UNIVERSIDAD NACIONAL DE COSTA RICA
Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar
Escuela de Ciencias Ambientales
Ingeniería Forestal

Proyecto final de graduación para optar por el título de licenciatura en Ingeniería en Ciencias Forestales con énfasis en Manejo Forestal

Propuesta metodológica para cuantificar y compensar los servicios agroecosistémicos generados por la aplicación de buenas prácticas agropecuarias

Tutor:
Ph.D. Sergio A. Molina Murillo

Presentado por:
Ing. Andrea Fallas Henriquez

Campus Omar Dengo, Heredia, Costa Rica
Diciembre 2016

Proyecto Final de Graduación presentado el día 5 de diciembre de 2016 en la Escuela de Ciencias Ambientales de la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar de la Universidad Nacional de Costa Rica, para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Ciencias Forestales con énfasis en Manejo Forestal, ante el siguiente Tribunal Examinador.

.....

M.Sc. Albert Morera Beita
En Representación Decano, FCTM

.....

M.Sc. Wilbert Jiménez Marín
En Representación Directora, EDECA

.....

Ph.D. Sergio A. Molina Murillo
Tutor

.....

M.Sc. Jhonny Rosales Córdoba
Lector

.....

M.Sc. Federico Alice Guier
Lector

.....

Bach. Andrea Fallas Henríquez
Postulante

Resumen

El sector campesino con su producción diversificada es un actor clave en la seguridad alimentaria y una importante fuente de empleo en las con frecuencia empobrecidas zonas rurales en los países en desarrollo. Su producción diversificada y menos intensiva, es capaz de proteger y generar servicios ecosistémicos por los cuales con frecuencia no son compensados. Sin embargo, sin los apropiados incentivos, su actividad puede tornarse cada vez menos competitiva y preferible. El objetivo principal de este trabajo fue crear una herramienta de campo capaz de cuantificar y compensar los servicios agroecosistémicos (SAgro) generados en fincas agroforestales campesinas en el país, la cual se desarrolló con base en el trabajo titulado "modelo financiero de cuantificación de los servicios agroecosistémicos" creado por Lang y Peñarete en el 2012. En el 2013 la metodología propuesta fue probada por primera vez en el campo, y se determinó que su aplicación presentaba una serie de debilidades, las cuales demandaban una solución para el sector campesino del país, el cual a través de la Unión Nacional Agroforestal (UNAFOR) estaba interesado en contar con herramientas necesarias para proponer un esquema de pago por servicio ambiental diferenciado para dicho sector. Una importante revisión bibliográfica, la consulta a expertos, y la evaluación de 50 fincas a nivel nacional donde también se entrevistaron campesinos, permitieron la generación de una herramienta científica y técnica más sólida, con formas específicas de medir en el campo servicios ambientales generados por buenas prácticas agrícolas. En este proceso se estimó que con una compensación promedio de ₡ 147 946 por hectárea agropecuaria por año se podrían incentivar la producción o continuación de servicios ecosistémicos a través de buenas prácticas agrícolas, monto que puede ser usado como elemento para iniciar un proceso de negociación, el cual representaría un 65% del actualmente monto pagado en la modalidad de reforestación con especies nativas.

Agradecimientos

Ante todo, agradezco a Dios por permitirme recorrer este camino, por cada alegría y dificultad que puso en él, experiencias que me han generado valiosos aprendizajes.

Agradezco a Evelyn Chaves por darme la oportunidad de desempeñar este proyecto. A los representantes de UNAFOR: Geovanny Quirós, Eloy Méndez, Mireya Otárola, Ulises Blanco, Asdrúbal Cambronero, Ronald Esquivel, Francisco Chaves, Yamileth Solís y Randall Ureña, por su compañía en el trabajo de campo, por recibirme en sus hogares y hacer posible la realización de este trabajo.

Agradezco especialmente a: Jorge Rojas Charpentier, Geovanny Sánchez Salazar, Rigoberto Campos Cubillo, Dagoberto Gómez Argüero, Luis Solano Mata, Eida Quesada Rivera, Hermes Rivera Calderón, Gerardo Vargas Navarro, Rodrigo Cascante Vargas, Carlos Luis Pérez Rivera, Fernando Rojas Duarte, Adonay Anchía Torres, Edgar Barrantes Aguilar, Miguel Argüero Quesada, Antonio Gómez Carrillo, José Antonio Jiménez Mendoza, Roger Víquez Barrantes, Henry Pérez Fajardo, Alexander Alemán Fajardo, Nautilo Vega Zamora, Héctor Otárola, Older Chinchilla Fonseca, Mauricio Arce Retana, Ricardo Arce Días, William Hernández Valverde, Álvaro Retana Jiménez, Francisco Paniagua Segura, Moisés Cruz López, Emilio Flores Salas, Marta Eugenia Calvo Calvo, William Calvo Calvo, Aguinaldo Vargas Chacón, Albino Álvarez Carbajal, Xinia Lizano Solís, Lenin Chaves Rodríguez, Otoniel Murillo Rodríguez, Ofierde Ovando Blanco, Danilo Calvo Román, José Monge Arias, Wade Spencer Morre, Jorge Luis Vargas Bonilla, Mario Badilla Cordero, Miguel Ángel Calvo Garro, Rafael Ángel Méndez Trejos, Benjamín Bermúdez Cambronero, Víctor Manuel Cerdas y José Alfi Ávila Rojas, por permitirme ingresar a sus fincas, motivarme y compartir sus conocimientos conmigo.

Por su constante apoyo, asesoría, seguimiento y motivación agradezco a mi tutor Sergio A. Molina Murillo, así como a mis lectores Federico Alice y Johnny Rosales, por su valiosa ayuda y consejo.

Por último, agradezco o todos los profesionales, profesores, campesinos, empresarios y funcionarios, que me ayudaron a aclarar mis dudas y me colaboraron con la información necesaria para este trabajo.

Dedicatoria

Este trabajo es dedicado:

A la mujer que más admiro, la que me inspira cada día y la que ha creído en mí más que nadie: mi amada madre, por su apoyo incondicional, su gran esfuerzo y amor que me han permitido llegar hasta aquí.

A mi padre quien puso la primera semilla en mi corazón de amor hacia la naturaleza y hacia quienes trabajan la tierra, quien me ha enseñado a ser valiente, por apoyarme y sacrificarse por mí.

A mi hermana, que me motiva a ser un mejor ejemplo a seguir, por ser muchas veces mi fuente de distracción y diversión.

A toda mi familia Fallas y Henríquez, todos y cada uno de ellos con su ejemplo, amor, apoyo, consejo, han sido mi fortaleza, mis ganas de superación y mis maestros.

A mis amigos forestales con los que he recorrido un maravilloso trayecto, con los que pasé las mejores aventuras de mi vida, más que mis compañeros de carrera, mis compañeros de vida.

Abreviaturas y Acrónimos

BPAgro	Buenas Prácticas Agropecuarias
CFA	Categoría Factibilidad de la Aplicación.
FONAFIFO	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal
GEI	Gases de Efecto Invernadero
IFA	Índice de Factibilidad de la Aplicación
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PSA	Pago por Servicios Ambientales
PPSA	Programa de Pago por Servicios Ambientales
REDD+	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques y más (conservación, el manejo sostenible y el mejoramiento del stock de carbono)
SA	Servicio Ambiental
SAgro	Servicio agroecosistémico
SAF	Sistemas Agroforestales
UDESA	Unidad de Servicio Agroecosistémico
UNAFOR	Unión Nacional Agroforestal

Tabla de contenido

Resumen iii

Agradecimientos iv

Dedicatoria v

Abreviaturas y Acrónimos vi

Tabla de contenido viii

I Introducción 1

1.1. Planteamiento del problema 3

1.2. Justificación 5

1.3. Objetivos 7

II. Marco teórico 8

2.1. Sistemas agropecuarios y la degradación del medio ambiente 8

2.2. Buenas Prácticas Agropecuarias (BPAgro) 9

2.3. El PSA campesino 10

2.4. Debilidades de la propuesta inicial del modelo financiero de cuantificación de los servicios agroecosistémicos en fincas campesinas 12

2.5 Valoración de los servicios ecosistémicos 15

III Estrategia metodológica 17

I fase: Especificar una metodología para la estimación de los servicios agroecosistémicos generados por buenas prácticas agrícolas campesinas 17

II Fase: Validar la aplicabilidad en el campo de la nueva metodología de cuantificación y valoración de los servicios agroecosistémicos utilizando una muestra de fincas a nivel nacional. 18

a. Selección de la muestra 18

b. Trabajo de campo 21

c. Análisis de resultados 21

III Fase: Estimación de costo de ejecución de las buenas prácticas agropecuarias y compensación esperada 22

a. Estimación de los costos de aplicación de las buenas prácticas agropecuarias 22

b. Valor mínimo de compensación esperada por los servicios agroecosistémicos generados 25

IV. Resultados y discusión 26

4.1. Especificación de la metodología para la cuantificación de los servicios agroecosistémicos ……2
6
4.1.1. Creación de la herramienta para la cuantificación y valoración de los Servicios agroecosistémicos 26
4.1.2. Valoración de cada buena práctica agropecuaria 33
4.2. Prueba de la herramienta para la cuantificación y valoración los servicios agroecosistémicos 36
4.2.1. Relación entre el área de la finca y las UDESAs obtenidas 38
4.2.2. Comportamiento de las UDESAs cuando las fincas solo cuentan con un tipo de uso agropecuario 39
4.2.3. Aplicación de las buenas prácticas agropecuarias en el campo 40
4.2.4. Variabilidad de UDESAs 45
4.2.5. Aplicación en el campo de la nueva herramienta 45
4.2.6. Ajustes realizados en la herramienta después de la evaluación de campo 46
4.3. Estimación de costo de ejecución de las buenas prácticas agropecuarias y compensación esperada 52
4.3.1. Estimación de los costos de aplicación de las buenas prácticas agropecuarias 52
4.3.2. Valor mínimo de compensación por los servicios agroecosistémicos generados 58
V. Conclusiones 63
VI. Recomendaciones 65
VII. Bibliografía consultada 66
VIII. Anexos 78

Índice de cuadros

Cuadro 1. Tipos de servicios ambientales generados por los agroecosistemas 1
Cuadro 2. Resumen de las principales debilidades presentes en el modelos financiero de cuantificación de los servicios agroecosistémicos 14
Cuadro 3. Giras de campo realizadas 18
Cuadro 4. Ubicación de las fincas evaluadas por región 19
Cuadro 5. Categorías de CIFA para las BPAgro 24
Cuadro 6. Procedimiento para obtener el índice de factibilidad de aplicación de cada BPAgro 24

Cuadro 7. Montos pagados por FONAFIFO para las modalidades de PSA según Decreto ejecutivo Nº 39083 27
Cuadro 8. Buenas prácticas agropecuarias presentes en la herramienta de cuantificación y valoración de los servicios agroecosistémicos 28
Cuadro 9. Calificación y porcentaje para cada BPAgro evaluadas por el grupo se expertos consultados e incluidos en la nueva metodología propuesta 34
Cuadro 10. Área total y por uso agropecuario de cada una de las 50 fincas evaluadas. 37
Cuadro 11. Total de fincas en aplicar cada una de las BPAgro presentes dentro de la herramienta 42
Cuadro 12. Número de árboles por ha según las condiciones topograficas de los potreros 47
Cuadro 13. Valores de referencia del número de árboles o arbustos/ha según su uso del suelo 48
Cuadro 14. Instrumento de evaluación de las parcelas 49
Cuadro 15. Categoría de factibilidad de la aplicación de cada BPAgro, según los costos, el tiempo de trabajo, y las pérdidas en producción requeridas para su complimiento. 52
Cuadro 17. Porcentajes mínimos esperados como compensación por las inversiones requeridas para realizar las BPAgro. 59
Cuadro 18. Valores económicos por ha obtenidos por las fincas bajo los tres escenarios de compensación 60
Cuadro 19. Valores económicos de compensación por hectárea agropecuaria obtenidas para las fincas bajo los tres escenarios de compensación con la corrección de UDESAS 61

Índice de figuras

Figura 1. División geográfica de las cinco regiones agroproductoras de UNAFOR 18
Figura 2. Ubicación de las 50 fincas evaluadas en las cinco regiones agroproductoras de UNAFOR 21
Figura 3. Media y desviación estándar de las fincas con ambos usos agropecuarios y de las fincas con solo un uso 39
Figura 4. Media y desviación estándar de las fincas por tipo de uso 40
Figura 5. Porcentaje de fincas según el resultado de UDESAs 45
Figura 6. Distribución de UDESAs para la BPAgro 1.9 49
Figura 7. Distribución de UDESAs para la BPAgro 3.1. 50
Figura 8. Distribución de UDESAs para la BPAgro 5.1 50
Figura 9. Distribución de UDESAs para la BPAgro 5.2 51
Figura 10. Distribución de UDESAs para la BPAgro 5.4. 51

Índice de anexos

Anexo 1. Modelo Financiero de cuantificación de los servicios agroecosistémicos en fincas campesinas.....78

Anexo 2. Formulario de campo pago por servicios ambientales para agroecosistemas (con los cambios realizados después de la evaluación de campo).....81

Anexo 3. Cuestionario para expertos. 94

Anexo 4. Mapas con las ubicaciones de las fincas evaluadas en cada región agro productora de UNAFOR. 98

Anexo 5. Entrevista: Valor mínimo esperado por la compensación de los SAgro 100

Anexo 6. Guía para la utilización de la herramienta de cuantificación y valoración de los servicios agroecosistémicos (con los ajustes realizados después de la evaluación). 106

Anexo 7. UDESAs obtenidas en las 50 fincas por tipo de SAgro 139

Anexo 8. Costo de las BPAagro y porcentaje de compensación esperado 140

Anexo 9. Valor de compensación de los costos realizados con los tres escenarios 142

Anexo 10. Comparación entre los valores obtenidos por hectárea con y sin la corrección de UDESAs. 144

Anexo 11. Valor del servicio forestal de las fincas evaluadas. 146

Anexo 12. Valor total por año de las fincas evaluadas. 148

I Introducción

Los servicios ecosistémicos (SE) o servicios ambientales (SA) se definen como "*los beneficios que la población obtiene de los ecosistemas"* (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005). Según la FAO (2000), cuando los servicios ecosistémicos son generados por ecosistemas modificados intencionalmente por el ser humano para generar alimentos y fibras, son llamados servicios agroecosistémicos (SAgro). Estos últimos al igual que los SE, se clasifican en servicios de: abastecimiento, culturales, regulación y soporte **(Cuadro 1).**

Cuadro 1. Tipos de servicios ambientales generados por los agroecosistemas.

