividades agrícolas, sino también las actividades domésticas.

Mapeo institucional: Para la implementación del mapeo institucional, CIRAD, Nitlapán y CATIE-desarrollaron un enfoque pluridisciplinario dentro de un equipo formado por agroeconómistas,

silvicultores y sociólogos. Se desarrolló e implementó un Protocolo para el mapeo institucional a escala de paisaje, con el liderazgo de Sandrine Fréguin-Gresh (CIRAD) trabajando con UCA-Nitlapán y CATIE. Protocolo y documento disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Sandrine_Freguin-Gresh/publication/315553362_Mapping_institutions_that_govern_Access_and_Uses_of_Natural_Resources_in_the_Nicaragua-Honduras_Sentinel_Landscape_-_Revealing_the_complexity_issues_and_challenges_of_natural_resource_governance/links/58d4342645851533784fd698/Mapping-institutions-that-govern-Access-and-Uses-of- Recursos-naturales-en-Nicaragua-Honduras-Centinela-Paisaje-Revelador-la-complejidad-temas-y-desafíos-de-recursos-naturales-gobernanza.pdf

4. - Base de datos y análisis de datos

4.1 Base de datos disponibles

Bases de datos agroforestales del CATIE en (http://thedata.harvard.edu/dvn/dv/CATIE)

18 conjuntos de datos heredados compilados y archivados http://thedata.harvard.edu/dvn/dv/N-H-SL

10 años de bases de datos sobre agrosilvicultura de café en Nicaragua. Disponible en: https://dataverse.harvard.edu/dataverse/CATIE

126 conjuntos de datos espaciales compilados y archivados http://thedata.harvard.edu/dvn/dv/SL

CATIE-FTA ha desarrollado una página web: https://paisajecentinela.org/NicaraguaHonduras, se han cargado varios documentos.

El modelo de dinámica forestal GAVILAN está terminado y está disponible en: https://www.catie.ac.cr/gavilan/

Información sobre Paisaje Centinela está en FB: www.facebook.com/catienicaragua

4.2 Indicadores Biofísicos

Indicadores clave medidos como parte de los estudios de campo biofísicos incluyen: densidad de árboles y arbustos, cubierta leñosa y herbácea, biodiversidad de especies leñosas, uso de la tierra e historia del uso de la tierra, además de la salud del suelo, la prevalencia de la erosión y la capacidad de infiltración del suelo. Los diversos conjuntos de datos generados como parte de la iniciativa se comparten a través de Harvard Dataverse. Los datos LDSF están actualmente disponibles aquí: http://dx.doi.org/10.7910/DVN/OTSSRA. Los datos se han utilizado para identificar las prioridades de las actividades agrícolas para los proyectos propuestos en El Tuma La Dalia. Además, los datos han sido presentados en talleres nacionales de restauración y uso de suelos.

Además, una herramienta en línea para explorar todos los datos de LDSF recopilados en los paisajes centinelas, incluidas los cuatro sitios de LDSF en NHSL, están disponibles en: http://landscapeportal.org/slExplorer/

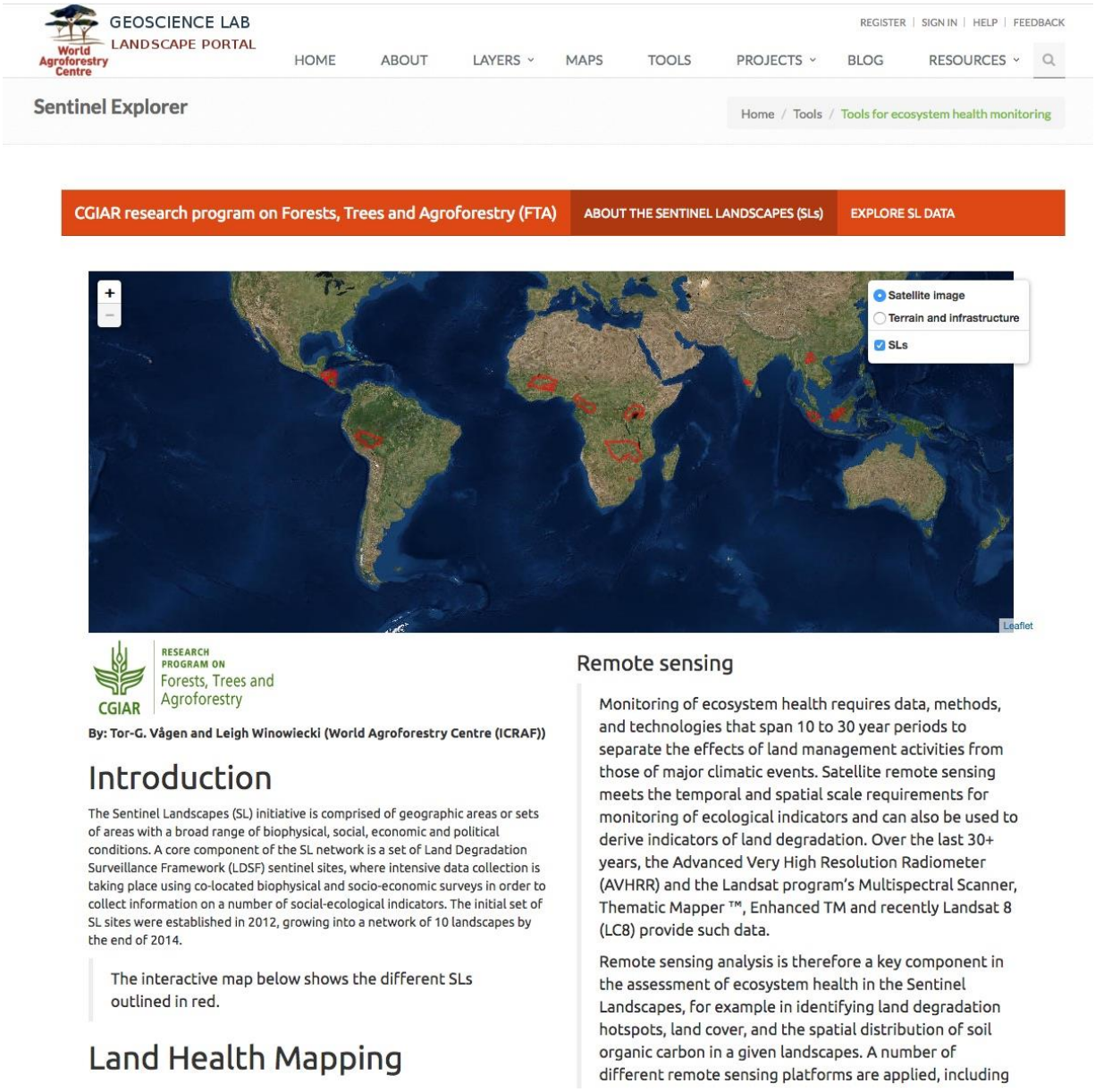

Figura 12: Captura de pantalla de página principal de la herramienta en línea: SL Explorer:http://landscapeportal.org/slExplorer/

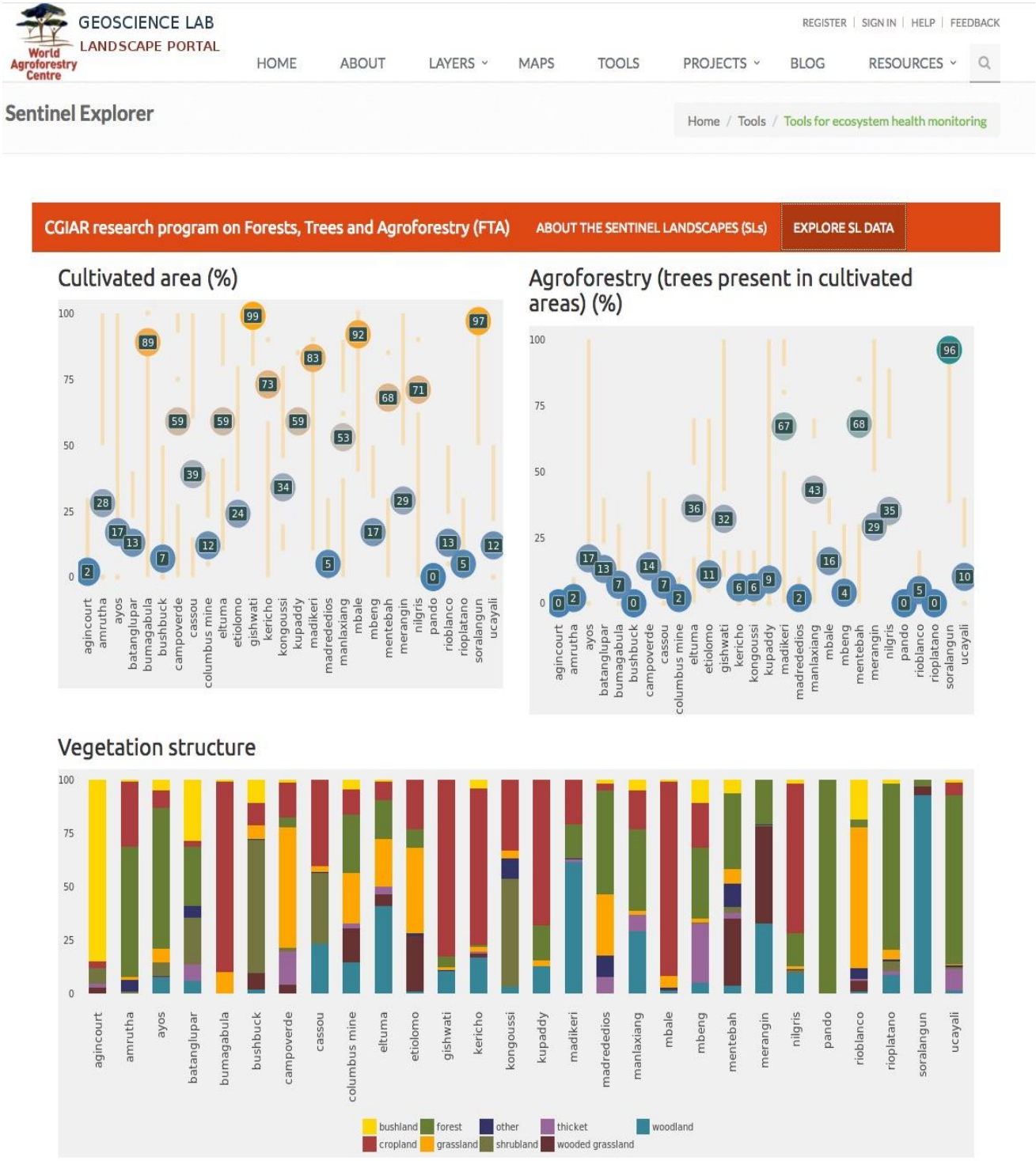

Figura 13: Resumen de las principales estadísticas de vegetación para cada uno de los sitios de LDSF en Paisaje Centinela, disponible en el SL Explorer en línea: http://landscapeportal.org/slExplorer/

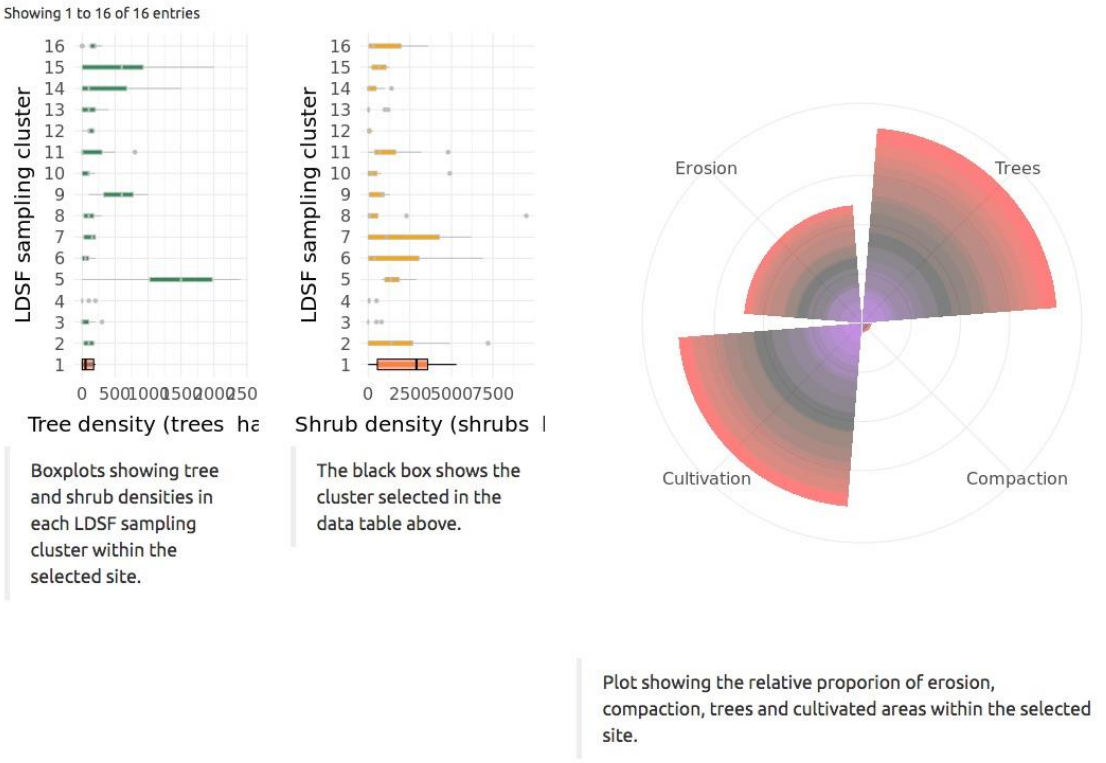

Figura 14: Resumen detallado de las densidades de árboles y arbustos para el sitio El Tuma LDSF disponible en el SL Explorer en línea: http://landscapeportal.org/slExplorer/

4.2.1 Área cultivada

Las observaciones a nivel de sitio se registraron en cada una de las subparcelas de 160, en 1000 m^2 por sitio. Se usó un modelo lineal generalizado de efectos mixtos para estimar el área bajo cultivo en cada sitio de 10,000 ha. En El Tuma, más del 50% del sitio está bajo algún tipo de cultivo (café, granos básicos, ganadería), mientras que las estimaciones del área cultivada fueron menos del 25% para Columbus Mine y Rio Blanco, y menos del 5% para Rio Plátano. Los principales cultivos en El Tuma fueron café y granos básicos. Los principales cultivos en la Mina Columbus fueron maíz, yuca y arroz; en Río Blanco, pastos, maíz y frijoles. La figura 15 muestra el porcentaje de área cultivada por sitio. Rio Plátano en su mayoría sigue siendo bosque.

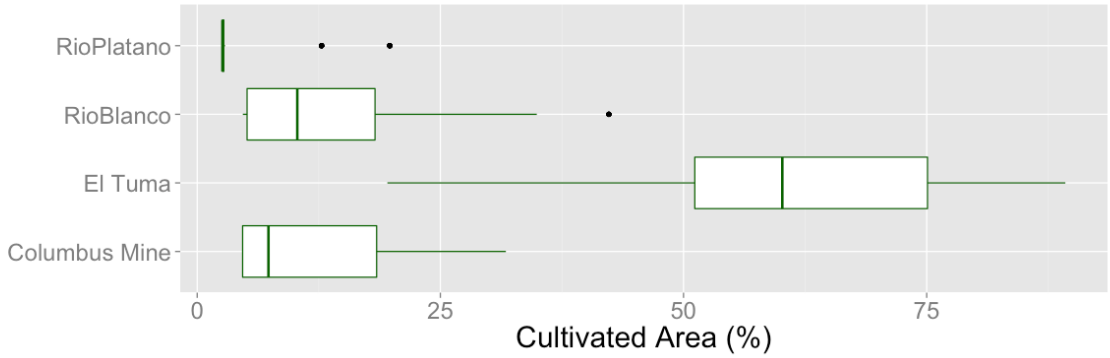

Figura 15: Estimaciones del área cultivada en los cuatro sitios dentro del Paisaje Centinela.

Sitio	Cultivos %	Pastos %	Bosques %
El Tuma	59		18
Columbus Mine	12		28
Río Blanco	11	70	6
Río Plátano	10		70

La relación de uso de la tierra entre cultivos, pastos y bosques difiere en cada sitio. En El Tuma, el café cultivado a la sombra es el cultivo principal, representando hasta el 60% de la superficie cultivada. Rio Plátano es el sitio con la mayor proporción de bosque, con un 70%, seguido de la Mina Columbus con un 28%. Río Blanco es predominantemente un sitio de ganadero, con 70% del área bajo pastos.

4.2.2. Vinculación de métricas

Prevalencia de densidad de árboles y erosión en áreas cultivadas y seminaturales: la densidad promedio de árboles fue de 543 y 266 árboles ha^{-1} en Columbus Mine y El Tuma, respectivamente. El LDSF utiliza el Sistema de Clasificación de Cobertura del Suelo de la FAO, que se base en la siguiente definición: vegetación leñosa que es más alta que 3 metros. En las áreas cultivadas, esta cifra disminuyó en ambos sitios. La densidad de árboles está relacionada, tanto en áreas cultivadas (1) como seminaturales (0) en los dos sitios. La prevalencia de erosión fue más alta en áreas con baja densidad de árboles.

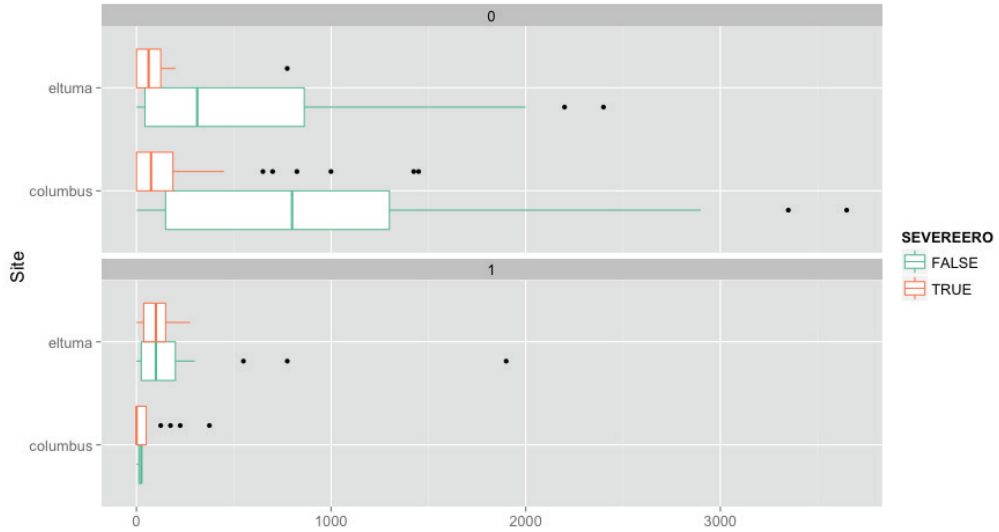

Figura 16: Comparación de densidades arbóreas en parcelas severamente erosionadas versus parcelas no erosionadas en parcelas cultivadas (1) y no cultivadas (0), en sitios LDSF eL Tuma y Columbus Mine.

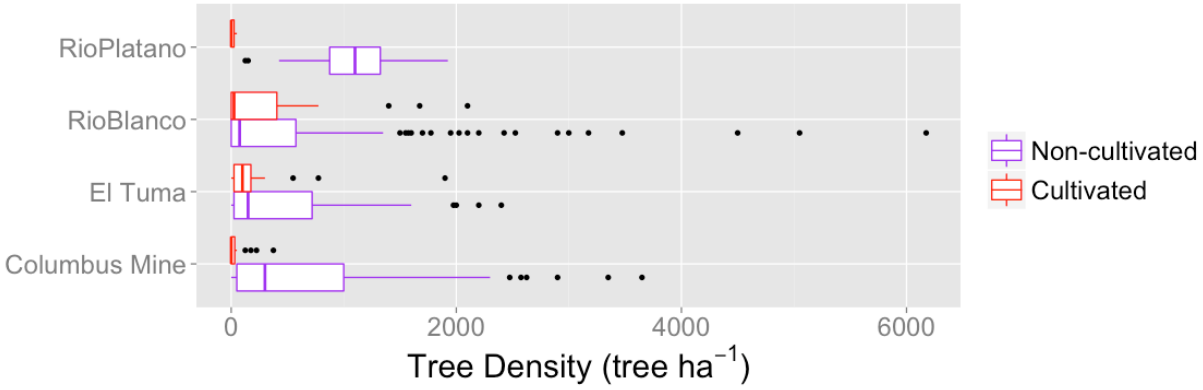

Figura 17: Densidades de árboles en parcelas cultivadas y no cultivadas para cada uno de los cuatro sitios.

4.2.3 Capacidad de infiltración

La infiltración se midió en tres parcelas por grupo, para un total de 48 parcelas por sitio, utilizando un infiltrómetro de anillo único. La capacidad promedio de infiltración se modeló utilizando modelos de efectos mixtos no lineales. La infiltración fue mayor en parcelas con árboles (1) en comparación con parcelas sin árboles (0), como se muestra en la Figura 18. Además, la infiltración fue mayor en las parcelas no erosionadas (0), en comparación con las parcelas erosionadas (1) (Figura 18), lo que refleja la relación entre la densidad de árboles y la prevalencia de la erosión. El sitio de Rio Plátano posee el mejor promedio de infiltración (debido a la presencia de arena, árboles y ninguna erosión), mientras que los sitios de Columbus Mine y El Tuma, presentan la menor capacidad de infiltración (muy pocos árboles, sitio altamente erosionado y los suelos en su mayoría arcillosos). Aunque los

árboles aumentan la capacidad de infiltración, el efecto de la textura en es el factor determinante en la capacidad de infiltración de los suelos (Figura 18b).

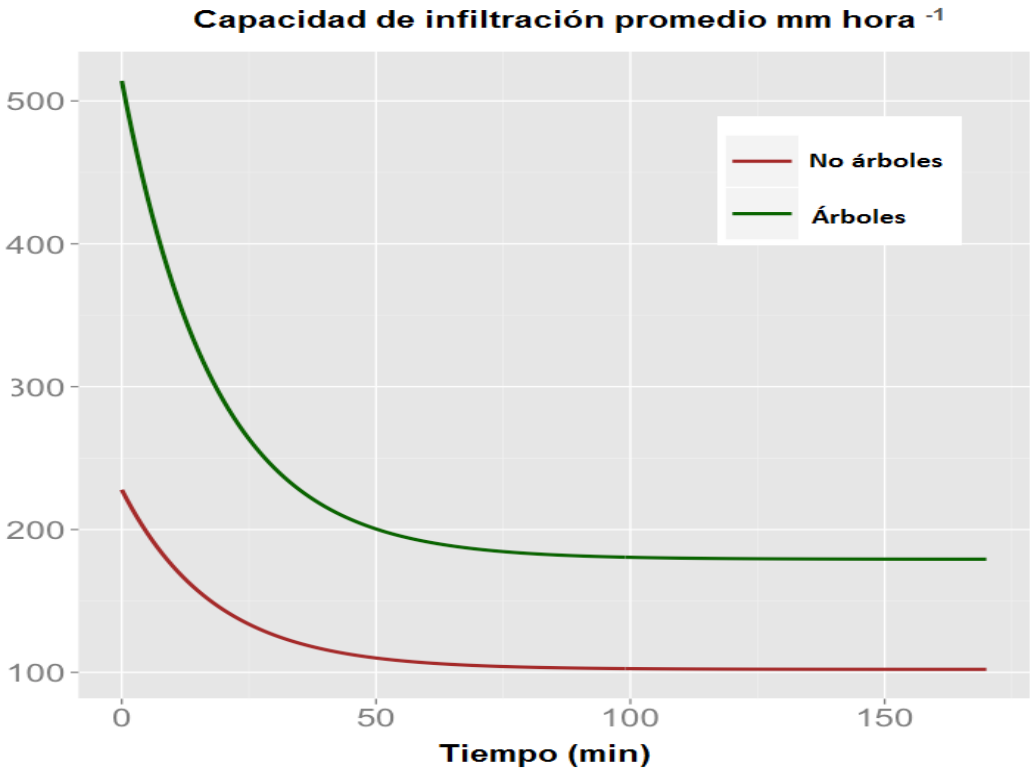

Figura 18: tasa de infiltración en presencia de árboles (1) y ningún árbol (0).

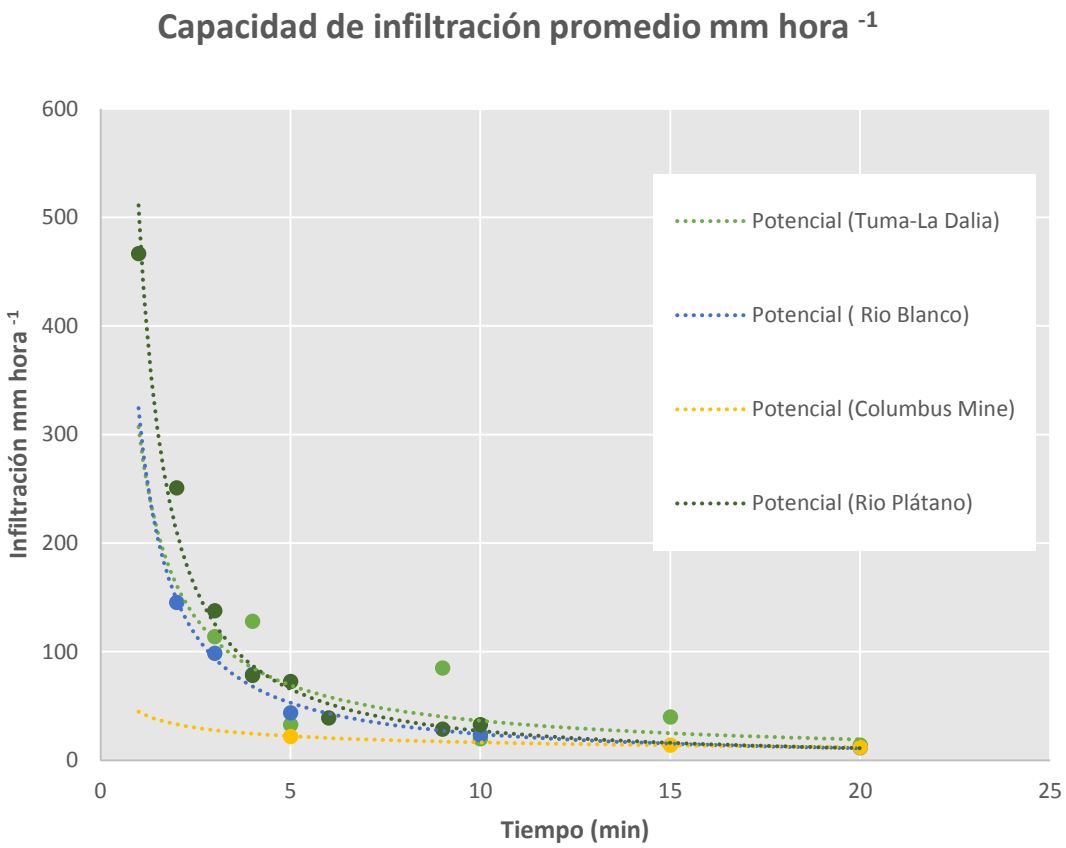

Figura 18b: Tasa de infiltración comparativa en los cuatro sitios.

4.2.4 Análisis de suelos

Todas las muestras de suelos se secaron al aire y se molieron para pasar a través de un tamiz de 2 mm. Las muestras se enviaron a Nairobi para su posterior análisis. Todas las muestras de suelos se analizaron para la absorbancia MIR en el Laboratorio de Diagnóstico Espectral de la Planta de Suelos del Centro Mundial de Agroforestería (ICRAF) en Nairobi, Kenia. Treinta y dos muestras de referencia de cada sitio se sometieron a análisis de química húmeda tradicional. Estos datos de química húmeda se utilizaron para desarrollar modelos de calibración para predecir las propiedades del suelo en todo el conjunto de datos utilizando los espectros MIR.

La textura del suelo (contenido de arena, limo y arcilla) se midió usando un Analizador de Tamaño de Partículas por Difracción Láser (LDPSA) de HORIBA (LA950) después de sacudir cada muestra de suelo durante 4 min en una solución de hexametafosfato de sodio al 1% en Laboratorio de Diagnóstico Espectral Suelo-Planta de ICRAF en Nairobi, Kenia. El nitrógeno total y el carbono orgánico se midieron por combustión seca utilizando una espectrometría de masas con relación de isótopos elementales del analizador (EA-IRMS) de Europa.

4.2.4.1 Resultados de predicción de espectroscopia de infrarrojo medio (MIRS)

Los resultados generales de predicción fueron buenos. R^2 para pH fue 0.961 y 0,896 para SOC, 0.933 para arena y 0.931 para arcilla. La Figura 19 a continuación muestra los valores medidos frente a los

valores pronosticados MIR para pH, carbono orgánico del suelo (SOC), arena y arcilla. Los gráficos y análisis restantes se realizan utilizando los resultados previstos.

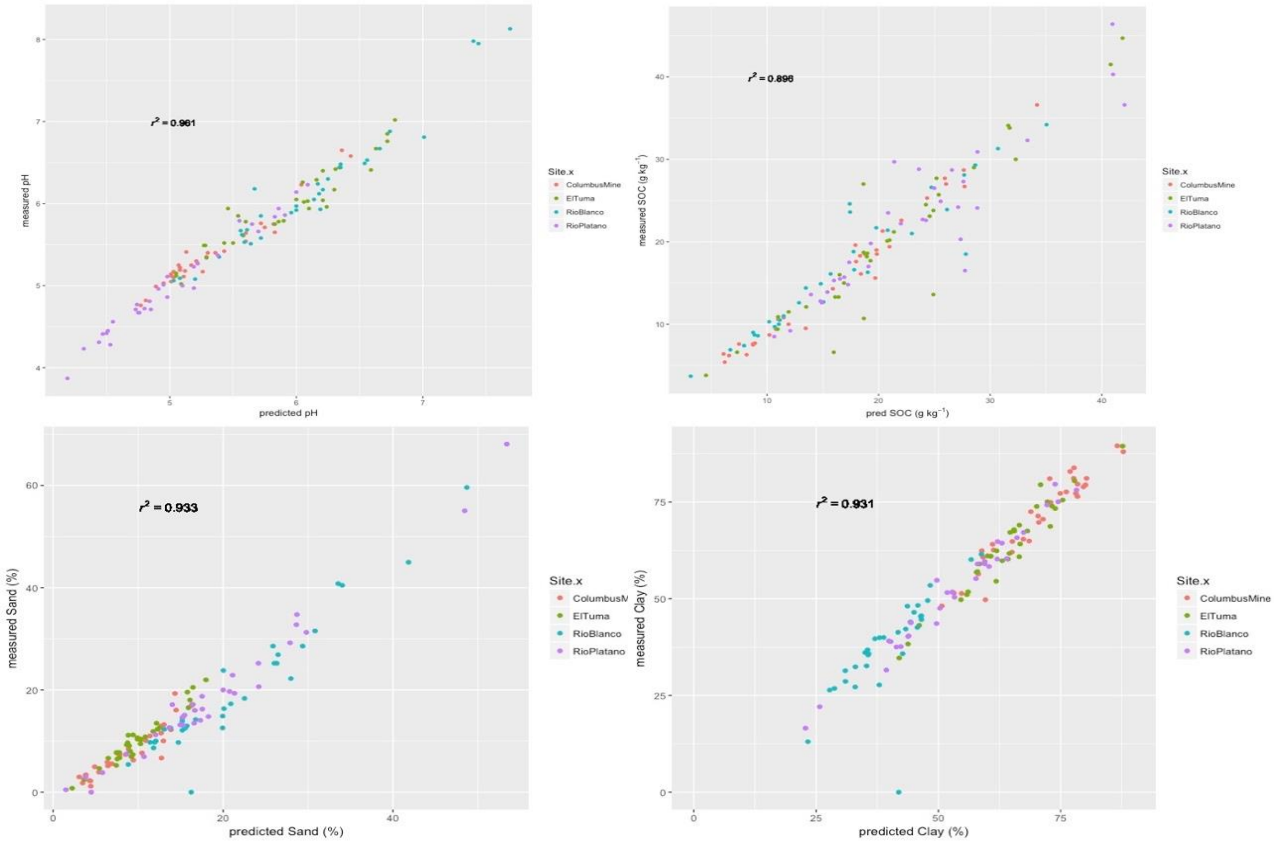

Figura 19: Resultados de predicción para pH, SOC, arena, y arcilla

4.2.4.2 Indicadores de salud del suelo

La textura del suelo tiene implicaciones para la capacidad de retención de agua, la capacidad de intercambio de cationes, entre otras propiedades. El contenido promedio de arena fue bajo en los cuatro sitios LDSF (15%, para el suelo superior y el subsuelo). Columbus Mine y El Tuma, tuvieron el contenido de arena promedio más bajo (10%), mientras que Río Blanco y Río Plátano tienen el contenido de arena más alto (23 y 17%, respectivamente) (Figura 20). Existe una estrecha distribución del contenido de arena tanto en el suelo superior como en el subsuelo de El Tuma. Mientras que tanto Río Blanco como Río Plátano tuvieron amplias distribuciones de contenido de arena (más variabilidad). A diferencia del contenido de arena, el contenido de arcilla varía mucho entre los sitios. El contenido promedio de arcilla superficial fue del 57% y el contenido promedio de arcilla del subsuelo fue del 61%. Columbus Mine y El Tuma tuvieron el mayor contenido total de arcilla (69% y 64%, respectivamente) y Río Blanco el más bajo (42%) (Figura 21). Rio Plátano tiene el contenido más alto de macronutrientes y Rio Blanco el menor. El análisis de micronutrientes muestra que los contenidos fueron más altos en parcelas con más diversificación (El Tuma, agroforestería-café) que en aquellos con menos diversificación (Río Blanco, ganado).

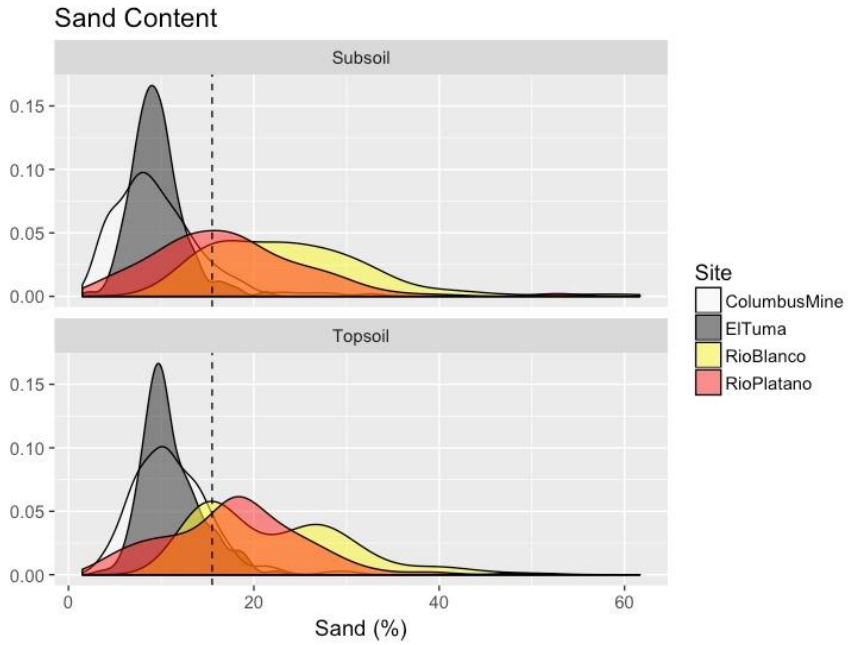

Figura 20: contenido de arena en las muestras superiores (n = 619) y subsuelo (n = 623) para los cuatro sitios LDSF. La línea vertical indica el contenido promedio de arena (15.5%).

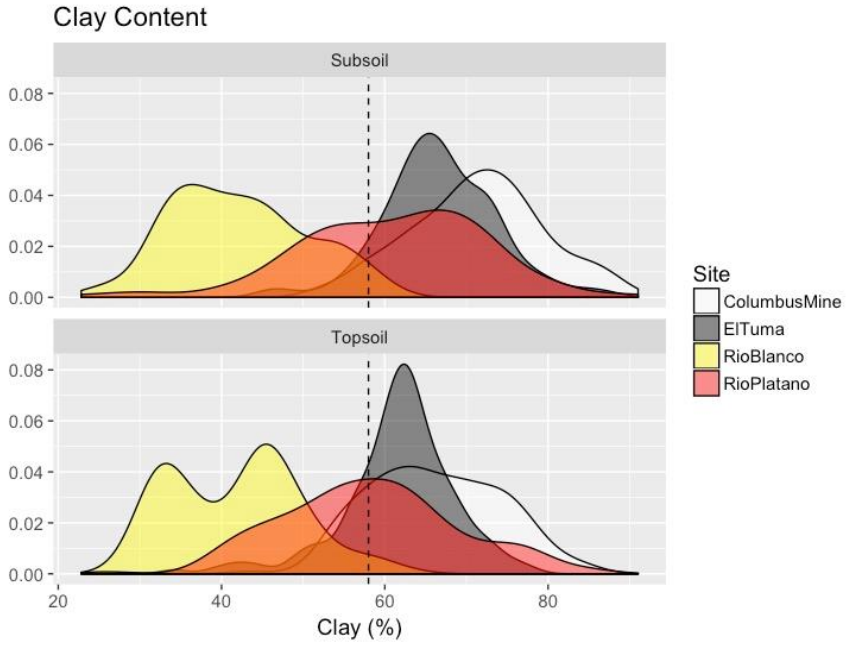

Figura 21: El contenido de arcilla en la parte superior (n = 619) y en el subsuelo (n = 623) muestreado en los cuatro sitios LDSF (la línea vertical es el contenido promedio de arcilla superficial (57%).

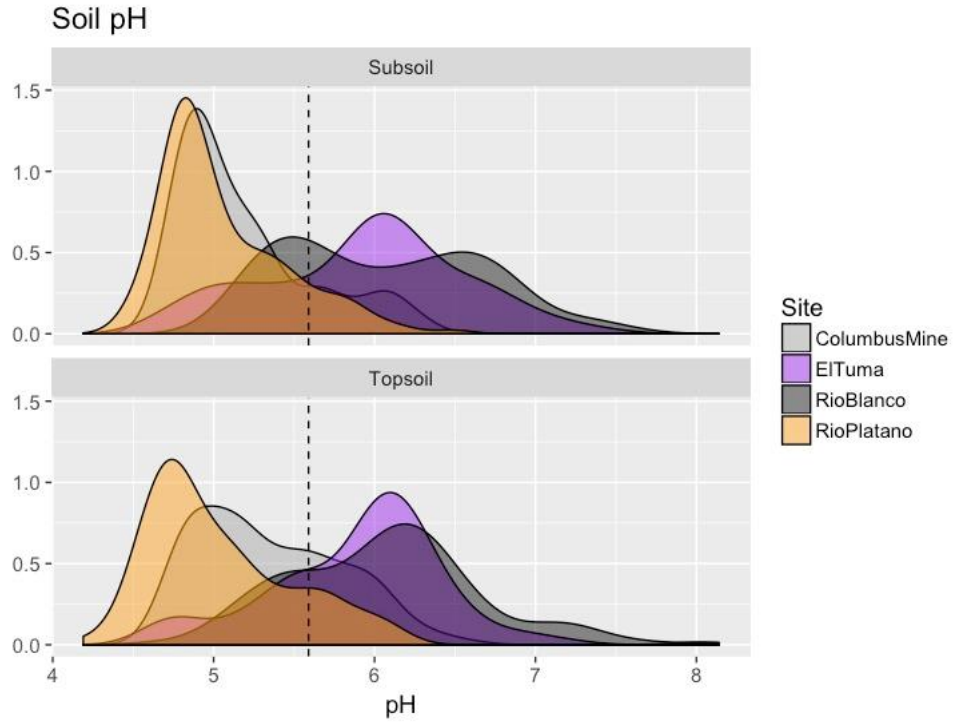

Figura 22: Valores de pH del suelo en muestras superiores (n = 619) y subsuelo (n = 623). La línea vertical indica el valor de pH promedio (5.59).

El contenido de carbono orgánico del suelo (SOC) fue bajo en los cuatro sitios (Figura 23). El contenido promedio de SOC en la capa superficial del suelo fue de 24.8 g kg^{-1} y el contenido promedio de SOC en el subsuelo fue de 14.5 g kg^{-1}. El Tuma y Rio Plátano tuvieron el SOC de la capa superior más alta (29.8 y 26.6 g kg^{-1}, respectivamente). La Figura 23 también muestra que El Tuma tuvo la mayor variación en el SOC superior y sub-suelo, mientras que los otros sitios tuvieron menos variación.

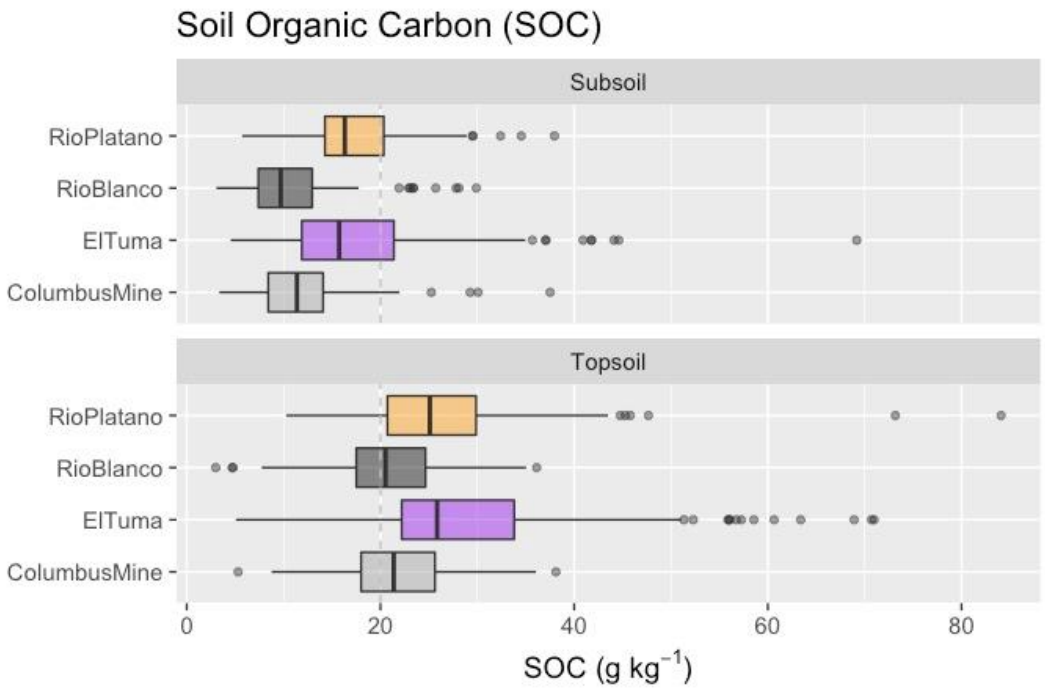

Figura 23: Diagramas de caja del contenido orgánico del suelo en las muestras superiores (n = 619) y subsuelo (n = 623) para los cuatro sitios LDSF. La línea Vertical está en 20 g kg^{-1}, un umbral para la productividad agrícola.

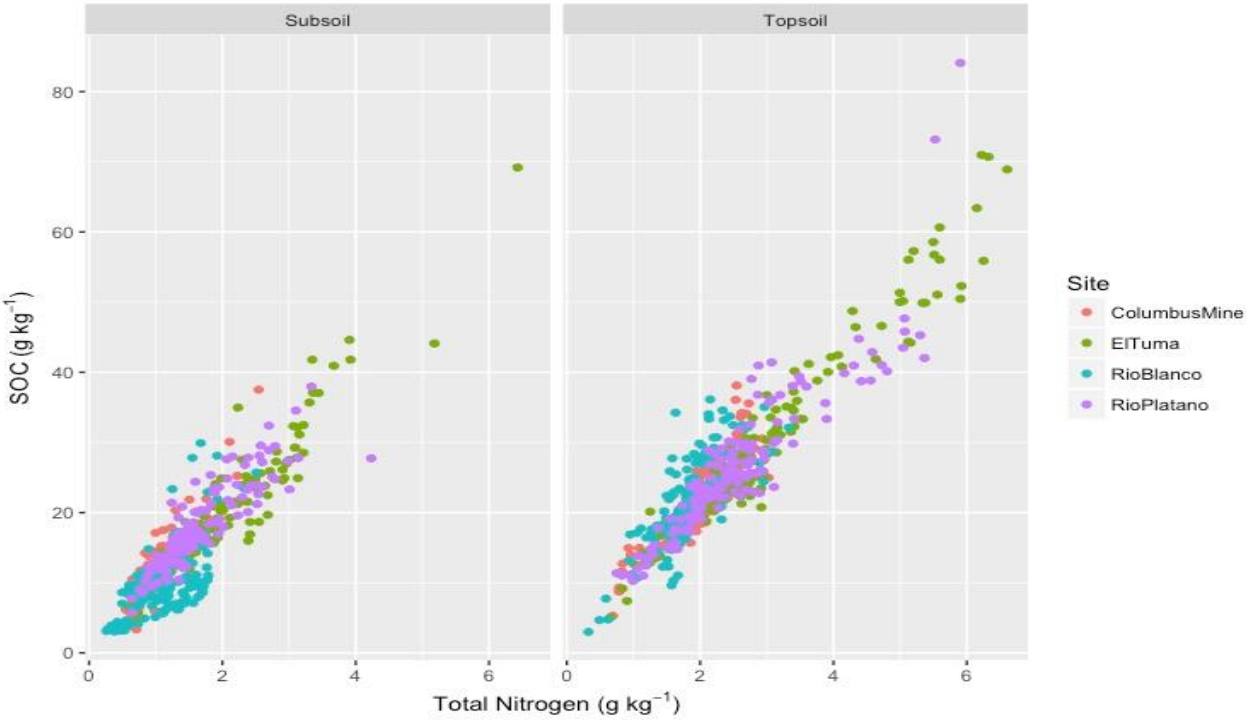

Figura 24: Carbono: Contenido de nitrógeno en los cuatro sitios LDSF.

Las bases intercambiables son macro nutrientes importantes para el crecimiento de las plantas. Río Plátano está por debajo del umbral crítico y El Tuma tiene la mayor variación y contenido de bases intercambiables (Figura 25).

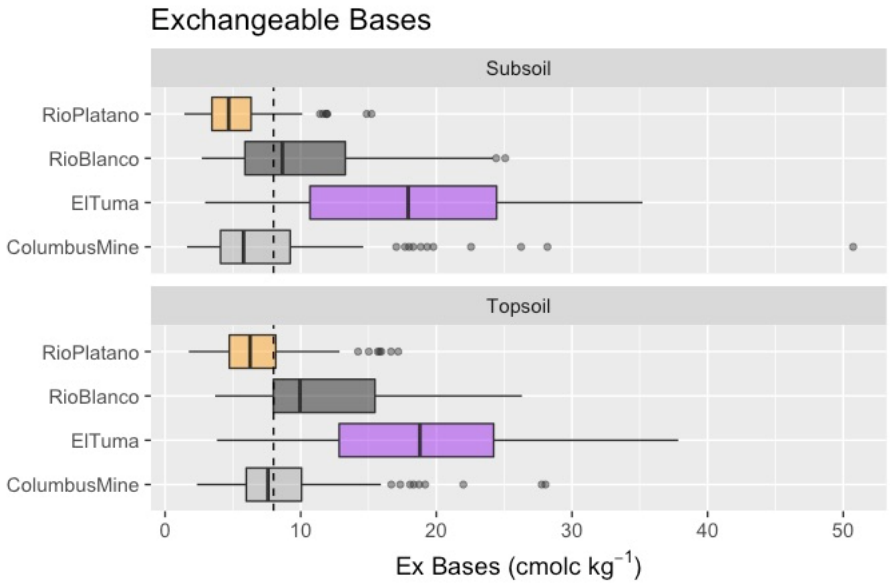

Figura 25: Bases intercambiables en la capa superior (n = 619) y subsuelo (n = 623) muestrados en los cuatro sitios. La línea vertical indica el umbral mínimo para la productividad agrícola (8 cmol kg^{-1}).

4.2.5 Mapas de erosión y contenido orgánico

Los mapas de salud y erosión del suelo y contenido orgánico se han publicado en http://landscapeportal.org/. Para una descripción detallada de los métodos utilizados para generar este mapa, ver: Vågen, T.-G., Winowiecki, LA, Tondoh, JE, Desta, LT, Gumbricht, T., 2016. Mapeo de las propiedades del suelo y el riesgo de degradación de la tierra en África utilizando la reflectancia MODIS. Geoderma 263, 216-225. doi: 10.1016 / j.geoderma.2015.06.023.

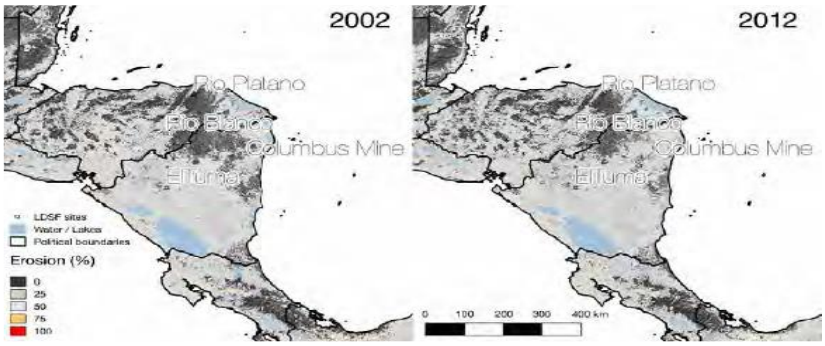

Figure 26: Prevalencia estimada de erosión del suelo en el Paisaje Centinela de Nicaragua / Honduras para 2002 y 2012 con una resolución de 500m.

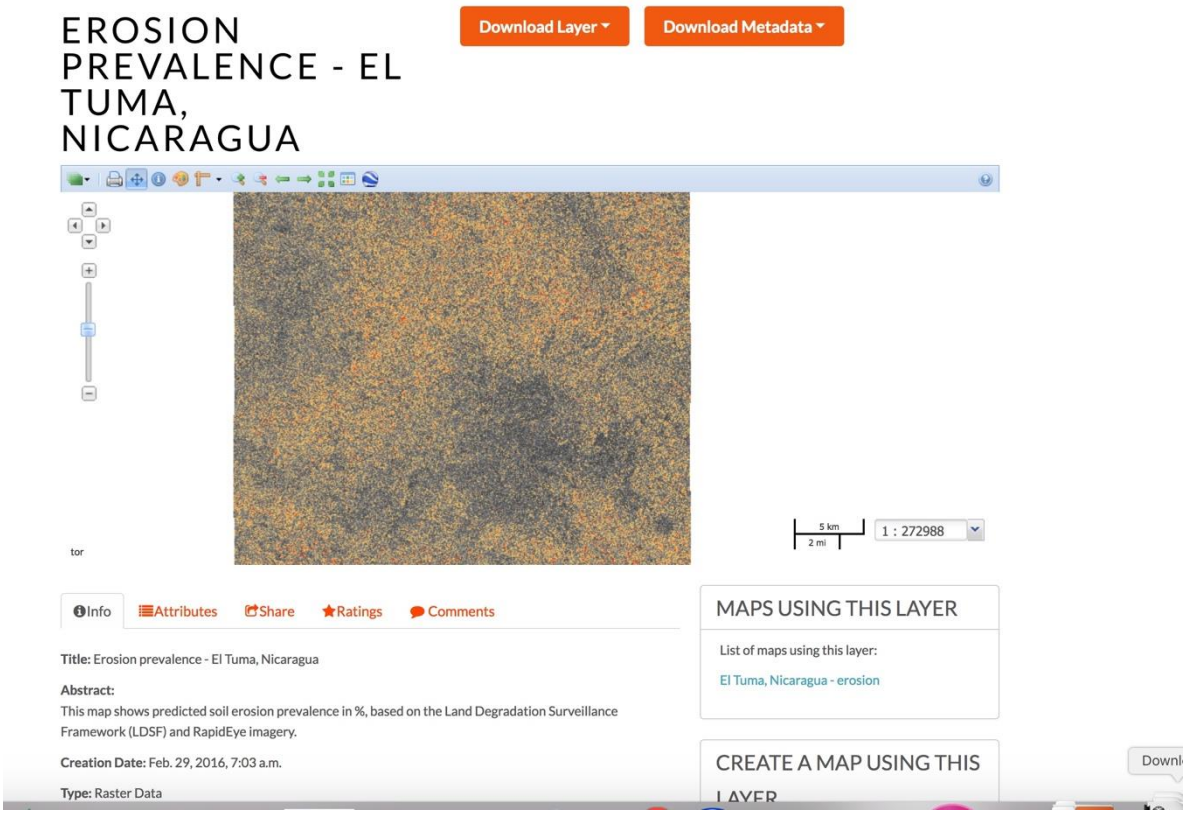

Figure 27: Captura de pantalla de los mapas de erosión de El Tuma en el http://landscapeportal.org.

Se desarrolló un conjunto de datos basados en sensores remotos utilizando el sistema de vegetación y monitoreo Terra-I, incluida la detección de la deforestación y el cálculo de las tasas de deforestación para el Paisaje Centinela y los distritos administrativos dentro de este.

4.3 Resultados socioeconómicos

Este análisis se basa en los datos de hogares recolectados para Nicaragua y Honduras, se clasifica por poblado para cada uno de los cuatro sitios seleccionados, donde se entrevistó a un total de 844 hogares en los cuatro sitios. Los cuatro sitios tienen caseríos que son menos de 10 pueblos recomendados bajo el protocolo SL. Además, algunos caseríos tienen muy pocos hogares entrevistados (en algunos casos menos de 10) mientras que en otros casos los hogares entrevistados estaban muy por encima del tamaño recomendado de 30 hogares. El 58% de los entrevistados fueron mujeres mientras que el esto fueron varones. Este análisis utiliza datos de hogares recopilados entre agosto y septiembre de 2015 de 300 hogares entrevistados dentro de los diez caseríos/pueblos. De acuerdo con el protocolo de muestreo SL, se seleccionaron un total de 30 hogares de 10 aldeas dentro del sitio y casi la mitad de los encuestados eran mujeres según el protocolo de recopilación de datos desagregados por género del CGIAR. La tabla muestra la cantidad de productores entrevistados y la distribución por sitio/género.

Tabla 3: Productores entrevistados en los cuatros sitios.

Nombre del sitio	Número de productores entrevistados	% de respuestas por mujeres	% de respuestas por hombres
El Tuma	297	39.1	60.9
Columbus	301	45.5	54.5
Rio Blanco	100	36	64
Rio Plátano	146	43.2	56.8
Total	844	41	59

Una guía exploratoria sobre la construcción de indicadores socioeconómicos para el Paisaje Centinela: El caso del Paisaje Centinela de Nicaragua-Honduras, fue escrito por Chiputwa 2016. El objetivo básico de este manual es proporcionar pautas conceptuales y prácticas sobre cómo construir varios indicadores de medios de vida utilizando datos de encuestas de hogares del proyecto del Paisaje Centinela. Los indicadores de medios de vida ilustrados en este manual brindan un resumen de las estrategias sociales, económicas, demográficas y de medios de vida de los hogares incluidos en la muestra y pueden usarse como primer paso para explorar las diferencias entre comunidades muestreadas, sitios centinela y a nivel de paisaje. Los indicadores cubiertos en esta guía están organizados en las siguientes medidas generales: (i) propiedad de los activos familiares, (ii) dependencia de las fincas, diversidad de ingresos y pobreza y (iii) seguridad alimentaria familiar y diversidad nutricional. Para que el análisis sea reproducible, todos los análisis en el manual se realizaron utilizando el software estadístico R y la escritura utilizando programas de configuración de tipo: R Markdown y Latex. Todos los códigos R utilizados en este manual están disponibles en el sitio web del Paisaje Centinela. Los datos están disponibles en: http://www.pim.cgiar.org/files/2012/05/Standards-for-Collecting-Sex-Disaggregated-Data-for-Gender-Analysis.pd.

El tamaño del hogar es similar en todos los sitios de Paisaje Centinela (2.5-7.5 miembros por hogar) (Figura 28).

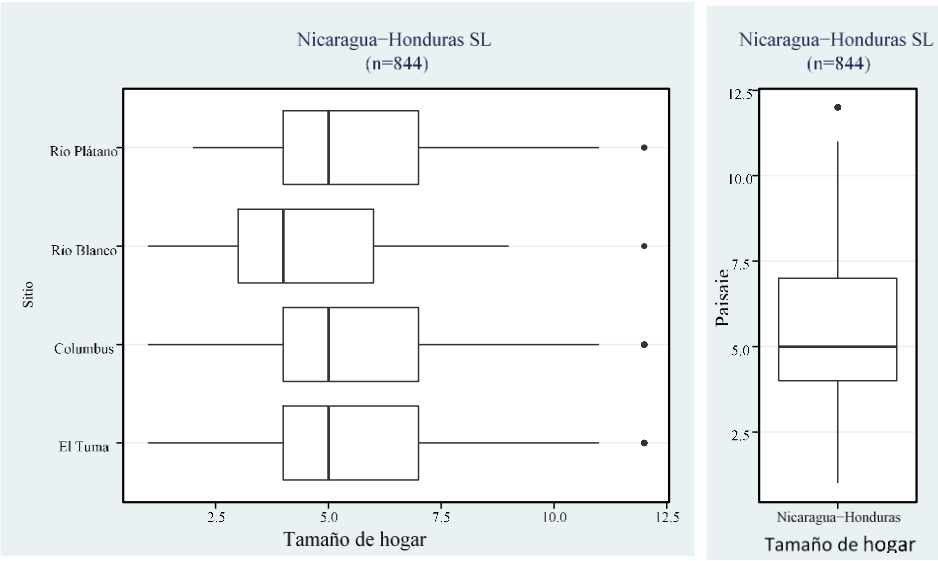

Figura 28: Tamaño de hogar

Se preguntó a los encuestados si generalmente contratan mano de obra que ayuden con los cultivos comerciales o cultivos alimentarios. Las respuestas se registraron como una variable ficticia. Los resultados son muy similares con ligeras variaciones en El Tuma debido a que el café especialmente en época de recolección requiere de mano de obra intensiva y en Columbus debido a que existe contratación de mano de obra familiar o de amigos para trabajar las parcelas (Figura 29).

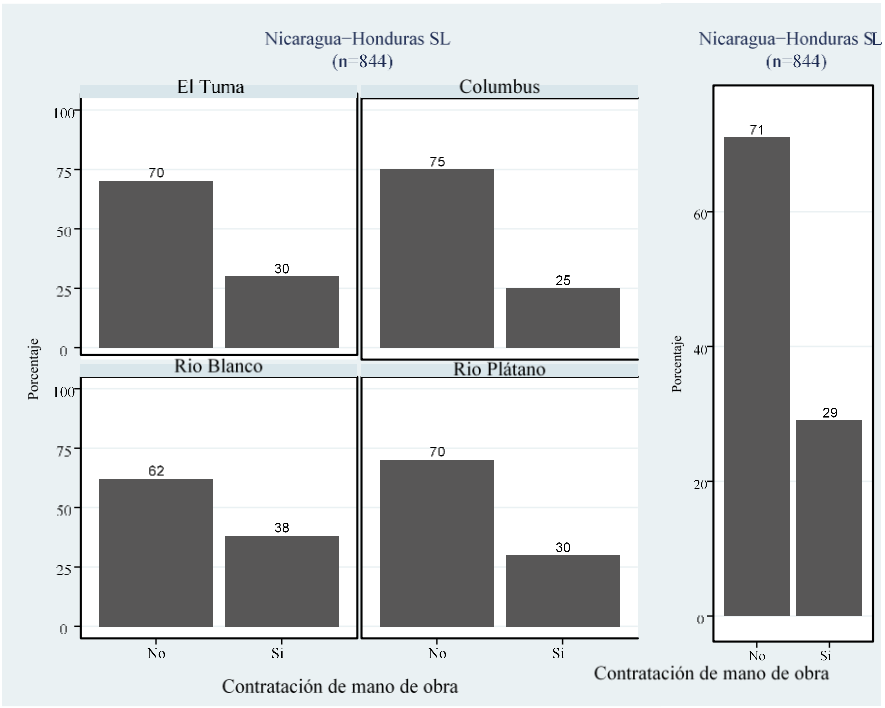

Figura 29: Proporción de hogares que contratan mano de obra.

El tamaño de la finca en Río Blanco es más alto que en los otros sitios, debido a que el uso de tierra predominante es la ganadería extensiva, mientras que en El Tuma el tamaño de la finca es pequeño (pequeños productores de café y granos básicos) (Figura 30).

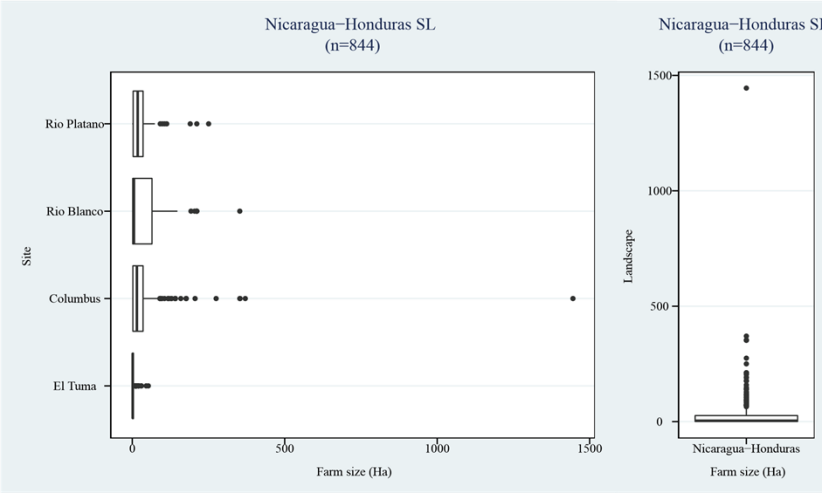

Figura 30: Tamaño de finca

Area bajo cultivo.