Tipo	Servicios
Abastecimiento	-Alimentos -Agua dulce -Materia prima como: tejidos, fibras y otros -Energías renovables -Acervo genético -Medicina natural y principios activos
Culturales	-Conocimiento, ciencia y tecnología -Conocimiento tradicional y ecológico local -Identidad Cultural -Disfrute espiritual -Belleza escénica -Recreación y ecoturismo -Educación ambiental
Regulación	-Regulación climática -Almacenamiento de carbono -Regulación de la calidad del aire -Regulación hídrica -Regulación morfosedimentaria -Regulación de suelo y nutrientes -Amortiguación de perturbaciones -Control biológico -Polinización
Soporte	-Ciclo de nutrientes -Formación de suelo -Producción primaria

Fuente: Ecosistemas del Milenio 2005

El Pago por Servicios Ambientales (PSA) consisten en una retribución monetaria realizada por aquellos directa o indirectamente beneficiados por el suministro de SA, a quienes

hacen posible la permanencia de los ecosistemas generadores de los SA (Moreno 2005). Este reconocimiento monetario tiene el fin de compensar al productor por los beneficios que deja de percibir como resultado de adaptar sus sistemas productivos para generar mayor calidad y cantidad de servicios ambientales; o como recompensa por generar SA que contrarrestan los daños de otros sectores. También pueden ser un modo de fomentar una práctica agrícola para abastecer la demanda de servicios de un cierto grupo de consumidores (FAO 2007).

El PPSA fue implementado en Costa Rica en 1997 con la Ley Forestal 7575 (art 3, literal k) en la que se define a los servicios ambientales como "*los que brindan los bosques y plantaciones forestales y que inciden directamente en la protección y el mejoramiento del medio ambiente*". Con esta implementación, se fomentó la reforestación, se incrementó los sumideros de carbono y el reconocimiento económico a propietarios de tierras con ecosistemas forestales (Camacho y Solano 2010).

Por otro lado, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) ha incursionado en programas para incentivar la agricultura orgánica a través de la Ley de Desarrollo, Promoción y Fomento de la Actividad Agropecuaria Orgánica N° 8591 de 2007. Estos incentivos se dividen en fiscales y no fiscales. Los primeros se refieren a la exoneración de impuestos disponible para el agricultor; mientras los no fiscales, en el Reconocimiento de Beneficios Ambientales para la Agricultura Orgánica (RBA). Este es un mecanismo que otorga un reconocimiento al productor por obras ambientales realizadas en sus fincas. Una vez aprobados estos pagos, se reconocerá al agricultor un monto base determinado por la Unidad Técnica para el Reconocimiento de Incentivos para la Producción Orgánica (UT) en el mes de diciembre durante tres años (MAG 2009). En el 2012 el programa contó con 2 023 participantes, de los cuales el pago más alto realizado fue de $2 200[1].

Para el pago de los beneficios ambientales agropecuarios, se estableció una reforma al artículo 5 de la Ley de Eficiencia Tributaria, en el que se asigna el 0,1% del impuesto único a los combustibles para el pago de dicho incentivo (Ley de Desarrollo, Promoción y Fomento de la Actividad Agropecuaria Orgánica N° 8591, reforma del artículo 5 de la Ley de simplificación y eficiencia tributarias, Nº 8114, de 4 de julio de 2001). Sin embargo, hasta la fecha esto no se ha ejecutado[2], y los fondos para la realización del programa

[1] Reyes, M.2012. Sistema de incentivo para la agricultura orgánica (Correo electrónico) San José, CR, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Programa Nacional de Agricultura Orgánica.

[2] Soto, G. 2013. Sistema de incentivo para la agricultura orgánica (entrevista). Heredia, CR, Universidad Nacional

provienen del presupuesto del MAG[3], lo que ha impedido un mayor desarrollo del programa.

Recientemente por el interés de otros sectores, la necesidad de innovar en el PPSA y la participación de Costa Rica en el programa de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques (REDD+), crece el interés de diversificar los PSA. Tal y como se establece en el plan de preparación de REDD+ (R-plan), en el que se percibe a los PSA como la base eventual para la estrategia REDD+ del país. Además, se plantea la creación de un PSA enfocado en el sector agroforestal (*conocido como PSA campesino*), que reconozca de manera integral las buenas prácticas agropecuarias y forestales que se realizan en las fincas de pequeños y medianos productores agroforestales (FONAFIFO 2011). El financiamiento para las etapas de preparación e implementación de los diferentes proyectos dentro de la estrategia REDD+ del país, entre ellos el PSA campesino, serían aportados por el programa ONU-REDD, Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF), Programa de Inversión Forestal (FIP) y otros organismos internacionales (Norman *et al.* 2015).

Como primer avance para la creación del PSA campesino, se creó el "modelo financiero de cuantificación de los servicios agroecosistémicos" (Lang y Peñarete 2012). Para evaluar su aplicabilidad, se utilizó una muestra de fincas en el Pacífico Central de Costa Rica. A partir de esta muestra, se concluye que la herramienta cuenta con una serie de debilidades que deben fortalecerse para avanzar en los procesos de aceptación y creación de un PSA campesino (Fallas 2014). Es por esto que este trabajo tiene como objetivo principal proponer una metodología para el PSA campesino basada en el modelo financiero de cuantificación de servicios agroecosistémicos.

1.1. Planteamiento del problema

El programa de pago por servicios ambientales (PPSA) vigente en Costa Rica, define a los servicios ambientales en el artículo 3 literal k como: *"Los que brinda el bosque y las plantaciones forestales y que incides directamente en la protección y mejoramiento del medio ambiente. Son los siguientes: mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (fijación, reducción, secuestro, almacenamiento y absorción),protección del agua para uso urbano, rural o hidroeléctrico, protección de biodiversidad para conservarla*

[3] Mena Villavencio, R. 2013. Sistema de incentivo para la agricultura orgánica (Correo electrónico). San José, CR, Ministerio de Agricultura y ganadería.

y uso sostenible, científico, y farmacéutico, investigación y mejoramiento genético, protección de ecosistemas, formas de vida y belleza escénica natural para fines turísticos y científicos" exceptuando los servicios ambientales generados de las buenas prácticas agropecuarias.

Tradicionalmente las fincas de los medianos y pequeños productores no dedican sus terrenos exclusivamente al uso de plantaciones o conservación de bosque, sino que se caracterizan por una diversificada producción en donde combinan bosques, siembra de árboles, cultivos, producción de animales e inclusive acuicultura. Además, en muchos de estos sistemas, se realizan una serie de buenas prácticas agropecuarias (BPAgro) tales como: las labranzas reducidas, la rotación de cultivos, producción orgánica, y el uso racional de fertilizantes, que inciden en la generación de servicios agroecosistémicos (UNAFOR 2012). Sumado a esto, y pese a que FONAFIFO ha implementado nuevos criterios de priorización (ej. Índice de Desarrollo Social) para favorecer la inclusión del pequeño productor, los trámites complejos, los costos elevados y los requisitos difíciles de cumplir, siguen imposibilitando al pequeño y mediano productor su participación en el PPSA (Porras 2010).

Según (Rosa *et al.* 2003), Una posibilidad para incentivar la inclusión de los pequeños productores, es incorporar al PPSA los SA generados por los agroecosistemas. En el periodo de 1998 al 2002 se analizó en el marco del proceso de conservación con el que inicia la Administración Rodríguez Echeverría una propuesta para crear un "Sistema Integral de Servicios Ambientales", donde se pretendía integrar a los sistemas agroforestales (SAF), a las reforestaciones urbanas, así como desarrollar un sistema más incluyente con participación de los sectores indígena y campesino. La propuesta pasó a la Asamblea Legislativa como proyecto de ley, donde no tuvo éxito por la falta de acuerdos entre los actores. Por lo que se sigue implementando hasta la fecha el mismo sistema de PSA establecido en la Ley Forestal de 1996. Sin embargo; con la implementación de la estrategia REDD+, se plantea la creación de un PSA enfocado en el sector agroforestal denominado PSA campesino (FONAFIFO 2011), el cual requiere un mecanismo para cuantificar y valorar los servicios agroecosistémicos.

Actualmente, existen diferentes casos y bibliografía sobre la valorización de los servicios ecosistémicos provenientes de los ecosistemas naturales, pero hay un vacío de información sobre los servicios derivados de los agroecosistemas (Rótolo y Francis 2008). La mayoría de estudios realizados en los agroecosistemas se enfocan en la valorización de un solo servicio como la polinización, la captura de CO_2 o el control biológico.

Algunas investigaciones en Costa Rica han abarcado el tema del reconocimiento de los SAgro en fincas principalmente ganaderas y cafetaleras, como es el caso de la "*Identificación participativa de la calidad de los servicios ambientales en la zona del Parque Internacional La Amistad"* por Stuchi *et al.* (2011) y la "*Implementación de sistemas silvopastoriles y el pago por servicios ambientales en Esparza, Costa Rica: una herramienta para la adaptación al cambio climático en fincas ganaderas"* por Casasola *et al. (*2009). Estos estudios abarcan la conservación del suelo, de la biodiversidad, la protección del recurso hídrico y la fijación de carbono, tomando como criterios los usos de la tierra asignándole un valor de importancia a cada uso. Sin embargo; estos trabajos dejan de lado las BPAgro que tienen importantes aportes en la generación de SAgro, así como otros tipos de sistemas productivos (Aisbet y Kragt 2010). Rótolo y Francis (2008) señalan que la valorización y cuantificación de los servicios agroecosistémicos representan un desafío, dada la gran variedad de agroecosistemas y sus complejas interacciones, además de que se deben encontrar métodos de evaluación que permitan contabilizar el aporte de los servicios derivados de los agroecosistemas de forma integral, es decir, tanto los servicios generados del componente forestal como del uso agropecuario.

1.2. Justificación

La propuesta de un PSA campesino nace de la necesidad de incorporar en la estrategia REDD+ al sector de los pequeños y medianos productores agropecuarios. Como primer avance para la creación del PSA campesino, se ejecutó una consultoría denominada: *"Modelo financiero de cuantificación de los servicios agroecosistémicos en fincas campesinas"* con el objetivo de evaluar y valorar los servicios agroecosistémicos (Laura y Peñarete 2012). Sin embargo; esta herramienta presenta una serie de debilidades. Primero, la recolección de datos para la cuantificación de los servicios se basa, principalmente, en entrevistas a los propietarios, y no cuenta con una guía estandarizada para su uso, lo que genera poca precisión en la cuantificación de las BPAgro aplicadas (Fallas 2014). Segundo, la herramienta da diferentes valores a las BPAgro, sin especificar o justificar el valor asignado. Tercero, el valor económico utilizado se fundamenta en un promedio del precio de mercado por tonelada de carbono, pero otros servicios como la protección del recurso hídrico y de la biodiversidad no están en función de esta equivalencia. Además, este promedio no representa la realidad de los intereses o capacidades que ofrece la generación de los SAgro ni de los que pueden reconocer dichos servicios.

La herramienta metodológica para el PSA campesino se vería mejorada sustancialmente con datos más precisos y con mayor respaldo científico, que permitan una mejor evaluación en el campo. Además, deben optimizarse los criterios para compensar económicamente las inversiones en buenas prácticas agrícolas que permitan mantener o aumentar una provisión de servicios agroecosistémicos. Por último, se requiere una validación a través de una muestra de fincas campesinas a nivel nacional.

1.3. Objetivos

Objetivo general

Proponer una metodología para cuantificar y compensar los servicios agroecosistémicos generados por buenas prácticas agropecuarias.

Objetivos específicos

Especificar una metodología para la estimación de servicios agroecosistémicos que permita diseñar un mecanismo de PSA campesino.

Validar la aplicabilidad en el campo de la nueva metodología de estimación de los servicios agroecosistémicos utilizando una muestra de fincas a nivel nacional.

Estimar posibles montos de compensación para incentivar buenas prácticas agropecuarias que permitan la provisión de servicios agroecosistémicos en fincas campesinas.

II. Marco teórico

2.1. Sistemas agropecuarios y la degradación del medio ambiente

Los agricultores, encargados de la gestión de los agroecosistemas, tienen gran peso en la cantidad y calidad de los servicios derivados de sus tierras; ya que sus decisiones en la producción de bienes pueden generar efectos positivos o negativos en el suministro de servicios para la población. Cuando la generación de servicios ambientales (SA) limita los ingresos para el productor, este último los subestima tomando decisiones sobre el manejo de sus sistemas productivos, prefiriendo prácticas agropecuarias convencionales que generan con frecuencia mayor productividad en el corto plazo pero al mismo tiempo mayor impacto ambiental negativo (FAO 2007). La agricultura es responsable del 13% de las emisiones globales de los principales gases de efecto invernadero (GEI): dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) (Smith y Bustamante 2014), al igual que es uno de los degradadores del recurso hídrico y de la biodiversidad (FAO 2007). En el caso de América Latina y el Caribe, la agricultura produce el 28% de las emisiones de GEI (BID 2014), y en Costa Rica genera el 10% (MINAE y IMN 2012).

El cambio de uso de la tierra de bosques a cultivos o pastos provoca la liberación de CO_2 hacia la atmósfera cuando la vegetación es removida, a través de descomposición o quema. Las emisiones de metano son liberadas principalmente por los sistemas pecuarios, a través de la descomposición de residuos, fermentación entérica (proceso digestivo de los animales) y producción de arrozales anegados. La cantidad de metano producida por los procesos de digestión depende, del tipo de animal y el tipo de alimentación, siendo los rumiantes como el ganado vacuno y ovino los que producen más CH_4. Entre mayor edad y tamaño tengan los animales, también se incrementará la cantidad de CH_4 que aporten a la atmósfera (Beathgen y Martino s.f).

El N_2O se produce de dos maneras directamente por los procesos biológicos de desnitrificación y nitrificación; o de forma indirecta cuando se proporcionan grandes cantidades de fertilizantes al suelo sin que este tenga la capacidad de absorberlo por completo (Taboada 2011). El uso de fertilizantes genera el 14% de las emisiones de N_2O provenientes de la agricultura (FAO 2014).

Por otro lado, la agricultura es responsable del 70% del uso total del agua dulce en el mundo y, para algunos países en desarrollo, este porcentaje aumenta hasta el 95% (FAO 2007). Los agroecosistemas también tienen incidencia en la contaminación del agua,

derivado por el uso de agroquímicos y desechos de los animales, degradando los ecosistemas acuáticos y poniendo en peligro la salud humana (FAO 2008).

La biodiversidad también se ve altamente afectada por los sistemas agrícolas convencionales, utilizando extensas áreas bajo monocultivos, o pastos para la ganadería. Otra práctica que repercute en la biodiversidad es el uso de plantas modificadas genéticamente, ya que estas desplazan las variedades nativas o autóctonas. Además, estos tipos de cultivos están asociados al uso intensivo de fertilizantes, herbicidas, insecticida y fungicidas, que disminuyen la presencia de organismos esenciales para los ciclos de nutrientes y los procesos de reproducción de las plantas (PNUMA 2008).