El área bajo cultivo se representa como el área de tierra que se está cultivando y se calcula como la proporción de tierra agrícola que se dedica al cultivo de anuales o perennes y/o cultivos anuales integrados con cultivos perennes (Figura 31).

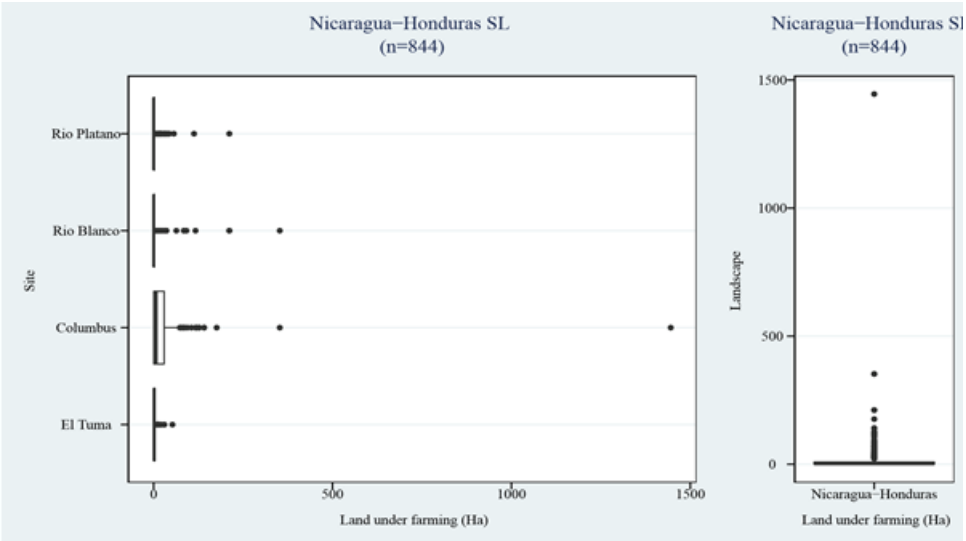

Figura 31: Area bajo cultivo

Árboles en Fincas

Este indicador muestra la proporción de agricultores que practican la agrosilvicultura en sus fincas. Los árboles son muy importantes en el Paisaje Centinela, siendo los árboles frutales los más importantes. Sin embargo, este indicador no brinda ningún dato sobre la densidad de árboles, la diversidad o la riqueza.

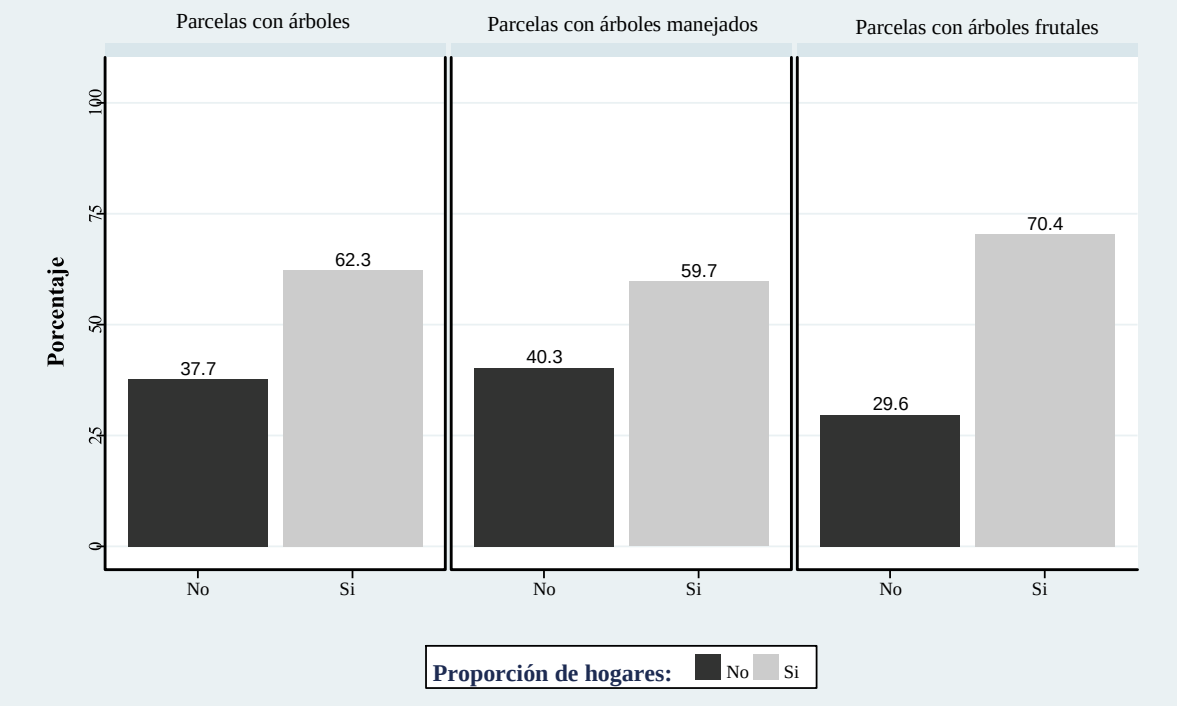

Figura 32: Árboles en fincas

Unidad de ganado tropical (TLU)

La Unidad de Ganado Tropical (TLU) es una unidad común que describe el número de ganado a través de las especies para producir una sola cifra ponderada según el tipo de especie y la edad utilizando el concepto de "Relación de cambio". La ganadería se considera una fuente importante para el suministro de energía, alimentos y apoyo para la producción agrícola. Entre las familias rurales de diferentes partes del mundo, el ganado también representa una medida de riqueza. Cuanto más gana un hogar, más ricos son considerados en la sociedad. Rio Blanco evidencia una alta unidad TLU, seguida por Columbus, El Tuma y finalmente por Rio Plátano. Esto confirma que el mayor uso de la tierra en Rio Blanco es la ganadería.

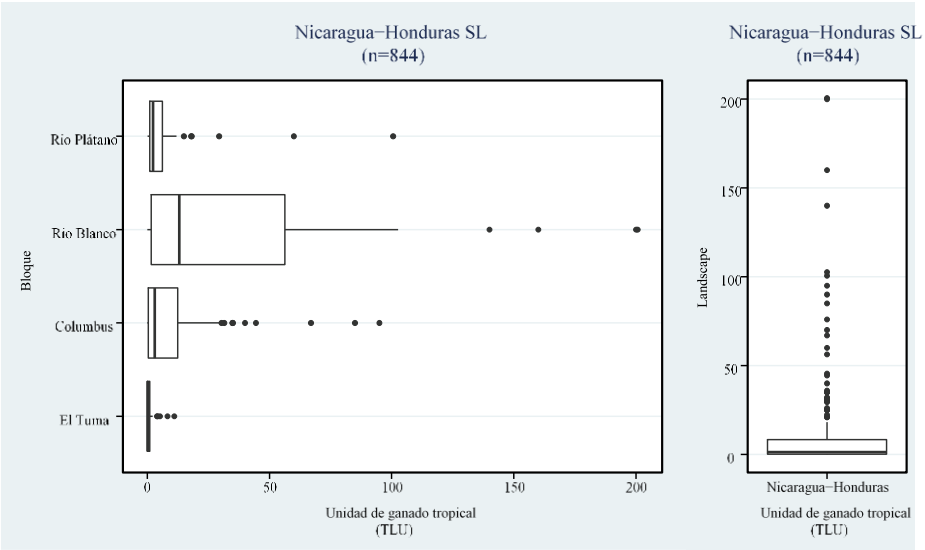

Figura 33: Unidad de Ganaderia tropical

Índice de la pobreza (PPI)

El índice de progreso de la pobreza (PPI) es una medida de la pobreza, que consiste en la probabilidad de que un hogar caiga por debajo de un cierto umbral y fue desarrollado por la Fundación Grameen. Hay un conjunto de 10 preguntas de características socioeconómicas y propiedad de activos que se solicitan al hogar y cada elemento tiene un puntaje correspondiente. Al final, cada hogar tendrá un puntaje total que se convertirá en un puntaje de probabilidad en términos de un porcentaje que denota la probabilidad de que un hogar caiga por debajo de un umbral determinado. Para este ejercicio, utilizamos umbrales de pobreza a los niveles internacionalmente reconocidos de US $ 1.25, US $ 2.50. El índice toma valores entre 0-100, y entre más cercano el índice a 100 mayor es la probabilidad de que un hogar viva debajo de la línea de pobreza (Figura 34).

Seguridad alimetaria y nutricional del hogar

El índice de diversidad de dieta de un hogar, es una medida indicadora de seguridad alimentaria de un hogar, porque esta correlacionada con adecuada ingesta calórica y proteínica, porcentaje de proteína de fuenta animal e ingresos del hogar (Figura 35). El puntaje de seguridad alimentaria (Figura 36) también fue medido en los hogares de los países centinelas, este indicador, evalúa el estatus de seguridad alimentaria del hogar. El puntaje puede tomar valores de hasta 10 puntos.

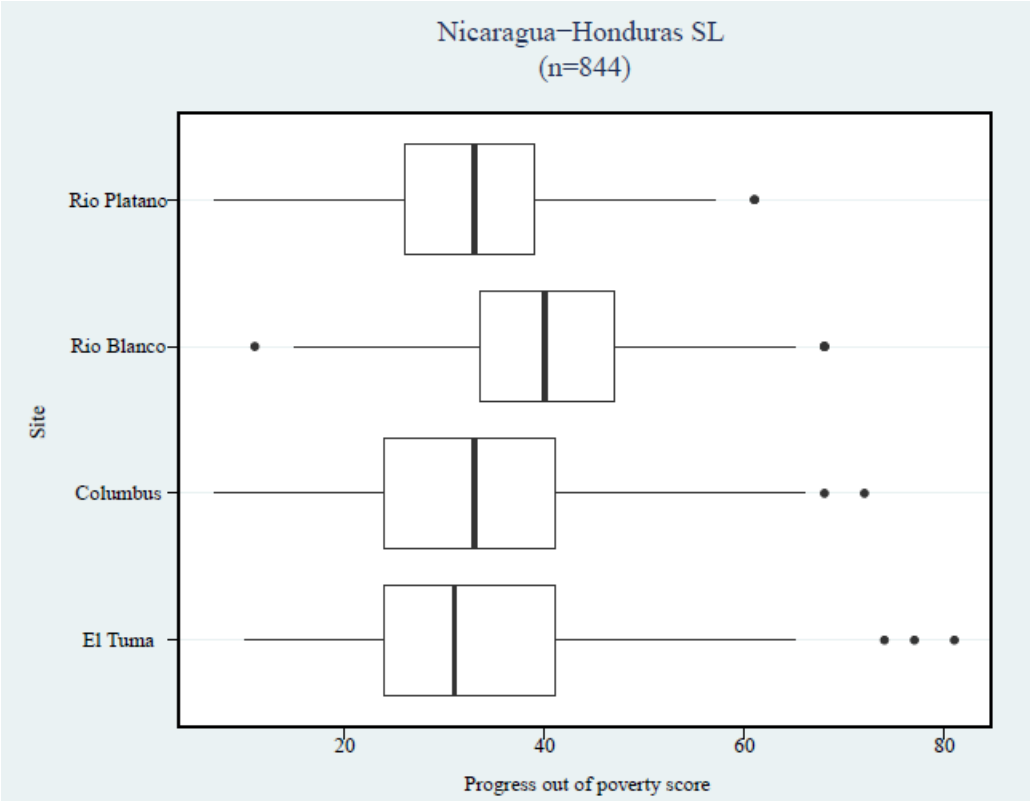

Figura 34: Indice pobreza

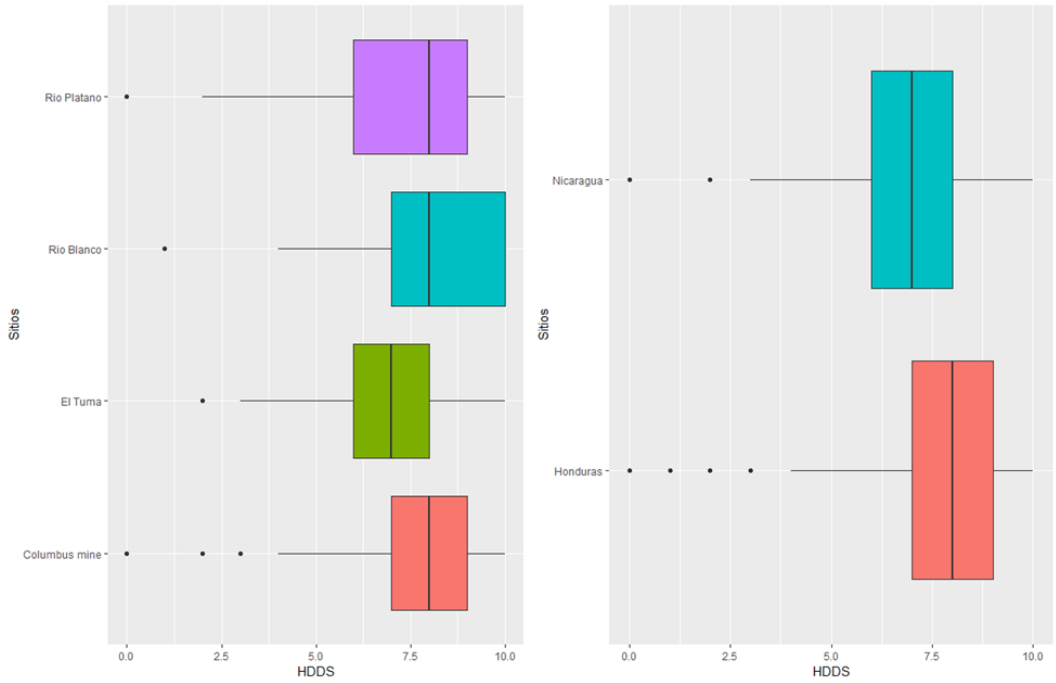

Figura 35: Índice de diversidad de la dieta de hogares en los sitios del paisaje centinela Nicaragua-Honduras.

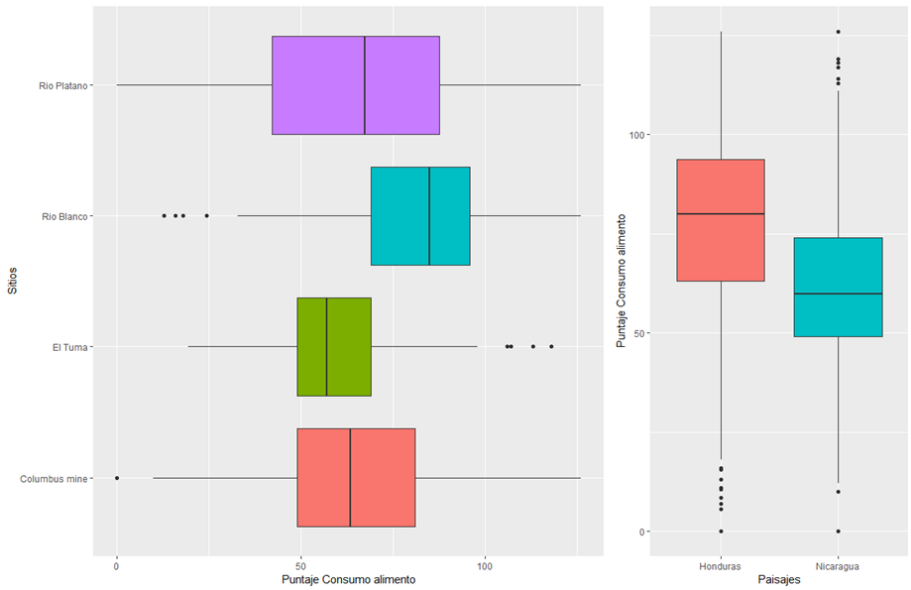

Figura 36: Status de seguridad alimentaria de los hogares localizados en los sitios del paisaje centinela Nicaragua-Honduras.

En las comunidades de El Tuma, Río Plátano y Río Blanco los productores creen que la mayoría de de sus ingresos provienen de actividades fuera de la finca (Figura 37). Solo en Columbus mine los productores creen que sus ingresos provienen de actividades mixtas (actividades dentro y fuera de la finca).

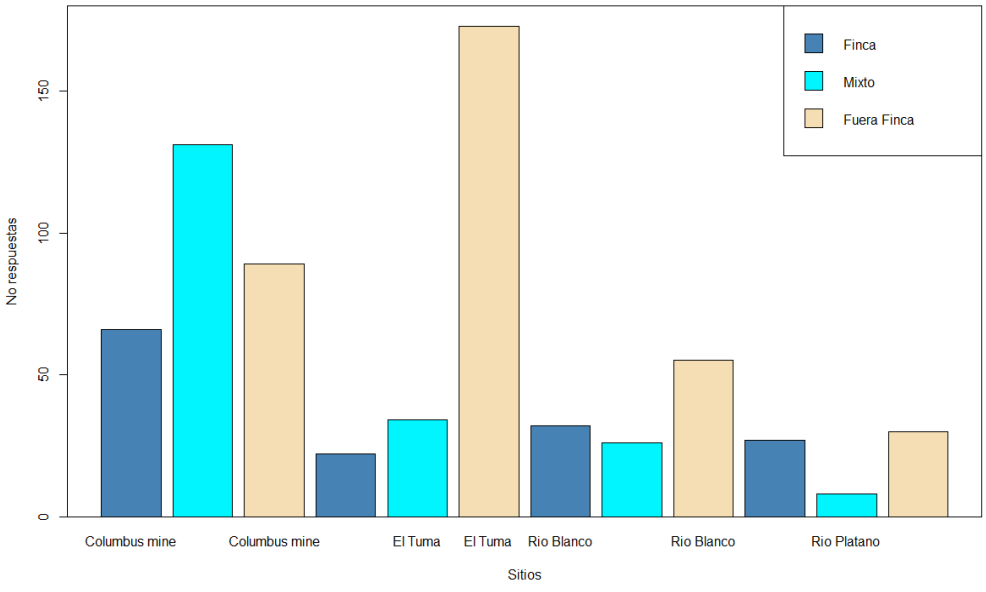

Figura 37: Percepción de los productores sobre fuentes de ingresos más importante para el hogar.

5.- Estudios y resultados de CATIE, CGIAR, CRP's y otros socios en el Paisaje Centinela

Se redactaron 38 tesis de maestría en el Paisaje Centinela, ver anexo 3. Están disponibles en: https://dataverse.harvard.edu/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.7910/DVN/JLAMS1&version=DRAFT. Muchas publicaciones se han realizado en colaboración con socios y colaboradores, véanse los anexos 1 y 2 para mayor detalle.

El Programa Agroambiental Mesoamericano (CATIE-MAP) fortalece conocimientos de los actores sobre el enfoque de territorios climáticamente inteligentes (TCI) y el uso de herramientas para el análisis, la reflexión y la comprensión de la vulnerabilidad al cambio climático y su implicaciones para hombres y mujeres. El informe y la información se pueden obtener en http://map.catie.ac.cr

ICRAF-CATIE-Bioversity hizo un Atlás de Cambio Climático América Central: El atlás proporciona mapas de idoneidad del hábitat para 54 especies que son ampliamente utilizadas en América Central para sombra en los sistemas agroforestales de café o cacao. Las 54 especies representan 24 especies de frutas, 24 especies de madera y 6 especies utilizadas para la mejora de la fertilidad del suelo. Los mapas de idoneidad corresponden al clima de línea de base (1960-1990) y los climas 2050 pronósticados para las Rutas de Concentración Representativas (RCP) 4.5 y 8.5. EL hábitat se clasificó como adecuado en climas futuros si un mínimo de 12 de los 17 modelos de circulación global reducidos predijeron climas adecuados. Los detalles de la metodología de modelado de idoneidad del conjunto con el paquete Biodiversity R se proporcionan en el atlas. El atlás fue desarrollado para apoyar iniciativas orientadas al cambio climático para la diversificación y la conservación de los recursos genéticos forestales en América Central. Los agricultores, científicos y técnicos pueden usar el atlas para identificar áreas adecuadas y vulnerables para las especies de sombra y desarrollar estrategias para la adaptación al cambio climático. El atlás está disponible en: https://www.worldagroforestry.org/news/climate-change-atlas-central-america.

El programa Programa Escuelas de Campo del Proyecto CATIE-MAP-N contó con la participación de 4,913 familias (Trifinio y Nicacentral), lo que llevó a la adopción de innovaciones agroforestales (el 100% de las familias estableció al menos una especie leñosa en sus patios). 141 escuelas de campo fueron ejecutadas por el programa. Estas familias han fortalecido sus conocimientos y habilidades prácticas, compartiendo entre sus miembros la decisión de planificar y llevar a cabo acciones para diversificar la producción en sus patios, huertos familiares y sitios comunales, huertos y granjas para mejorar la seguridad alimentaria y nutricional, la diversificación de la familia, abordaje de la dieta y manejo agroecológico de cultivos en patios y granjas alternativas. Además, se implementó la primera reunión entre promotores de Field farmers Schools (FFS) en Honduras con organizaciones asociadas. La información se puede obtener en http://map.catie.ac. Se terminaron las herramientas con prácticas de sistemas agrícolas (café, cacao, silvopastoril ganadero, patio trasero, granos básicos). http://map.catie.ac.cr.

El Programa FINNFOR del CATIE, ha desarrollado y diseminado tablas volumétricas y guías para las mejores prácticas silvícolas y estimación de valor y volumen de plantaciones de teca (*Tectona grandis*), Melina (*Gmelina arborea*) Eucalipto (*Eucaliptus camaldulensis)*.

CATIE y Luxemburgo han iniciado el proyecto para el manejo de bosques secundarios en Nicaragua, Guatemala y Costa Rica (más de 12 propuestas conceptuales han sido presentadas y tres están en la fase de factibilidad económica). Se espera restaurar y manejar bosques secundarios en estos tres

países. Las estimaciones de las emisiones de gases de efecto invernadero se han realizado conjuntamente con los agricultores de Honduras y Nicaragua en el Paisaje Centinela.

6.- Resumen de trabajos de investigación y tesis

La investigación del CATIE examina de cerca los árboles en las fincas, las existencias y las contribuciones a los medios de subsistencia. La "sociología" de los árboles en las fincas: ¿por qué los productores mantienen los árboles en sus fincas?. Los efectos de la agroecología y la intensificación en la cobertura de árboles en fincas. A continuación se presentan los resultados de esta investigación en Nicaragua.

6.1 Papel de los árboles en el Paisaje Centinela

A continuación se resumen los principales hallazgos y puntos destacados de estos estudios y su contribución al entendimiento de la dinámica temporal y espacial de árboles y bosques. Los resultados de la tesis se agrupan por preguntas de investigación:

i) *P1: ¿Cuáles son los factores y procesos que determinan/ influyen en la presencia de árboles y bosques?*
ii) *P2: ¿Cuál es la magnitud del stock y la tasa de cambio de la presencia de árboles y bosques en el paisaje y en las fincas?*
iii) *P3: ¿Cuáles son las consecuencias de los cambios en los árboles / bosques en paisajes / fincas en la provisión de servicios ambientales? y*
iv) *P4: ¿Qué nuevos conceptos y modelos se necesitan para optimizar la presencia de árboles y bosques en paisajes/fincas para asegurar una provisión sustentable de ecosistemas.*

En el territorio del NHSL se desarrollaron 38 tesis, la mayoría de las investigaciones realizadas (28 de las 38 tesis) están relacionadas con la gobernanza y los modelos necesarios para optimizar el uso de los recursos naturales (bosque y árboles incluidos) y los factores y procesos vinculados a la presencia de árboles y bosque en el paisaje, 14 por cada pregunta de investigación. Las 10 tesis restantes brindan información sobre la cantidad de árboles y bosques en el paisaje y en las fincas y el efecto de los cambios en la provisión de servicios ambientales. En este documento se resumen los aspectos más destacados e información relevante de estas investigaciones.

6.1.1 P 1. Controladores y procesos que determinan/influyen en la presencia de árboles y bosques en el paisaje

Análisis del efecto de las prácticas de manejo agrícola en el impacto de la roya del café (Hemileia vastatrix) en dos áreas de cultivo de café en Nicaragua

→ **Contexto**: La roya del café es un problema importante en los países productores de café de América Latina. Las pérdidas estimadas debido a la infestación por roya del café son de alrededor del 20% y el 80%, lo que implica enormes variaciones en la incidencia, gravedad y pérdidas entre las áreas afectadas. En América Central, se informaron de brotes de la enfermedad en la temporada de cosecha 2012-2013. Nicaragua fue el país menos afectado por el brote, con una incidencia del 37% y pérdidas estimadas en torno al 10%.

→ **Desafío**: Los informes sobre la incidencia y la gravedad de la enfermedad atraen la atención de los investigadores y los cultivadores de café dado que la incidencia/gravedad de la enfermedad así como las pérdidas varían mucho entre las fincas, incluso en las áreas que se consideran altamente afectadas por la enfermedad. Estas diferencias en la respuesta al brote de la enfermedad están relacionadas con las prácticas de manejo agrícola en las fincas de café. Como resultado, Villarreyna (2013), estudió la relación entre el manejo del café y la incidencia de la roya del café en dos municipios de Nicaragua. El objetivo del estudio fue identificar las prácticas que podrían reducir la incidencia y la gravedad de la roya del café y mejorar el conjunto de conocimientos a nivel de finca sobre cómo enfrentar y convivir con la roya del café frente al cambio climático.

→ **Enfoque metodológico:** Se seleccionaron 58 cafetales ubicados a una altitud de entre 800-1200 m en una zona fuertemente afectada por la roya del café en el ciclo 2012-2013. La mitad de las plantaciones de café presentaron una alta incidencia de roya del café y la otra mitad tuvo una baja incidencia de roya del café.

→ **Lo más destacado**: Hubo una relación entre las prácticas de manejo agrícola y el nivel de incidencia de la roya del café en las áreas afectadas. Las fincas de café se agruparon en tres categorías de prácticas de manejo agrícola: alta, media y baja. Las fincas de café con mejores prácticas de manejo agrícola tuvieron baja incidencia de roya del café, mientras que las fincas de café con malas prácticas de manejo agrícola presentaron mayor incidencia y severidad en el ataque de la roya del café. Las estimaciones de pérdidas de productividad para fincas con mejores prácticas de manejo fueron de solo 1.5 qq/ha en comparación con 14 qq/ha reportadas para fincas de café con bajo manejo.

- La finca de café con altas prácticas de manejo agrícola aplicaron la siguiente estrategia:
  - Fertilización (foliar y al suelo) dos o más veces en 2011 y 2012.
  - Aplicación de fungicidas: dos o más veces en 2011, más de 3 aplicaciones en 2012. Los principales productos utilizados fueron sistémicos. Primera aplicación planificada en el primer semestre de la temporada de cosecha.
  - La mayoría de los agricultores hicieron monitoreo de la roya del café, regularon la sombra del café al menos una vez al año y manejaron los tejidos de las plantas (podas).
  - Los productores de café en este grupo recibieron asistencia técnica (10 por año), capacitación (4 por año), acceso a financiamiento e ingresos de café alrededor de US $ 1500/ha.
- La finca de café con prácticas de manejo agrícola bajo aplicaron las mismas prácticas pero a una menor frecuencia, por ejemplo, una primera aplicación de fungicida sistémico en el segundo semestre y a la edad de 18 años. Los productores de café en esta categoría no recibieron apoyo en capacitación o asistencia técnica y carecen de acceso a financiamiento y tienen menos ingresos por la venta de café.

La lista de variables que probablemente explican las diferencias en el efecto de roya en una finca de café, según el análisis de jerarquía, fueron nutrición vegetal: aplicación de nutrientes foliares (B, K, N, Mn, P y Fe) y fertilización del suelo con B y K; aplicación de fungicidas en 2011 y 2012, monitoreo de la roya del café, regulación de la sombra en 2011 y 2012 y acceso a capacitación, asistencia técnica y crédito.

Análisis económico y financiero de fincas agrícolas ubicadas en la zona norte-central de Nicaragua y el papel de la unidad familiar en el proceso de toma de decisiones.

→ **Contexto:** El sector agrícola es el rubro principal de la economía nicaragüense. En el año 2010 este sector generó ingresos de US $ 1.890 millones. El 80% de las fincas son de tamaño medio. Los cultivos comerciales de ganado y los cultivos permanentes ocupan el 40% del territorio.

→ **Desafío:** La pobreza es un problema recurrente en Nicaragua y las áreas rurales son las más vulnerables a esta situación. Dado que la agricultura es un gran actor en la generación de ingresos, se necesita más información sobre los beneficios económicos de las actividades agrícolas para mejorar los procesos de gestión y toma de decisiones en las fincas. Toruño (2012) documentó los ingresos y costos de producción incurridos por las principales actividades agrícolas practicadas en fincas de los municipios de El Cuá, Waslala, Matiguás y Muy, Muy, Nicaragua. También se documentó el papel de la unidad familiar en el proceso de toma de decisiones.

→ **Enfoque metodológico:** Se seleccionaron 14 fincas distribuidas en cuatro municipios de Nicaragua para monitorear y registrar la producción, los ingresos generados por las ventas, el consumo y el cambio de inventario de las principales actividades agrícolas. Se llevaron a cabo entrevistas y mapas del uso de la tierra para complementar los datos sobre la generación de ingresos y registrar la participación de los diferentes miembros de la unidad familiar en las actividades de la finca. Las fincas seleccionadas fueron representativas de los principales usos de la tierra registrados en los cuatro municipios. El tamaño de las fincas variarion entre 2.7 y 137.7 ha.

→ **Lo más destacado:**

Actividades agrícolas: se registraron entre 4 y 15 actividades, incluidas actividades no agrícolas. Las 14 familias cultivan maíz, tienen ganado y patios en sus fincas. 12 familias cultivan frijoles, 9 familias cultivan café y arroz, y 6 cultivan cacao, yuca y cultivos hortícolas (hortalizas). El banano, las frutas, la apicultura y la lombricultura fueron practicados por cinco o menos familias.

En promedio, las actividades agrícolas contribuyeron en el 2011 al 93% del margen bruto total de las 14 familias.

El café es el cultivo con mayores costos de producción (C $ 29,356 /ha) seguido de "otros cultivos comerciales", aquí se incluyen yuca, hortalizas, frutas y cultivo de banano, que representan C$ 10, 217. Luego, arroz, frijoles, cacao y ganado actividades con costos de C$ 9,460, C$ 8,359, C$ 5,534 y C$ 4,242, respectivamente. El trabajo agrícola es la categoría que generó un mayor costo (en promedio 69%), seguido de insumos (23%) y "otros costos" (8%). Este último incluye la depreciación y el transporte de productos al mercado, entre otros.