2.2. Buenas Prácticas Agropecuarias (BPAgro)

Las BPAgro son definidas por el MAG (2008) como "las prácticas aplicadas en la producción agropecuaria para evitar o reducir daños ambientales, procurar la adecuada productividad de las actividades agropecuarias y obtener productos inocuos para las personas que los consumen". Muchas de estas prácticas se basan en los conocimientos tradicionales de campesinos e indígenas. Se ha comprobado que estas estrategias, además de proveer SAgro, tienen importantes aportes en la adaptación al cambio climático, siendo una posible solución para incrementar la productividad, sostenibilidad y resiliencia de la actividad agropecuaria (Altieri y Nicholls, 2013). A continuación, se describen algunos ejemplos de BPAgro y sus efectos positivos.

La práctica de *labranza reducida* ayuda a mantener la estructura del suelo, evitando la degradación del mismo; también disminuye la oxidación de la materia orgánica, reduciendo las emisiones de GEI a la atmósfera (Carvalho *et al.* 2008). Beathgen y Martino (s.f) indican que la siembra directa, es decir, sin implementar labranza, permite acumular una tonelada de carbono por hectárea al año, y otros estudios de Resck *et al.* citado por Carvalho *et al.* (2008), indican un significativo aumento de ingresos de materia orgánica en el suelo en sitios sin labranza, en comparación con los de labranza convencional.

Los *cultivos rotativos y el mantenimiento de los residuos de las cosechas en los suelos*, provocan que el proceso de descomposición de la materia orgánica sea más lento y se acumule más carbono en el suelo (Carvalho *et al.* 2008); además, se evita la liberación de GEI por la quema de los mismos. Si a estas prácticas se les suma la *siembra combinada de árboles y plantas agrícolas*, aumentan los sumideros de CO_2 (GTZ 2009). Por otro lado, los sistemas silvopastoriles, además de capturar CO_2, proporcionan sombra y forraje al

ganado y alimento a la fauna silvestre. Pagiola *et al*. (2004) señalan que estos sistemas pueden representar una importante fuente de leña, contrarrestando la intervención en hábitats naturales.

El *uso adecuado de fertilizantes sintéticos, y la utilización de abonos orgánicos*, contribuyen a disminuir las emisiones de N_2O (GTZ 2009). Para mitigar emisiones de CH_4, se pueden utilizar abonos orgánicos*, producir energía a través de los desechos orgánicos, o mejorar la dieta de los animales* (Beathgen y Martino s.f). El *uso de biodigestores* es una opción utilizada para disminuir estas emisiones y, además, ahorrar electricidad y fertilizantes (López y Solá 2008).

Para procurar un abastecimiento sostenible de agua dulce en los sistemas agropecuarios, se pueden utilizar métodos como *canales o diques* que trasportan el agua, *desalinización de agua marina y almacenamiento de aguas pluviales*. Otra técnica es la *reutilización de aguas residuales*. Para evitar la contaminación del agua producto de las actividades agropecuarias, se pueden utilizar fertilizantes orgánicos o aplicar fertilizantes con mayor rapidez de absorción, además de procesar el estiércol para crear abonos o bioenergía (FAO 2007).

La biodiversidad en los agroecosistemas permite el mantenimiento y la adaptación a los cambios del ambiente. Los diferentes organismos que interactúan en los agroecosistemas ayudan a prevenir plagas, intervienen en los ciclos de nutrientes y en los ciclos de reproducción de las plantas. También cumplen un papel en el mantenimiento de la fertilidad del suelo, calidad del agua y regulación del clima (FAO s.f). *La siembra de policultivos, la permanencia de especies autónomas medicinales y alimenticias, la utilización de cercas vivas, y no utilizar insumos químicos* son todas prácticas que ayudan a mantener la biodiversidad. Estas buenas prácticas dependen del tipo de biodiversidad a proteger, de los sistemas de producción y de su ubicación (FAO 2007).

2.3. El PSA campesino

Segleau (2015, p.17) define el PSA campesino como "*un mecanismo financiero dirigido específicamente a campesinos y pequeños productores organizados con el fin de reconocer e incentivar los diversos servicios ambientales que producen en sus fincas*". El objetivo general del PSA campesino es incentivar mediante pagos en efectivo y aportes no monetarios la producción de servicios ambientales importantes en el ámbito nacional e internacional, producidos en las fincas de campesinos o pequeños productores, mediante

las actividades forestales sostenibles y la adopción de buenas prácticas agropecuarias (BPAgro).

En la legislación costarricense existen diferentes definiciones sobre lo que es un campesino o pequeño productor. En términos del PSA campesino Segleau (2015) indica que la definición más aplicable se encuentra presente en la Ley N° 9036 del INDER, donde se establecen las siguientes definiciones:

Economías familiares campesinas: "*Son unidades económicas o empresas que funcionan en forma autogestionaria por la familia, ligadas a la tierra y al área rural en general. Se comportan como empresas familiares puesto que la familia constituye la reserva de mano de obra y, al mismo tiempo, una unidad de consumo. Por la posibilidad de satisfacer necesidades de consumo con su propia producción, combinan producción de subsistencia y de mercado. Muchas de ellas están envueltas en redes sociales de apoyo mutuo, así como en relaciones de dependencia con otras empresas."*

Pequeños y medianos productores agropecuarios: "*son unidades económicas de carácter empresarial en las cuales la participación de la familia no es definitiva. La mayor parte de su producción está destinada al mercado y utilizan en forma regular mano de obra contratada."*

Sin embargo, en términos prácticos y para evitar subjetividades, Segleau (2015) establece como mejor definición la contenida en el Reglamento a la Ley N° 8591, el Reglamento para el Desarrollo, Promoción y Fomento a la Actividad Agropecuaria Orgánica N° 35242-MAG-H-MEIC, donde en el artículo 28 clasifica las fincas productivas entre micro, pequeña y mediana, utilizando la siguiente ecuación:

P= [(0.4 X pg/30) + (0.4 X ib/¢1.862.000.000)+(0.2 X va/582.000.000)] X 100

Dónde:

P: Puntaje obtenido por la unidad productiva orgánica.

pg: Promedio de empleos generados durante el último período fiscal.

ib: Ingreso bruto obtenido en el último período fiscal.

va: Valor de los activos totales de la finca en el último período fiscal.

El valor de referencia de los parámetros utilizados está sujeto a la revisión y actualización anual por parte del MEIC. Las personas micro, pequeñas y medianas, productoras orgánicas se clasificarán con base en el puntaje P obtenido, con el siguiente criterio:

Microproductor: P <= 10

Pequeño productor: 10 < P <= 35

Mediano productor: 35 < P <= 100

En el proceso, la Unión Nacional Agroforestal (UNAFOR) estableció seis condiciones para comprobar la viabilidad de la propuesta, las cuales son:

1. Diseño y prueba del mecanismo.
2. Asegurar fuentes de financiamiento.
3. Reforma legal.
4. Fortalecimiento institucional.
5. Investigación y capacitación a productores.
6. Fomento de iniciativas de cadena de valor.

Hasta el momento, el punto uno es el que se ha desarrollado, iniciando con la creación del modelo financiero de cuantificación de los servicios agroecosistémicos en fincas campesinas, que posteriormente fue evaluado en el campo (Fallas 2014). Con la experiencia de dicha evaluación y con el presente trabajo, se creó una nueva herramienta la cual fue evaluada en el campo. Adicional a esto, se encuentra la consultoría denominada "*Pago de Servicio Ambiental Campesino: lo que se requiere para estar listos"* realizada para FONAFIFO por Segleau (2015), donde se abarcan las definiciones mencionadas anteriormente, los requisitos para acceder al PSA campesino, los potenciales compradores de los SAgro, los roles de los actores involucrados en el PSA campesino y una propuesta de implementación. Todo esto, con la participación de campesinos y pequeños productores de las regiones agroproductivas del país.

2.4. Debilidades de la propuesta inicial del modelo financiero de cuantificación de los servicios agroecosistémicos en fincas campesinas

El modelo financiero de cuantificación de los servicios agroecosistémicos se divide en 5 servicios agroecosistémicos: i) captura de CO_2, en el componente arbóreo y en el suelo, ii) emisiones evitadas de CH_4, iii) emisiones evitadas de N_2O, iv) protección del recurso hídrico y v) conservación de la biodiversidad. Para cada SAgro, se presenta una lista de BPAgro y el objetivo de la herramienta es la comprobación del cumplimiento o no de las BPAgro en cada finca evaluada (en el **anexo 1** se explica con mayor detalle la herramienta original).

La primera evaluación de la herramienta se ejecutó en diez fincas del Pacífico Central de Costa Rica, escogidas por conveniencia según la accesibilidad y disponibilidad de los propietarios. Los resultados demuestran que si bien es cierto los montos obtenidos por las fincas son alentadores para los pequeños productores y superan los obtenidos por el PSA actual, son el resultado de una cuantificación de los servicios poco precisa, confusa y subjetiva (Fallas 2014). A continuación, se describen las principales debilidades encontradas en la primera evaluación de campo:

- Algunas preguntas del formulario son contradictorias y difíciles de comprender por parte de los propietarios. El formulario digital se halló confuso y tedioso de completar. Tampoco se tenía una guía para el trabajo de campo ni para el uso del formulario digital.

- En la sección de uso de fertilizantes, se solicita indicar el número de sacos que se utilizaron en los últimos dos años, esperando que haya una disminución en la cantidad del último año. Sin embargo, las tres fincas que reportaron disminuciones, no se obedecían a un interés ambiental, sino más bien al incremento en los precios del fertilizante o a una decisión particular del propietario, lo que no asegura la misma tendencia de disminución para los siguientes años.

- La herramienta tampoco explica los criterios por los cuales se asignan las cantidades de UDESA y, por ende, el valor económico para cada servicio. En el caso del componente arbóreo, este está en función de los montos pagados por FONAFIFO con modificaciones acordadas por los representantes de UNAFOR. El CO_2 capturado en el suelo se estima según el número de hectáreas con buenas prácticas agropecuarias en el suelo (difíciles de verificar), basándose en que cada hectárea incorpora 1,3216 t de CO_2 /año, asignando 2 UDESAs, es decir, una UDESA equivale a 0,66 toneladas de CO_2. Por otro lado, la cuantificación de metano se basa en la existencia o no de un biodigestor. Si está presente, a la finca se le otorgan 5 UDESAS por la reducción de 813,3 t de CO_2/año (162,66 t CO_2/UDESA), esto basado en los metros cúbicos de biogás que produce un biodigestor promedio de 3 m de largo y 1,5 m de ancho. Acá no hay una correlación entre el servicio brindado y el número de UDESAs asignadas.

- Lo mismo sucede en cuanto a las UDESAs otorgadas por el uso adecuado de fertilizantes. Se asigna una UDESA por la disminución de 230 t de CO_2/año, y por la

disminución de urea, se asigna una UDESA por la disminución de 247,5 t de CO_2/año. Lo que puede ser confuso, ya que la tonelada debería tener el mismo valor independientemente si proviene de fertilizante o de urea.

- En el apartado sobre recurso hídrico, la herramienta asigna una UDESA por cada cuerpo de agua con protección forestal u otras buenas prácticas, pero no especifica cuál es el área protegida que debería tener o si esta se considera como apta o no. Además, asigna UDESAs por no realizar ciertas actividades cercanas a los cuerpos de agua, pero estas ya de por sí están prohibidas por la legislación costarricense. Con la conservación de la biodiversidad, el problema principal se deriva sobre la dificultad de identificar la presencia de especies arbóreas en vías de extinción; además, no queda claro en cuanta proporción se debería de considerar la presencia de estas especies para asignar o no la UDESA por esta característica.

Como muestran estos y otros ejemplos **(Cuadro 2)**, la estimación de los SAgro y el valor económico asignado a ellos parece ser aún débil y subjetivo. Sin embargo, la FAO (2007), Wunder (2005) y otros señalan que un sistema de PSA eficaz debe ser diseñado detalladamente, basándose en las características de los servicios, el contexto biofísico y socioeconómico, y que la cantidad que se debería pagar por los servicios ecosistémicos debe depender de las opciones disponibles para los compradores y los vendedores de los servicios ecosistémicos, así como otros factores que influyen en la oferta y demanda.

Cuadro 2. Resumen de las principales debilidades presentes en el modelos financiero de cuantificación de los servicios agroecosistémicos.

Criterios a mejorar	Problemas de la herramienta original
Imprecisión o subjetividad	Determinación del área total y de usos de la finca
	Determinación área que se destina a las diferentes actividades
	Estimación del CO_2 mitigado en Suelo
	Estimación del CO_2 componente forestal
	Área protegida de los cuerpos de agua
	Estimación del CH_4 mitigado en biodigestores y abonos orgánicos
	Estimación del N_2O mitigado con el uso racional de fertilizantes
Formulario de campo	Preguntas subjetivas
	Preguntas que se contradicen
	Preguntas difíciles de comprender

	Falta material de apoyo para contestar las preguntas
Formulario digital	Fácil de cometer errores en el traslado de datos
	Sin guía para su adecuado uso
Valor de los servicios	Se basa en un promedio de tonelada de CO_2 en el mercado.
	No todos los servicios pueden ser equivalentes en toneladas de CO_2, como biodiversidad y recurso hídrico.
	No representa los intereses de los pequeños productores ni las capacidades de los compradores

2.5 Valoración de los servicios ecosistémicos

Las "externalidades" hacen referencia a aquellos casos en que un bien o un servicio no se considera en la valoración económica dentro de un mercado, ya sea por su dificultad de medición o por la carencia de valor por parte de los actores del mercado. Muchos servicios ecosistémicos aún se encuentran externos a un mercado definido y por lo tanto, no se les pueden asignar "valores" (Cristeche y Penna 2008). La economía ambiental o economía ecológica son disciplinas que tratan de asignar de manera adecuada, valores para los servicios agroecosistémicos (Machado 2010).

El valorar los servicios ecosistémicos es importante para la toma de decisiones sobre políticas de conservación y producción que con frecuencia están apoyadas con instrumentos económicos como pagos, impuestos o subsidios. Esta valoración también permite determinar, según los costos y beneficios si vale la pena realizar un proyecto que podría encarecer la disponibilidad de los servicios ecosistémicos (Tomasini s.f).