Los cultivos con mayor margen bruto en orden de importancia fueron el cultivo de café, "otros cultivos", cacao, ganado y granos básicos con valores promedio de C$ 50,117, C$ 11,809 C$ 11,746 C$ 3,517 y C$ 2,371, respectivamente. Este patrón se explica por la productividad del rendimiento, los precios y el costo de cada actividad agrícola.

Con base en los resultados del análisis financiero, las familias con áreas más grandes dedicadas al cultivo de café y al ganado tienen mejor rentabilidad agrícola (aumento en los ingresos y producción por unidad). La mayoría de las fincas pueden cubrir en función de los ingresos

generados y el indicador de beneficio familiar, los salarios de cada miembro de la unidad familiar. El proceso de toma de decisiones varía de acuerdo con el tipo de actividad, la cantidad de ingresos generados o la inversión, acceso a la tierra y otros bienes, quién gestiona la actividad agrícola, el conocimiento general de la actividad y las habilidades de negociación. Por ejemplo, los hombres están a cargo de las decisiones en la finca y deciden si requieren más inversión o generan más ingresos. Las mujeres pueden participar si la actividad de la finca rinde menos.

Contribución de los sistemas agroforestales de cacao a la economía rural y la nutrición en Waslala, Nicaragua

→ **Contexto**: Nicaragua tiene un gran potencial en términos de producción agrícola. Sin embargo, 2,4 millones de personas viven en la pobreza y entre el 25% y el 35% de su población está desnutrida. Las fincas de cacao no solo producen cacao, sino también carne de res, cerdo, café y maíz. Varios estudios reconocen el beneficio de las fincas de cacao para el bienestar de las familias rurales en Waslala, Nicaragua, y se reconocen como uno de los principales medios para satisfacer las necesidades familiares.

→ **Desafío:** Los medios de subsistencia de los pequeños productores de cacao dependen de las actividades en la finca, sin embargo, se sabe muy poco sobre el beneficio económico y nutricional del sistema agroforestal de cacao. Saenz (2012) investigó la composición botánica de los sistemas agroforestales de cacao y sus productos y cómo estos sistemas contribuyen a la nutrición y las finanzas familiares.

→ **Enfoque metodológico:** Se estudiaron 37 fincas de cacao en Waslala, Nicaragua. En cada finca se hizo un inventario del dosel de sombra de cacao. Se realizaron entrevistas semiestructuradas para obtener información sobre la cantidad y frecuencia de consumo de frutas derivada de los árboles de sombra de cacao. También se llevó a cabo un análisis financiero para determinar la contribución de los sistemas agroforestales de cacao al ingreso agrícola neto.

→ **Lo más destacado:** Un total de 4,434 individuos distribuidos en 143 especies y 40 familias fueron inventariados. La densidad de plantas leñosas se estimó en 107 plantas ha^{-1}. Los árboles frutales representan el 43% del total de individuos inventariados, seguidos por árboles maderables. Las especies más frecuentes fueron *Inga spp, Cordia alliodora, Bactris gasipaes, Cedrela odorata y Mangifera indica.*

- El análisis nutricional de los árboles frutales inventariados mostró que se pueden formar cinco grupos de frutas en función de sus rasgos nutricionales.
- El grupo 1 incluye 17 especies de frutas, que tienen los mayores contenidos de vitamina A en comparación con los otros grupos, algunos ejemplos son: *Citrus spp, Manilkara zapota, Pouteria sapota, Mangifera indica, Bixa orellana, Carica papaya, Persea americana*.
- En el grupo 2 solo hay una especie (*Mammea americana*) caracterizada por un alto contenido de vitamina A.
- El grupo 3 está formado por *Bactris gasipaes* y presenta un mayor contenido de zinc y hierro.
- Grupo 4 agrupa especies con mayor contenido de proteínas y carbohidratos (por ejemplo, *Cocus nucifera, Tamarindus indica, Artocarpus communis*).
- El Grupo 5 está formado solo por *Guava spp*., y presenta un alto contenido de vitamina C.

- Una mayor diversidad en los árboles frutales se asocia con un aumento en la diversidad funcional.
- Según las estimaciones de ingresos netos y beneficios familiares (ingresos netos + beneficios en especie), las fincas de cacao son una fuente tanto de ingresos en efectivo como de beneficios en especie.

Balance de gases de efecto invernadero, diversidad de árboles y su efecto sobre el stock de carbono en diferentes usos de la tierra de fincas ganaderas de doble propósito en el valle de Sico y Paulaya, Honduras.

→ **Contexto**: La producción ganadera contribuye al cambio climático y se ha relacionado con los procesos de deforestación y las pérdidas de biodiversidad en los trópicos. Es reconocido como un gran contribuyente de emisiones antropogénicas de GEI.

→ **Desafío:** Es imperativo que el sector ganadero reconozca y considere su huella ambiental. Las experiencias de varios países en los trópicos muestran que los sistemas silvopastoriles pueden contribuir a mitigar las emisiones de GEI del sector a través de la implementación de la gestión de buenas prácticas. Rodríguez-Salguera (2017) estimó las emisiones de GEI de la ganadería de doble propósito y la relación entre la diversidad de especies arbóreas y el almacenamiento de carbono en los principales usos de la tierra que se practican en la ganadería de Honduras.

→ **Enfoque metodológico:** Se seleccionaron 30 fincas ganaderas de doble propósito para el estudio. Se aplicó un cuestionario semiestructurado para caracterizar los sistemas predominantes y las características biofísicas de las fincas para determinar anualmente las emisiones de gases de efecto invernadero utilizando el enfoque de Nivel 1 y Nivel 2 de las directrices del IPCC. La diversidad de especies de árboles y su capacidad de almacenamiento de carbono se estimó en cuatro usos de la tierra: árboles dispersos en pastos (STP), cercas vivas (LF), áreas de conservación hidrológica (HGC) y bosques (F). Las estimaciones de la capacidad de almacenamiento de carbono se realizaron utilizando un modelo alométrico genérico. El balance de las emisiones netas de gases de efecto invernadero se estimó utilizando la información generada en los pasos anteriores (emisiones de GEI y estimaciones de tasas de fijación de carbono).

→ **Lo más destacado:** emisiones de GEI por número:

- Las fincas de ganado de doble propósito en Honduras emitieron 4,397.7 Mg año^{-1} de CO_2e. La ganadería de leche es responsable de la mayoría de las emisiones.
- En promedio, las emisiones de GEI por hectárea fueron de 3,9 Mg ha^{-1} año^{-1} de CO_2.
- Las emisiones de GEI por finca fueron de 146,6 Mg año^{-1} de $CO2_e$.
- Aproximadamente el 65% de las emisiones de ganado de doble propósito fueron en forma de CH_4 por fermentación entérica. El veintitrés por ciento fue en forma de N_2O producido por la deposición de estiércol.
- Intensidad de emisión (es decir, emisiones por unidad de producto), se estima en 2,3 kg de CO_2e por kg de leche producida.
- La mayoría de las fincas ganaderas presentaron un saldo positivo de emisiones netas de GEI, solo cuatro fincas tuvieron saldo neto negativo. El rango de emisiones netas de GEI estuvo entre 31,1 y -109,1 Mg año^{-1} de CO2e.
  Diversidad de especies arbóreas y almacenamiento de carbono.
- 4585 árboles fueron inventariados en total, de los cuales 1816 se registraron en LF, 1768 en STP, 757 en F y 244 en HCA.

- 248 especies fueron registradas en los cuatro usos de la tierra. STP fue el uso más diverso de la tierra con 158 especies, seguido de F (140 spp), HCA (92 spp) y LF (27 ssp).
- Bosque y HCA fueron los usos del suelo con mayor valor de almacenamiento de carbono (172,2 Mg C ha^{-1} y 143,4 Mg C ha^{-1}, respectivamente) seguido de LF (77,8 Mg C ha^{-1}) y STP (5,6 Mg C ha^{-1}). LF y STP fueron estadísticamente diferentes en términos de almacenamiento de carbono.
- No hubo relación entre la diversidad de árboles y la capacidad de almacenamiento de carbono en los cuatro usos de la tierra. Sin embargo, el número de individuos por hectárea tuvo un efecto positivo en el almacenamiento de C.

*Finalmente, la unidad animal (UA ha^{-1}) y la producción de leche (kg ha^{-1}) fueron las variables que mejor explicaron las emisiones por unidad de tierra. El tamaño de la finca, la presencia de F y HCA y la gran extensión de pastizal influyeron en las emisiones netas de GEI.

Evaluacion de los medios de vida agrícolas, la nutrición y el uso de la agrobiodiversidad con enfoque de género en el desarrollo sostenible de cuatro comunidades del municipio de Waslala, Nicaragua.

→ **Contexto:** El análisis de las opciones disponibles para la diversificación agroecológica de las fincas para minimizar los riesgos y la incertidumbre ante las condiciones climáticas cambiantes es esencial para la sostenibilidad del desarrollo rural. Los pequeños agricultores en el norte de Nicaragua tienen fincas que varían en tamaño entre 1 y 5 hectáreas y producen y comercializan entre uno y ocho productos agrícolas.

→ **Desafío**: Existen varios factores que influyen en el grado de diversificación de las explotaciones, como las condiciones agroclimáticas, el acceso al mercado, la disponibilidad de mano de obra, la siembra, la historia de la comunidad y la cultura. Sin embargo, se sabe poco sobre el efecto de la composición de las actividades agrícolas de las fincas y la diversidad de productos comercializados sobre la generación de ingresos a nivel familiar y los ingresos de las mujeres y la contribución de esta diversificación a la nutrición. Aquí se presentan los resultados de la agrobiodiversidad encontrada en las fincas y cómo esta diversidad puede tomarse en cuenta para la promoción de mejores prácticas y mejorar el estado nutricional de la comunidad.

→ **Enfoque metodológico**: Las comunidades se seleccionaron según los siguientes criterios: bajo nivel económico y de acceso al mercado, potencial de mejora del rendimiento, bajo estado nutricional. Se desarrolló un enfoque participativo para llevar a cabo la investigación que incluyó entrevistas a organizaciones locales (cuatro en total) para recopilar información relacionada con la nutrición, generación de ingresos, medios de vida principales en la comunidad, acceso al mercado, etc. También se realizaron entrevistas a nivel de finca para evaluar el sustento del hogar. Luego se realizó un análisis de agrobiodiversidad a través de grupos focales para generar una base de datos de las especies de plantas producidas, consumidas, comercializadas y compradas a nivel comunitario.

→ **Lo más destacado:**

- Las actividades principales de los medios de vida fueron: actividades agrícolas, venta de productos agrícolas, extracción de productos forestales, trabajo remunerado y actividades no agrícolas (maestros de escuela, preparación de alimentos, etc.).

- Granos, leguminosas, raíces y tubérculos se producen en casi todas las finca, especialmente, yuca, malanga, maíz y frijoles. Frutas, plantas medicinales y hierbas fueron los grupos de plantas con mayor diversidad en las comunidades. Las especies frutales más frecuentes fueron: pejibaye, naranja, mango, plátano y guayabo. El cultivo de vegetales también fue reportado en la mayoría de las comunidades estudiadas. Chayote, chilote y ayote son los vegetales preferidos para el consumo.
- El maíz y los frijoles son el alimento básico de las comunidades. Las raíces y los tubérculos también son parte de la ingesta diaria de alimentos.
- Las aves de corral, los cerdos y el ganado también forman parte de la cartera de actividades agrícolas en las granjas. Los cerdos y el ganado son solo para ventas. Gallinas son para el consumo y la venta.
- El cacao y el café son los cultivos comerciales de las fincas y sus comunidades.
- Los árboles son comunes en las granjas. Se registraron 55 especies de árboles.
- El trabajo doméstico se divide entre todos los miembros de la unidad familiar. Jóvenes, mujeres y hombres tienen diferentes roles ajustados según las actividades agrícolas. Hay algunos cultivos que solo son manejados por mujeres, como es el caso de la malanga y las plantas medicinales. El comercio está en manos de los hombres. Las mujeres se encargan de cuidar el hogar, los niños, la preparación de alimentos, la limpieza y la administración de los recursos. Los jóvenes y los niños ayudan a sus padres en las actividades en curso en la finca.
- La mayoría de las familias informaron falta de acceso a suficiente equipo agrícola para cuidar el maíz, los frijoles y el cultivo de cacao.

Diversidad de árboles y almacenamiento de carbono en dos sitios con diferente grado de intensificación de usos de la tierra en Nicaragua.

→ **Contexto:** La deforestación y la fragmentación forestal causada por la producción de productos básicos agrícolas es una situación recurrente en los trópicos. Estos cambios en la matriz del paisaje tienen un efecto negativo sobre la diversidad de especies y la complejidad estructural de la vegetación rodeada de áreas agrícolas.

→ **Desafío**: En el paisaje inducido por el hombre es común encontrar arreglos de usos de la tierra con cobertura de árboles, por ejemplo, bosque secundario, árboles dispersos en pastos y/o cultivos comerciales. Los árboles en las fincas ahora son parte de la agenda de los institutos de investigación para investigar la contribución de los árboles a la provisión/mantenimiento de los servicios ambientales. Caicedo Albán (2016) estudió la contribución de los sistemas agroforestales a la mitigación del cambio climático a través de la captura y el almacenamiento de carbono en biomasa aérea y la diversidad de árboles en dos sitios.

→ **Enfoque metodológico:** Para evaluar la variación en la diversidad taxonómica y las reservas de C en sistemas agroforestales con diferente estado de desarrollo agrícola, se seleccionaron 45 fincas en cada sitio y seis usos de la tierra. Los seis usos de suelo predominantes fueron: plantaciones de café (CP), árbol de cacao (CC), cercas vivas (H), granos básicos (GB), pastos (PA) y huertos familiares (HG). Se registraron individuos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) ≥ 9,9 cm y ≥ 4,8 cm árboles DAP en el caso de Citrus sp. La biomasa aérea y el Carbono almacenado en el dosel de sombra (árboles y palmas) se estimaron mediante ecuaciones alométricas. Los componentes de la diversidad alfa y beta se evaluaron a través de diversas métricas.

→ **Lo más destacado**: *diversidad de árboles*

- 171.6 hectáreas en 344 parcelas fueron evaluadas en los dos sitios. Se registró un total de 16,579 individuos de 235 especies leñosas distribuidas en 160 géneros y 54 familias. Se identificaron 183 especies leñosas en El Tuma - La Dalia y 195 en Waslala.
- La composición y la riqueza a nivel del paisaje difieren según los sitios y el uso de la tierra. En el sitio El Tuma-La Dalia, CP y H fueron más diversos y equitativos que en Waslala, pero el patrón se revirtió para CC, PA y GB, que fueron más diversos y equitativos en Waslala que en el sitio de La Dalia. Los huertos familiares no difieren en diversidad y equidad entre los dos sitios, mostrando niveles intermedios entre todos los usos de la tierra.
- La similitud florística entre los dos sitios de estudio fue del 60%, con 144 especies compartidas. Hubo mayor riqueza de especies en el paisaje de Waslala que en El Tuma - La Dalia.
- La riqueza de especies acumuladas, la riqueza de especies por (ha) y la diversidad a nivel de parcela (Shannon, Simpson) difieren solo por el uso de la tierra.
- *Almacenamiento de carbono*
- CF tuvo la mayor tasa almacenada de C en biomasa aérea por hectárea y fue similar a CC y H, mientras que GB tuvo la C más baja almacenada en biomasa aérea.
- PT y PA mostraron valores intermedios de C.
- La densidad y el área basal de los individuos tienen un fuerte impacto en la biomasa y, por lo tanto, en la C.
- El análisis de ruta que evalúa el efecto de la riqueza de especies y la abundancia de individuos en la C almacenada, mostró correlaciones significativas ($p < 0.05$) para todos los usos de la tierra. La relación entre C almacenada en biomasa aérea y la riqueza de especies del dosel de sombra dependió del uso de la tierra.

Efecto del huracán Félix sobre la población de murciélagos dispersadores de semillas en el Caribe Norte de Nicaragua.

→ **Contexto:** Los eventos climáticos extremos, como los huracanes, tienen un impacto negativo en los recursos naturales, la infraestructura y el bienestar de las comunidades con grandes pérdidas económicas y medioambientales. La estimación de la gravedad del daño causado por el huracán Félix a los bosques en el norte del Caribe de Nicaragua fue de alrededor de 1,170, 000 ha.

→ **Desafío:** La capacidad de recuperación forestal depende de una combinación de factores tales como la capacidad de regeneración natural, las plántulas que se encuentran en el suelo y los agentes dispersores. El efecto de estos factores ayuda en la recuperación estructural del área alterada. Los murciélagos son uno de los principales dispersores de semillas y polinizadores del Neotrópico. Aquí describimos cómo la perturbación inducida por los huracanes afectó la población de murciélagos en un bosque tropical, específicamente, la composición y la riqueza del murciélago frugívoro y la contribución de los murciélagos como agentes dispersores. También se estudió la asociación entre la diversidad de palmas y la comunidad de murciélagos frugívoros que viven en el dosel (perturbado y no perturbado).

→ **Enfoque metodológico:** El estudio se realizó en dos tipos de bosque según el estado de perturbación inducida por huracanes:

i) parche forestal fuertemente afectado (75% de los árboles caídos, existencia de plántulas pioneras y regeneración natural), y

ii) perturbación mínima (bosque no afectado por el huracán Félix, existencia de 40 árboles ha^{-1} con diámetro 60 cm).

→ **Lo más destacado:** *Composición y riqueza de murciélagos*:

- 19 especies de murciélagos se encontraron en los dos tipos de bosque. 9 en el bosque perturbado y 10 en el bosque no perturbado. Los murciélagos pertenecientes a las familias Phyllostimidae y Verpertillionidae fueron los más abundantes.
- *Carollia perspicillata, Carollia brevicauda, Artibeus lituratus, Chiroderma villosum y Artibeus phaeotis* fueron las especies con mayor abundancia relativa en el bosque perturbado. Todos frugívoros.
- *Carollia perspicillata, Carollia castanea, Carollia brevicauda (frugívora) y Micronycteris brachyotis* (insectívora) y *Uroderma bilobatum* (frugívoro) fueron las especies con mayor abundancia relativa en el bosque no perturbado.
- Hubo diferencia en términos de riqueza y abundancia de murciélagos en bosque no perturbado y perturbado. En el primero, se registró una mayor riqueza y abundancia de murciélagos que en el bosque perturbado.
- De acuerdo con el análisis de la curva de rarefacción, la probabilidad de capturar una nueva especie es mayor en el bosque no perturbado vs bosque perturbado.
- De acuerdo con los rasgos funcionales (hábitos de alimentación y biometría), se identificaron 4 grupos.
    - Grupo 1 identificado como dispersores pioneros. Los murciélagos son pequeños. Se alimentan de semillas encerradas en una estructura similar a la del acero. Dos especies de murciélagos pertenecen a este grupo: *Uroderma bilobatum, Carollia castanea* y *Carollia brevicauda*.
    - Grupo 2 en este grupo los murciélagos son pequeños y se alimentas de semillas que están en frutos de bayas u orejas. Las especies que componen este grupo son: *Carollia perspicillata* y *Artibeus toltecus*. Este grupo dispersa semillas de especies pioneras y tardías.
    - El Grupo 3 está formado por murciélagos (*Chiroderma villosum, Platyrrhinus helleri* y *Artibeus phaeotis*) que son de tamaño mediano y se alimentan de semillas que se encuentran en frutas de pulpa de bayas. Este grupo dispersa semillas de especies forestales tardías.
    - El grupo 4 está formado por murciélagos (*Artibeus lituratus* y *Artibeus jamaicensis*) que son de gran tamaño y se alimentan de semillas que se encuentran en frutas de pulpa de bayas. Se cree que este grupo podría dispersar semillas de mayor tamaño y especies tolerantes a la sombra.
- *Comunidad de palmas y murciélagos*
- Se registró un total de 10 especies de palmas en ambos tipos de bosques. Las especies más abundantes en bosque perturbado fueron: *Geonoma congesta, Reinhardtia gracilis, Asterogyne martiana* y *Geonoma deversa*. Las especies más abundantes en bosque no perturbado fueron: *A. martiana, Prestoea decurrens, G. congesta* y *Bactris hondurensis*.
- Los bosques perturbados registraron mayores especies de palmeras (9) y abundancia en comparación con bosques no perturbados (una especie de palmera).
- Los bosques no perturbados y alterados fueron estadísticamente diferentes. El bosque no perturbado presentó valores más bajos del índice Shannon y una menor abundancia y riqueza de especies y valores más altos para el índice Simpson en comparación con el bosque no perturbado.

- En sitios donde hay mayor riqueza y diversidad de palmas se espera menor riqueza de murciélagos.
- En 12 palmas de tres especies se establecieron casteas de murciélagos. Todos ellos en bosques perturbados. Solo en una de las casetas se contaron semillas pertenecientes a *Inga* spp.

Evaluación de sistemas silvopastoriles para aumentar la productividad ganadera en el corredor seco de Matiguás, Nicaragua

→ **Contexto:** La ganadería es un actor importante en la economía de Nicaragua. Se estima que el 12% del PIB del país proviene del sector ganadero. En general, el ganado se maneja en sistemas extensivos de producción con baja productividad y con tendencia a aumentar la población de ganado. Las innovaciones y los cambios en los paradigmas son una necesidad primordial para los ganaderos para mejorar el manejo de los pastizales. Los sistemas silvopastoriles son usos de la tierra que integran de forma sostenible los pastizales y los árboles para mejorar la productividad de los sistemas pecuarios.

→ **Desafío:** La proyección de la sombra de los árboles es un problema constante en el diseño de sistemas silvopastoriles. La interacción del dosel sombra y el componente herbáceo del sistema se han documentado en otros lugares, especialmente en aspectos relacionados a estrés hídrico, disponibilidad y calidad del pasto. Sin embargo, se sabe poco sobre el efecto del dosel de sombra (transmisión y distribución de la luz) en el pasto. Aquí, Ayestas (2012) apoyó el proceso de toma de decisiones relacionado con la densidad adecuada y la especie arbórea que se establecerá/manejará en pastizales. Esta información ayudará en el diseño de sistemas silvopastoriles sostenibles.

→ **Enfoque metodológico:** Se realizó un inventario de árboles en 10 fincas ganaderas de doble propósito en los usos de la tierra con árboles. La selección de pastizales siguió estos criterios: presencia de árboles, condiciones contrastantes de la estructura y densidad del árbol y productividad del pasto, pastoreo tanto en la estación seca como lluviosa y condiciones de manejo similares sobre el período de pastoreo y el pastoreo del pasto. El porcentaje de oclusión del dosel se estimó utilizando diferentes métodos/instrumentos.

→ **Resultados:**
Se registraron 2419 árboles (dbh> 5 cm) pertenecientes a 47 especies y 21 familias en 25.5 hectáreas. El tipo de herbácea más frecuente en las pasturas evaluadas fue *Paspalum conjugatum* para ambas estaciones. La disposición espacial del árbol en el pasto fue la siguiente, en 12 potreros evaluados los árboles se distribuyeron aleatoriamente con un índice vecino de 0.98. Seis potreros tuvieron un arreglo espacial disperso con un índice vecino de 1.41 y siete potreos presentaron una disposición espacial de clúster con un índice vecino de 0.85.

Se formaron tres grupos basados en la cobertura del sombra: cobertura de árboles con sombra alta, media y baja. La disponibilidad de pasto fue estadísticamente similar en los tres grupos. Hubo un efecto de la cobertura de sombra sobre la disponibilidad de pasto para ambas estaciones. Se ajustaron dos modelos para predecir la disponibilidad de pasto estacionalmente:

- $PA_{kgDM/ha}\ (estación\ seca) = 51.63 + 3.97_{sc} - 0.13_{sc}$
- $PA_{\frac{kgDM}{ha}}\ (estación\ lluviosa) = 239.15 + \ 4.84_{SC} + \ 0.14_{sc}$

Dónde:
PA: disponibilidad de pasto
DM: materia seca
SC: cobertura de sombra (%).

La densidad de árboles que puede permitirse en los pastizales, sin comprometer la productividad del pasto, de acuerdo con la estacionalidad es de entre 65 y 115 árboles ha^{-1}. No hubo diferencias en la simulación de la producción de leche en relación con la cobertura de sombra del árbol.

Las especies que proyectaron sombra densa fueron: *Adelia barbinervis, Ficus sp, Simarouba amara, Cassia grandis*; mientras que las especies que proyectaron una cobertura más amplia para las estaciones secas y lluviosa fueron: *Guazuma ulmifolia, Albizia saman, Enterolobium cyclocarpum, Cassia grandis* y *Lonchocarpus miniflorus*.

Factores socioeconómicos que influyen en la presencia de árboles en fincas ubicadas en el paisaje centinela-Nicaragua

→ **Contexto:** Los árboles en las fincas son recursos valiosos en los medios de subsistencia de los pobres de las zonas rurales. Se han realizado grandes esfuerzos para documentar su papel en las áreas agrícolas en términos de cobertura. Sin embargo, se requieren más esfuerzos para investigar el proceso de toma de decisiones detrás de la presencia de árboles en las fincas, especialmente en el contexto de la deforestación y la expansión de la frontera agrícola.

→ **Desafío:** Detener los procesos de deforestación en los trópicos y promover la restauración del paisaje son elementos clave de la agenda de los gobiernos y las agencias de ayuda/financiamiento, especialmente porque se los considera procesos que contribuyen al logro de la sostenibilidad del manejo de los recursos naturales. En el paisaje centinela de Nicaragua, se evaluaron los factores socioeconómicos que influyen en la presencia de árboles en las fincas (Santos Moreira 2017).

→ **Enfoque metodológico:** Este estudio se desarrolló en dos municipios del Caribe al norte de Nicaragua. Se desarrolló un enfoque participativo que incluyó entrevistas semiestructuradas a las familias de las fincas seleccionadas, grupos focales y observación participante para documentar los posibles factores que determinan la presencia de árboles en las fincas.

→ **Lo más destacado**: Hubo una fuerte relación entre los medios de vida local y los árboles, cómo las percepciones de los agricultores influyen en el cultivo de árboles en las fincas y la relación entre la seguridad sobre la tenencia de la tierra y la presencia de árboles en las fincas. Se concluye que los agricultores atribuyen valores, usos y símbolos a los árboles, de acuerdo con su contexto cultural, social, político, económico y ambiental.

- Hubo varios factores que influyeron en la presencia de árboles en las fincas, entre ellos, la identidad como agricultor, el apego a las tradiciones familiares, la cosmovisión de que los árboles son seres vivos y divinos, el papel fundamental que desempeñan los productos arbóreos en el suministro de madera, leña y frutas a las familias, los valores estéticos y económicos que los árboles confieren a las propiedades, el capital financiero que representan como madera en pie y los servicios ecosistémicos provistos por los árboles percibidos por los agricultores.
- Las estrategias y objetivos de los agricultores al cultivar árboles responden a las percepciones y necesidades generadas por el contexto en el que viven. Por ejemplo, eligen

los árboles que se van a cultivar, los recursos que van a usar y definen la distribución de los árboles en la finca, de acuerdo con la forma en que los perciben en su contexto.

- Si son especies que se consideran buenos (es decir, proporcionan mejor sombra, madera de buena calidad, producen frutas o conservan el agua), asignarán más recursos y una ubicación privilegiada en la finca. Si un árbol puede aliviar algunas necesidades familiares, el agricultor decide cosecharlo y aprovechar su capital financiero. Si hay árboles que tienen valores afectivos, se conservan. Si los perciben como seres vivos, evitan cortarlos.
- Los agricultores cultivan árboles independientemente de la seguridad formal sobre la tenencia de la tierra.

Impacto del cambio climático en la productividad del sistema agroforestal de café (Coffea arabica) en Costa Rica y Nicaragua.

→ **Contexto**: La evaluación del efecto futuro del cambio climático sobre la productividad del café ha pronosticado efectos negativo para el cultivo del café. Es por eso que el uso de herramientas analíticas como modelos de simulación de cultivos es imprescindible para proporcionar alternativas para gestionar el cultivo del café en condiciones climáticas cambiantes.

→ **Desafío:** El modelado de cultivos ha demostrado ser un herramienta útil para pronosticar la productividad bajo diferentes condiciones de manejo. CAF2007 es un modelo de proceso dinámico básico que simula el comportamiento de los sistemas agroforestales de café. Este modelo incluye elementos de la fisiología de la planta de café y su respuesta a las diferentes condiciones de crecimiento. Estos elementos se integran a un modelo a escala de parcela de crecimiento de árboles y cafetos y puede simular prácticas de manejo tales como espaciamiento, raleo, poda y fertilización de las tasas de producción de café bajo dos opciones de manejo: café con sombra o pleno sol. El modelo requiere calibración para reducir las incertidumbres en cada sitio simulado y requiere una mayor validación de los resultados obtenidos. En este estudio, el modelo CAF2007 fue calibrado dentro de 12 parcelas ubicadas en tres zonas agroecológicas (Ovalle Rivera 2015).

→ **Enfoque metodológico:** El modelo fue calibrado en 12 sitios ubicados en Costa Rica (8 sitios) y Nicaragua (4 sitios). Las diferentes prácticas de manejo (fertilización, poda, tipo de árbol, café a pleno sol, raleo) se incluyeron en el modelo (insumos). Los resultados del modelo se validaron utilizando datos de una parcela en Nicaragua (finca de café Hammonia). Los parámetros para ejecutar el modelo son 104 de los cuales 70 están calibrados. Las parcelas se ubican en tres zonas agroecológicas: Zona 1 con clima frío-seco, Zona 2 con clima frío-húmedo y Zona 3 cálido-húmedo. La simulación del efecto del cambio climático sobre la productividad del café se realizó en tres parcelas calibradas (paso previo del estudio), una parcela manejada en Nicaragua a pleno sol y prácticas convencionales y dos parcelas sombreadas en Costa Rica, administradas bajo la sombra de *Terminalia Amazonia* y *Erythrina poeppigiana* y prácticas convencionales medias.

→ **Lo más destacado:** Un aumento en la temperatura anual de 5°C afectará la producción anual de ambos sistemas, café con sombra y pleno sol. Las parcelas del sistema de café que crecen a pleno sol reducirán su productividad en un 40%. Se espera una reducción de 18% y 27% en parcelas con sombra de *Terminalia amazonia* y *Erythrina poeppigiana*, respectivamente. Una menor precipitación afectará el rendimiento de café positiva o negativamente dependiendo de las condiciones locales y la cantidad de lluvia disminuida. Por ejemplo, en una de las parcelas manejadas a pleno sol y creciendo en un clima cálido y húmedo, una reducción en la precipitación anual de 763 mm disminuirá la productividad del rendimiento en un 76%. Mientras tanto, una parcela ubicada en

un sitio donde los valores de precipitación anual están por encima del óptimo para el cultivo de café, una reducción en la precipitación puede tener un efecto positivo en la productividad. Un aumento de los niveles de CO_2 puede tener un efecto de fertilización en las plantas de café aumentando los rendimientos promedio estimados.