Para asignarle valor a estos bienes y servicios, se han creado metodologías basadas en mercados reales o hipotéticos para obtener una estimación de su valor según funciones de demandas o de producción. Existen cuatro métodos principales utilizados para valorar económica de los servicios ecosistémicos, los cuales son (Cristeche y Penna 2008):

Costos evitados o inducidos: en un método indirecto, se utiliza cuando un bien que es comercializable en el mercado depende de la producción de un bien o servicio ecosistémicos que no tiene mercado. En este caso, el valor de los SE se estima según los costos en que se incurren para evitar daños en el medio ambiente, es decir, el valor que las personas estarían dispuestas a pagar o aceptar para evitar que la pérdida de un ecosistema ocurra.

Costo de viaje: este método indirecto trata de determinar los valores económicos incurridos con los usos asociados del ecosistema con fines de recreación. Según este método el tiempo y el dinero utilizados para visitar un lugar representan el precio de acceso al mismo, por lo tanto la disposición a pagar para visitar un sitio se puede estimar con su número de vistas y costos de viaje.

Precios hedónicos: método indirecto que se utiliza para calcular el valor económico de los SE que intervienen los precios de bienes privados, como por ejemplo, el valor de una casa al asociarse con la calidad ambiental de su entorno.

Valoración contingente: es un método con el cual se determina la disposición que tiene una persona de pagar o ser compensado por el suministro de un servicio ambiental (Cristeche y Penna 2008). A pesar de algunos cuestionamientos, la valoración contingente es comúnmente utilizada y aceptada dentro de la teoría económica (Riera 1994; Cristeche y Penna 2008). Junto con otros métodos, a la valoración contingente se le asocian dos sesgos principales:

> Sesgo hipotético: al no promover una reflexión real y completa acerca del escenario donde verá alterada la provisión de los servicios ecosistémicos, puede provocar que el encuestado responda con poca precisión.
>
> Sesgo estratégico: cuando el encuestado no da una respuesta honesta, sino estratégica pensando en cómo su respuesta puede influir en sus propios intereses (Cristeche y Penna 2008). Sin embargo, otros estudios concluyeron que en la práctica, el comportamiento estratégico suele ser mínimo debido al poco tiempo que tiene la persona para analizar su respuesta (Riera 1994).

III Estrategia metodológica

Este estudio se ejecutó a través de las siguientes fases:

I fase: Especificar una metodología para la estimación de los servicios agroecosistémicos generados por buenas prácticas agrícolas campesinas

Con la validación del modelo financiero de cuantificación de los servicios agroecosistémicos (Fallas 2014), se identificaron las principales debilidades de la herramienta original, la cual posteriormente, se le realizaron cambios con el fin de mejorar las diferentes limitaciones. Estas mejoras se hicieron con base en la experiencia generada en el campo, con ayuda de bibliografía y criterios de expertos. Se eliminaron todas las BPAgro que presentaban dificultad para su verificación en el campo, y todas las que se consideraron que no eran relevantes o aplicables para los pequeños productores. También se agregaron nuevas BPAgro importantes. Una vez que se obtuvieron todas las BPAgro dentro de cada SA, se creó una explicación para cada una sobre los beneficios que genera su aplicación y la justificación de su inclusión en la metodología final, también se explica cómo verificar u obtener la información en el campo.

Para determinar el número de UDESAs que debería tener cada BPAgro, se realizó un cuestionario digital para consulta a expertos **(Anexo 3),** en el que cada persona debía calificar cada BPAgro en un rango de uno a cinco, según los aportes que realizan las BPAgro en la generación de SAgro, siendo cinco las más importes, y uno, las menos importantes. El cuestionario fue completado por 12 expertos, entre ellos ingenieros agrónomos, ingenieros forestales, biólogos, economistas ambientales y propietarios de fincas ecológicas, que juntos suman 209 años de experiencia.

Una vez asignadas las calificaciones, se obtuvieron los promedios de cada una de las BPAgro, y se sacaron los porcentajes para cada uno de los cinco tipos de SAgro incluidos en la herramienta, y para cada BPAgro dentro de cada SAgro. Así, cada SAgro tiene un peso o porcentaje dentro de toda la herramienta y cada BPAgro tiene un peso sobre cada SAgro al que pertenece. Para evitar desfavorecer a fincas donde algunas BPAgro no aplican, estas se excluyen de su propio cálculo. Por ejemplo, en fincas de uso solo pecuario, se excluyen prácticas como: *barbecho o descanso del suelo, se evita quema de los restos de la cosecha, labranza mínima*, *rotación o sacio de cultivos*; en el caso de fincas que no cuentan con cuerpos de agua tampoco se evalúan BPAgro como: *cubierta forestal, no son vertidos residuos sólidos y no son vertidos residuos líquidos,* igualmente inválidos

no aplican dentro de su evaluación. Finalmente, se generó una nueva metodología denomina "herramienta para la cuantificación y valoración de servicios agroecosistémicos", la cual dispone de un formulario de campo **(Anexo 2)** y uno digital.

II Fase: Validar la aplicabilidad en el campo de la nueva metodología de cuantificación y valoración de los servicios agroecosistémicos utilizando una muestra de fincas a nivel nacional

a. Selección de la muestra

Para la selección de la muestra, se consideraron las cinco regiones agroporoductivas de UNAFOR: Pacífico Central, Chorotega, Caribe, Huetar Norte y Brunca **(Figura 1)**. Cada una contó con un representante, el cual se encargó de coordinar con finqueros para luego evaluar las fincas según los recursos existentes de cada región. Las vistas al campo se realizaron en las fechas que se muestran en el **Cuadro 3** y ubicadas según el **Cuadro 4**.

Cuadro 3. Giras de campo realizadas.

Región	Fecha
Pacífico Central	27 al 30 de octubre 2014
Chorotega	17 al 20 de noviembre 2014
Caribe	5 al 9 de enero 2015
Huetar Norte	12 al 16 de enero 2015
Brunca	26 al 31 de enero 2015

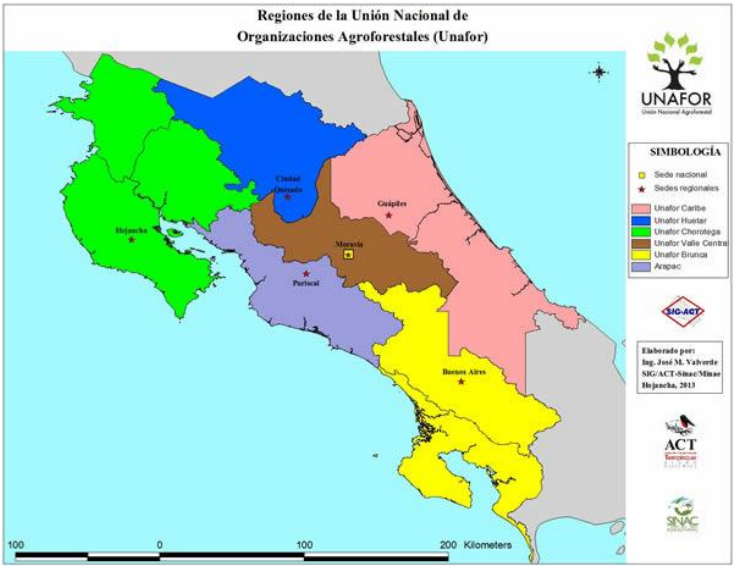


Figura 1. División geográfica de las cinco regiones agroproductoras de UNAFOR.

Se seleccionaron diez fincas por región para un total de 50 fincas; la selección se realizó a conveniencia según criterios de accesibilidad, recursos disponibles, representatividad y disponibilidad del propietario **(Figura 2 y Anexo 4)**. Las fincas seleccionadas debían cumplir con los siguientes tres criterios:

1) Solo propiedades mayores o iguales a 0,7 ha (equivalente a 1 manzana).
2) Con al menos una de las siguientes actividades productivas: ganadería mayor, ganadería menor, cultivo de hortalizas, ecoturismo y cultivo de frutales.
3) Con al menos uno de los siguientes componentes forestales: protección de bosque (primario, secundario, de galería), sistemas agroforestales (cercas vivas, árboles en potrero, árboles entre cultivos, cortinas rompevientos, otros) y protección de manantiales.

Cuadro 4. Ubicación de las fincas evaluadas por región.

Región	Finca	Cantón	Distrito	Poblado
Pacífico Central	1	Puriscal	Mercedes sur	Mercedes Sur
Pacífico Central	2	Puriscal	Mercedes Sur	Mercedes Sur
Pacífico Central	3	Puriscal	Barbacoas	Barbacoas
Pacífico Central	4	Puriscal	Grifo Alto	Grifo Alto
Pacífico Central	5	Mora	Tabarcia	Tabarcia
Pacífico Central	6	Acosta	Palmichal	Palmichal
Pacífico Central	7	Acosta	Palmichal	Aguas Blancas
Pacífico Central	8	Orotina	Ceiba	La Ceiba
Pacífico Central	9	Puriscal	Candelarita	Candelarita
Pacífico Central	10	Acosta	Palmichal	Palmichal
Chorotega	1	Nandayure	Zapotal	Zapotal
Chorotega	2	Nandayure	Santa Rita	Santa Rita
Chorotega	3	Nicoya	Nicoya	
Chorotega	4	Nicoya	Nicoya	Juna Díaz
Chorotega	5	Nicoya	Nosarita	Naranjal
Chorotega	6	Nicoya	Nosarita	Belén
Chorotega	7	Hojancha	Hojancha	Hojancha
Chorotega	8	Hojancha	Matambu	Matambu
Chorotega	9	Hojancha	Puerto Carrillo	San Miguel

Chorotega	10	Hojancha	Monte romo	Cuesta R0ja
Caribe	1	Guacimo	Río Jiménez	La Lucha
Caribe	2	Guacimo	Guacimo	San Luis
Caribe	3	Pococí	Cariari	Cuatro esquinas
Caribe	4	Pococí	Cariari	Cuatro esquinas
Caribe	5	Pococí	Cariari	Vega del Río Palacio
Caribe	6	Pococí	Cariari	La Rita triangulo de las palmitas
Caribe	7	Siquirres	Siquirres	Los Ángeles
Caribe	8	Siquirres	Siquirres	Nueva Virginia
Caribe	9	Pococí	Gaupiles	La Marina
Caribe	10	Pococí	Guapiles	La Colonia
Huetar Norte	1	San Carlos	Fortuna	Sonafluca
Huetar Norte	2	San Carlos	Fortuna	Sonafluca
Huetar Norte	3	San Carlos	Fortuna	Sonafluca
Huetar Norte	4	San Carlos	Pital	El Carmen
Huetar Norte	5	San Carlos	Pital	El Carmen
Huetar Norte	6	San Carlos	Pital	Santa Elena
Huetar Norte	7	San Carlos	Fortuna	Sonafluca
Huetar Norte	8	San Carlos	Fortuna	El Tanque
Huetar Norte	9	San Carlos	Fortuna	Fortuna
Huetar Norte	10	San Carlos	Fortuna	Sonafluca
Brunca	1	Buenos Aires	Volcán	Piedras Blancas
Brunca	2	Buenos Aires	Volcán	Cordoncillo
Brunca	3	Buenos Aires	Volcán	Longo mai
Brunca	4	Pérez Zeledón	San pedro	Santo domingo
Brunca	5	Pérez Zeledón	San pedro	Santo domingo
Brunca	6	Pérez Zeledón	San pedro	San Rafael
Brunca	7	Coto Brus	Pittier	Palmira
Brunca	8	Coto Brus	Pittier	Palmira
Brunca	9	Coto Brus	Pittier	Palmira
Brunca	10	Coto Brus	Pittier	Palmira

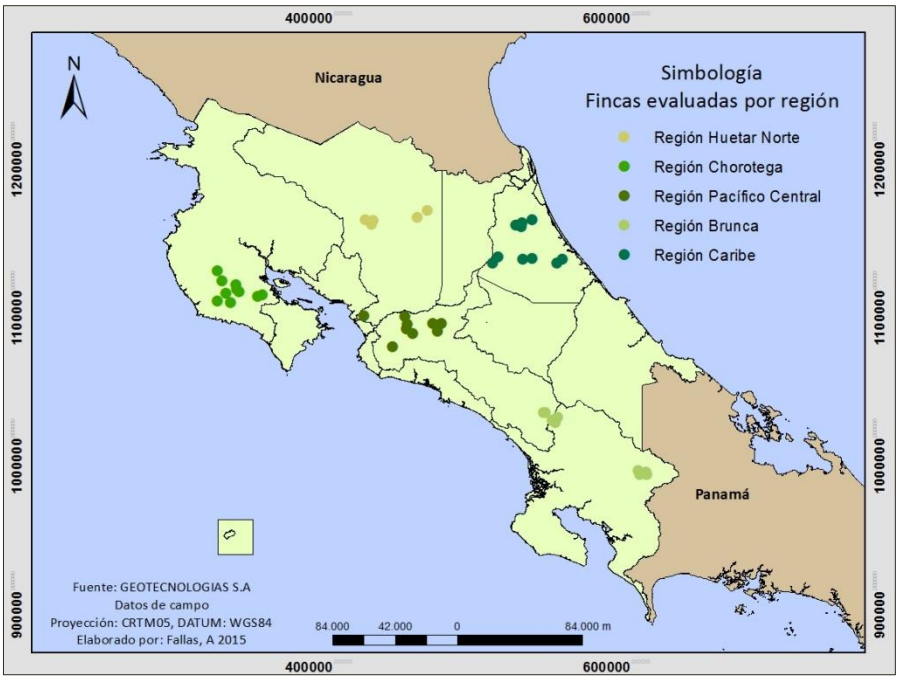


Figura 2. Ubicación de las 50 fincas evaluadas en las cinco regiones agroproductoras de UNAFOR.

b. Trabajo de campo

Los pasos a seguir variaron en cada finca debido a la accesibilidad y al tiempo disponible del propietario; sin embargo, en general el trabajo se puede desglosar de la siguiente forma:

1. Se explicó al propietario el fin del estudio.
2. Se georreferenció la entrada de la finca.
3. Se realizó el recorrido a la finca.
4. Se aplicó el formulario al productor **(Anexo 3)**.
5. Se le pidió a los productores que dibujaran un croquis detallado de la finca, con la ubicación de cada uno de los sistemas productivos con los que cuenta.
6. Se fotografió el plano catastrado de la finca en caso de estar disponible.

c. Análisis de resultados

Se establecieron 6 interrogantes para analizar los resultados obtenidos en la evaluación de 50 fincas.

1. ¿Existe una relación entre el área de la finca y las UDESAs que se obtienen?

2. ¿Las fincas que solo cuentan con una actividad agropecuaria sea agrícola o pecuaria, se ven desfavorecidas por obtener menos UDESAs que aquellas con dos actividades?
3. ¿Las BPAgro contenidas en la herramienta son realmente aplicadas en el campo?
4. ¿Hay variedad en las UDESAs obtenidas, que reflejan los diferentes aportes en la generación de SAgro de las finca?
5. ¿La nueva herramienta mejora la comprobación de las PBAgro aplicadas en el trabajo de campo?
6. ¿Existen puntos dentro de la herramienta que aún requieren ser mejorados?