Escenarios de efectos de cambio climático en los rendimientos de café:

La simulación de rendimientos de café bajo el dosel de *Terminalia Amazonia*, con prácticas convencionales medias y utilizando el escenario climático del modelo de circulación global MIROC5 con niveles de CO_2 de 380 ppm y RCP 8.5, los rendimientos de café esperados se reducirán en 18%; mientras que se esperaría un aumento en el rendimiento en 10% con un aumento de los niveles de CO_2 de 541 ppm.

Los impulsores del cambio de uso de la tierra y la capacidad de almacenamiento de carbono a lo largo de un gradiente de paisajes inducidos por el hombre en Nicaragua

→ **Contexto:** La deforestación en los trópicos puede explicarse por causas proximales y subyacentes. El primero grupo incluyen expansión agrícola, desarrollo de infraestructura y extracción de madera. Las causas subyacentes están relacionada con las sinergias entre variables económicas, tecnológicas, sociales, demográficas e institucionales. El enfoque de investigación en términos de cambios de uso de la tierra y cambios en la cobertura arbórea está en la mejora de los sistemas de monitoreo, de los procesos/controladores de transiciones de los bosques y el modelado de escenarios futuros utilizando análisis multitemporales.

→ **Desafío**: El uso de sensores remotos por radar en las últimas décadas ha demostrado su utilidad para resaltar la rápida disminución de los bosques en los trópicos. Estudios recientes han demostrado la capacidad de la detección remota, especialmente ALOS PALSAR, para estimar la distribución y la cantidad de biomasa aérea en diferentes tipos de bosques, incluidos los bosques en condiciones de gran nubosidad. Incluso, el enfoque ha ganado cierto impulso en el monitoreo forestal, su aplicación todavía es limitada en los trópicos, debido a su costo y menor área de cobertura geográfica. Aquí, se presenta una estimación de la biomasa y las reservas de carbono en un bosque de conífera y un bosque latifoliado utilizando datos de teledetección por radar. También se analizan los impulsores de la cobertura arbórea y los cambios en los usos del suelo en un gradiente de paisajes modificado utilizando técnicas de modelado espacial.

→ **Enfoque metodológico**: El estudio se realizó en Nicaragua en siete municipios pertenecientes a tres zonas ecológicas. El área de estudio está hipotéticamente ubicada a lo largo de un gradiente de actividades inducidas por el hombre que se pueden acomodar en la curva de transición del bosque para explicar la dinámica de la deforestación/degradación de la cubierta arbórea. Un modelo que pronóstica el uso de la tierra y el cambio en la cobertura arbórea se construyó con el software Dinámica EGO. En el proceso de modelación se utilizaron una serie de variables biofísicas y mapas de uso del suelo/cobertura arbórea para 2000, 2008 y 2014. Las imágenes de ALOS PALSAR para 2008 y 2009 se analizaron utilizando la longitud de onda de la banda L y la técnica de polarización HV para predecir la biomasa aérea y las reservas de carbono en los dos tipos de bosques.

→ **Aspectos destacados:** El software Dinámica EGO permitió el modelado exitoso de los cambios en los usos del suelo para 2030 en tres zonas agroecológicas de Nicaragua. Este proceso también proporcionó las tasas anuales de transición de los usos del suelo y los pesos asignados a cada una de las variables incluidas en el proceso de modelado. Hubo evidencia para respaldar la existencia de

una curva de transición forestal en el área de estudio y se observó recuperación forestal, pero a un ritmo muy lento.

La curva de transición forestal comienza con la presencia de bosques en Puerto Cabezas y Rosita, disminuyendo su presencia hacia los municipios de Waslala y Siuna. El bosque en estos municipios está siendo reemplazado por pastizales. La fase de recuperación de la curva a un ritmo lento se ubica en algunas áreas de Rancho Grande, El Tuma-La Dalia y San Ramón. Parece que la presencia de vastas áreas de sistemas agroforestales de café influye en el aumento de la cobertura forestal. Hubo una relación directa entre la pérdida de cobertura forestal y el aumento de los pastizales. La pérdida de cobertura forestal fue consecuencia de la migración durante la reforma agraria y el aumento de la población.

Los resultados del estudio actual sugieren que la banda L de ALOS PALSAR predijo con éxito la biomasa aérea tanto para bosques de coníferas (en cualquier densidad de árboles) como para bosques latifoliados (densidad superior a 160 árboles/ha). Una fuerte relación entre la biomasa aérea y el coeficiente de retro-dispersión de la polarización HV demostró que esta metodología es una alternativa viable para estimar la biomasa aérea. Tres factores influyen en la correlación entre la señal del radar y la estimación de la biomasa aérea: densidad de árboles, homogeneidad/heterogeneidad de los bosques y topografía. Por ejemplo, en los bosques latifoliados se encontró que a una mayor densidad de árboles en las parcelas de muestreos de 0.5 ha hubo una mayor correlación con el coeficiente de retro-dispersión de la señal del radar.

Potencial socioeconómico del manejo de bosques secundarios: casos de árboles de América Central

→ **Contexto**: Los bosques secundarios tropicales se definen como aquellos que resultan de la perturbación humana (es decir, bosques talados y barbecho forestal). Los bosques secundarios son extensos en los trópicos. En América Central, la extensión de los bosques secundarios (latifoliados y pinos) es de 6 millones de hectáreas. Varios estudios han destacado el potencial de la gestión y su contribución a nivel socioeconómico. Sin embargo, poco se sabe del potencial económico de los bosques secundarios en América Central.

→ **Desafío:** En América Central existen experiencias en el manejo y aprovechamiento de bosques secundarios en varios sitios. Esto representa una oportunidad para documentar tanto el potencial económico de los bosques secundarios para los dueños de bosques y la influencia del marco legal y la política forestal en su manejo.

→ **Enfoque metodológico:** Este estudio se realizó en tres países de Centroamérica. Los casos seleccionados para el estudio se basaron en la recomendación de los principales actores del sector forestal en la región. Se realizaron entrevistas semiestructuradas y abiertas a informantes clave relevantes de cada uno de los casos seleccionados, para recopilar información relevante sobre la gestión de bosques secundarios. Asimismo, se revisó información secundaria como: planes de manejo forestales, leyes, decretos y regulaciones. La sostenibilidad económico-financiera se evaluó utilizando la tasa interna de retorno, el valor actual neto, los valores de flujo de efectivo y el análisis de sensibilidad para cada caso.

→ **Aspectos destacados:** Solo el caso en Costa Rica fue rentable, es decir, que todos los costos, incluidos los requisitos legales, están cubiertos por la actividad. En Nicaragua y Honduras, los casos

estudiados presentaron índices de rentabilidad negativos, los ingresos generados por la actividad no pueden cubrir todos los costos incurridos. Los costos más altos se debieron a los requisitos legales que deben cumplirse para poder administrar y cosechar el bosque secundario.

La misma regulación y procesos se aplican tanto a los bosques maduros como a los bosques secundarios, lo que conlleva a un proceso largo y agotador que afecta negativamente la rentabilidad de la actividad. También los bajos precios de la madera en el mercado nacional influyeron en la rentabilidad negativa de la actividad. Sin embargo, los propietarios encontraron que el manejo de bosques secundarios es una forma de proteger las propiedades de la ocupación ilegal, así como una opción para la generación de ingresos y la contratación de mano de obra familiar.

Prácticas agroecológicas para aumentar la productividad y la seguridad alimentaria en los huertos familiares en el centro norte de Nicaragua.

→ **Contexto:** La agroecología es el campo que combina prácticas agrícolas y la ecología para resolver los problemas más apremiantes en torno a la producción de alimentos. La identificación y la implementación de prácticas agroecológicas producen numerosos beneficios sociales y productivos.

→ **Desafío**: La implementación de prácticas agroecológicas en los huertos familiares puede mejorar las condiciones biofísicas y socioeconómicas del sistema y ayudar a asegurar los alimentos para la familia. Los estudios sobre la efectividad de las prácticas agroecológicas en la producción de huertos familiares son limitados. En esta investigación, las prácticas agroecológicas encontradas en los huertos familiares fueron documentadas y priorizadas en función de la detección de la idoneidad de estas prácticas para aumentar la productividad y la nutrición.

→ **Enfoque metodológico:** Se caracterizaron 30 hogares y se priorizaron las prácticas agroecológicas para asegurar una producción sostenible. Cada práctica se evaluó en función de los criterios desarrollados por agricultores, profesionales e investigadores, así como la viabilidad económica y agronómica, la capacidad de adopción y su posible contribución a los sistemas climáticamente inteligentes.

→ **Aspectos destacados:** Según la caracterización de los huertos familiares, se registraron un total de 42 especies de cultivos, 28 plantas frutales y 10 especies animales. La mayoría de los huertos familiares (85%) no incluyen prácticas agroecológicas en su sistema de manejo, tales como rotación de cultivos y asociación de cultivos, almacenamiento de semillas y uso de plantas u organismos beneficiosos. Se priorizaron cuatro prácticas agroecológicas (puntaje más alto), dos prácticas relacionadas con el manejo de la fertilización: la aplicación de compost y la vermicultura y las otras dos prácticas fueron sobre el manejo de plagas, basadas en el extracto botánico elaborado a partir de hojas de *Gliricidia sepium* en combinación con hojas de *Psidium guajava*, ajo o chile. Sin embargo, en los experimentos de validación establecidos para evaluar el efecto de las cuatro prácticas en el rendimiento de la zanahoria y el repollo (evaluaciones de altura de planta a los 30 y 60 días después de la siembra y peso a los 100 días, a la hora de la cosecha), se indicó que las prácticas eran similares a las del control. Las razones por las cuales las prácticas no produjeron diferencias fueron la alta mortalidad sufrida por los cultivos (90% de mortalidad en zanahorias y 30% en repollo) debido al exceso de lluvias e inundaciones.

Evaluación económica de los sistemas silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas para mejorar la resiliencia climática de las explotaciones lecheras en pequeña escala en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras.

→ **Contexto**: Honduras, al igual que el resto de países centroamericanos, es vulnerable al cambio climático. La ganadería es un sistema de producción dominante en las zonas rurales de Honduras y, especialmente en el municipio de Olanchito, Yoro. Tradicionalmente, los ganaderos en Yoro implementan varios sistemas silvopastoriles (SSP), mejores prácticas agrícolas (MPA) y medidas de infraestructura (MMI) para hacer del ganado una actividad más sostenible y rentable a largo plazo, sin embargo, el papel de SPS, MPA y MMI como estrategias efectivas y resistentes de mitigación/adaptación al cambio climático no se han evaluado completamente en todo el país.

→ **Desafío**: Faltan datos/información actualizada sobre la idoneidad, confiabilidad y viabilidad económica de SSP, MPA y MMI como medidas efectivas para mitigar el cambio climático y dilucidar si el ganado es lo suficientemente resistente como para superar futuros escenarios climáticos.

→ **Enfoque metodológico:** Se documentaron los SSP dominantes localizados en áreas a diferentes elevaciones (alta, media y montañosa), MPA y MMI a través de talleres participativos en todo el municipio. Las entrevistas semiestructuradas se utilizaron para recopilar información sobre las medidas de SSP y MPA implementadas a nivel de fincas para identificar y priorizar los aspectos de las acciones de productividad, adaptación y mitigación. También se realizó un análisis económico comparativo para evaluar el desempeño financiero y ambiental de SSP, MPA y MMI clasificados entre las tipologías de los agricultores (pequeño, mediano) y elevación (alta, media y montañosa).

→ **Puntos destacados:**

- Un total de 22 prácticas fueron identificadas e implementadas por > 20% de los productores con una edad de uso > 5 años.
- Los agricultores priorizaron un subconjunto de 10 prácticas que incluyen: cortar pasturas, pasturas mejoradas, cercas vivas, mejoramiento genético, ordeño limpio, división y rotación de potreros, ensilado, espacio adecuado para productos agrícolas, salas de ordeño y cosecha de agua.
- La mitad de la muestra de estudio se seleccionó para realizar una evaluación económica adicional entre las fincas.
- La evaluación económica por tipología mostró que todas las fincas (n = 17) eran rentables. Sin embargo, las mejores prácticas se comportaron mejor en las fincas pequeñas, como se evidencia en los flujos netos, los cuales fueron más altos en comparación con las fincas medianas.
- El análisis financiero por zonas agroclimáticas mostró valores positivos en fincas y prácticas, sin embargo, las fincas ubicadas en el área media presentaron un valor presente neto más alto por hectárea y una capacidad moderada para la reinversión.
- El análisis financiero por tipo de práctica mostró que las fincas con SSP fueron las más rentables, con mayor ganancia neta/ha, mayor rendimiento financiero y una alta capacidad de reinversión.

6.1.2 P2: La magnitud del stock y la tasa de cambio de la presencia de árboles y bosques en el paisaje y en las fincas

Almacenamiento de carbono y beneficios familiares en pequeñas fincas de café en Nicaragua

→ **Contexto:** La oferta de café arábico representa el 63% del mercado mundial del café y es de suma importancia en la economía de varios países tropicales, especialmente en América Central. En América Latina, el 90% del café se produce bajo la sombra de los árboles. Varios estudios han señalado la importancia de los sistemas agroforestales de café en los medios de vida de los agricultores y empresas de café y en la provisión de servicios ecosistémicos (es decir, conservación de la biodiversidad, almacenamiento de carbono y conservación de agua y suelo).

→ **Desafío:** Comprender las sinergias y las compensaciones de los servicios del ecosistema (producción de café, beneficios de los árboles, almacenamiento de carbono, producción de alimentos, gestión del agua, etc.) es clave para mejorar su gestión. Existen modelos cualitativos que muestran las sinergias entre el almacenamiento de carbono y la rentabilidad del café, donde es posible obtener un escenario de alta rentabilidad y almacenamiento de carbono si se optimiza la selección, plantado y manejo de árboles de sombra. En esta investigación, se estudió la relación entre dos servicios ecosistémicos clave: producción agroforestal (estimada como beneficio familiar) y almacenamiento de carbono (regulación) en fincas cafetaleras de diferente composición de sombra.

→ **Enfoque metodológico:** Se evaluaron 27 fincas de café y se agruparon según el tipo de sistema de sombra. C1: café cultivado al sol, C2: café + musáceas + leguminosas, C3: café + leguminosas + árboles de madera, C4: café + leguminosas, árboles de madera + árboles frutales y musáceas. Se estimó el almacenamiento de carbono en la biomasa aérea y los rendimientos de los productos agroforestales (café, frutas, bananos, madera y leña). El valor (ingresos y autoconsumo) de la agro silvicultura de café se estimó utilizando tres índices económicos: flujo de caja neto, ingreso neto y beneficio familiar.

→ **Aspectos destacados:** La capacidad de almacenamiento de carbono varió de 7,8 Mg/ha en sistemas de café cultivado al sol a 35 Mg/ha en sistemas agroforestales de café con dosel de sombra diversificada. Los árboles almacenaron 74% del carbono (19. 6 Mg C/ha) del sistema, seguido por las plantas de café con 19% (4.9 Mg C/ha) y musáceas con 7% (1.9 Mg C/ha). Los productos agroforestales contribuyen positivamente al flujo de efectivo neto, a los ingresos netos y a los beneficios familiares. El café es el producto que más ingresos proporciona en comparación con otros productos agroforestales, estos últimos son un componente importante en la estimación del beneficio familiar (autoconsumo). Dos de los sistemas de café estudiados (sistemas agroforestales de café C3 y C4) pueden proporcionar ambos servicios ecosistémicos, lo que indica una sinergia entre los dos servicios ambientales.

Contribución de árboles en fincas a los medios de vida de familias rurales de dos sitios contrastantes de Nicaragua.

→ **Contexto:** El desarrollo rural es esencial tanto para mejorar la calidad de vida de la población rural como para la conservación de los recursos naturales. La agroforestería es una alternativa sostenible para el desarrollo rural y es un elemento visible en el paisaje agrícola. La estimación reciente de la extensión agroforestal es de mil millones de hectáreas. Los árboles en las fincas

pueden contribuir a la estrategia de subsistencia de los agricultores, enfrentar eventualidades climáticas o socioeconómicas y suministrar bienes importantes para satisfacer la demanda de los agricultores.

→ **Desafío**: Los estudios socioeconómicos son importantes para cuantificar la participación de los sistemas agroforestales en la rentabilidad del sistema agrícola. Aquí se presenta sí la contribución de los árboles en las fincas varía en dos sitios (La Dalia y Waslala) con un historial agrícola contrastante, diferencias en el acceso al mercado y densidad de población, y en el historial de la cobertura de árboles en la tierra.

→ **Enfoque metodológico:** Se estudiaron 90 fincas, 45 fincas por cada sitio. En cada finca se evaluaron cinco usos del suelo: cacao, café, pastos, huertos familiares y granos básicos. Se registraron cuatro grupos de variables: diversidad y densidad de árboles, área basal, producción de árboles (madera, frutos y leña) y los beneficios económicos (ventas, beneficios familiares) proporcionados por los árboles.

→ **Aspectos destacados:** Los sitios de estudio fueron similares en términos de diversidad y densidad de árboles, pero se encontraron diferencias en los beneficios económicos proporcionados por los árboles. Se registraron un total de 261 especies de árboles en ambos sitios (160 especies fueron compartidas), 202 especies en La Dalia y 220 especies en Waslala. En términos de usos de la tierra, el café fue el uso de la tierra con mayor diversidad de árboles (197 spp), seguido de los pastos (189 spp), el cacao (169 spp), los huertos familiares (152 spp) y los últimos granos básicos (138 spp). Las especies más importantes como resultado de sus valores en abundancia, frecuencia y dominio relativo fueron: *Cordia alliodora, Mangifera indica, Persea americana, Citrus sinensis, Platymiscium dimorphadrum, Inga oestediana, Psidium guajava, Cedrela odorata, Guazuma ulmifolia y Tabebuia rosea*. A nivel de parcela, los usos del suelo con mayor diversidad de árboles fueron los sistemas agroforestales de café y cacao, mientras que los granos básicos fueron el uso del suelo con el valor más bajo en diversidad de árboles. El café, el cacao, los pastos y los granos básicos mostraron una mayor similitud en la composición botánica (70-90%), mientras que los huertos familiares fueron el uso del suelo con una mayor distancia ecológica (30-50%). Los sistemas agroforestales de café y cacao registraron la mayor densidad de árboles (138 y 79 árboles/ha, respectivamente) y los cultivos de granos básicos los más bajos (30 árboles/ha).

Los productos arbóreos con mayor frecuencia de uso por parte de las familias en ambos sitios fueron: madera, frutas, leña y postes. Las frutas y la leña fueron el producto cosechado por casi todas las familias entrevistadas (97%), por lo que estos productos tuvieron una mayor participación en la estimación del beneficio familiar. El beneficio familiar de la producción de árboles fue mayor en los sistemas agroforestales de café y cacao (US $ 268/ha/ año y US $ 242/ha/año) seguidos de los pastos, huertos familiares y granos básicos. A nivel de finca, el beneficio familiar puede alcanzar hasta US $ 550/ha/año.
Este estudio demostró que la producción de árboles es una estrategia importante de las familias rurales para mejorar las condiciones de vida a través de la seguridad alimentaria y el ahorro.

Contribución de los huertos familiares a la seguridad alimentaria y la nutrición de las familias que trabajan con el Programa Agroambiental Mesoamericano en Trifinio y en el centro-norte de Nicaragua.

→ **Contexto:** El cambio climático, los bajos ingresos, la falta de acceso a una buena educación y la mala gestión de los recursos naturales, entre otros aspectos, amenazan la ingesta de alimentos y la calidad nutricional de los alimentos. Los eventos climáticos, tales como sequías, son un fenómeno recurrente en América Central, por lo tanto, el desarrollo de estrategias para adaptarse a esta amenaza es importante para proteger a las personas y sus comunidades que viven en estas condiciones.

→ **Desafío**: La diversificación de la producción de alimentos, la introducción de árboles en las fincas y los cultivos resistentes a la sequía son parte de las estrategias introducidas para combatir las condiciones climáticas cambiantes. El estudio actual, determinó la diversidad de alimentos producidos en los huertos familiares y su contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición de las familias que dependen de ellos.

→ **Enfoque metodológico:** Se entrevistó a 329 familias en el 2013 para establecer una línea de base y en 2015 para monitorear los cambios en el tiempo. El índice de Shannon se calculó para determinar la diversidad de alimentos en los huertos familiares. El puntaje FSC se utilizó para comparar la calidad nutricional del consumo de alimentos en 2013 y 2015 en Nicaragua y Trifinio.

→ **Aspectos destacados:** Los huertos familiares son una fuente de diferentes tipos de alimentos para ambos grupos de familias (Nicaragua y Trifinio) durante algunos meses o durante todo el año. Por ejemplo, las verduras ricas en vitaminas, ácido fólico y minerales están disponibles para las familias en Nicaragua, este no fue el caso en Trifinio, donde este grupo de alimentos se vio gravemente afectado por el evento de sequía en 2014. La riqueza de la dieta por grupo de alimentos, tuvo un mejor escenario en Nicaragua en comparación con Trifinio, esto se debe a la severidad de las condiciones ambientales en Trifinio. Se observó un aumento en la riqueza de alimentos en el grupo de leguminosas, que es una buena fuente de proteínas, micronutrientes y fibra dietética. El grupo de alimentos, como la carne y los productos lácteos, fueron los más afectados por la sequía. La calidad de la dieta medida en dos momentos diferentes, utilizando el índice FCS (Puntuación de consumo de alimentos), mostró que las familias en Nicaragua tuvieron una calidad de dieta superior en comparación con el grupo de Trifinio, este último clasificado en la categoría de bajo consumo de alimentos y dieta de baja calidad.

Las familias en Nicaragua ingieren un mayor número de grupos de alimentos en comparación con las familias en Trifinio, lo que significa que las familias en Nicaragua tienen una dieta más diversificada y un mejor consumo de alimentos.

Densidad y diversidad de nemátodos en el sistema agroforestal de café cultivado a la sombra de bananos y leguminosas en Jinotega, Nicaragua.

→ **Contexto**: El sector café en Nicaragua representa el 3.5% del PIB bruto y el café verde es el octavo producto de las exportaciones de Nicaragua. Alrededor de 130,000 ha se cultivan con café, de las cuales, 77,000 ha están bajo la sombra de árboles de banano y madera. Los bananos se siembran como sombra temporal en los sistemas agroforestales de café y son una fuente importante de ingresos para los agricultores, especialmente en tiempos de bajos precios del café.

→ **Desafío**: Varios estudios han reportado el efecto de los nemátodos en la producción de café. Sin embargo, existen incertidumbres sobre la relación entre el cultivo de bananos en el café y el

aumento de la densidad de los nemátodos en las plantaciones de café a la sombra. El presente estudio examinó la incidencia de nemátodos en el sistema radical del café y bananos.

→ **Enfoque metodológico:** El estudio se realizó en 28 fincas. Se evaluaron cuatro tratamientos por finca: café-banano-leguminosas (CBL), café-banano (CB), café-leguminosas (CL) y café a pleno sol (C). Se tomaron muestras de suelo para la identificación de nemátodos y el análisis físico-químico (% de hojarasca, % de malezas y % de sombra y densidad aparente del suelo). También se examinaron las raíces del café y el banano.

→ **Aspectos destacados:** Se identificaron un total de 11,663 nemátodos en las muestras de suelo, que pertenecen a 14 familias y tres géneros. Se dividieron en cuatro grupos tróficos: bacterívoros, omnívoros, frugívoros y fitonemátodos. No se encontraron diferencias significativas entre los diferentes grupos tróficos entre tratamientos. Los nemátodos presentaron una alta densidad poblacional tanto en las raíces del banano como en el café. *Meloidogyne* J2 tuvo una mayor densidad en los tratamientos donde los bananos estaban ausentes de los sistemas (CL y C). El género *Pratylenchus* en bananos tuvo una mayor densidad de población en el tratamiento con CB, mientras que *Meloidogyne* J2 en raíces de bananos fue mayor en el tratamiento con CBL. Hubo una relación positiva significativa en los bananos entre el daño de la raíz y la presencia de *Meloidogyne* y *Helicotylenchus*, y el total de nemátodos encontrados en las raíces del banano.

- El género *Pratylenchus* en raíces de banano presentó una relación negativa significativa con *Pratylenchus* en raíces de café y una relación positiva con *Meloidogyne* en raíces de café. Los fitonemátodos en las raíces de café y banano, a pesar de ser del mismo género, mostraron una relación diferente con las características físicas y químicas del suelo, lo que podría indicar que no pertenecen a la misma especie.

- El género *Pratylenchus* en el café aumentó en el tratamiento de CBL, mientras que en el plátano *Pratylenchus* disminuye bajo esa combinación. El *Meloidogyne* J2 en el café disminuye cuando hay más bacterívoros en los sistemas con mayor diversidad de plantas, mientras que en el banano *Meloidogyne* J2 aumenta en esos sistemas.

- Se estimaron los parámetros de la red alimentaria del suelo y no se encontró ningún efecto significativo entre los diferentes tratamientos e índices de la red alimentaria del suelo, excepto por la proporción de huella de depredador y presa en el tratamiento con CB, que fue significativamente diferente de la de los otros tres tratamientos.

Dinámica de crecimiento de Swietenia macrophylla y Carapa guianensis en un bosque de la región del Caribe Norte de Nicaragua, utilizando técnicas dendroecológicas: una contribución al manejo forestal sostenible.

→ **Contexto:** Los bosques tropicales en la región del Caribe de Nicaragua son una fuente importante para el crecimiento económico y el bienestar de las comunidades indígenas que dependen de ellas para sobrevivir. Los estudios sobre anatomía, análisis de anillos y relación fenológica en bosques tropicales en América Latina son limitados, y aun menos estudios sobre el uso del análisis de anillos para describir el crecimiento y ecología la familia *Meliácea*.

→ **Desafío:** Las comunidades indígenas en el Caribe Norte de Nicaragua requieren información sobre la dinámica de crecimiento de especies valiosas que les ayuden en el proceso de toma de decisiones

a corto y mediano plazo para mejorar la gestión forestal. Este estudio describe una metodología que utiliza el análisis de anillos como una herramienta para mejorar el manejo sostenible de dos valiosas especies forestales.

→ **Enfoque metodológico:** Esta investigación tiene como objetivo contribuir al manejo forestal comunitario en dos sitios forestales, Butku y Layasiksa, utilizando un enfoque dendroecológico que describe la dinámica de crecimiento de dos especies forestales, *Swietenia macrophylla* y *Carapa guianensis*, en relación con los factores climáticos. Se examinaron 18 árboles de *Swietenia macrophylla* y 42 de *Carapa guianensis*. La investigación estableció la dinámica de crecimiento de ambas especies, comenzando con la validación de los anillos anuales.

→ **Aspectos destacados:** Se obtuvieron 27 y 24 series sincronizadas y correlacionadas para *Swietenia* y *Carapa*, respectivamente. Esta sincronización proporcionó cronologías y un índice de ancho de anillos que posteriormente se correlacionó con la precipitación y la temperatura. No hubo una relación significativa entre el incremento del diámetro y la temperatura o la precipitación. Las condiciones ambientales de ambos sitios estaban en el rango de las condiciones descritas para las especies en el área de su distribución natural. En cuanto a las condiciones del suelo, los parámetros evaluados para *Swietenia* tenían valores similares a los establecidos por los investigadores para la especie. La condición de crecimiento del suelo para *Carapa* fue similar a las condiciones encontradas para *Swietenia*.

El análisis de anillos de *Swietenia macrophylla* estableció un incremento medio anual del diámetro a la altura del pecho (DAP) en 5,8 mm y en 4,8 mm para *Carapa guianensis*. El modelado del patrón de incremento diametral permitió la definición de tiempos de rotación y ciclos de corta. Para *Swietenia macrophylla* el período de cosecha es entre 65 y 85 años, en el cual el árbol puede alcanzar diámetros entre 40 y 65 cm (DAP), respectivamente. Para *Carapa guianensis*, el ciclo de rotación y corta es entre 70 y 122 años, en el que los árboles pueden alcanzar diámetros (DAP) de 40 a 70 cm.

Los modelos desarrollados basados en el análisis del ancho del anillo del árbol demostraron discrepancias con los diámetros de corte mínimos establecidos por las normas técnicas. El diámetro mínimo de corte (DMC) de 40 cm fijado por las normas técnicas nicaragüenses para *Carapa guianensis* no es apropiado, ya que la estimación de diámetros, basada en criterios biológicos, deseables para el aprovechamiento es mayor (50 cm). Por otro lado, el DMC de 50 cm para *Swietenia macrophylla* está en el rango considerado biológicamente deseable.

La variación interanual en la precipitación y la temperatura en el área de estudio no se correlacionó con el diámetro de crecimiento de las dos especies, probablemente debido a la corta duración del período seco anual.

Estimación del almacenamiento de carbono en la biomasa aérea en tres paisajes forestales de América Central y su relación con el factor ambiental*.*

→ **Contexto**: La mayoría de las investigaciones sobre la biomasa y el almacenamiento de carbono en diferentes arreglos de usos de la tierra en Costa Rica y Nicaragua no consideran el efecto de las condiciones ambientales sobre la biomasa y el stock de carbono de los ecosistemas.

→ **Desafío:** La conservación y el manejo de los bosques tropicales son una de las soluciones basadas en la naturaleza para reducir y capturar el CO_2 de la atmósfera. REDD + es un mecanismo financiero

disponible para los países en desarrollo para fortalecer la gobernanza forestal, la conservación de los bosques y la reducción de emisiones derivadas de la deforestación. Los gobiernos de Costa Rica y Nicaragua ya habían desarrollado sus estrategias REDD +. Sin embargo, para diseñar y evaluar estas estrategias, se necesitan metodologías para medir, cuantificar y monitorear la variación en los flujos de carbono. Por lo tanto, con esta investigación, se proporcionaron conocimientos relevantes sobre el almacenamiento de carbono y su relación con la condición ambiental utilizando datos de parcelas de medición permanentes y temporales de tres paisajes forestales en América Central.

→ **Enfoque metodológico**: Se seleccionaron tres bosques, dos en Nicaragua (volcanes Maderas y Mombacho) y uno en Costa Rica (cordillera de Talamanca). Los bosques se ubicaron en diferentes localidades altitudinales. Se establecieron/monitorearon 18 parcelas de medición (0.25 ha) en los volcanes Maderas y Mombacho a través de un gradiente altitudinal de 437 a 1157 m sobre el nivel del mar (msnm) y 27 parcelas de medición permanentes en Talamanca en un gradiente altitudinal entre 400 y 2810 msnm. Se midieron todos los árboles con diámetro a la altura del pecho (D)> 10 cm. En Nicaragua, las estimaciones de biomasa aérea se calcularon utilizando las ecuaciones de Chave et al. (2014), que incluye el uso de las variables diámetro (D), la densidad de la madera (ρ) y la altura total del árbol (H). En Talamanca se utilizó una combinación de ecuaciones (Chave et al., 2005, Alvarez et al., 2012 y Goodman et al., 2013), que incluye el uso de D y ρ. Luego se estimó el carbono utilizando un factor de 0.5.