Para obtener las respuestas, los formularios fueron registrados digitalmente (hoja de cálculo de *Excel Microsoft 2010*), para obtener las UDESAs de los servicios de cada una de las fincas. Posteriormente, se procedió a realizar resúmenes de los resultados de las 50 fincas y también se clasificaron por región. Para las preguntas uno y dos, se realizaron correlaciones no paramétricas según el *método de Spearman* con el Programa *R Studio®,* en la pregunta uno las variables seleccionadas fueron número de UDESAs/ha y número de UDESAs totales en relación al área total de la finca. En caso de la pregunta dos, las variables fueron número de UDESAS/ha y tipo de finca (0= finca con solo un uso agropecuario, 1= finca con ambos usos agropecuarios). Acá, también se realizó un análisis de la media y de la desviación estándar de UDESAs/ha para cada tipo de finca.

Para las interrogantes 3 y 4, se contabilizaron las fincas que presentan cada una de las BPAgro presentes en la herramienta y se analizaron los resultados de las UDESAs obtenidas en fincas. La experiencia generada en el campo con la evaluación, fue la base para responder a las interrogantes 5 y 6.

III Fase: Estimación de costo de ejecución de las buenas prácticas agropecuarias y compensación esperada

a. Estimación de los costos de aplicación de las buenas prácticas agropecuarias

El primer paso fue establecer un índice de factibilidad de la aplicación de cada BPAgro, para lo cual se realizó una entrevista **(Anexo 5)** por teléfono a 10 productores dentro de la muestra inicial de 50, escogiendo 2 por cada región. Previamente, se aplicó una prueba piloto con el fin de ajustar lo mejor posible la entrevista para la comprensión del propietario y el objetivo requerido. A través de entrevista, el productor debía clasificar cada BPAgro según los siguientes tres criterios:

A. Costo económico:

Entendiendo como costo económico el gasto económico por hectárea que ha requerido el propietario para la implementación y mantenimiento de las BPAgro.

> **Calificación 1:** la aplicación y mantenimiento de la práctica no requiere ningún gasto económico.
>
> **Calificación 2:** la aplicación y mantenimiento de la práctica por hectárea conlleva un costo que se puede cubrir con los ingresos recibidos únicamente de la actividad agropecuaria, sin comprometer los otros ingresos regulares del sistema productivo y familiares.
>
> **Calificación 3:** la aplicación y mantenimiento de la práctica por hectárea conlleva un costo que no se puede cubrir con los ingresos recibidos únicamente de la actividad agropecuaria, sin comprometer los otros gastos regulares del sistema productivo y familiar.

B. Tiempo de trabajo:

Entendiéndose como tiempo de trabajo el que el propietario destina normalmente dentro de su propiedad para generar la producción esperada.

> **Calificación 1:** el cumplimiento de la BPAgro no requiere ningún tiempo de trabajo.
>
> **Calificación 2:** el cumplimiento de la BPAgro no requiere que se aumenten las horas de trabajo semanales.
>
> **Calificación 3:** el cumplimiento de la BPArgo requiere que se aumenten las horas de trabajo semanales.

C. Pérdida de producción:

Entendiéndose como pérdida de producción la disminución en cantidad o calidad de los productos generados en un determinado ciclo de producción de la finca.

Calificación 1: el cumplimiento de la BPAgro no significan pérdidas en la producción regular de la finca.

Calificación 2: el cumplimiento de la BPAgro conlleva a una pérdida en la producción regular de la finca, la cual el propietario considera aceptable o insignificante.

Calificación 3: el cumplimiento de la BPAgro conlleva a una pérdida en la producción regular de la finca, la cual el propietario considera inaceptable o significativa.

Una vez que se aplicaron las entrevistas, los resultados de los tres criterios fueron utilizados para calcular un índice de factibilidad de la aplicación (IFA), tal como se muestra en el **Cuadro 6.** Dependiendo del resultado, el índice se clasificó en tres categorías de factibilidad de aplicación (CFA) **(Cuadro 5)**.

Cuadro 5. Categorías de CFA para las BPAgro.

Resultado IFA	CFA	Interpretación
0-33	A	Son las prácticas más fáciles de realizar o las más comunes de aplicar, no requieren gastos económicos, ni tiempo de trabajo, y no generan pérdidas de producción.
34-66	B	Son las prácticas que tienen un pequeño costo económico, su mantenimiento se puede realizar dentro del horario normal de trabajo y la disminución de la producción no son significativas.
67-100	C	Son las prácticas más difíciles de cumplir, ya que uno o más de los tres indicadores (costo, tiempo y producción) aumentan generando indisposición o incapacidad del productor para realizarlas.

Cuadro 6. Procedimiento para obtener el índice de factibilidad de aplicación de cada BPAgro**.**

BPAgro	Costo económico	Tiempo de trabajo	Pérdida de producción	Calificación Total	Índice de factibilidad de aplicación
	I	I	I	ΣI	(ΣI/9)*100

Posteriormente, para todas las BPAgro cuyo promedio en el indicador costo económico obtuvieron valores mayores o iguales a 2, se estimaron los costos requeridos para su ejecución a través de indagación bibliográfica, consultas a expertos y a productores. Todos los costos obtenidos, cuya ejecución se haya realizado años atrás, fueron actualizados según la inflación de Costa Rica; y el costo de las actividades anuales fue multiplicado por cinco, que corresponde a los 5 años[4] para los que se propone la duración del contrato del PSA campesino. En el caso de las BPAgro que se presta en más de un SAgro, su costo solo se contabilizó una vez.

b. Valor mínimo de compensación esperada por los servicios agroecosistémicos generados

Para estimar el valor de los SAgro, se estableció la compensación económica mínima que los campesinos estarían dispuestos a recibir por la generación de los SAgro. A través de un análisis de contingencia que se llevó a cabo dentro de la entrevista mencionada anteriormente **(Anexo 5),** se realizó la siguiente pregunta para cada uno de los cinco SAgro que contempla la herramienta:

> *"Por la realización de las prácticas mencionadas anteriormente (las BPAgro dentro de cada SAgro), se tiene pensado otorgarle una compensación al año por hectárea, que corresponda a un porcentaje de la inversión realizada por usted para aplicar las BPAgro. ¿Cuál es el porcentaje que usted consideraría atractivo para participar en el programa?"*

Una vez realizadas las 10 entrevistas, se calculó el porcentaje promedio de compensación esperado en cada uno de los SAgro. El costo promedio de ejecución de cada BPAgro, permitió obtener para cada BPAgro (solo las BPAgro que demandan un costo económico) el valor promedio mínimo de compensación esperado por los productores. Luego se determinaron los costos totales aproximados y el monto total de compensación de las 50 fincas estudiadas. Seguidamente, se asignó un valor monetario a la UDESA, de tal forma que los valores totales de la finca compensaran el porcentaje de los costos esperados (al dividir el total de los costos entre la cantidad de UDESAs). Esta primera valoración de las UDESAs se le llamó *escenario "a"*. Luego, se crearon dos escenarios alternativos con el fin de poder comparar, analizar, y utilizar en futuros procesos de negociación: en el escenario "*b",* se compensa la tercera parte del porcentaje esperado, y en el "*c",* se compensa la mitad.

Con los tres escenarios se obtuvieron los valores a pagar por hectárea de las 50 fincas y los valores totales por propiedad, con el fin de observar las variaciones entre un escenario y

[4] Se mantiene el mismo periodo de 5 años del PSA forestal en CR (Ley Forestal N°7575)

otro. Finalmente el formulario digital se actualizó para calcular automáticamente el valor de la UDESA según el escenario *a*, lo que permite estimar la compensación que recibirá cada finca.

IV. Resultados y discusión

4.1. Especificación de la metodología para la cuantificación de los servicios agroecosistémicos

4.1.1. Creación de la herramienta para la cuantificación y valoración de los Servicios agroecosistémicos

La estructura de la herramienta se divide en dos apartados: el primero, son los servicios generados del componente forestal, los cuales se dividen en las mismas categorías como lo estable el Decreto N° 39083-MINAE del 2015, con la excepción que se elimina la categoría de protección de bosque con importancia hídrica, ya que esta se cuantifica en el segundo apartado. La valoración económica de los servicios forestales se basa en el mismo decreto, con la diferencia que el área mínima de bosque en protección y reforestación que se reconoce en esta propuesta es mayor a 0,5 ha, debido a que se parte de que las fincas campesinas son por lo general pequeñas y es difícil que cumplan con el área mínima de 2 ha de bosque que establece el PPSA actual **(Cuadro 7)**.

La segunda parte de la herramienta son los servicios generados por los agroecosistemas, que se dividen en 5 SAgro: servicio de fijación de CO_2 en el suelo, servicio de mitigación de CH_4, servicio de mitigación de N_2O, servicio en la protección del recurso hídrico, y conservación de la biodiversidad[5]. Estos se valoran con el sistema creado de UDESAs que se explica más adelante. La herramienta tiene como fin verificar en cada finca la existencia de buenas prácticas agropecuarias (BPAgro), con su aplicación se comprueba la generación de diferentes tipos de SAgro por parte de las fincas. En total, se establecieron un total de 48 BPAgro, distribuidas por SAgro de la siguiente forma: 11 en el SAgro fijación

[5] En esta herramienta la conservación de la biodiversidad se enfoca en la biodiversidad planificada y la biodiversidad asociada de las fincas, las cuales se definen de la siguiente manera: La biodiversidad planificada *"incluye a la variedad de plantas y de animales escogidos y colocados dentro del sistema por el agricultor. Ej: plantas de cultivos y animales de cría"*. La biodiversidad asociada *"incluye a todas las otras especies atraídas o encontradas dentro del sistema aparte de aquellas incluidas en los planes del agricultor, Ej: la vida silvestre, como aves y mamíferos, a los organismos del suelo y a las malezas"* (Bichier 2006).

de CO_2 en suelo, 6 en mitigación de CH_4, 7 en mitigación de N_2O, 14 en protección del recurso hídrico y 10 en conservación de la biodiversidad.

Algunas BPAgro que ayudan en la generación de más de un SAgro se encuentran varias veces, como la presencia de policultivos que tiene aportes en la absorción de CO_2 en el suelo y conservación de la biodiversidad. Para cada BPAgro, se establecieron criterios para ser verificables y medibles en el campo, basados en bibliografía, consulta de expertos y en la experiencia generada en el campo con el trabajo de validación de la herramienta original (Fallas 2014). La lista de BPAgro, sus criterios de comprobación y la fuente de referencia se encuentran en el **Cuadro 8**.

Cuadro 7. Montos pagados por FONAFIFO para las modalidades de PSA según Decreto ejecutivo Nº 39083 del 2015.

Modalidad	Monto (colones)	Vigencia del contrato	Periodo de pago (años)	Distribución del desembolso (año)				
				1	2	3	4	5
Reforestación con especies de rápido crecimiento	641 939/ha	10	5	50%	20%	15%	10%	5%
Reforestación con especies de mediano crecimiento	756 258/ha	16	5	50%	20%	15%	10%	5%
Reforestación con otras especies	641 939/ha	16	5	50%	20%	15%	10%	5%
Reforestación con especies nativas	1 134 388/ha	16	5	50%	20%	15%	10%	5%
Regeneración natural	108 908/ha	5	5	20%	20%	20%	20%	20%
Protección de Bosque	170 003/ha	5	5	20%	20%	20%	20%	20%
Protección de bosque en vacíos de información	199 223/ha	5	5	20%	20%	20%	20%	20%
Manejo de bosque	132 815/ha	5	5	20%	20%	20%	20%	20%
Sistema agroforestal	929/árb	5	3	65%	20%	15%		
Sistema agroforestal con especies nativas	1 376/arb	5	3	65%	20%	15%		

Cuadro 8. Buenas prácticas agropecuarias presentes en la herramienta de cuantificación y valoración de los servicios agroecosistémicos.

Buenas práctica agropecuaria		Requisitos de verificación	Fuente
Buenas prácticas agropecuaria en la mitigación de CO_2 en el manejo del suelo			
1.1.	Se aplican abonos orgánicos compostados	En al menos la mitad del área cultivada.	FAO s.f; y ExpC*
1.2.	Se evita la aplicación de fertilizantes sintéticos	En al menos la mitad del área cultivada.	Lang y Peñarete 2012; SAGARPA 2014; ExpC
1.3.	Se practica el barbecho o descanso del suelo	En al menos 0,5 ha durante un periodo de 2 años.	Lang y Peñarete 2012; ExpC
1.4.	Se evitan quemas para preparar el suelo	En toda la finca	Gómez 2007; ExpC
1.5.	Se evitan quemas de rastrojos y restos de cosechas	No se quema ningún desecho	Lang y Peñarete 2012; ExpC
1.6.	Se evita la compactación del suelo	No deben existir cultivos o potreros en pendientes pronunciadas. Debe haber un sistema de drenaje que evite el estancamiento de agua. La carga animal no debe sobre pasar los 2 500 kg/ha.	FAO s.f; Sadeghian s.f; UNAM s.f; Gasque 2002; ExpC
1.7.	Se realiza labranza mínima al suelo	La branza manual o con ayuda de anímales y un número máximo de dos labranzas.	PASOLAC 1996; ExpC
1.8.	Se realiza rotación y/o asociación de cultivos	Más de tres cultivos diferentes en el área de uso agrícola.	SAGARPA 2014[2]; ExpC
1.9.	Se observa cubierta forestal	El evaluador deberá establecer a su criterio y sobre el potencial que tiene la finca para la siembra de árboles, si la cobertura arbórea es significativa para asignarle o no las UDESAs correspondiente.	Siavosh s.f; Ríos *et al.* 2006