→ **Aspectos destacados:** Se identificaron tres tipos de bosques en el volcán Mombacho, similar al volcán Maderas, en función de la abundancia de especies de árboles registradas en las parcelas. Se identificaron cuatro tipos de bosques en la cordillera de Talamanca. La relación carbono y altitud puede ser positiva o negativa y está influenciada por la frecuencia y severidad de las perturbaciones naturales. Las regresiones lineales sugieren una relación lineal negativa entre el carbono y la altitud en los gradientes altitudinales evaluados en Nicaragua, y entre 440 y 1120 m en Talamanca, considerando que, una relación lineal positiva entre el carbono y la altitud se encontró entre 1400 y 2810 msnm en Talamanca.

No se encontró relación entre las variables edáficas y C, en los volcanes Mombacho y Maderas. En la región montañosa de Talamanca se encontraron relaciones lineales negativas entre K, Ca, Mg y pH con carbono, y relaciones lineales positivas entre P y limo con carbono.

En esta investigación, ningún parámetro ambiental individual influyó en el almacenamiento de carbono, pero se probó el efecto de un conjunto de parámetros ambientales sobre el carbono. En el volcán Maderas, la división de la varianza sugiere un efecto conjunto de la altitud sobre el nivel del mar y las variables espaciales sobre la varianza del carbono, lo que explica un 25% de la varianza del carbono. En el volcán Mombacho, no fue posible encontrar un efecto para la mayoría de las variables ambientales estudiadas. La partición de la varianza, solo encontró una relación con la altitud. En Talamanca, se encontró un efecto conjunto de la temperatura media anual, variables edáficas y espaciales, que explican el 3% de la varianza de C.

Validación del modelo GAVILÁN: una herramienta para el manejo e investigación en las selvas tropicales de las tierras bajas de Centroamérica.

→ **Contexto:** En todo el mundo, alrededor de 510 millones de hectáreas de bosque se encuentran en la categoría de producción de madera, en América Central, 2,1 millones de hectáreas están en esta categoría. Por lo tanto, contar con herramientas efectivas para planificar la rotación óptima de

corte y la dinámica poblacional de la plantación de árboles es esencial en la gobernanza y gestión forestal.

→ **Desafío:** El uso de modelos para simular diferentes intervenciones silvícolas en los bosques se ha convertido en una herramienta útil en el proceso de toma de decisiones del manejo forestal. Este tipo de técnicas reducen el tiempo en la elaboración del plan de manejo y aprovechamiento forestal. En esta investigación, se validó el modelo de dinámica forestal de *Pentaclethra* en un bosque lluvioso de tierras bajas de Costa Rica para apoyar el manejo forestal sostenible de esta especie.

→ **Enfoque metodológico:** Gavilán es un modelo que se basa en la teoría de la dinámica de brecha desarrollada por Shugart (1984) y Botkin (1993) y se basa en el enfoque de árboles individuales reconocidos como adecuados para la simulación de bosques más complejos, y efecto del tratamiento silvícola sobre rodales y dinámica de árboles. En el modelo, se pueden determinar cinco grupos de especies según la tasa de crecimiento: especies de crecimiento muy lento, especies de crecimiento lento y especies de crecimiento moderado, especies de crecimiento rápido y muy rápido. Para validar el modelo se utilizó una base de datos de seis parcelas de medición permanentes (PMP). Estos PMP se midieron desde 1993 hasta 2010. Gavilán puede modelar el efecto de la intervención silvícola en la regeneración, el crecimiento y la mortalidad, la cosecha futura, la diversidad y la composición del bosque.

→ **Aspectos destacados**: Los resultados confirman que el modelo de Gavilán muestra un buen desempeño y que se puede usar tanto para la investigación a largo plazo como para el manejo forestal sostenible. El modelo presentó un porcentaje de error bajo a medio para el área basal, el número de individuos y la mortalidad. Aún cuando el modelo presentó una tasa de mortalidad atípica en el año 1, este resultado no afecta la precisión general y el rendimiento del modelo como una herramienta para pronósticar la dinámica forestal. El error asociado a la mortalidad atípica parece estar relacionado con la subestimación de las causas de mortalidad independiente de densidad y una sobreestimación de las causas de mortalidad dependientes de la densidad. Estas mediciones se pueden mejorar mediante la optimización de la parametrización del modelo.

6.1.3 P3. Consecuencias de los cambios en árboles/bosques en paisajes/fincas en la provisión de Servicios Ambientales

Catalizadores y limitaciones en la provisión de servicios de ecosistemas hidrológicos en fincas ganaderas en una pequeña cuenca del río Bulbul, Matiguás, Nicaragua.

→ **Contexto:** En Nicaragua, la mayoría de las cuencas hidrográficas se enfrentan a una reducción drástica de la cobertura forestal debido a las actividades agrícolas. La deforestación en Nicaragua es uno de los mayores problemas ambientales. Según World Forest Watch, Nicaragua es el segundo país de América Central con una alta tasa de deforestación. Este problema tiene varios efectos negativos en la provisión de servicios ecosistémicos, por ejemplo, en la disponibilidad de agua para consumo humano/uso agrícola, como resultado de la sedimentación de cuerpos de agua.

→ **Desafío**: En el municipio de Matiguás, la población rural depende de cuerpos de agua superficiales para satisfacer sus necesidades de agua. En esta región, el ganado es el uso más importante de la tierra, por lo tanto, existe la necesidad de aumentar o mantener la cobertura arbórea en los pastizales como medio para asegurar los servicios de los ecosistemas hidrológicos a la comunidad.

El estudio actual analizó la viabilidad de la prestación de servicios ecosistemicos hidrológicos en sistemas silvopastoriles.

→ **Enfoque metodológico:** Se seleccionaron 23 fincas ganaderas para establecer la línea de base de los usos actuales de la tierra en el área de estudio. Sobre la base de un índice de usos de la tierra para la cría de ganado propuesto por Alpizar y Madrigal (2005), se propuso un conjunto de prácticas mejoradas de uso de la tierra para aumentar la probabilidad de la prestación de servicios de ecosistemas hidrológicos (HES). Las limitaciones y los catalizadores para la implementación de mejores prácticas de uso de la tierra se documentaron como un medio para identificar posibles incentivos que podrían aumentar la probabilidad de implementación de nuevas prácticas en fincas ganaderas.

→ **Aspectos destacados:** Los usos predominantes de la tierra en las fincas ganaderas fueron los sistemas silvopastoriles (65%) en comparación con los pastizales sin árboles (12%). La mayoría de las fincas ganaderas con árboles dispersos en sus pastizales tienen una baja densidad de árboles (66% de las fincas ganaderas, 30 árboles/ha). Cuarenta y uno por ciento de las fincas ganaderas estudiadas manejaron pasturas mejoradas en sus pastizales. De acuerdo con el análisis jerárquico, basado en la contribución de los usos de la tierra en la provisión de servicios hidrológicos ecosistémicos (HES), las mejores prácticas identificadas para mejorar la entrega de HES fueron: i) mejora de los pastos, ii) plantar árboles en pastizales que no tienen árboles, y iii) Incrementar la densidad de árboles en los sistemas silvopastoriles.

Los agricultores indicaron que para ellos son más importantes los beneficios económicos percibidos de las actividades agrícolas que la provisión de servicios ecosistémicos por parte de la finca. A nivel de políticas, es imperativo la formulación de un paquete de incentivos monetarios, especialmente para pequeños ganaderos (15 ha y menos de US $ 1000/mes de ingresos brutos). También los incentivos en especie, como el suministro de insumos, son importantes para los ganaderos medianos (25 ha y menos de US $ 4000/mes de ingresos brutos). El paquete de incentivos debe ir acompañado de una campaña sobre la importancia/valor de la gestión de los recursos naturales en el bienestar general de la finca y la comunidad. En el caso de los grandes ganaderos (50 ha y US $ 4000/mes de ingresos brutos), tienen una actitud positiva para manejar los árboles en sus fincas, ya que reconocieron la importancia de los árboles en la provisión de beneficios (crecimiento económico en especie).

Análisis hidrológico bajo el escenario de cambios en el clima y usos del suelo en la cuenca del río Compasagua, Nicaragua.

→ **Contexto:** Estudios recientes sobre el efecto del cambio climático en Nicaragua, determinaron que la disponibilidad de agua se reducirá en 2100 en un 63% si el modelo de negocio habitual persiste en el proceso de toma de decisiones de las partes interesadas. Por otro lado, la calidad y la cantidad de agua se ven afectadas por las actividades agrícolas (cambio de uso del suelo).

→ **Desafío:** Comprender los escenarios históricos de cambios en el uso del suelo, es clave para reconocer el vínculo entre los procesos socioeconómicos y la gestión de los recursos naturales. El uso de tecnología, como la teledetección y los modelos estocásticos, son herramientas confiables para pronósticar futuros cambios en el uso del suelo. En esta investigación se evaluaron los cambios en el uso del suelo y el cambio climático en la cuenca del rio Compasagua, Muy Muy, Nicaragua y sus impactos en los componentes de la estabilidad del agua y la erosión.

→ **Enfoque metodológico:** Los mapas de uso del suelo para 2030 se modelaron utilizando cadenas de Markov y autómatas celulares para evaluar la transición de la matriz y el cambio en las tendencias en el uso de la tierra. El análisis hidrológico se realizó mediante la aplicación de las herramientas de evaluación de suelo y agua (SWAT) integradas en el software Arc Gis (versión 10). Para este análisis se utilizaron datos climáticos por un período de 10 años (2000-2010) registrados por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). Los modelos de cambio climático utilizados en esta investigación fueron GFLDR30, ECHAM4 y HADCM3 simulados en un escenario pesimista (A2).

→ **Aspectos destacados:** El análisis dinámico, mostró que los cambios en el uso del suelo difirieron entre los períodos de análisis, por ejemplo, una reducción en el área de bosque denso en 31%, ocurrió entre 1981 y 2010. La transición más alta en el uso fue desde pastizales abiertos hasta pastizales con árboles dispersos en más del 700% del área para el período 1981-2010. En el caso del bosque secundario, el 43% del área se ha trasladado a otros usos del suelo, mientras que el 53% restante se mantuvo como bosque, en el período 1981-2010.

La simulación de los cambios en los usos del suelo para 2030 mostró un aumento en el área de pastizales con árboles dispersos (44%), seguida de bosques secundarios sucesionales (16%). Comparando los mapas de 2010 con el mapa proyectado para 2030, el área de pastizales sin árboles se reducirá en un 37%, mientras que los pastizales con árboles dispersos aumentarán en un 21%. El bosque secundario tendrá un aumento en el área del 30%, mientras que el bosque denso tendrá una disminución del área en el 16%.

No obstante, este cambio en la dinámica de la cobertura arbórea ha mostrado una mejora en las condiciones hidrológicas desde 2010 hasta 2030, sigue siendo un tema delicado porque algunos componentes hidrológicos como la recarga de aguas subterráneas, la escorrentía y la erosión son más sensibles al cambio climático que a los cambios en el uso del suelo. De acuerdo con el ejercicio de simulación, los pequeños cambios en la temperatura y las precipitaciones afectan gravemente la cantidad de agua producida en la cuenca entre el 49% y el -25% en comparación con los escenarios sin cambio climático.

Al analizar los impactos del cambio climático con los escenarios de manejo propuestos (mejores prácticas agrícolas en la ZEE de la cuenca), se observó una disminución en la deposición de sedimentos en un 39% en función de los usos de la tierra previstos para 2030.

Según este estudio, el cambio climático tendrá el mismo impacto con escenarios de manejo (ZEE) y sin gestión, pero con la implementación de prácticas de la ZEE, se pueden obtener mejores condiciones para mitigar los efectos de la erosión y y gestión del riesgo en la producción de agua. Por lo tanto, el diseño de estrategias para mitigar el cambio climático debe ser complementado con la gestión de las prácticas de los recursos de agua, para ayudar en la adaptación a las condiciones climáticas desfavorables, tales como, reducción en la precipitación como es previsto en los modelos HADCM3 y ECHAM4.

Diversidad genética de Cedrela Odorata L. en una matriz agrícola en el paisaje centinela Nicaragua-Honduras y su implicación para la restauración de bosques

→ **Contexto:** La degradación de los bosques naturales es un problema constante en los países tropicales. Entre 2010 y 2015, se perdieron anualmente 6,6 millones de hectáreas de bosques

naturales. A nivel nacional, Nicaragua reportó pérdidas anuales de bosque natural de 85,329 ha. A partir de 2008 la cobertura forestal era solo del 25% del territorio nacional.

→ **Desafío:** Como resultado de los procesos de deforestación, los paisajes son un mosaico de usos de la tierra compuestos de parches de bosques (originales, secundarios y ribereños), insertados en una matriz de actividades agrícolas y pastizales. La fragmentación de los bosques provoca el aislamiento y afecta negativamente los patrones de flujo genético, la estructura y la diversidad de una población. Las especies de alto valor como *Cedrela odorata*, una especie sobreexplotada en su área de distribución natural, que se encuentra en áreas fuera de parches de bosque podrían ser una opción para aumentar el flujo de genes y mantener la variabilidad genética de las poblaciones restantes, como se ha informado para otros grupos vulnerables y valiosos de especies forestales. En esta investigación, se estudió el grado de variación genética de *C. odorata* en un paisaje fragmentado.

→ **Enfoque metodológico**: Se tomaron muestras de 164 árboles de un área de 50,000 ha. Los árboles seleccionados se distanciaron al menos 100 m entre sí. La diversidad genética de *C. odorata* se estudió a partir de 10 marcadores moleculares micro satélite (SSR). El análisis genético se llevó a cabo en el Laboratorio de Biología Molecular y Celular de la Universidad de Ciencias de la Vida de Praga.

→ **Aspectos destacados:** En general, en toda la población se encontraron un total de 189 loci, con una riqueza alélica de A = 18.90. Los niveles de heterocigosidad esperada (He = 0,76 ± 0,01) fueron casi el doble que los niveles de heterocigosidad observados (Ho = 0,4 ± 0,04), lo que indica una deficiencia en heterocigosis en los niveles de individuos en la población estudiada. Los árboles con diámetro a la altura del pecho (dap) > 60 cm fueron más diversos (15.15 alelo por loci) que los árboles con dap <60 cm (14.11 alelos por loci) con valores de FST de 0.03 y P = 0.01. La procedencia de los árboles (regeneración natural o árboles plantados) mostró niveles similares de diferenciación genética, sin embargo, los árboles de regeneración natural fueron más diversos que los árboles plantados.

El análisis de diferenciación genética para la categoría de uso de la tierra mostró pequeñas diferencias genéticas en la población (FST 0.026, P = 0.001). El análisis fenológico mostró valores para FST más altos (0.052, P = 0.001), lo que indica que la fase vegetativa presentó una mayor riqueza alélica que la fase reproductiva (14.74 y 13.47 respectivamente). Sin embargo, estas variaciones genéticas fueron pequeñas, por lo tanto, ni el uso del suelo ni las fases fenológicas pueden influir en la divergencia genética en la población.

Se identificaron tres subpoblaciones de *C. odorata* con diferentes niveles de diversidad genética. La subpoblación A y B fueron significativamente más diversas que la subpoblación C. Las variables fenotípicas y ambientales que presentaron una tendencia similar a los rasgos genéticos fueron la fenología y la altitud. Por ejemplo, la subpoblación C tenía un mayor número de individuos en etapas reproductivas, está ubicada a una altitud ligeramente más baja y mostró los valores más bajos de diversidad genética. Las subpoblaciones A y B tienen una proporción de casi 50/50 de individuos en fases reproductivas y vegetativas, se ubicaron a una mayor altitud y presentaron los niveles más altos de diversidad genética.

6.1.3 P4: Conceptos y modelos necesarios para optimizar la presencia de árboles / bosques en paisajes/fincas para asegurar una provisión sostenible de servicios ecosistémicos

Adaptación local al cambio climático a través de la planificación estratégica territorial en la comunidad de Wasaka Abajo (Municipio de El Tuma-La Dalia, Matagalpa, Nicaragua).

→ **Contexto:** La población rural de Nicaragua es vulnerable al cambio climático. Según estudios recientes, es el cuarto país más afectado por eventos climáticos extremos en los últimos 20 años y también es uno de los países más pobres de América Latina. La mayor parte de su población (70%) depende de la agricultura para satisfacer sus necesidades.

→ **Desafío:** La comunidad de Wasaka Abajo enfrenta los mismos desafíos que el resto del país. En el contexto del cambio climático, se espera un aumento de la temperatura y una disminución de la precipitación, con un período más largo de días secos que afectan directamente las propiedades del suelo (p. ej. fertilidad). Esta situación tendrá un efecto directo en las actividades agrícolas, amenazando los medios de vida de la comunidad que dependen de la gestión de los recursos naturales. Esta situación se ve agravada por las condiciones socioeconómicas de la comunidad que se clasifican como afectadas por la pobreza extrema. Como resultado, es imperativo el diseño de herramientas /metodologías para desarrollar estrategias locales y participativas.

→ **Enfoque metodológico**: En este estudio, se presenta el proceso de planificación estratégica en el contexto del cambio climático. Este estudio siguió la metodología de la estrategia local para el desarrollo sostenible en el escenario del cambio climático (LSDCC). La metodología tiene un enfoque participativo e inclusivo, y se centra en las singularidades de la comunidad en el contexto de la vulnerabilidad al cambio climático y sus condiciones generales socioeconómicas, culturales y políticas. La estrategia está diseñada para crear un mecanismo donde los proyectos priorizados se incluyan en la agenda de las partes interesadas locales, y puede beneficiar a los grupos de personas más vulnerables.

→ **Aspectos destacados:** Las partes interesadas locales participaron activamente en el diseño de la planificación estratégica territorial de la comunidad. Las partes interesadas locales validaron y analizaron la información de la comunidad. La planificación estratégica territorial contiene la visión de todos los interesados. La participación de los interesados fue esencial en el proceso de toma de decisiones, ya que las decisiones se basaron en las necesidades y prioridades de la comunidad. A través del proceso de planificación, las partes interesadas locales se empoderaron y se espera que asuman un papel protágonico en la ejecución exitosa de la planificación estratégica propuesta, como una herramienta para enfrentar cualquier desafío futuro.

La visión de la comunidad se basó en cinco aspectos clave: conservación de cuerpos de agua, mejor acceso a la educación, implementación de buenas prácticas agrícolas, manejo de desechos y conservación de bosques. Sobre la base de las condiciones y características de la comunidad, se formuló un conjunto de objetivos y acciones estratégicas para responder a los aspectos clave importantes para la comunidad.

Condiciones legales y habilitantes para la formación y funcionamiento de comités de cuencas hidrográficas en Nicaragua.

→ **Contexto:** El agua es esencial para la vida y el desarrollo de las naciones. La distribución suficiente de agua para el mundo es uno de los principales objetivos sociales de las últimas décadas. El aumento de la población, el cambio climático y el mal uso del recurso han tenido un impacto negativo en el suministro de agua. Es necesario un cambio de paradigma en la gestión adecuada de los recursos hídricos para asegurar el desarrollo sostenible.

→ **Desafío**: La gestión de cuencas hidrográficas es un enfoque convincente que utiliza el agua como elemento unificador en el proceso de toma de decisiones de un territorio. Sin embargo, el manejo de cuencas hidrográficas no es fácil, requiere de una serie de condiciones legales y regulatorias que permitan una participación institucionalizada y organizada de los usuarios y la población en general en una cuenca hidrográfica. Esto se puede lograr a través de la conformación de comités de cuencas hidrográficas integrados por actores clave que comparten responsabilidades en el manejo de cuencas hidrográficas.

→ **Enfoque metodológico:** para analizar las condiciones propicias para la creación de comités de cuencas hidrográficas, se identificaron dos estudios de caso. El primer estudio de caso está relacionado con la formación del comité de cuencas hidrográficas del río Estelí. Para establecer este comité, se requirió implementar un proceso metodológico propuesto por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), la entidad a cargo de la formación de los comités de cuencas hidrográficas. Este proceso metodológico implicó tres fases (reconocimiento de la cuenca, conformación, legalización y operacionalización del comité). El segundo estudio de caso, analizó la experiencia del programa FOCUENCAS II en la creación del comité del río Jucuapa. También se realizó un análisis integral de la Ley Nacional del Agua (Ley N. 620) y el Reglamento de la Ley (Decreto 34-2010) con respecto a la implementación y operacionalización de los comités de cuencas hidrográficas.

→ **Aspectos destacados:** Con esta investigación fue posible validar la metodología propuesta por ANA, y se espera que sea un documento oficial, una guía para la conformación de comités de cuencas hidrográficas en Nicaragua. Sobre la base del análisis del marco legal actual y los dos estudios de caso, las condiciones propicias para la formación de comités de cuencas hidrográficas fueron: legitimidad y representatividad, caracterización de cuencas hidrográficas, necesidad de formar un comité, voluntad política de la autoridad municipal, existencia de una herramienta metodológica para guiar el proceso, la cercanía con el territorio, el análisis de habilidades y capacidades de las personas que integrarán el comité, la equidad, los compromisos de las autoridades locales y las responsabilidades compartidas, la sostenibilidad y las estrategias financieras, la creación de conocimiento, el plan de cogestión, la descentralización o comité de escalamiento, apropiación de herramientas metodológicas y establecimiento de objetivos a corto plazo.

Construcción participativa de una estrategia de desarrollo sostenible en un escenario de cambio climático en el territorio del Macizo de Peñas Blancas, Nicaragua

→ **Contexto**: Territorios Climáticamente Inteligentes (TCI) son áreas socio-geográficas donde diferentes actores administran los servicios de los ecosistemas proporcionados por los recursos naturales para mejorar el bienestar de la comunidad, optimizar el uso de la tierra y contribuir a la adaptación y mitigación del cambio climático. El enfoque TCI fue la estrategia central del programa CATIE-MAP. El Macizo de Peñas Blancas es un área protegida, de gran importancia en términos de prestación de servicios ambientales debido a las características del área (tierras altas). MAP

consideró este territorio como estratégico desde el punto de vista de la gestión política, económica y social. Una de las estrategias de MAP es facilitar herramientas/enfoques que puedan promover la gobernanza y la gestión territorial. En este estudio, se implementó el proceso de planificación estratégica para el desarrollo del Macizo de Peñas Blancas.

→**Enfoque metodológico:** en el territorio, en 2014 se creó una plataforma participativa denominada grupo de gestión territorial Peñas Blancas (PP-GTP). Este grupo reúne a diferentes actores de tres municipios (Rancho Grande, El Cuá y El Tuma la Dalia) interesados en la gobernanza del territorio y del área protegida. En coordinación con este grupo, un equipo del CATIE facilitó el proceso de planificación estratégica como una herramienta para ayudar en el proceso de toma de decisiones y la gestión adecuada del territorio. El proceso de planificación estratégica para el desarrollo utilizó la metodología de Estrategias Locales para el Desarrollo Sostenible en el escenario del Cambio Climático (LSSDCC).

→ **Aspectos destacados:** La planificación estratégica para el desarrollo es un proceso participativo que involucra el análisis de todas las dinámicas presentadas en un territorio. A través de este proceso, fue posible promover discusiones públicas y concientización que tuvo un efecto positivo en la participación de los actores locales a diferentes escalas. Las estrategias creadas como resultado del proceso participativo son el complemento de los instrumentos/mecanismos (es decir, el Plan de Manejo de la Reserva Natural Peñas Blancas) existentes para gestionar el área protegida. La planificación, la investigación y el intercambio de conocimientos son temas transversales que garantizan la realización de una visión territorial.

Desarrollo de una propuesta de bio-protocolo al derecho al consentimiento libre, previo e informado de los pueblos indígenas para la comunidad Sauni Arungka de la etnia mayangna.

→ **Contexto:** Los estados han reconocido los derechos de las comunidades indígenas a la autonomía, derecho de la tierra y disfrutar libremente de su patrimonio cultural, social y espiritual. Aún es un camino largo en el proceso de reconocimiento de las obligaciones, como Estados, hacia las comunidades indígenas. En la década de 1980, Nicaragua reconoció los derechos a la autodeterminación de los pueblos indígenas mediante la promulgación del Estatuto de Autonomía de las Regiones del Caribe y se ratificó en agosto de 2010 con el Pacto 169. También es importante el Decreto 15-2003 (Comisión institucional para defender a la Madre Tierra) y la demarcación y seguridad de los derechos territoriales de los territorios indígenas y afrodescendientes.

→ **Desafío:** entre los derechos promulgados y reconocidos para las comunidades indígenas se encuentra el derecho al consentimiento libre, previo e informado de los pueblos indígenas, que forma parte de las legislaciones internacionales y nacionales con respecto a los derechos indígenas. El objetivo de este instrumento es consultar y buscar la aprobación de las comunidades indígenas en el proceso de toma de decisiones cuando se desarrolle un proyecto/actividad/ley/regulación en sus territorios que podrían afectar su cultura, bienestar y derechos de subsistencia. Este instrumento requiere que los estados cooperen de buena fe. Es imperativo que las comunidades indígenas conozcan este instrumento de consulta, para que no se violen sus derechos. En este estudio, se facilitó el proceso de consulta para obtener (o no) un CLPI para una comunidad de la Reserva Biológica Bosawás.

→ **Enfoque metodológico:** el proceso de facilitación para la formulación del bio-protocolo para hacer respetar el principio del consentimiento libre, previo e informado, incluyó la historia y cosmovisión de los pueblos indígenas de la comunidad Sauna Arungk, así como los recursos naturales, existentes en el territorio. También se reconoció la estructura de gobierno para la resolución/deliberación de conflictos. Con esta información, se determinaron los pasos necesarios para facilitar el proceso de consulta.

→ **Aspectos destacados:** El protocolo incorpora aspectos del marco legal a todos los niveles (territorial, municipal, regional, nacional e internacional). El proceso de facilitación ayudará a hacer realidad los puntos de vista y los derechos de los pueblos indígenas a través de sus propias instituciones y la demanda al estado (garantía del proceso de consentimiento) del uso del protocolo, cuando ciertas circunstancias o personas requieren el consentimiento de los pueblos indígenas para realizar una actividad de desarrollo en sus territorios. Este documento es el primer instrumento disponible para que las comunidades indígenas del Caribe y el estado de Nicaragua consulten y mejoren sus relaciones con los pueblos indígenas.

Estrategia local para el desarrollo sostenible en el escenario del cambio climático en el territorio indígena Wanki Awala Kupia, Waspán, región autónoma del Caribe norte de Nicaragua.

→ **Contexto:** Wangki Awala Kupia (WAK) es uno de los ocho territorios indígenas que pertenecen al municipio de Waspán. El territorio está ahora en el proceso de convertirse en un territorio autónomo. El proceso de autonomía significa, entre otros aspectos y derechos, que las estructuras de gobierno indígenas y otras formas de organizaciones se consolidan, la definición de las fronteras de su territorio y el reconocimiento legal del estado. El grupo indígena WAK ha avanzado en el desarrollo de una planificación territorial estratégica como parte de sus esfuerzos hacia un territorio autónomo.

→ **Reto:** La planificación estratégica pretende ser una guía para lograr y mantener en el tiempo los objetivos de desarrollo propuestos por los miembros de una comunidad o territorio. Estos objetivos necesitan ser definidos por todos los miembros de la comunidad respetando la autodeterminación de los pueblos indígenas reconocidos en las leyes y tratados nacionales e internacionales y basados en los recursos disponibles en un territorio, con perspectiva local y teniendo en cuenta los efectos del cambio climático.

→ **Enfoque metodológico:** la metodología aplicada es una integración de la planificación estratégica territorial para el desarrollo y el análisis de los efectos actuales y futuros del cambio climático a nivel local y territorial. Esta metodología se conoce como estrategia local para el desarrollo sostenible bajo escenarios de cambio climático (LSSDCC). Esta estrategia en WAK siguió cuatro pasos:

1) Mapeo de actores locales (identificación de actores con presencia) y el poder de incidencia en el territorio.
2) Análisis del territorio para conocer la situación actual y proyecto de las tendencias futuras.
3) Análisis de vulnerabilidad actual y los impactos del cambio climático, sobretodo identificar niveles de capacidad de exposición, sensibilidad y adaptación del territorio al cambio climático y
4) Definición de la estrategia local para el desarrollo sostenible del territorio.

→ **Aspectos destacados:** El LSSDCC contiene 10 aspectos estratégicos clave para el desarrollo, incluyendo aspectos sociales, culturales, económicos y ambientales. El uso sostenible de los recursos naturales jugó un papel clave en la definición del documento LSSDCC. La aplicación de los 10 temas estratégicos será un esfuerzo concertado de los actores para construir un territorio sostenible. La facilitación de un proceso participativo e incluyente en una sociedad con diversas ideologías requiere un gran esfuerzo en el desarrollo de un diálogo abierto y productivo. En el territorio WAK el proceso de una buena gestión territorial puede ser impedido o limitado por las ideologías políticas.

***Evaluación del uso de cocina ecológica, análisis de la producción y el uso de biochar como enmienda del suelo sobre los rendimientos de maíz (Zea mays) en tres municipios de León, Nicaragua*.**

→ **Contexto:** El maíz es uno de los cultivos básicos consumidos y producidos en León, Nicaragua. La zona se caracteriza por un clima seco con poca precipitación por año. El uso de leña para cocinar es una de las razones de la deforestación en la zona. Según las autoridades nacionales el cambio climático han exacerbado las condiciones secas de la zona con eventos de sequía recurrente que afecta a la población que depende de la agricultura como sustento.

→ **Reto:** El uso de biochar tienen beneficios positivos en las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, por ejemplo, pH, capacidad de intercambio catiónico (CIC), acidez del suelo, materia orgánica y condición de retención de agua. Por lo tanto el uso de biochar en áreas secas es una alternativa para ayudar en la capacidad de retención de agua suelo y sostener la producción agrícola. El biochar es reconocido, también, como un método para la compensación de las emisiones de gases de efecto invernadero cuando el biocarbón es secuestrado en el suelo. Biocarbón puede ser producido por pequeños productores adaptando sus sistemas de cocina, para la producción de energía para cocinar y biochar como subproducto que luego se aplicará al suelo para mejorar sus condiciones y finalmente aumentar el rendimientos de los cultivos. A la vez, al usar cocinas mejoradas se puede disminuir la presión en la recolección de leña. En este trabajo, se investigó el efecto de biochar en maíz, su rendimiento, y la percepción de los agricultores en el uso de biochar.

→ **Enfoque metodológico:** En el presente trabajo, se investigó el efecto de los abonos de biochar y las aves de corral en tres clases de textura del suelo diferentes (arenoso franco, franco arenoso, y arena-arcilla-limoso) sobre los rendimientos de maíz. Se midieron las siguientes variables: tasa de infiltración de agua, densidad aparente, capacidad de retención de agua, materia orgánica, pH, capacidad de intercambio catiónico, contenidos de nutrientes (Ca, Mg, K, N de N03, P) y peso de elote y mazorca de maíz y biomasa de la planta. Una cocina mejorada de Biochar (EMB) fue construida y distribuida entre los agricultores y comparaciones fueron hechas entre las cocinas tradicionales y la cocina mejorada. Para hacer las comparaciones entre tipos de cocción y cocinas, se llevaron a cabo análisis cuantitativos y cualitativos.

→ **Aspectos Destacados:** Con la aplicación de biochar la capacidad de retención de agua en el suelo puede aumentar hasta en un 18% independiente de la textura del suelo. El pH aumentó a 7.36.

- Biochar + gallinaza (15 t/ha) aumentó el valor del contenido de macronutrientes en el suelo: Ca: 324 mg/100g, K: 111 mg 100g, Mg: 35 mg/100g, N: 35 mg/100g, P: 66mg/100g. Los valores de densidad aparente disminuyó (0,82 g/cm3) en los suelos con textura arena-arcilla-franco. Además, el biochar + gallinaza mejoro la textura del suelo, permitiendo un mejor sistema radicular de las plantas de maíz y aumento de rendimientos de maíz.
- *Cocina mejorada de biochar.* El comportamiento térmico de la cocina mejorada mejorada, es similar a las cocinas tradicionales, llegando a 340°C en 60 minutos. El tiempo total de cocción en la cocina mejorada de biochar fue menor. El consumo de madera fue la misma en ambos casos. Los rendimientos de biochar en la cocina mejorada fue del 26%. 78% de los productores/usuarios, manifestaron sentirse muy satisfechos con los resultados del uso de biochar en sus cultivos. El humo de la cocina y los precios fueron las barreras mencionadas por los usuarios/productores para el uso de la cocina mejorada de biochar. Sin embargo, el tiempo para cocinar, estética, facilidad en la preparación de la madera a utilizar en la cocina, durabilidad y facilidad de utilizar, fueron las características de agrado de los usuarios. El 100% de los usuarios están satisfechos con el uso de biochar.

Identidad territorial, una contribución al proceso de gobernanza. Un análisis del contexto socio-institucional en el Macizo de Peñas Blanca, Nicaragua.

→ **Contexto**: Un territorio es un espacio socialmente construido, el resultado de procesos históricos, sociales y culturales que lo hacen único. Territorios climáticamente inteligentes (TCI) se definen como un modelo que busca transformar la manera en que la población comprende su entorno y la naturaleza de su relación con él. Cada territorio tiene una identidad, definida por la condición de vivir en un lugar determinado.

→ **Desafío:** Fortalecer el proceso de gestión territorial es una parte clave del programa agroambiental del CATIE. Este proceso busca apoyar las buenas prácticas de gobernanza y la gestión conjunta de un territorio. Aquí presentamos un análisis del contexto socio-institucional existente en la reserva de Peñas Blanca, Nicaragua.

→ **Enfoque metodológico:** Se llevó a cabo un proceso participativo, que promueve una continua observación de la realidad para transformarla, y por otro lado promueve la inclusión de actores clave del territorio. Entrevistas, historias de vida, transectos, observación participativa y talleres locales estaban entre las herramientas utilizadas para llevar a cabo el análisis.

→ **Aspectos Destacados:** El territorio de Peñas Blancas está compuesto de cinco sub-territorios pertenecientes a tres municipios. Cada uno de los sub-territorios tiene su propia historia de creación y de colonización. El sentimiento de pertenencia varía entre edades; las generaciones más jóvenes tienen un mayor sentido de pertenencia que las generaciones mayores.

- Las plataformas locales que trabajan en Peñas Blanca tiene un alto potencial para la gestión ambiental y apoyan las actividades inter-municipales que se llevan a cabo en el territorio. Nuevos temas se pueden atribuir a las plataformas locales en lugar de promover nuevas estructuras de organización. Las plataformas a nivel municipal no centran su trabajo solo en

Peñas Blanca, pero hay un interés en colaborar en tema compartidos tales como agua, seguridad alimentaria y alternativas agrícolas de producción para reducir la presión sobre los bosques naturales restantes.

- El instrumento de comunicación disponible y más utilizado por las plataformas locales es la radio. Por ejemplo, Radio Bosawás ubicado en el municipio de El Cuá, no sólo se utiliza este medio como difusión de noticias pero para crear conciencia sobre temas ambientales, especialmente dirigido a agricultores.

El gobierno de Nicaragua tiene leyes, decretos y otros instrumentos que favorecen la buena gestión de los recursos naturales. Sin embargo, las oficinas locales tienen baja tasa de ejecución de actividades y los técnicos baja capacidad de coordinación.

***Impacto de créditos verdes, financiado por el proyecto CAMBIO, en el establecimiento de sistemas silvo-pastoriles en las fincas ganaderas en localidades del centro norte de Nicaragua*.**

→ **Contexto:** La ganadería ocupa el 70% de la superficie agrícola en todo el mundo. Este sector contribuye con el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, degradación del suelo y deforestación. En América Central, el 35% de los bosques fueron convertidos en pastizales. Es urgente la adopción de buenas prácticas en las fincas ganaderas.

→ **Desafío**: Los sistemas silvo-pastoriles (SPS) han demostrado ser opciones sostenibles para la intensificación de la ganadería. Sin embargo, los ganaderos requieren incentivos para ayudarles a adoptar SPS en sus sistemas. Los créditos verdes son un tipo de mecanismo financieros disponible para los agricultores que integran prácticas verdes en sus fincas. En esta investigación se evaluó el impacto de los créditos verdes promovidos por el proyecto Mercados Lentroamericanos para la Biodiversidad (CAMBIO) y la asistencia técnica proporcionada por NITLAPAN en la adopción de sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas.

→ **Enfoque metodológico**: Las limitaciones y lecciones aprendidas en el acceso a créditos verdes fueron documentados a través del análisis de la base de datos de beneficiarios de NITLAPAN y del proyecto CAMBIO. Para analizar el impacto del crédito verde en la adopción de SPS, se seleccionaron al azar 70 fincas beneficiadas con los incentivos y 30 fincas sin incentivos**.**

- *Destacados:* Los créditos fueron clasificados como positivos por los agricultores. El 91% de los agricultores indicó que gracias al incentivo establecieron sistemas silvopastoriles en sus fincas. El 89% de los agricultores recibió Bio Premium (equivalente a 14% de la cantidad total del crédito) que es la medida del cumplimiento de los compromisos (establecimiento de SPS).
- El 94% de los agricultores tienen conocimientos previo sobre SPS, una condición que favoreció la adopción de SPS. La asistencia técnica proporcionada por NITLAPAN tuvo un efecto positivo en la adopción de SPS. Con la adopción de SPS, los agricultores pueden obtener otros productos proveientes de los árboles como leña, madera y sombra para el ganado, alimento y como estética.
- Los agricultores indicaron satisfacción con respecto a la tasa de interés del crédito concedido, creen que el crédito tenía mejores términos de condiciones en comparación con otros créditos que han recibido en el pasado.

Hubo un efecto positivo en la ganadería con la implementación del proyecto CAMBIO, por ejemplo, un aumento en la cobertura arbórea fue evidente en las fincas estudiadas, así como una reducción de las pasturas naturales a pasturas mejoradas e incremento de bancos forrajeros. El índice de biodiversidad de las fincas de ganado aumentó en 0,03 puntos, un efecto directo del mecanismo financiero.

Índice de desempeño social para la priorización de la inversión agrícola bajo el enfoque de Agricultura climáticamente inteligente en dos territorios (NicaCentral y Trifinio) de América Central

→ **Contexto**: La agricultura climáticamente inteligente (CSA) es un enfoque que busca soluciones innovadoras hacia las metas de aumentar los rendimientos, mejorar la resiliencia y promover un sector agrícola de baja emisión. CSA también identifica opciones integrales para la promoción de las sinergias, evluar las barreras para la adopción de nuevas prácticas e integrar financiamiento de fondo de clima con inversiones agrícolas de modelo actual.

→ **Desafío:** Una metodología para la priorización de prácticas agrícolas fue desarrollada por el programa CCAFS CGIAR, para operacionalizar el enfoque de la CSA a través de la selección y clasificación de las carteras de inversiones. Esta metodología debe ser flexible y ajustada/adaptada a las condiciones locales de cada territorio o país donde se aplica. Para ello, un enfoque participativo e incluyente se pone en marcha para que el documento sea una herramienta útil en la toma de decisiones para la mitigación y adaptación al cambio climático a todos los niveles. En este estudio, se aplicó la metodología de CGIAR-CCAFS-CATIE en dos territorios climáticamente inteligentes de del programa ambiental del CATIE. El objetivo del presente estudio es proponer indicadores sociales para acompañar el conjunto de indicadores utilizados en la priorización de CSA. El resultado esperado de este estudio es el catálogo de prácticas de CSA y la cartera de inversiones disponibles para los pequeños agricultores.

→ **Enfoque metodológico:** cuatro pasos son la base para el proceso de priorización de la metodología CSA: i) evaluación preliminar de prácticas ii) identificación de las principales opciones, iii) los costos y beneficios estimados iv) definición de cartera. Para la evaluación de las prácticas agrícolas en los pasos 1 y 2 una lista de indicadores es definida, basado en los tres pilares del enfoque CSA. Un total de 12 indicadores fueron utilizados para la evaluación de las prácticas y fue hecho por la opinión de expertos y evaluado por los actores locales.

- A destacar: El conjunto de indicadores sociales propuestos fueron: equidad, brecha generacional, disponibilidad de alimento, conocimiento, experimentación agrícola, relaciones sociales y fortalecimiento organizacional. De este conjunto de indicadores, los tres indicadores con mejor puntajes fueron: equidad, disponibilidad de alimento y conocimiento.

En el Trifinio las prácticas con un alto retorno social fueron: preparación de abonos orgánicos, insumos químicos y biológicos para el manejo de plagas y enfermedades en huertos, selección de semillas y almacenamiento de granos básicos, los sistemas agroforestales, y el establecimiento de barreras vivas en los potreros. La evaluación de las prácticas CSA con los indicadores sociales propuestos apoyan la importancia de la innovación y diversificación productiva, como una estrategia para adaptarse a las cambiantes condiciones del clima y como un vehículo para mejorar el bienestar, la equidad y la inclusión en los territorios.

Ordenación del territorio, desarrollo de propuestas y perfiles de la política normativa para las zonas afectadas por el huracán Félix en la región autónoma del Caribe del norte, Nicaragua.

→ **Contexto**: La ordenación de un territorio después de un desastre natural, basado en el grado de capacidad de intervención y uso de la tierra, es esencial para asegurar una gestión adecuada de las zonas afectadas y mejorar las condiciones ambientales y socioeconómicas de la población que vive allí. El gobierno de Nicaragua a través de sus ministerios han desarrollado una serie de programas para el desarrollo y proyectos sociales para reducir la pobreza en zonas rurales y abandonadas.

→ **Reto:** El huracán Félix en 2007 golpeó la región autónoma del Caribe del norte y afectó a 1,2 millones de bosques latifoliadas y coníferas. Se estima que una gran proporción de los árboles en estos bosques cayó y sólo una parte de ellos fueron cosechadas (extracción de árboles dañados/caídos y utilizados en la industria de la madera). El actual objetivo del estudio es proponer una zonificación de uso de la tierra como una medida para restaurar las zonas afectadas por el huracán Félix. Esta zonificación es una herramienta de consulta y planificación donde la visión para el desarrollo sostenible de la región está alineado con la restauración para el manejo forestal.

→ **Enfoque metodológico:** utilizando el software de GIS se modelaron los escenarios de futuro de gestión de uso de la tierra. Información cartográfica y secundaria se reunieron a través de la revisión de políticas y leyes, así como, entrevistas a lugareños afectados por el huracán Félix, y funcionarios de instituciones gubernamentales / no gubernamentales. Con esta información se modela y genera los mapas de futuro uso de la tierra.

- Destacados: En el escenario deseado en 2032 se incluye áreas de bosques para la cosecha, un aumento en el área agrícola y de gestión/aprovechamiento forestal y áreas de pasturas para apoyar a las personas que viven en la región. Según el uso potencial del suelo, el 64% del área está clasificada para la agricultura y ganadería, 27% para el manejo forestal y el 6% para la conservación del agua.
- La superficie actual cubierta por áreas protegidas es del 8% y con la zonificación propuesta aumentará al 20%, incluyendo bosques ribereños y protección para la conservación del agua.

La propuesta de uso de suelo (zonificación) contiene cinco categorías de manejo: 1) bosque de restauración y recuperación (41%) para la prestación de servicios de producción y ecosistema, 2) protección (20%), 3) zonas de aprovechamiento de bosque (26.7%), 4) agricultura y ganadería (12%) y 5) infraestructura y áreas especiales (0.3%). Cuatro acciones se definen en la propuesta: planificación y restauración de áreas perturbadas, manejo forestal, fortalecimiento de organizaciones, desarrollo de infraestructura y provisión de servicios básicos.

Propuesta metodológica en el contexto de bienestar humano y el cambio climático para la elaboración de plan de gestión de áreas protegidas en Nicaragua. Estudio de caso: Plan de manejo de la reserva natural Peñas Blancas, Nicaragua.

→ **Contexto:** El 18% del territorio nicaragüense está bajo alguna categoría de protección. 76 áreas protegidas (PA) están registradas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) en nueve categorías de manejo. Los principales objetivos de la creación de áreas protegidas, es proporcionar servicios ecosistémicos y preservar el patrimonio natural y cultural. El proceso de planificación se

da a través de un plan de manejo que explican las pautas para la administración y gestión de la zona núcleo y su zona de amortiguamiento.

→ **Reto:** En la última década, Nicaragua ha iniciado un proceso de fortalecimiento del SINAP, consecuentemente el 67% de las áreas protegidas cuentan con un plan de manejo y un 13% están en proceso de consulta. Se redactó el plan de manejo de la Reserva Natural Macizo de Peñas Blancas en el 2011 en colaboración con organizaciones locales e internacionales. Sin embargo, una evaluación de la vulnerabilidad de la zona donde se encuentra, demostró que el cambio climático amenaza la sostenibilidad de esta área. En este trabajo, se formuló una propuesta metodológica para extraer lecciones aprendidas en el proceso de concepción de un plan de manejo y la posibilidad de actualizar el plan de manejo a las actuales circunstancias.

→ **Enfoque metodológico:** para desarrollar la propuesta metodológica se siguió un enfoque de cuatro pasos: 1) revisión de literatura, 2) documentación de experiencias a través de grupos focales y entrevistas, 3) formulación de la propuesta metodológica (talleres/entrevistas) y 4) validación de la metodología.

→ **Aspectos destacados:** La elaboración del plan de gestión (2011-2015) se hizo utilizando el marco metodológico propuesto por The Nature Conservancy, debido a la ausencia de un marco metodológico nacional. Las barreras identificadas a nivel municipal e institucional en el proceso de implementación del actual plan de gestión, fue el poco reconocimiento del plan de gestión como una herramienta para la planificación estratégica. Por ejemplo, los municipios no toman en cuenta el plan de manejo a la hora de planificar las actividades ambientales para llevar a cabo a nivel municipal.

La metodología propuesta por Nicaragua, explica claramente los enfoques necesarios para una planificación estratégica que son: teoría de la adaptación, análisis ecosistémicos y bienestar humano general. Esta propuesta es acompañada por una caja de herramientas que muestra paso a paso cómo actualizar el plan de manejo que facilitará su aplicación.

Sistematización del proceso de gobernanza de la tierra comunal en dos territorios indígenas: Wangki Twi Tasba Raya y AMASAU, región autónoma del Caribe norte, Nicaragua

→ **Contexto:** Las comunidades indígenas de la región caribeña de Nicaragua tienen una larga historia de lucha por el reconocimiento de sus derechos a la tierra. Tratados y pactos internacionales nacionales reconocen los derechos de los pueblos indígenas a la autodeterminación y territorios. Nicaragua con la promulgación de la ley 145 reconoció los derechos de los indígenas a reclamar sus territorios históricos y lograr el reconocimiento nacional de su patrimonio y la propiedad colectiva.

→ **Desafío:** Los grupos indígenas reclaman la protección, seguridad y permanencia de sus tierras comunales. Este proceso pretende desalojar a terceras partes que viven en sus tierras históricas o negociar una vida pacífica con grupos no indígenas basados en la normativa del territorio. Las comunidades indígenas Wangki Twi Tasba Raya y AMASAU pidieron a FADCANIC-CEDEA (una organización no gubernamental local) su apoyo para ayudar en la formulación de una guía con

procedimientos internos para el proceso de saneamiento de tierras. El estudio actual, documenta el proceso de saneamiento de derechos de tierras y su implicación en el proceso de gestión de las tierras comunales.

→ **Enfoque metodológico:** se realizó un análisis de experiencias a través de la reconstrucción del proceso y evolución de la gobernanza de la tierra comunal en dos territorios indígenas. Este proceso de gobernanza ha sido apoyado por dos organizaciones a diferentes intervalos de tiempo: MASANGNI R.L. de 2012 a 2014 y CEDEA-FADCANIC (2016-2017)**.**

→ **Aspectos destacados:** los resultados del proceso de sistematización demostraron que los grupos indígenas tienen un gran interés en la conformación de las tierras comunales, este proceso refuerza la autonomía de los territorios indígenas. Estos dos factores representan una oportunidad única para avanzar en el reconocimiento de los derechos indígenas.
Se han definido nuevas reglas en la comunidad con la redacción del manual de procedimientos que brinda claramente el control directo de la tierra y recursos naturales a las comunidades Wangki Twi Tasba Raya y AMASAU.

- Una de las mejores prácticas identificadas en el proceso fue la participación inclusiva y amplia de los actores locales, entre ellos, mujeres y hombres de diferentes grupos de edades que facilitaron el avance en el proceso de elaboración del manual.
- El manual de procedimientos ha demostrado ser un mecanismo útil para la contención de la agricultura y del avance de la ganaderíaa, especialmente al regular el acceso de terceros al territorio.

La presencia de los partidos políticos fue identificada como un factor negativo durante el proceso de elaboración de la guía de procedimientos, estos actores tienen mucha influencia y pueden distorsionar el potencial organizativo de las comunidades y sus territorios para llevar a cabo el proceso de control de la propiedad y la aplicación de las nuevas regulaciones para administrar su territorio y sus recursos naturales. También se observa división comunal. En este sentido, los procesos de resolución de mediación y conflicto se recomiendan internamente, destacando sus propios potenciales y capacidades a través de sus instituciones indígenas.

Una propuesta para adaptar el cultivo de cacao para el futuro cambio climático en Waslala, Nicaragua

→ **Contexto:** La productividad agrícola en Nicaragua es altamente afectada por sequías, inundaciones y variaciones erráticas en el clima. Estos resulta en una productividad anual reducida (pérdidas de cosecha totales y parciales) exarcebada por los impactos negativos causados por malas prácticas agrícolas, como la quema y otras condiciones como la baja calidad del suelo en áreas marginales. Este estudio analizó la capacidad de adaptación y posibles medidas de adaptación disponibles a los productores locales de cacao de Waslala, Nicaragua.

→ **Reto:** El cacao se está convirtiendo en un cultivo clave para la diversificación agrícola y generación de ingresos, sin embargo, los agricultores carecen de herramientas y datos para tomar decisiones informadas y adaptar el cultivo de cacao al cambio climático.

→ **Enfoque metodológico**: un total de 37 familias de productores de cacao que son miembros de la "Cooperativa de Servicios Agroforestales y de Comercialización de Cacao - Nicaragua" (CACAONICA) fueron seleccionados para evaluar colectivamente su capacidad de adaptación y resistencia al cambio climático. Un total de 47 indicadores de capacidad adaptativa y flexible que podría ser aplicado por las familias locales fueron seleccionados de la literatura publicada. Las mejores propuestas de adaptación fueron discutidas con los agricultores y personal técnico en talleres**.**

→ **Aspectos destacados:** Los cultivadores de cacao se agruparon en tres conglomerados según su capacidad de adaptación y resiliencia al cambio climático. Un total de 28 recomendaciones para la adaptación y resiliencia se proponen para los productores con baja capacidad adaptativa y flexible. Los productores de conglomerado uno se beneficiarían del uso de recursos naturales de una manera más sostenible, aumentarían las prácticas de conservación de suelo. Los agricultores del conglomerado dos deben fomentar la diversificación de dosel de sombra para tomar ventaja de una gama más amplia de bienes y servicios que los sistemas agroforestales de cacao proveen. Los productores de cacao en el conglomerado tres deben buscar maneras para depender menos de mano de obra contratada a través de la promoción de mayor participación familiar en actividades agrícolas.

Servicios ecosistémicos reconocidos por los habitantes del área de amortiguamiento del macizo de Peñas Blancas, en el territorio centro norte de Nicaragua.

→ **Contexto**: La autoconciencia de la gente es importante para promover o reforzar las buenas prácticas y las acciones de conservación que harían eficiente el uso sostenible de los recursos. Por otro lado, la identificación de las amenazas que condicionan o limitan estas acciones, permiten determinar qué estrategias de gestión conjunta o líneas de acción, los ciudadanos y otros actores clave pueden implementar, para lograr la gestión integrada de los recursos naturales.

→ **Desafío:** Este trabajo tiene como objetivo identificar qué servicios ecosistémicos (SE) son reconocidos por los habitantes que viven en la zona de amortiguamiento del Macizo de Peñas Blancas, y qué factores, tales como usos de la tierra y otras amenazas (presiones antropogénicas y climáticos) pueden afectar la provisión de dichos servicios ecosistemicos.

→ **Enfoque metodológico:** Las fuentes de información para la identificación de servicios ecosistemicos fueron: 1) observaciones de campo, 2) revisión de información secundaria, 3) entrevista abierta a especialistas y actores clave, 4) talleres para agricultores y 5) delimitación con GPS a través de la reserva. Para este estudio, se estudiaron tres áreas de conservación o ecosistemas: bosque nublado, fuentes de agua y agroecosistemas. Se utilizó el manual de planificación para la conservación de áreas protegidas, tanto para identificar amenazas (presiones y fuentes de presión) como para analizarlas, obteniendo un valor jerárquico global para conocer la amenaza más crítica para los servicios ecosistemicos. Finalmente, a través de un diagrama de causa y efecto, se identifican y describen las relaciones entre las amenazas críticas y los actores, lo que ayuda a decidir en qué temas intervenir para mitigar las presiones.

→ **Aspectos destacados:**

• El estudio exploró, identificó y caracterizó los bienes y servicios recibidos de tres ecosistemas: bosques, ecosistemas agrícolas y fuentes de agua.
• La relevancia de este estudio es que, dada la naturaleza social de los servicios de los ecosistemas, su reconocimiento es vital para determinar las formas en que la comunidad establece relaciones que conducen al establecimiento de líneas de acción definitorias, eficaces y eficientes, que contribuyen a resolver los problemas de pérdida de biodiversidad.
• El reconocimiento de los servicios ecosistemicos es una necesidad en sí misma, pero no lo suficiente para la conservación, debido a la falta de conciencia por parte de los actores clave con mayor impacto en el ecosistema, por lo tanto, cualquier estrategia para aumentar la conciencia sobre los servicios de los ecosistemas debe ir acompañada de una estrategia de organización y estructuración, que permite acceder a los recursos de manera inclusiva (grandes y pequeños productores en el área) equitativa y, por lo tanto, más democrática.

7. – Logros claves y futuro de CATIE en el Paisaje Centinela

Logros claves:

• Creación de sitios de investigación socioecológicos para participar en el trabajo a largo plazo para acumular datos, comparaciones y experiencias.

• Caracterización de los patrones de cobertura arbórea en fincas y en el paisaje, y los cambios que ocurren (o han ocurrido) entre estos diferentes tipos de uso de la tierra. El objetivo fue entender por qué ocurren los cambios, las consecuencias de estos cambios a diversas escalas (sitio, finca y paisaje) y las ventajas y desventajas entre la vulnerabilidad socioecológica y la eficiencia del sistema.

• Plataforma de datos estudiados y bases de datos sobre agrosilvicultura de cacao en América Central localizadas, evaluadas y documentadas de acuerdo con los estándares de Dataverse, disponibles en: https://dataverse.harvard.edu/dataverse/CATIE. Los datos han sido utilizados por investigadores y estudiantes de tesis de maestría.

• Se elaboró una colección de información bibliográfica sobre el potencial de producción de madera en ecosistemas forestales y árboles fuera del bosque.

• Se desarrollaron bases de datos bibliográficos (utilizando software Endnote) sobre sistemas silvopastoriles y arbustos forrajeros.

• Programa de Escuelas de campo implementado para estimular la adopción de innovaciones agroforestales y agroecológicas basadas en la ciencia en 1000 fincas en Nicaragua.

• Informar sobre prácticas agroecológicas y agroforestales como opciones para modernizar el sistema agroforestal. Las escuelas de campo desarrollaron sesiones de educación nutricional y prácticas alternativas para la preparación de alimentos. Además, incluyeron "cuestiones de género" para la división de trabajo por género en la red centroamericana de investigación a largo plazo sobre dinámica de bosques de producción natural constituidos formalmente.

• Establecimiento y fortalecimiento a Plataformas milti-actores en Nicaragua

¿Qué ha sido difícil?

Debido a la falta de presupuesto, no fue posible establecer un comité científico de socios dentro del Paisaje Centinela o llevar a cabo actividades de investigación definidas especialmente en Honduras, donde el CATIE y otros centros del CGIAR y CRP tienen menos proyectos e iniciativas. La integración de las iniciativas de los socios y el monitoreo socioecológico a largo plazo en el Paisaje Centinela ha sido lento debido a la falta de acuerdos y presupuesto.

El tema de Gobernabilidad es una cuestión clave muy difícil porque es un tema transversal identificado como uno de los principales factores que afectan el cambio del uso de la tierra y las oportunidades para desarrollar opciones sostenibles para el uso y la gestión de los recursos derivados de los árboles.

Un desafío clave se relaciona con el desarrollo de nuevos métodos para un inventario rápido y preciso de árboles y parches de bosque en fincas. Las opciones incluyen el desarrollo de dispositivos software-hardware que usan micro-drones, fotografías a baja altura, identificación de especies de árboles en tiempo real y esquemas de muestreo ajustados adecuadamente. Existen muchas dificultades para utilizar esta tecnología en América Central debido a la falta de legislación y regulación sobre el uso comercial (o de investigación) de esta tecnología.

Lo más desafiante ha sido establecer una plataforma binacional efectiva con planes estratégicos para investigar y monitorear el Paisaje Centinela. La capacidad organizativa es vital y muy importante, pero la falta de presupuesto ha sido una barrera para el desarrollo de una estructura organizacional efectiva.

Como centro regional, el CATIE continuará sus actividades en el Paisaje Centinela. Socios como CIRAD continúan la implementación de sus proyectos STRADIV y PRONTA. Una nueva iniciativa ICRAF-CATIE-CIRAD-IUCN-Universidad de Gotinga-Universidad de Hannover (proyecto IKI sobre árboles en fincas para la conservación de la biodiversidad y los medios de subsistencia) comenzó en mayo de 2018 y tendrá una duración de cinco años. Se identificaron sitios potenciales de trabajo integrador basados en esfuerzos anteriores y en curso del CGIAR (como CCAFS climate-smart village (CSV) y sitios centinela FTA) y sobre las prioridades del gobierno (como el corredor seco). Ya se ha realizado un trabajo de integración en CSV Tuma La Dalia entre CCAFS y CATIE con respecto a las encuestas de línea de base y la implementación de medidas agroforestales. El CATIE desarrollaría nuevas investigaciones a través de maestrías y tesis doctorales en el Paisaje Centinela para explorar las preguntas de investigación elaboradas, promover el desarrollo de territorios climáticamente inteligentes como una herramienta para lograr el bienestar humano sostenible e inclusivo y apoyar la integración efectiva de las acciones en educación, investigación e innovación para el desarrollo, en alianza con múltiples socios públicos y privados.

Aprovechando la información de la base de datos del sitio centinela, CATIE y sus socios pueden ayudar a promover algunos cambios de política en el uso de la tierra y generar conocimiento e instrumentos técnicos para cuantificar y promover tanto la biodiversidad en tierras agrícolas como la contribución de tierras agrícolas a una biodiversidad más amplia. El trabajo futuro también podría promover y mejorar la importancia de los árboles en los medios de vida y los servicios ambientales. Publicación de documentos, estudios y artículos realizados en agroforestería, árboles y medios de vida en el Paisaje Centinela y consolidación de la plataforma de investigación nacional y binacional.

8. - Bibliografía

CATIE-ICRAF. 2016. Use and integration of existing databases to answer key research questions for the Paisaje Centinelas (SL) program. Biblioteca Orton CATIE, Turrialba, Costa Rica 10-11 November 2016. Workshop memory. 15 p

CATIE-MAP. 2015. Informe anual/resumen MAP. 1 a v. Turrialba, CR. CATIE; MAP 2016. 24 p.

Chiputwa, B. 2016. An Exploratory Guide on Constructing Socio-economic Indicators for the Paisaje Centinela Project: The Case of the Nicaragua-Honduras Paisaje Centinela. ICRAF 56 p.

Databases on cocoa and coffee agroforestry in Central America located. Available in: https://dataverse.harvard.edu/dataverse/CATIE

Fréguin, S.; Wilson, C.; Flores, J.C.; López, Müller, E.; Huybrechs,F.; Pikitle, A.; Marchena, R.; Manzanares, D. 2014. Mapping institutions that govern Access and Uses of Natural Resources in the Nicaragua-Honduras Paisaje Centinela, Revealing the complexity, issues, and challenges of natural resource governance. CIRAD, NITLAPAN, CATIE-FTA. 127 p. Available in: https://paisajecentinela.org/NicaraguaHonduras/wp-content/uploads/2018/03/Institutional-Mapping-N-H-SL-Final-Report-1.pdf

Leguía, H.; Rapidel, B.; Somarriba, E.; Ordoñez, J. 2018. Estudio de línea de base CCAFS a nivel de hogar en Nicaragua y Costa Rica. Working paper No 278. Lima, Perú. Centro Internacional de Investigación Agroforestal. DOI: http://dx.doi.org/10.5716/WP18005.PDF.

Lohbeck, M., Winowiecki, L. A., Aynekulu, E., Okia, C., & Vågen, T.-G. (2018). Trait-based approaches for guiding the restoration of degraded agricultural landscapes in East Africa. Journal of Applied Ecology, (January), 1–10. https://doi.org/10.1111/1365-2664.13017

Parmutia, M. 2018. Exploratory Analysis of Soil Variables, Summary graphs, April 2018. World Agroforestry Centre, 10 p.