1.10.	Se evita la aplicación de pesticidas sintéticos o herbicidas	En toda la finca.	Borgue 2012; PENUMA 2003; ExpC
1.11.	Se realizan obras o prácticas de conservación de suelos	En al menos la mitad del área de uso agrícola.	
	Buenas prácticas en la mitigación de CH_4		
2.1.	Presencia de un biodigestor funcionando	Al menos un biodigestor en funcionamiento.	López y Solá 2008; Elizondo 2005; Sáenz 2001
2.2.	El biodigestor construido está acorde con la cantidad de animales y la cantidad de usuarios del biogás	Según el Cuadro 5 del Anexo 5	López y Sola 2008
2.3.	El biogás producido es usado en reemplazo de la leña para cocinar.	Si antes de existir el biodigestor se cocinaba con leña.	Sáenz 2001
2.4.	Los lixiviados del biodigestor no son fuente de contaminación, debido a que son manejados adecuadamente.	Los lixiviados no deben contaminar los cuerpos de agua, deben ser depositados en pastos o cultivos como abono.	ExpC
2.5.	Los animales de producción pecuaria reciben una dieta especial elaborada con materiales propios de la finca, la cual reduce la producción de metano.	Presencia de platas forrajeras y pastos de corta, el ganado debe alimentarse más con estos que con concentrados.	Montenegro 2013; Carmona *et al.* 2005; Montenegro 2013; ExpC
2.6.	Las excretas de los animales de producción pecuaria y los desechos de los cultivos que no son ingresadas se utilizan para la elaboración de abonos (compost o lombricompost).	Los desechos son utilizados para crear abonos. Aplica también para los desechos que no son ingresados en el biodigestor	FAO 2002; Zamora 2013; ExpC
	Buenas prácticas en la mitigación de N_2O		
3.1.	Presencia de especies fijadoras de nitrógeno.	Debe haber una distribución o una abundancia que indique la intencionalidad del productor en sembrar o conservar las especies para mejorar el suelo. Especies presentes en el Cuadro 6 del Anexo 5	Ferrari y Wall 2004; Paredes 2013; ExpC

3.2.	La aplicación de los fertilizantes nitrogenados se realiza con base en los resultados del análisis de suelo o foliar.	En toda el área agrícola	MAG 1991
3.3.	Utilización de fertilizantes de lenta liberación.	En toda el área agrícola	FAO e IFA 2002
3.4.	Existencia de una bodega acondicionada para guardar de manera segura los insumos agropecuarios	Ubicada al menos a 100m de cualquier cuerpo de agua y con la seguridad adecuada para que no ingresen personas sin autorización.	MAG 2008
3.5.	Existencia de pastos que mejoran la tasa de mineralización del nitrógeno de la materia orgánica en el suelo.	Al menos la mitad del área con pastos con especies de *Brachiaria sp* o *Arachis pintoi**	Argel 2006
3.6.	Se incorporan abonos orgánicos compostados.	Al menos en la mitad del área en uso agrícola	SAGARPA 2014[1]; ExpC
3.7.	Se evita totalmente el consumo de fertilizantes.	En al menos la mitad del área de uso agrícola.	Martínez *et al.* 2011; ExpC
	Protección del recurso hídrico		
4.1.	Se respetan las área de protección forestal (radio 100m o 15 m)	Según lo indica la Ley forestal 7725 en el artículo 33	Ley Forestal N° 7575 1996; ExpC
4.2.	No son vertidos residuos sólidos al agua y alrededores	Las áreas de río dentro de la propiedad están libres de residuos sólidos provenientes de la finca.	Ley de Gestión Integral de Residuos N°8839 del 2010
4.3.	No son vertidos residuos líquidos al agua y alrededores	No son vertidos directamente las aguas residuales a los causes de los ríos.	Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 7317 de 1992
4.4.	La finca cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales.	Lagunas de oxidación, y estanques de sedimentación.	Naranjo 2010; ExpC
4.5.	La finca cuenta con un sistema de reciclado de aguas.	Las aguas generadas en una actividad son utilizadas en mantenimiento de otra. Ej. Aguas de estanques que luego se utilizan para regar los cultivos.	ExpC
4.6.	La finca recolecta y utiliza agua de lluvia para diversas actividades,	Puede ser a través de métodos artesanales o	ExpC

	reduciendo la explotación de los cuerpos de agua.	más sofisticados.	
4.7.	Las instalaciones de la finca son lavadas en seco o con sistemas de aspersión	En todos los corrales o lecherías.	Quesada *et al.* 2007; Arias 2014; ExpC
4.8.	Se utilizan productos biodegradables para el lavado de las instalaciones de la finca.	En todos los corrales o lecherías.	ExpC
4.9.	En la finca existe un lugar ubicado a más de 100 metros de cualquier cuerpo de agua y acondicionado para el lavado de equipos de fumigación, envases de agroquímicos e implementos de ordeño.	A más de 100 m de cualquier cuerpo de agua, el lugar es exclusivo para ese uso.	Lang y Peñarete 2012
4.10.	Los animales de producción no consumen el agua directamente del cuerpo de agua, lo hacen a través de bebederos.	Existencia de barreras para evitar el paso de los animales a los cuerpos de agua, y existencia de bebederos.	Auquilla 2005; Murgueitio 2003; ExpC
4.11.	Los bebederos de los animales de producción están diseñados de forma que no se desperdicie agua (Ej.: Flotadores).	Contar con flotadores, llaves de paso u otro método que evite el flujo constante del agua en los bebederos.	Sagarpa s.f; ExpC
4.12.	La finca cuenta con una o más biojardineras	Presencia de biojardinera en funcionamiento.	Arias y Arauz 2013
4.13.	La finca cuenta con trampas de grasa.	Presencia de trampas de grasa en funcionamiento.	Lang y Peñarete 2012
4.14.	La finca cuenta con un sistema de riego que aplique una cantidad de agua lo más ajustada posible para cubrir las necesidades del cultivo.	Presencia de un sistema de riego en funcionamiento.	Gurovich 1985
Buenas prácticas agropecuarias en la conservación de la biodiversidad			
5.1.	Presencia de especies arbóreas nativas en asocio con cultivos (SAF).	Con observación de campo, se identifica si la presencia arbórea de especies nativas es suficientemente densa para proveer los servicios ambientales previamente indicados.	Beer *et al.* 2003
5.2.	Presencia de especies arbóreas nativas en asocio con animales de producción (SSP).		Beer *et al.* 2003

5.3.	Presencia de especies arbóreas en vías de extinción, escasas o raras.	Con uno o más individuos de cualquier especie del Cuadro 7 del anexo 5.	Jiménez 1999; Decreto Ejecutivo Nº 25700-MINAE 1996
5.4.	Presencia de árboles fuente de alimento para animales silvestres.	Mínimo de 20 árboles de 7 especies diferentes	ExpC; Segleau 2015
5.5.	Protección o manejo adecuado de la vida silvestre (plantas y animales).	Artículo 14 de Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 7317	Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 7317 1992
5.6.	Se evitan quemas para preparar el suelo.	En toda la finca	Gómez 2007
5.7.	Evita la aplicación de pesticidas o herbicidas sintéticos.	En toda la finca	PENUMA 2003
5.8.	Siembra de policultivos.	Más de tres cultivos diferentes en el área de uso agrícola.	Mainardi s.f
5.9.	Siembra de especies y variedades agrícolas autóctonas.	Dos o más cultivos autóctonos cultivados intencionalmente.	INTA 2013; Segleau 2015; ExpC
5.10.	Siembra de especies y variedades con valor medicinal tradicional.	Tres o más especies medicinales cultivadas o conservadas intencionalmente.	ExpC

*Experiencia de campo

La explicación detallada de la importancia, los requisitos y la verificación de cada BPAgro, se encuentran en la guía de la herramienta de cuantificación y valoración de los SAgro, presente en el **Anexo 6**. El formulario de campo (**Anexo 2)** y el digital fueron adaptados una vez que se escogieron las BPAgro y los métodos de verificación.

Como se muestra en el **Cuadro 8,** los métodos de verificación de las PBAgro se basan en observaciones y preguntas al igual que la herramienta original. Sin embargo, se diferencia ya que se incluyen requisitos con los cuales se delimitan las características que deben tener las fincas para considerar si cumplen o no con determinada BPAgro, disminuyendo la subjetividad que presentaba la herramienta original, y otorga más respaldo científico y técnico.

Adicionalmente, dentro de la guía de la herramienta **(Anexo 5),** se orienta al verificador de campo sobre el tipo de preguntas que puede realizar y sobre los detalles importantes a observar. Otro punto por el cual se decidió que las verificaciones se realizaran con estos

métodos, es que permiten una verificación rápida y económica de las fincas, en comparación con otros métodos que se analizaron inicialmente como mediciones con GPS, parcelas de muestreo, análisis de suelo, entre otras, Si bien es cierto estos pueden aumentar la precisión de la metodología, también aumentarían los costos y el tiempo de trabajo, lo que en una posible aplicación formal de la herramienta incrementaría los costos de regencias, haciendo del PSA campesino poco accesible y atractivo para los pequeños y medianos productores. Según Segleau (2015), este debería ser simple, ágil y flexible, y sujeto a la mejora constante mediante la evaluación. Este último punto también lo permite la nueva herramienta, ya que el formulario de campo y digital pueden ser fácilmente ajustables, permitiendo una mejora constante en los procesos de evaluación.

Después de la evaluación de campo de este trabajo se decidió hacer una serie de ajustes a la nueva herramienta, los cuales se explican detalladamente en la sección 4.2.6.

4.1.2. Valoración de cada buena práctica agropecuaria

Con el formulario de expertos utilizado para valorar las BPAgro, se asignó una calificación a cada BPAgro, según su importancia en la generación de SAgro. Todas las prácticas recibieron un promedio mayor a tres, por lo que se considera que todas las prácticas incluidas dentro de la herramienta tienen impactos considerados por expertos como importantes para el ambiente. En cuanto a los porcentajes asignados a cada SAgro, el mayor lo obtuvo la protección del recurso hídrico con 30,6 %, seguido por el SAgro mitigación de CO_2 en el suelo con 21,6%, el menor valor fue el SAgro de mitigación de CH_4 con 13,3%. La diferencia de los porcentajes se debe a la presencia de más o menos BPAgro dentro de cada SAgro, es decir, los SAgro que más BPAgro incluyen, tienen los porcentajes más altos **(Cuadro 9)**. El porcentaje que obtuvo cada BPAgro será la nueva unidad de servicio ambienta (UDESA) con la que se calificará la herramienta. Así, al final de cada cuestionario, la finca será representada por un número total de UDESAs, que conforme se acerque a 100, será mayor su importancia ambiental.

Para el servicio de mitigación de CO_2, en el caso de fincas que cuentan solo el componente pecuario, se asigna una distribución porcentual diferente con el fin de no perjudicarlas con la obtención de pocos puntos por no poder aplicar BPAgro que no son propias de su sistema productivo. Por otro lado, en el servicio de protección del recurso hídrico, en el caso de fincas sin ríos, quebradas o nacientes, se hace un ajuste de los porcentajes para que no se vean castigadas. Otros servicios presentan BPAgro que se pueden clasificar de aplicación exclusiva de uso pecuario o agrícola, en estas no se consideró oportuno hacer ajustes; ya que la mayoría de las BPAgro pueden ser aplicables en ambos sistemas, y el

ajustar significaría un aumento en las UDESAs que no reflejaría la mayor generación de SAgro; sin embargo, si en el proceso de oficializar la herramienta se requiere este ajuste, solo basta con considerar todas las BPAgro que no aplican al sistema productivo. Otra aclaración importante es que, para el SAgro de mitigación de N_2O, aplicar la BPAgro de evitar totalmente el uso de fertilizante conlleva la no aplicación de BPAgro que se refieren al uso racional de los fertilizantes, por lo cual los valores de las UDESAS de estas BPAgro se suman para calcular el valor en UDESAs de no utilizar fertilizantes sintéticos.

Cuadro 9. Calificación y porcentaje para cada BPAgro evaluadas por el grupo de expertos consultados e incluidos en la nueva metodología propuesta.

	Buenas prácticas agropecuaria en la mitigación de CO_2 en el manejo del suelo	**Calificación promedio**	**UDESAs (porcentaje uso agrícola o agrícola y pecuario)**	**UDESAs (porcentaje solo uso pecuario)**
1.1.	Se aplican abonos orgánicos compostados	4,4	10,0	15,03
1.2.	Se evita la aplicación de fertilizantes sintéticos	3,8	8,6	13,01
1.3.	Se practica el barbecho o descanso del suelo	3,5	8,0	
1.4.	Se evitan quemas para preparar el suelo	4,0	9,1	13,58
1.5.	Se evitan quemas de rastrojos y restos de cosechas	3,2	7,3	
1.6.	Se evita la compactación del suelo	4,0	9,1	13,87
1.7.	Se realiza labranza mínima al suelo	4,0	9,1	
1.8.	Se realiza rotación o asociación de cultivos	4,1	9,3	
1.9.	Se observa cubierta forestal	4,6	10,5	15,32
1.10.	Se evita la aplicación de pesticidas sintéticos o herbicidas	3,8	8,6	13,29
1.11.	Se realizan obras o prácticas de conservación de suelos	4,6	10,5	15,90
	Total	**44,0**	**100**	**100**
	Porcentaje por SA CO_2 en el suelo	**21,6**		
	Buenas prácticas en la mitigación de CH_4	**Calificación promedio**	**UDESAs (porcentaje)**	
2.1.	Presencia de un biodigestor funcionando.	4,4	16,47	
2.2.	El biodigestor construido está acorde con la cantidad de animales y la cantidad de usuarios del biogás.	4,6	19,9	
2.3.	El biogás producido es usado en reemplazo de la leña para cocinar.	4,2	15,54	
2.4.	Los lixiviados del biodigestor no son fuente de contaminación debido a que son manejados adecuadamente.	4,8	17,71	
2.5.	Los animales de producción pecuaria reciben una dieta especial elaborada con materiales propios de la finca, la cual reduce la producción de metano.	4,5	16,78	
2.6.	Las excretas de los animales de producción pecuaria y los desechos de los cultivos que no son ingresadas en el biodigestor, se utilizan para la elaboración de abonos (compost o lombricompost).	4,4	16,41	
	Total	**31,1**	**100**	

	Porcentaje por SA mitigación de CH_4	**13,3**		
	Buenas prácticas en la mitigación de N_2O	**Calificación promedio**	**UDESAs (porcentaje)**	
3.1.	Presencia de especies fijadoras nitrógeno.	4,3	14,93	
3.2.	La aplicación de los fertilizantes nitrogenados se realiza con base en los resultados del análisis de suelo o foliar.	4,0	13,89	
3.3.	Utilización de fertilizantes de lenta liberación.	4,0	13,89	
3.4.	La existencia de una bodega acondicionada para guardar los insumos agropecuarios.	3,9	13,54	
3.5.	Existencia de pastos que mejoran la tasa de mineralización del nitrógeno de la materia orgánica en el suelo.	4,1	14,24	
3.6.	Por cada hectárea de uso agropecuario donde se incorporen abonos orgánicos compostados, elaborados en la propia finca.	4,6	15,97	
3.7.	Por evitar totalmente el consumo de fertilizantes	3,9	44,21*	
	Total	**28,8**	**100**	
	Porcentaje por SA en mitigación de N_2O	**14,2**		
	Buenas prácticas agropecuarias en la protección del recurso hídrico	**Calificación promedio**	**UDESAs (porcentaje con cuerpos de agua)**	**UDESAs (porcentaje sin cuerpos de agua)**
3.1.	Protección forestal (radio 100m o 15 m)	4,5	7,15	
4.2.	No son vertidos residuos sólidos al agua y alrededores	5,0	7,95	
4.3.	No son vertidos residuos líquidos al agua y alrededores	4,8	7,63	
4.4.	La finca cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales.	4,8	7,63	9,76
4.5.	La finca cuenta con un sistema de reciclado de aguas.	4,5	7,15	9,23
4.6.	La finca recolecta y utiliza agua lluvia para diversas actividades, reduciendo la explotación de los cuerpos de agua	4,4	7,00	9,06
4.7.	Las instalaciones de la finca son lavadas en seco o con sistemas de aspersión.	4,0	6,36	8,36
4.8.	Se utilizan productos biodegradables para el lavado de las instalaciones de la finca.	4,6	7,31	9,41
4.9.	En la finca existe un lugar ubicado a más de 100 metros de cualquier cuerpo de agua y acondicionado para el lavado de equipos de fumigación, envases de agroquímicos e implementos de ordeño.	4,4	7,00	9,06
4.10.	Los animales de producción no consumen el agua directamente del cuerpo de agua, lo hacen a través de bebederos.	4,5	7,15	9,23
4.11.	Los bebederos de los animales de producción están diseñados de forma que no se desperdicie agua (Ej.: Flotadores).	4,3	6,84	8,89
4.12.	Finca cuenta con una o más biojardinera	3,7	5,88	7,67
4.13.	La finca cuenta con trampas de grasa	4,7	7,47	9,58
4.14.	La finca cuenta con un sistema de riego que aplique una cantidad de agua lo más ajustada posible para cubrir las necesidades del cultivo.	4,7	7,47	9,76

	Total	**62,9**	**100**	**100**
	Porcentaje por SA protección del recurso hídrico	**30,6**		
	Buenas prácticas agropecuarias en la conservación de la biodiversidad	**Calificación promedio**	**UDESAs (porcentaje)**	
5.1.	Presencia de especies arbóreas nativas en asocio con cultivos (SAF)	4,7	11,36	
5.2.	Presencia de especies arbóreas nativas en asocio con animales de producción (SSP)	4,6	11,16	
5.3.	Presencia de especies arbóreas en vía de extinción, escasas o raras	4,2	10,14	
5.4.	Presencia de árboles fuente de alimento para animales silvestres	4,6	11,16	
5.5.	Protección o manejo adecuado de la vida silvestre (plantas y animales)	4,6	11,16	
5.6.	Se evitan quemas para preparar el suelo	4,0	9,74	
5.7.	Evita la aplicación de pesticidas o herbicidas sintéticos	3,8	9,33	
5.8.	Siembra de policultivos	4,2	10,14	
5.9.	Siembra de especies y variedades agrícolas autóctonas	3,3	8,11	
5.10.	Siembra de especies y variedades con valor medicinal tradicional	3,2	7,71	
	Total	**41,1**	**100**	
	Porcentaje por SA protección del recurso hídrico	**20,3**		

*Resultado de la suma de las UDESAs de las BPAgro 3.7, 3.2 y 3.3.

4.2. Evaluación de la herramienta para la cuantificación y valoración los servicios agroecosistémicos

Las 50 fincas evaluadas demostraron gran variedad en cuanto al área total, área en uso agropecuario y forestal, también fueron variables los tipos de cultivos y sistemas productivos presentes. En cuanto al área total, la muestra estuvo representada por un rango de 0,7 ha a 118 ha, presentando el 72% de las fincas más área en uso agropecuario que forestal **(Cuadro 10)**. El uso forestal más frecuente fue el bosque en protección seguido de sistemas agroforestales, estando presentes en 36 y 25 fincas respectivamente. En el VI Censo Agropecuario, se encontró que el 30,6 % de las finca albergan diferentes tipos de bosque, además 17 781 fincas posen siembra de especies forestales (INEC 2015), con esto, se muestra que la combinación de las actividades forestales y agropecuarias en una misma finca no son casos aislados, sino una distribución frecuente en el uso del suelo. La diversidad en sistemas productivos y en áreas de fincas demuestra la complejidad de poder establecer metodologías diferentes para cada tipo de actividad, región agroproductora o tamaño de finca.

Cuadro 10. Área total y por uso agropecuario de cada una de las 50 fincas evaluadas.

Región	N° de Finca	Área total	Área forestal	Área agrícola	Área Pecuaria
Pacífico Central	1	118	88	0	30
Pacífico Central	2	5	SAF*	2	3
Pacífico Central	3	80	3,5	5	71,5
Pacífico Central	4	7,33	5	2,33	0
Pacífico Central	5	9,64	5	0,04	4,6
Pacífico Central	6	12	3	9	0
Pacífico Central	7	5	1,5	3,5	0,01
Pacífico Central	8	9	7	5	0
Pacífico Central	9	11	4	4	3
Pacífico Central	10	15	5	3	7
Chorotega	1	10	3	3,5	3,5
Chorotega	2	7	1	5,4	0,6
Chorotega	3	112	54	0	58
Chorotega	4	6,3	5,6	0,7	0
Chorotega	5	8,5	1	7	0,5
Chorotega	6	3,3	1	1,3	1
Chorotega	7	27,1	2	0,1	25
Chorotega	8	8,5	1,5	0	7
Chorotega	9	9	0,5	2	6,5
Chorotega	10	3	1	2	0
Caribe	1	15	4	0,01	11
Caribe	2	40	2	18	20
Caribe	3	31	2	2	27
Caribe	4	20,3	2,15	0,08	18
Caribe	5	45	4	3	38
Caribe	6	23	3	0	20
Caribe	7	8	4	4	0
Caribe	8	11	0,5	9	1,5
Caribe	9	23,5	4	13,5	6
Caribe	10	16	1	15	0
Huetar Norte	1	9	3,4	5,6	0
Huetar Norte	2	8,5	0,5	5	3
Huetar Norte	3	1,2	0,5	0,7	0
Huetar Norte	4	10	1,5	4,5	4
Huetar Norte	5	11	3	0	8
Huetar Norte	6	6	2	4	0
Huetar Norte	7	10,75	3	0	7,75

Huetar Norte	8	2,5	0	2,5	0
Huetar Norte	9	10	2	8	0
Huetar Norte	10	10	1,5	8,5	0
Brunca	1	4,8	0,7	4,1	0
Brunca	2	4,5	2,5	1,5	0,5
Brunca	3	27	18	7,5	1,5
Brunca	4	1,5	SAF	1	0,5
Brunca	5	8,2	0,5	0,7	7
Brunca	6	0,73	SAF	0,73	0
Brunca	7	66,5	37,5	1	28
Brunca	8	7	5,5	1,5	0
Brunca	9	1,7	SAF	1,7	0
Brunca	10	85	35	8	42

*Sistema Agroforestal

4.2.1. Relación entre el área de la finca y las UDESAs obtenidas

Para determinar este punto, se realizaron pruebas de correlación entre UDESAs/ha y área agropecuaria de la finca, y UDESAS/totales y área agropecuaria de la finca. Los resultados obtenidos fueron -0,101 y 0,949 respectivamente. En el primer caso, no existe una correlación, es decir, ambas variables son independientes; pero, en el segundo, caso existe una correlación positiva. Con lo anterior, se entiende que una finca pequeña con múltiples BPAgro obtendrá un valor alto de UDESAs/ha, pero su número de UDESAS totales sería bajo, debido a su poca área en comparación con una finca grande, la cual podría obtener pocas BPAgro/ha, pero por tener mayor área, las UDESAs totales podrían ser mayor a la finca pequeña. Las fincas grandes pueden tener mayor efecto en la generación de los SAgro; sin embargo, por su mayor tamaño, estas tendrían mayor disponibilidad para actividades forestales, pudiendo aplicar hacia un PSA forestal. Aunque técnicamente se busca la mayor provisión de SAgro independiente del tamaño de las fincas, desde el punto de vista político se tendrá que examinar el impacto social que pudieran tener los PSA sobre fincas grandes versus pequeñas.

Por otro lado es importante establecer un número de UDESAS mínimo que debe tener cada finca por hectárea para ser considerada de impacto ambiental positivo. De esta forma, e independientemente del tamaño de las propiedades, si las fincas no cuentan con las UDESAs mínimas por hectárea, no podrán participar en el PSA campesino.

4.2.2. Comportamiento de las UDESAs cuando las fincas solo cuentan con un tipo de uso agropecuario

Un aspecto clave en la creación de la metodología era considerar que las fincas que cuentan solo con una actividad, ya sea agrícola o pecuaria, tendieran a presentar menos UDESAs por la incapacidad de cumplir BPA que son solo aplicables para un tipo de producción. De las 50 fincas evaluadas, 27 de ellas contaban con ambos usos, mientras que 23 solamente poseen una actividad, de las cuales 17 eran agrícolas y 6 pecuarias. En las **figuras 3 y 4,** se puede observar la media de las UDESAs de cada tipo de finca con sus respectivas desviaciones estándar. Estos resultados muestran que las fincas que cuentan con ambas actividades tienden a tener mayor cantidad de UDESAs, y las fincas con solo una actividad cuentan con los valores más bajos. Sin embargo, en ambos casos la mayoría de las fincas se ubican en un intervalo de 30 a 50 UDESAs (**Figura 5**), y la amplitud de la desviación estándar se debe a puntos extremos. Por otro lado el poco rango de la desviación estándar en el uso pecuario se debe a la poca cantidad de fincas que contaron únicamente con este uso.

Adicionalmente, se hizo una prueba de correlación entre las UDESAs/ha y el tipo de finca (con ambos usos o solo un uso). El resultado fue de 0,310, lo que indica una correlación que influye en que las fincas con un solo uso tengan una pequeña tendencia a tener menos UDESAs; sin embargo, no se considera significativo como para considerar que la herramienta no es aplicable en fincas con un solo uso. Las fincas con ambos usos son más diversificadas, tienen tendencia a recibir mayor cantidad de UDESAs ya que son capaces de generar más SAgro, por lo que deberían mejor compensada.

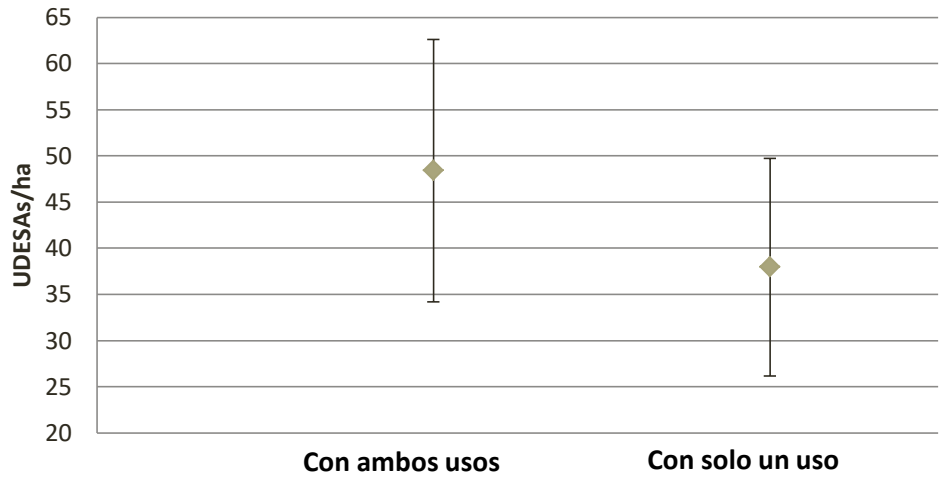


Figura 3. Media y desviación estándar de las fincas con ambos usos agropecuarios y de las fincas con solo un uso.

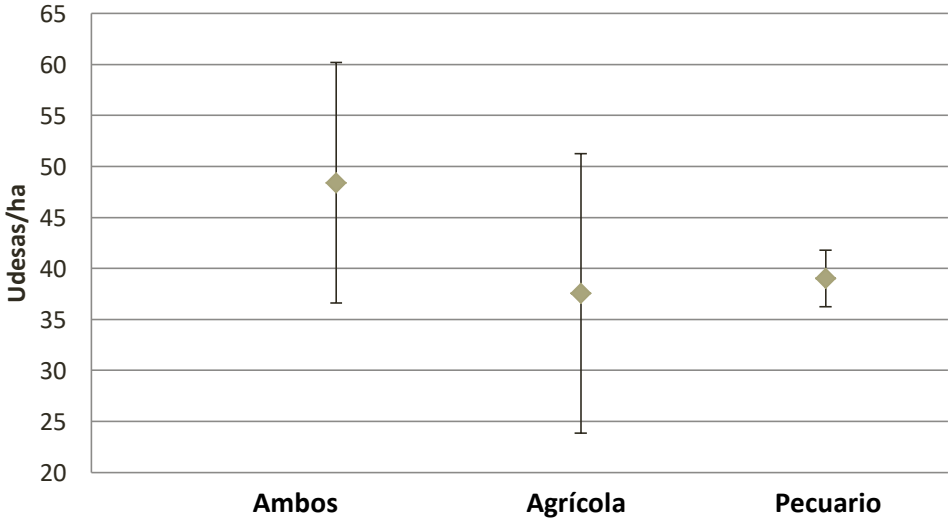


Figura 4. Media y desviación estándar de las fincas por tipo de uso.

Con lo anterior, se comprueba que aunque las fincas que poseen ambos usos tienden a una mayor cantidad de UDESAs, las fincas con solo una actividad pero que aplican BPAgro pueden tener la misma o mayor cantidad de UDESAs que las que aquellas con ambos usos. Por este motivo, no se justifica la necesidad de personalizar la herramienta para fincas ganaderas como lo propone Segleau (2015); asimismo, la herramienta contempla varias BPAgro aplicables a fincas ganaderas, y se realizaron ajustes para no desfavorecer a estas cuando no aplican BPAgro que únicamente se pueden realizar en áreas de cultivos **(Cuadro 9)**. En el caso de los cultivos de palma para los cuales también se propone una adaptación de la herramienta, en la región del Caribe se visitaron tres fincas con este cultivo, dos de las cuales presentaban diversificación de cultivos y obtuvieron más de 37 UDESAs. La finca restante produce únicamente palma, y obtuvo solo 18 UDESAs, siendo la más baja de la región. Este resultado bajo no se debe a la presencia de la palma sino al ser un monocultivo, de lo cual se deduce que cuando la finca presenta un monocultivo, sea palma u otro, las UDESAs serán muy pocas. Esto es una ventaja de la herramienta, ya que los monocultivos son una práctica asociada con la degradación de los suelos y la biodiversidad (PNUMA 2008).