Sepúlveda, Norvin; Ordoñez, Jenny ; Baraka, Paul; Gassner, Anja; Somarriba, Eduardo ; Chiputwa, Brian; Makui, Parmutia, 2015, "Nicaragua - Honduras Household Baseline", https://doi.org/10.7910/DVN/G42GSD, Harvard Dataverse, V9, UNF:6:DD187hqDGvVLqbYrnkFlnw

Sepúlveda, Norvin. Ordoñez, Jenny. 2015. Nicaragua Honduras Paisaje Centinela. CATIE, documento de trabajo, 6 p. Available in: https://paisajecentinela.org/NicaraguaHonduras/wp-content/uploads/2018/03/Taller_Importancia_arboles.pdf

Sepúlveda, Norvin. 2016. Articulando ciencia, educación y desarrollo rural. Taller: Importancia de los árboles para el ambiente y los medios de vida de las familias rurales de Nicaragua. CATIE, memoria de taller. 8 p. Available in: https://paisajecentinela.org/NicaraguaHonduras/wp-content/uploads/2018/03/Taller_Importancia_arboles.pdf

Sepúlveda, Norvin.; Ulloa, Noel. 2014. Trip report: Biophysical Baseline training in the Western Amazonia Paisaje Centinela (Brazil, Peru and Bolivia). CATIE-CGIAR, 4p. Available in: https://paisajecentinela.org/NicaraguaHonduras/wp-content/uploads/2018/03/Taller_Importancia_arboles.pdf

UNESCO 2011- Formulario de propuesta de Reserva de Biosfera, 90 p.

Vågen, T.-G., Winowiecki, L. A., Tamene Desta, L., & Tondoh, J. E. (2013a). The Land Degradation Surveillance Framework (LDSF) - Field Guide v3. World Agroforestry Centre (ICRAF). Nairobi, Kenya: World Agroforestry Centre.

Vågen, T.-G., L. A. Winowiecki, A. Abegaz, and K. M. Hadgu. 2013b. Landsat-based approaches for mapping of land degradation prevalence and soil functional properties in Ethiopia. Remote Sensing of Environment 134:266–275.

Vågen, T.-G., & Winowiecki, L. A. (2013). Mapping of soil organic carbon stocks for spatially explicit assessments of climate change mitigation potential. Environmental Research Letters, 8(1), 015011. https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/1/015011

Vågen, T.-G., L. A. Winowiecki, 2014. Paisaje Centinelas. World Agroforestry Centre, 38 p.
Winowiecki, L., Vågen, T.-G., & Huising, J. (2016a). Effects of land cover on ecosystem services in Tanzania: A spatial assessment of soil organic carbon. Geoderma, 263, 274–283. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.03.010
Vågen, T.-G., Winowiecki, L.A., Tondoh, J.E., Desta, L.T., Gumbricht, T., 2016. Mapping of soil properties and land degradation risk in Africa using MODIS reflectance. Geoderma 263, 216–225. doi:10.1016/j.geoderma.2015.06.023.
Winowiecki, L., T.-G. Vågen, B. Massawe, N. A. Jelinski, C. Lyamchai, G. Sayula, and E. Msoka. 2016b. Landscape-scale variability of soil health indicators: effects of cultivation on soil organic carbon in the Usambara Mountains of Tanzania. Nutrient Cycling in Agroecosystems.
Winowiecki, L. A., Vågen, T. G., Kinnaird, M. F., & O'Brien, T. G. (2018). Application of systematic monitoring and mapping techniques: Assessing land restoration potential in semi-arid lands of Kenya. Geoderma, 327, 107–118. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.04.017

9. - Anexo 1: Publicaciones en el Paisaje Centinela por FTA

CATIE. 2014. Articulando Ciencia, Desarrollo rural y Educación en Nicaragua. Memoria. 18 p. Available in: https://paisajecentinela.org/NicaraguaHonduras/wp-content/uploads/2018/03/Memoria_simposio_final.pdf
CATIE. 2016. Articulando ciencia, educación y desarrollo rural: Taller: Importancia de los árboles para el ambiente y los medios de vida de las familias rurales de Nicaragua. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Workshop report. Available in: Available in: https://paisajecentinela.org/NicaraguaHonduras/wp-content/uploads/2018/03/Taller_Importancia_arboles.pdf
CATIE. 2017. Informe final del curso: Manejo de Bosques y Restauración de Paisajes Forestales. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 11 p. Available in: https://paisajecentinela.org/NicaraguaHonduras/wp-content/uploads/2018/03/Implementacion_manejo_bosques_secundarios.pdf
CATIE. 2017. Modelo de dinámica forestal. Available in: https://www.catie.ac.cr/gavilan/
CATIE-ICRAF. 2016. "Los Arboles en Fincas: su presencia y contribución a las familias rurales". Turrialba, Costa Rica 10-11 November 2016. Workshop report. Document is available in: https://www.youtube.com/watch?v=Dv97YUHuJTc
CATIE-ICRAF. 2016. Use and integration of existing databases to answer key research questions for the Paisaje Centinelas (SL) program. Biblioteca Orton CATIE, Turrialba, Costa Rica 10-11 November 2016. Workshop report. 15 p. Document available in: https://www.dropbox.com/home/Taller%20Integraci%C3%B3n%20SL
Cerda, R.; Ordoñez, J.; Carreño, G.; Amores, F.; Caicedo, W.; Oblitas, S.; Deheuvels, O.; Somarriba, E. 2018. Analysis of trade-offs between ecosystem services of provisioning and regulation, and plant biodiversity for better management strategies of agroforestry systems in Central America. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Working paper. 1st ed. Turrialba, CR: CATIE, 2018. 34 p. Available in: https://paisajecentinela.org/NicaraguaHonduras/wp-content/uploads/2018/03/Analysis-of-trade-offs-between-ecosystem-services-of-provisioning-and-regulation-and-plant-biodiversity.pdf
Chiputwa, B. 2016. An Exploratory Guide on Constructing Socio-economic Indicators for the Paisaje Centinela Project: The Case of the Nicaragua-Honduras Paisaje Centinela. ICRAF 56 p.
Cuadra, M.; Sepúlveda, N.; Ramirez, F.; Morales, J. 2018. Reporte sobre la Implementación del

manejo de bosques secundarios en la región Centroamericana, análisis preliminar de factibilidad y potencialidad de conservar o restaurar estos ecosistemas. Documento de trabajo, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 27 p. Available in: https://paisajecentinela.org/NicaraguaHonduras/wp-content/uploads/2018/03/Implementacion_manejo_bosques_secundarios.pdf

De Melo, E.; Astorga,C. 2015. Prevención y control de la roya del café: manual de buenas prácticas para técnicos y facilitadores. primera edición, Turrialba Costa Rica. 2015. (Serie técnica, documento técnico no 135), 96 p. Available in: https://worldcoffeeresearch.org/media/documents/Manual_Roya_Tecnicos-CATIE-WCR_2015-1.pdf

Estrada, E.; Delgado, L. 2018. Efectos del aprovechamiento de madera en bosques latifoliados tropicales con énfasis en Centroamérica. -1º ed. CATIE, Turrialba, C.R. 20P, documento de trabajo. Available in:https://paisajecentinela.org/NicaraguaHonduras/wp-content/uploads/2018/03/Efectos-aprovechamiento-de-madera-en-bosques.pdf

Faraj, L. 2015. Estudio de la cobertura del suelo en un ensayo experimental de largo plazo de sistemas agroforestales orgánicos y convencionales de café establecidos en Masatepe, Nicaragua. CATIE-FTA. Reporte de pasantia. 91 p

Faussion, M. 2014. Estudio del crecimiento de los árboles en un ensayo experimental de largo plazo de sistemas agroforestales, orgánicos y convencionales establecidos en Masatepe. CATIE, 36 p. Documento de tra bajo.

Finegan, B. 2014. Towards climate-smart forest management in the neotropics: climate, soil and spatial effects on vegetation in three altitudinal gradients. International Forestry Review 16 (5), Abstracts, XXIV IUFRO World Congress. Available in: International Forestry Review 16 (5), Abstracts, XXIV IUFRO World Congress

Finegan, B. 2015. A 21st Century Viewpoint on Natural Tropical Forest Silviculture. Tropical Forestry Handbook. DOI 10.1007/978-3-642-41554-8_121-1 # Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015. 28 p

Finegan, B. 2015. A 21st Century Viewpoint on Natural Tropical Forest Silviculture. Tropical Forestry Handbook. DOI 10.1007/978-3-642-41554-8_121-1 # Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015. 28 p. Available in: https://www.springer.com/?SGWID=0-102-24-0-0&searchType=EASY_CDA&queryText=finegan&submit=Enviar

Fréguin, S.; Wilson, C.; Flores, J.C.; López, Müller, E.; Huybrechs,F.; Pikitle, A.; Marchena, R.; Manzanares, D. 2014. Mapping institutions that govern Access and Uses of Natural Resources in the Nicaragua-Honduras Paisaje Centinela, Revealing the complexity, issues, and challenges of natural resource governance. CIRAD, NITLAPAN, CATIE-FTA. 127 p. Available in: https://paisajecentinela.org/NicaraguaHonduras/wp-content/uploads/2018/03/Institutional-Mapping-N-H-SL-Final-Report-1.pdf

Garcia, R.; Finegan, B.; Mulkey, S.; Pérez, N. 2014. Effects of forest fragmentation on successional dynamics of secondary forests in the San Juan-La selva Biological Corridor, Costa Rica. International Forestry Review 16 (5), Abstracts, XXIV IUFRO World Congress. Available in: International Forestry Review 16 (5), Abstracts, XXIV IUFRO World Congress

Lohbeck, M.; Winowiecki, L. A.; Aynekulu, E.; Okia, C.; & Vågen, T.-G. 2018. Trait-based approaches for guiding the restoration of degraded agricultural landscapes in East Africa. Journal of Applied Ecology, (January), 1–10. https://doi.org/10.1111/1365-2664.13017

Moraes, Ch. 2015.Potencial de producción de recursos maderables en ecosistemas forestales y árboles fuera del bosque. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Informe de trabajo. 15 p

Orozco, L; Deheuvels, O; Villalobos, M; Somarriba, E. 2015. El sector cacao en Centroamérica, estado de desarrollo en el año 2007. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Serie técnica-Informe técnico no.

401. 84 p

Pinoargote, M.; Cerda, R.; Mercado, L.; Aguilar, A.; Barrios, M.; Somarriba, E. 2016. Carbon stocks, net cash flow and family benefits from four small coffee plantation types in Nicaragua. Available in: Forests, Trees and Livelihoods DOI 10.1080/14728028.2016.1268544

Sepúlveda, N.; Barrios, M.; Somarriba, E.; Navarrete, E.; Navarrete, L.; Munguía, R.; Moraga, P.; Ponce, A. 2016. Efecto de la sombra y niveles de insumo sobre la producción de café en la región del pacífico de Nicaragua (2002-2015). CATIE, Turrialba, Costa Rica. Documento de trabajo. 21 p.

Sepúlveda, N.; Ordoñez, J. 2015. Nicaragua Honduras Paisaje Centinela. CATIE, documento de trabajo, 6 p. Avalilable in: https://paisajecentinela.org/NicaraguaHonduras/wp-content/uploads/2018/03/Sentinel_landscape_NH.pdf

Sepúlveda, N.; Ordoñez, J.; Baraka, Paul.; Gassner, A.; Somarriba, E.; Chiputwa, B.; Makui, P. 2015, "Nicaragua - Honduras Household Baseline", https://doi.org/10.7910/DVN/G42GSD, Harvard Dataverse, V9, UNF:6:DD187hqDGvVLqbYrnkFlnw

Sepúlveda, R. 2018. Integración de la adaptación y la mitigación en las políticas sobre cambio climático y uso de la tierra en Nicaragua. Documento de trabajo- 1 ed. Turrialba, CR. Available in: https://paisajecentinela.org/NicaraguaHonduras/wp-content/uploads/2018/03/Integracion_Adaptacion_Norvin_final.pdf

Somarriba, E.; Carreño, G.; Amores, F.; Caicedo, W.; Oblitas, S.; Cerda, R.; Ordoñez, J. 2017. Trees on farms for livelihoods, conservation of biodiversity and carbon storage: evidence from Nicaragua on this “invisible” resource. In: Florencia Montagnini, editor. Integrating Landscapes: Agroforestry for Biodiversity Conservation and Food Sovereignty. Advances in Agroforestry Research # 12. Pp. 369-393. https://doi.org/10.1007/978-3-319-69371-2_15.

Somarriba, E.; Orozco,L.; Cerda, R.; López, A. 2018. Analysis and design of the shade canopy of cocoa based agroforestry system. In: Pathmanathan Umaharan, editor. Achieving sustainable cultivation of cocoa. Burleigh Dodds Science Publishing Limited, Cambridge, UK. http://dx.doi.org/10.19103/AS.2017.0021.29

Somarriba, E.; Sepúlveda, N. Ayerdis, JR.; Cornelius, J. 2016. Frutales y maderables en patios y fincas de la zona de los Pueblos, Nicaragua. Serie Técnica Informe Técnico 404, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 68 p. Available in: http://bco.catie.ac.cr/boletines/es/ DOI 10.13140/RG.2.2.28280.03841

Somarriba, E.; Zamora, R.; Barrantes, J.;Malek, M.; Quesada, F. 2018. La simulación de los patrones espaciales y temporales de la sombra en un terreno arbolado: el software Shademotion 4.0. CATIE, Serie Técnica Manual Técnico #XX. XXX p. In press.

Somarriba, E.; Sepúlveda, N.; Ayerdis, R.; Cornelius, J. 2015. Frutales y maderables en patios y fincas de la zona de los Pueblos, Nicaragua. – 1º ed. – Turrialba, C.R : CATIE, 2016. 68 p. : il. – (Serie técnica. Informe técnico / CATIE; no. 404. Available in: https://paisajecentinela.org/NicaraguaHonduras/wp-content/uploads/2018/03/Sentinel_landscape_NH.pdf

Somarriba, E.; Orozco, L.; Cerda, Rolando.; López, A.; Cook, J. 2018. Analysis and design of the shade canopy of cocoa-based agroforestry systems. 32p. Available in: http://dx.doi.org/10.19103/AS.2017.0021.29

10. - Anexo 2: Publicaciones hechas por aliados en el Paisaje Centinela

Asdrúbal, V.; Detlefsen, G. 2014. Análisis del mercado y propuesta de estrategia de comercialización de los productos provenientes del manejo de las plantaciones de Teca y Melina de Hoja Ancha. CATIE-FINNFOR. 25 p

CATIE-MAP. Cápsulas de género y equidad. 2016. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 24 p. Available in: http://map.catie.ac.cr

CATIE. 2014. Evaluación de los Bosques Modelo de Costa Rica. CATIE, Turrialba Costa Rica. 19 p

CATIE-FINNFOR. 2014. Intercambio de experiencias entre redes centroamericanas de investigación a largo plazo y redes globales. Workshop report 12 p.

CATIE-FINNFOR. 2015. Estado de conservación de las poblaciones de cinco especies maderables en concesiones forestales de la Reserva de la Biosfera Maya, *Swietenia macrophylla, Cedrela odorata, Lonchocarpus castilloi, Bucida buceras, Calophyllum brasiliense*, Guatemala. III Congreso Mesoamericano de agroforesteria comunitaria, Petén, Guatemala, Noviembre 15, 2015. 22p. Available in: http://www.alianzamesoamericana.org/wp-content/uploads/2015/11/Presentaci%C3%B3n-Estado-deconservaci%C3%B3n-caoba-4-SP-en-RBM-Guatemala-Gustavo-Pinelo_LO.pdf

CATIE-MAP. 2016. Fortaleciendo los conocimientos de familias del Programa Ambiental Mesoamericano (MAP). CATIE, Turrialba, Costa Rica. 10 p. Available in: http://map.catie.ac.cr

CATIE-Proyecto MAP-N. 2016. Aprendiendo con las familias caficultoras el manejo agroecológico de sus cafetales. Electronic book.

De Camino, R; Carrera, F.; Villalobos, R. 2014. Effective territorial governance for the maintenance and restoration of ecosystem services: analysis of experiences. International Forestry Review 16 (5), Abstracts, XXIV IUFRO World Congress. Available in: https://www.researchgate.net/profile/Josique_Lorenzo/publications

De Camino, R; Carrera, F; Villalobos, R; Lorenzo, J; 2014. Local Team Leadership for Sustainable Development: The Case of the Model Forests of the Ibero-American Network. Available in: International Forestry Review 16 (5), Abstracts, XXIV IUFRO World Congress

De Camino, R; Lorenzo, J; Carrera, F; Villalobos, R; 2014. Efficiency in Development Cooperation: the experience of the Ibero-American Model Forest Network and its Model Forests. Available in: International Forestry Review 16 (5), Abstracts, XXIV IUFRO World Congress

Detlefsen, G., Somarriba, E. 2015. Producción agroforestal de madera en fincas agropecuarias de Centroamérica. In: Sistemas agroforestales en el Neotrópico: Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Montagnini F, Somarriba E, Murgueitio E, Fassola H, Eibl B. Editores. 1º ed. – Cali, CO: CIPAV; Turrialba, CR: CATIE, 2015. 454 p. : il. – (Serie técnica. Informe técnico / CATIE; no. 402). Available in: http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr.

Grogan, J.; Free, C.; Pinelo, M.; Johnson, A.; Alegria, R. 2014. Assessment of the conservation status of Big-leaf mahogany, Spanish cedar, and three secondary timber species populations in the forestry concessions of the Maya Biosphere Reserve, Petén, Guatemala. FINNFOR-CATIE. 53 p.

Kometter, R. 2014. “Elaboración de Tablas de Volumen en Plantaciones de Teca y Melina”. CATIE-FINNFOR. 48 p

Landry, E. M. 2014. Avances y Retos del Proceso de Bosque Modelo en Costa Rica. CATIE, 27p.

Leguía, H.; Rapidel, B.; Somarriba, E.; Ordoñez, J. 2018. Estudio de línea de base CCAFS a nivel de hogar en Nicaragua y Costa Rica. Working paper No 278. Lima, Perú. Centro Internacional

de Investigación Agroforestal. DOI: http://dx.doi.org/10.5716/WP18005.PDF

Leguia, H. 2014. Análisis de las causas subyacentes de la deforestación en la zona de Trifinio.CATIE-FINNFOR 16p.

Maravi, E. 2015. Field manual for timber verification: tool I – 1º ed. – Turrialba, C.R : CATIE. 36 p. il. – (Technical series. Technical manual / CATIE; no 123).http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/11554/7281/3/Field_manual_for_timber_verification.pdf. Available in: repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/11554/7281/3/Field_manual_for_timber_verification.pdf

Montagnini, F; Somarriba, E; Murgueitio, E; Fassola, H; Eibl, B. 2015. Sistemas Agroforestales: Funciones Productivas, Socioeconómicas y Ambientales. Serie técnica. Informe técnico 402. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Editorial CIPAV, Cali, Colombia. 454 p.

Ordóñez, Y.; Trujillo, A.; De Camino, R. 2014. Las normativas y trámites para el manejo forestal. Un obstáculo para el sector forestal en Centroamérica. Available in: https://www.researchgate.net/publication/262935836_Normativas_y_tramites_para_el_manejo_forestal_un_obstaculo_para_el_sector_forestal_en_Centroamerica

Padovan, M. 2016. Water dynamics and use in coffee shaded with *Tabebuia rosea Bertol* and *Simarouba glauca D.C*. compared to full sun coffee in sub optimal environmental condition for coffee cultivation. CATIE-BANGOR Universtity. PhD Thesis. Available in: http://e.bangor.ac.uk/9780/1/Padovan%20PhD%202016Title%20and%20abstract.pdf

Pallqui, N.; Hinojosa, S. 201,. Guía metodológica para la elaboración de planes de manejo de las áreas protegidas de Nicaragua.

Proyecto CATIE FINNFOR II. 2014. Analytical document and recommendation for regulatory changes at municipal level in Trifinio

Proyecto CATIE-FINNFOR II, 2014. Design and implementation six (6) forestry extension plans targeting community based SMEs in Leon & Chinandega, Nicaragua; Petén Guatemala; Intibucá, Honduras; and Hojancha, Costa Rica

R. de Camino; E. Rodríguez; M. Méndez; E.Marín; E. Londoño; O.Ledesma; P. Echeverri; S. Martel; Y.Monasterio; P. Valbuena; M. Segur; M. Valerio; V. Outon; J. Nouard; ; A.Merlin; R. Shillinger; R. Villalobos, F.Carrera. 2014. Effective territorial governance for the maintenance and restoration of ecosystem services: analysis of experiences in Model Forests. Available in: International Forestry Review 16 (5), Abstracts, XXIV IUFRO World Congress

R. de Camino; J. Lorenzo; F. Carrera; R. Villalobos. 2014. Local Team Leadership for Sustainable Development: The Case of the Model Forests of the Iberoamerican Network

"Sánchez, S.; Escobedo, A.; Gutierrez, R. 2015. Diagnóstico de la capacidad empresarial y socio-organizativa de empresas asociativas rurales basada en los medios de vida sostenibles. CATIE-MAP, Turrialba, Costa Rica. . 1º ed. – Turrialba, C.R. CATIE, 2015.

28 p.: il. – (Colección agronegocios / CATIE; no. 8). 30 p. Available in: http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8230/Diagnostico_de_la_capacidad_empresarial.pdf?sequence=1&isAllowed=y "

Schneider, L.; Lefebre, V.; Ewers, RM.; Medina, G.; Perez, C.; Somarriba, E.; Urbina, N.; Pfeifer, M. 2016. Abundance signals of amphibians and reptiles indicate strong edge effects in Neotropical fragmented forest landscapes. www.sciencedirect.com/science/journal/00063207/200

Siles, J.; Ramiréz, F.; Hernández, L .; Bustos, G.; Padilla, D.; Gutiérrez, I. 2015. Estrategia de equidad e igualdad en género. 1 era edición, Turrialba Costa Rica, 35 p. (serie ténica, manual tecnico. CATIE; no. 126). Available in:

http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7172/Estrategia_de_equidad_igualdad_genero.pdf?sequence=1

Vandrommea, M.; Trekelsa, H.; Somarriba, E.; Vanschoenwinkela, B. 2018. Are small water bodies inside epiphytic bromeliads breeding habitats for cacao pollinators? Vrije Universiteit Brussel-CATIE Available in: https://paisajecentinela.org/NicaraguaHonduras/wp-content/uploads/2018/03/Are-small-water-bodies-inside-epiphytic-bromeliads-breeding-habitats-for-cacao-pollinator.pdf

Venegas, A.; Detlefsen, G. 2015. Análisis del mercado y propuestas de estrategias de comercialización de los productos provenientes del manejo de las plantaciones de Teca y Melina de Hojancha. FINNFOR-CATIE, 25 p

Villalobos, R. Non-Timber Forest Products: a Sustainable Development Path Full of Obstacles. A Case Study in Costa Rica. CATIE, Turrialba.

Villanueva, C.; Oliva, A.; Torres, A.; Rosales, M; Moscoso, C; González, E. 2015. Manual de producción y manejo de aves de patio. – 1º ed. – Turrialba, C.R: CATIE, 2015. . : il. – (Serie técnica. Manual técnico / CATIE; no. 128), 64 p. Available in: http://map.catie.ac.cr

11. - Anexo3: Tesis desarrolladas por estudiantes de CATIE en el Paisaje Centinela

Tesis en Nicaragua

Acuña Villarreyna, AR. 2014. Análisis de las condiciones de manejo que propiciaron el impacto de la roya (Hemileia vastatrix) en la zona cafetalera de los municipios de Jinotega, el Tuma-La Dalia y San Ramón, Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 80 p.

Aker Narváez, CE. 2014. Evaluación del uso de estufas ecológicas, análisis de la producción y uso del biocarbón como enmienda del suelo en los rendimientos de maíz (Zea mays) en tres municipios de León, Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 71 p.

Albán Caicedo, WJ. 2016. Diversidad y almacenamiento de carbono, en dos sitios con diferente grado de intensificación de uso de suelo de Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 102 p.

Altamirano Tinoco, MA. 2012. Propuestas de adaptación de la Producción de cacao en Waslala, Nicaragua ante el cambio climático. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 88 p.

Amores Contreras, FM. 2016. Contribución de los árboles en finca a los medios de vida de familias rurales en dos sitios contrastantes de Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 68 p.

Arrieta Bolaños, S. 2015. Prácticas agroecológicas para mejorar la producción y la seguridad alimentaria en huertos caseros en Nicaragua Central. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 82 p.

Ayestas Villega, ED. 2014. Evaluación de diseños de sistemas silvopastoriles para mejorar la producción ganadera en el corredor seco del municipio de Matiguás, Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 79 p.

Bernales Leiva, IM; Bloomfield Melgar, H. 2016. Propuesta metodológica bajo el enfoque de bienestar humano y cambio climático para la elaboración de planes de manejo de las áreas protegidas de Nicaragua: estudio de caso plan de manejo de la reserva natural macizo de Peñas Blancas, Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 282 p.

Bogarín Bermúdez, N. 2014. Servicios Ecosistémicos reconocidos por los habitantes de la zona de amortiguamiento del Macizo Peñas Blancas, en el territorio Centro Norte de Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 71 p.

Camacho Pallqui, NC. 2016. Adaptación local al cambio climático a través de la planificación estratégica territorial participativa en la comunidad de Wasaka Abajo, Municipio De El Tuma-La Dalia, Matagalpa, Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 208 p.

Castillo, PA. 2013. Condiciones legales y habilitadoras para la conformación y el funcionamiento de comités de cuencas en Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 85 p.

Cortez Dávila, LM. 2016. Contribución de los huertos familiares a la seguridad alimentaria y nutricional de las familias que participan en el Programa Agroambiental Mesoamericano de Trifinio y área centro norte de Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 68 p.

Cuéllar González, G. 2017. Estrategia local de desarrollo sostenible bajo cambio climático en el territorio indígena Wangki Awala Kupia, Waspam, Región Autónoma de la Costa Caribe Norte, Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 138 p.

Díaz Santos, FG. 2017. Estimación del carbono aéreo almacenado y su relación con factores ambientales, en tres paisajes boscosos centroamericanos. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 143 p.

Dos Santos Moreira, N. 2017. Factores socioeconómicos que influyen sobre la presencia de árboles en fincas del paisaje Centinela Nicaragua-Honduras, en Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 108 p.

Espinoza Delvis, DG. 2012. Efecto del huracán Félix en la comunidad de murciélagos dispersores de semillas en la Región Autónoma del Atlántico Norte de Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 69 p.

Espinoza Mendoza, VE. 2016. Impulsores de cambio en el uso de suelo y almacenamiento de carbono sobre un gradiente de modificación humana de Paisajes en Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 170 p.

Espíritu Chávez, TW. 2012. Análisis hidrológico ante impactos del cambio climático y cambios de uso del suelo en la cuenca del río Compasagua, Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 73 p.

Estigarribia Canese, SE. 2016. Motivaciones y limitaciones para la generación de servicios ecosistémicos hídricos en fincas ganaderas en la microcuenca del Río Bulbul, Matiguás, Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 197 p.

García Salazar, JM. 2012. Densidad y diversidad de nematodos en sistemas agroforestales de café en asocio con bananos y sombra de leguminosas en Jinotega, Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 94 p.

Guerrero Pineda, Y. 2012. Impacto de créditos verdes del proyecto CAMBIo, en el establecimiento de sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de la Zona Central Norte de Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 103 p.

Gutiérrez Velásquez, C. 2016. Determinación de medios y estrategias de vida, nutrición rural y uso de agro biodiversidad con enfoque de género para el desarrollo sostenible en cuatro comunidades del municipio de Waslala, región autónoma del Atlántico Norte, Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 100 p.

Henao Bravo, EI. 2014. Potencial socioeconómico del manejo de bosques secundarios latifoliados: tres ejemplos de Centroamérica. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 93 p.

Kurmen Campo, JM. 2015. Validación del modelo de dinámica forestal “GAVILAN”: una herramienta para el manejo e investigación en bosques lluviosos tropicales de tierras bajas de Centroamérica. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 71 p.

León Leiva, KA. 2014. Identidad territorial como contribución a los procesos de gobernanza territorial: Un análisis del contexto socio institucional en la zona del Macizo Peñas Blancas, Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 128 p.

Narváez Guerrero, I. 2014. Desarrollo de una propuesta del bio-protocolo de consulta y consentimiento libre, previo e informado con el pueblo indígena Sauni Arungka, etnia Mayangna. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. . 91 p.

Ospina Rojas, DF; Rodríguez Cortés, AM. 2016. Construcción participativa de estrategias de desarrollo sostenible bajo cambio climatico en el territorio Macizo de Peñas Blancas, Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 177 p.

Ovalle Rivera, OC. 2015. Impacto del cambio climático en la productividad del café (Coffea arabica) bajo sistemas agroforestales en Costa Rica y Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 70 p.

Palacios Mejía, CE. 2018. Diversidad genética de Cedrela odorata L. en una matriz agropecuaria del Paisaje Centinela Nicaragua-Honduras y sus implicaciones para la restauración forestal. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 62 p.

Pérez Paguada, DR. 2015. Dinámica del crecimiento de Swietenia macrophylla y Carapa guianensis en bosques de la Región Autónoma del Caribe Norte de Nicaragua; evaluada a través del enfoque dendroecológico: una contribución al manejo forestal sostenible. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 104 p.

Pinargote Chang, M. 2014. Almacenamiento de carbono y beneficios familiares obtenidos de cafetales en fincas de pequeños productores de Nicaragua. . Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 47 p.

Ponce Ramírez, EF. 2012. Ordenamiento territorial y propuestas de acción normativa y perfiles para las áreas afectadas por el Huracán Félix en la Región Autónoma del Atlántico Norte, Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 166 p.

Rosman Hernández, JS. 2017. Sistematización del proceso de la gobernanza de la propiedad comunal en los territorios de Wangki Twi Tasba Raya y AMASAU, Región Autónoma de la Costa Caribe Norte, Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 76 p.

Ruiz Guevara, N. 2017. Indicadores de desempeño social para la Metodología de Priorización de Inversiones bajo el enfoque de Agricultura Climáticamente Inteligente en los territorios Nicacentral y Trifinio en América Central. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 134 p.

Sáenz, Y. 2012. Aporte del cacaotal en la economía y nutrición familiar en Waslala, Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica. , CATIE. 119 p.

Salguera Rodríguez, VH. 2017. Balance de gases de efecto invernadero, diversidad arbórea y su efecto en las reservas de carbono en usos de suelo de fincas ganaderas doble propósito del valle de Sico y Paulaya, Honduras. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 153 p.

Toruño Morales, I. 2012. Análisis financiero-económico de fincas con varias actividades productivas y el rol de la familia en la producción y toma de decisiones en el Centro Norte de Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 158 p.

Tesis en Honduras

Matute, B. 2016. Contribución de los huertos familiares a la seguridad alimentaria y nutricional de las familias que participan en el Programa Agroambiental Mesoamericano de Trifinio y áreas centro norte de Nicaragua. Honduras. Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE 51 p.

Morillo, Z. 2017. Elaboración y validación participativa de indicadores PROXY con enfoque de género para el desarrollo de ganadería sostenible en escuelas de campo de Choluteca, Honduras. Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE, 55p.

Salazar, FR. 2018. Análisis económico de prácticas silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas para mejorar La resiliencia climática en fincas productoras de leche en el municipio de Olanchito, departamento de Yoro, Honduras. Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE, 87 p.

Tejada, JM. 2014. Potencial socioeconómico del manejo de bosques secundarios latifoliados: Tres ejemplos de Centroamérica. Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica., CATIE, 93 p.