4.2.3. Aplicación de las buenas prácticas agropecuarias en el campo

Otro de los aspectos que se quería verificar con la evaluación de campo era determinar si realmente las BPAgro presentes dentro de la herramienta están siendo aplicadas en el campo. Esto, con el fin de no crear una herramienta con actividades o requisitos difíciles

de aplicar en las fincas de pequeños productores. La única BPAgro que no se encontró en ninguna finca fue la presencia de un sistema de tratamiento de aguas residuales, tales como: lagunas de oxidación o estanques de sedimentación. Esto se debe a que estos sistemas son más comunes en grandes fincas productoras, donde se genera gran cantidad de aguas residuales como es el caso de la cafetalera Orlich, que cuenta con una laguna de oxidación con una capacidad de 600 m^3 de desechos y cuyo costo osciló entre los 200 millones de colones[6]. Un sistema más económico y accesible para los pequeños productores son las biojardineras, que se incluye dentro de la herramienta como una BPAgro.

El resto de las BPAgro se presentaron al menos una vez dentro de la evaluación. El SAgro que menos aplicación de BPAgro mostró fue el SAgro de mitigación de CH_4, ya que la mayoría de las BPAgro de este servicio giran en torno a la presencia de un biodigestor y solo se encontraron 3 fincas con esta característica. Por otro lado el SAgro de conservación de la biodiversidad y fijación de CO_2 en el suelo son los que tienen la mayor cantidad de BPAgro aplicadas en la finca. Esto se puede deber a que el cumplimiento de las BPAgro no demandan la inversión o el costo económico de otras BPAgro en los otros SAgro, como biodigestor, bodegas o biojardineras. Por otro lado las BPAgro relacionadas con el uso racionado de pesticidas y fertilizantes fueron las menos aplicadas, lo cual es una tendencia a nivel nacional, según el censo agropecuario 2014, donde el 82% de las fincas encuestadas utilizan fertilizante y el 90,1% utiliza plaguicidas (INEC 2015) (**Cuadro 11**).

En la *Conferencia Electrónica Regional Buenas Prácticas Agrícolas 2006,* se concluyó que entre los principales factores que imposibilitan que los medianos y pequeños productores apliquen BPAgro, están: el factor sociocultural en el que las prácticas convencionales se encuentran muy arraigadas en el manejo de los sistemas agroproductivos, la falta de incentivos económicos para compensar las inversiones en las que deben incurrir para cumplir con los estándares ambientales, además de la incertidumbre sobre los efectos que los cambios pudieran generar en la producción. Esta última debido a que aunque la aplicación de BPAgro supone el aumento en el rendimiento o la calidad de la producción, aún falta información y pruebas pilotos que lo determinen, así como los tiempos requeridos para el retorno de la inversiones requeridas. Además, si los productos derivados de fincas amigables con el ambiente, no son colocados en nichos de mercado específicos, con precios diferenciados, los ingresos de las fincas no van hacer significativos para justificar los costos en la aplicación de las BPAgro.

[6] Gutiérrez, N. 2015. Planta de tratamiento para café (entrevista). Orlich y hns. Ltda, Alajuela, CR.

Cuadro 11. Total de fincas en aplicar cada una de las BPAgro presentes dentro de la herramienta.

BPA	Región					Total	%
	PC	Chorotega	Caribe	HN	Brunca		
Fijación de CO_2 en el suelo							
1.1. Se elaboran o aplican abonos orgánicos compostados.	9	3	2	5	8	27	54
1.2. Se evita la aplicación de fertilizantes sintéticos.	6	2	5	6	6	25	50
1.3. Se practica el barbecho o descanso del suelo.	5	4	3	5	8	25	50
1.4. Se evitan quemas para preparar el suelo.	10	10	10	10	10	50	100
1.5. Se evitan quemas de rastrojos y restos de cosechas.	10	10	10	8	10	48	96
1.6. Se evita la compactación del suelo.	8	8	10	9	10	45	90
1.7. Se realiza labranza mínima al suelo.	7	4	4	5	10	30	60
1.8. Se realiza rotación o asociación de cultivos.	8	5	5	7	8	33	66
1.9. Se observa cubierta forestal	7	8	8	9	10	42	84
1.10. Se evita la aplicación de pesticidas sintéticos o herbicidas.	7	5	0	4	5	21	42
1.11. Se realizan obras o prácticas de conservación de suelos.	7	5	0	10	9	31	62
Mitigación de CH_4							
2.1. Presencia de un biodigestor funcionando.	1	0	0	0	2	3	6
2.2. El biodigestor construido está acorde con la cantidad de animales y la cantidad de usuarios del biogás.	0	0	0	0	2	2	4
2.3. El biogás producido es usado en reemplazo de la leña para cocinar.	0	0	0	0	1	1	2
2.4. Los lixiviados del biodigestor no son fuente de contaminación, debido a que son manejados adecuadamente.	1	0	0	0	2	3	6
2.5. Los animales de producción pecuaria reciben una dieta especial elaborada con materiales propios de la finca, la cual reduce la producción de metano.	1	5	0	2	4	12	24
2.6. Las excretas de los animales de producción pecuaria y los desechos de los cultivos, se utilizan para la	1	0	0	0	2	3	6

	elaboración de abonos (compost o lombricompost).						
Mitigación de N_2O							
3.1.	Presencia de especies fijadoras nitrógeno.	7	5	8	6	7	33	66
3.2.	La aplicación de los fertilizantes nitrogenados se realiza con base en los resultados del análisis de suelo o foliar.	1	1	4	1	2	9	18
3.3.	Utilización de fertilizantes de lenta liberación.	1	0	0	1	1	3	6
3.4.	Existencia de una bodega acondicionada para guardar los insumos agropecuarios.	6	4	6	6	6	28	56
3.5.	Por la existencia de pastos como Brachiaria y Maní forrajero (Arachis pintoi), que mejoran la tasa de mineralización del nitrógeno de la materia orgánica en los suelos.	1	0	1	0	2	4	8
3.6.	Por cada hectárea de uso agropecuario donde se incorporen abonos orgánicos compostados, elaborados en la propia finca.	4	0	0	1	5	10	20
3.7.	Por evitar totalmente el consumo de fertilizantes.	2	1	0	3	5	11	22
Protección del recurso hídrico								
4.1.	Protección forestal (radio 100m o 15 m)	8	9	4	9	7	37	74
4.2.	No son vertidos residuos sólidos al agua y alrededores.	9	10	10	9	7	45	90
4.3.	No son vertidos residuos líquidos al agua y alrededores.	9	10	10	9	9	47	94
4.4.	La finca cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales.	0	0	0	0	0	0	0
4.5.	La finca cuenta con un sistema de reciclado de aguas.	0	0	0	0	1	1	2
4.6.	La finca recolecta y utiliza agua lluvia para diversas actividades, reduciendo la explotación de los cuerpos de agua	1	0	2	1	3	7	14
4.7.	Las instalaciones de la finca son lavadas en seco o con sistemas de aspersión.	1	0	2	2	2	7	14
4.8.	Se utilizan productos biodegradables para el lavado de las instalaciones	0	0	1	0	1	2	4

	de la finca.							
4.9.	En la finca existe un lugar ubicado a más de 100 metros de cualquier cuerpo de agua y acondicionado para el lavado de equipos de fumigación, envases de agroquímicos e implementos de ordeño.	3	2	5	1	0	11	22
4.10.	Los animales de producción no consumen el agua directamente del cuerpo de agua, lo hacen a través de bebederos.	1	0	3	2	2	8	16
4.11.	Los bebederos de los animales de producción están diseñados de forma que no se desperdicie agua (Eg. Flotadores).	7	4	5	2	2	20	40
4.12.	Finca cuenta con una o más biojardinera	0	0	0	0	1	1	2
4.13.	La finca cuenta con trampas de grasa	0	0	0	1	0	1	2
4.14.	La finca cuenta con un sistema de riego que aplique una cantidad de agua lo más ajustada posible para cubrir las necesidades del cultivo.	2	0	0	3	0	5	10
	Conservación de la biodiversidad							
5.1.	Presencia de especies arbóreas nativas en asocio con cultivos (SAF)	7	5	4	5	8	29	58
5.2.	Presencia de especies arbóreas nativas en asocio con animales de producción (SSP)	8	8	8	4	5	33	66
5.3.	Presencia de especies arbóreas en vía de extinción, escasas o raras	6	5	5	5	9	30	60
5.4.	Presencia de árboles fuente de alimento para animales silvestres	10	10	10	10	10	50	100
5.5.	Protección o manejo adecuado de la vida Silvestre (plantas y animales).	10	10	9	10	10	49	98
5.6.	Se evitan quemas para preparar el suelo.	8	10	10	10	10	48	96
5.7.	Evita la aplicación de pesticidas o herbicidas sintéticos.	8	6	1	8	6	29	58
5.8.	Siembra de policultivos.	8	5	5	7	9	34	68
5.9.	Siembra de especies y variedades agrícolas autóctonas.	6	5	5	7	9	32	64
5.1.	Siembra de especies y variedades con valor medicinal tradicional.	6	2	3	5	8	24	48

4.2.4. Variabilidad de UDESAs

La variabilidad de UDESAs resultantes en la evaluación de las fincas, refleja el aporte que realizan en la generación de SAgro. Los resultados indican un rango en las fincas entre 13 y 91 UDESAs. El 36% de las fincas obtuvieron entre 40 y 50 UDESAs, mientras solo el 26% de estas sobrepasan las 50 UDESAs **(Figura 5)** estando el 58% en la región Brunca. Esta región sobresalió en los SAgro de mitigación de CH_4, debido a que fue la región donde se encontró mayor número de biodigestores (2 funcionando, 1 en mantenimiento). Según López y Sola (2008) en la provincia de Puntarenas es donde más se registran hogares con biodigestores, siendo contabilizados 221 en el año 2008. Al existir diferentes resultados de UDESAs indica que la herramienta tiene un rango muy amplio de valoración otorgando efectivamente más UDESAs a la fincas con mayor cantidad de BPAgro. En el **Anexo 7** se encuentra detalladamente los resultados de UDESAs de cada finca.

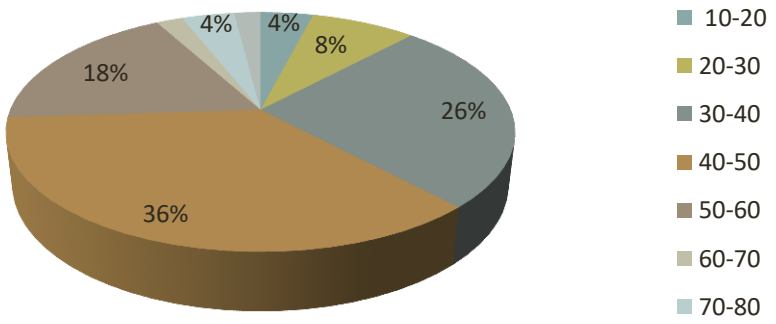


Figura 5. Porcentaje de fincas según el resultado de UDESAs.

4.2.5. Aplicación en el campo de la nueva herramienta

Con la nueva herramienta, se notó que haber establecido los requisitos o las características a comprobar para cada BPAgro facilita el proceso y permite calificar por igual cada finca. Sin embargo, algunas verificaciones solo se realizan con la información que brinda el propietario. En este caso, sigue existiendo un sesgo de información; ya que las personas pueden mentir, confundirse o no recordar información. No obstante son pocas las BPAgro cuya comprobación depende exclusivamente de esta variable. Para estos casos y con forme la herramienta se oficialice, se podrían crear métodos alternativos. Además, en el caso de que la herramienta se oficialice dentro de un nuevo programa de PSA, se considera de vital importancia la creación de un sistema de monitoreo donde las fincas, posterior a su evaluación inicial, sean auditadas sin aviso previo, con el fin de comprobar que las BPAgro se siguen implementando, y de validar información obtenida en la primera evaluación.

Uno de los puntos señalados por Segleau (2015), es que la metodología debe permitir su mejora constante mediante la evaluación, característica con la que también cuenta la herramienta creada. Esta permite que, si dentro de los procesos de oficialización del PSA campesino se identifica la necesidad de cambios como eliminar o agregar BPAgro, o cambiar el valor asignado a las BPAgro, se pueden realizar tomando en cuenta los resultados del **Cuadro 9** y modificando la hoja de *Excel* del formulario digital.

4.2.6. Ajustes realizados en la herramienta después de la evaluación de campo

Durante la validación de campo también se esperaba encontrar limitaciones en la aplicación de la herramienta que demandaban una solución impostergable. Estos cambios se fueron aplicando conforme se avanzó en el trabajo de campo, de tal forma que la herramienta final presentada anteriormente incluye varias mejoras producto de la evaluación. Además, al final de esta, se realizaron las siguientes modificaciones:

1. Se eliminó la BPAgro "*presencia de un sistema de tratamiento de aguas residuales"*. Por no estar presente en ninguna finca evaluada, además de que su aplicación es frecuente solo en fincas con producción intensiva.
2. Se incorpora al final de la herramienta un punto que brinda 10,42 UDESAs *Plus,* por la presencia de fuentes alternativas de energía, esto debido a que la finca 3 de la región Brunca contaba con una turbina y paneles solares, actividad significativa ambientalmente y por la cual no se le reconocía nada. Además, esta es una de las recomendaciones realizadas por Segleau (2015). El valor de 10,42 UDESAs surge del promedio de las UDESAs de todas las BPAgro.
3. En la evaluación de campo y con las sugerencias realizadas por expertos, se encontró necesario establecer mejores criterios de verificación para las BPAgro:

    1.9. Se observa cubierta forestal.
    3.1. Presencia de especies fijadoras de nitrógeno.
    5.1. Presencia de especies arbóreas y arbustivas nativas en asocio con cultivos.
    5.2. Presencia de especies arbóreas y arbustivas nativas en asocio con animales de producción.
    5.4. Presencia de árboles fuente de alimento para animales silvestres.

    De tal modo que se considera la densidad y distribución de los árboles que debe haber en las fincas para establecer se cumplen o no con las BPAgro. Para

determinar el número de árboles o arbustos idóneo por cada BPAgro se utilizó la guía técnica para la difusión de tecnologías de producción agropecuaria sostenible (MAG 2010), cual establece lo siguiente:

- Cultivos permanentes: 232 individuos/ha entre maderables, frutales y leguminosas.

- Cultivos anuales: de entre 40 a 60 árboles/ha.

- Huerto casero: el diseño es único en cada caso según las necesidades y gustos de alimentación de la familia, de sus recursos y de las características del terreno, en este caso se considera como una práctica realizada si el terreno cuenta con la densidad de árboles según su potencial para mantenerlos (a criterio del evaluador).

- Cerca viva mixta: en un kilómetro lineal puede haber hasta 700 árboles, entre leguminosas, frutales y maderables.

- Cortinas rompevientos: árboles de estrato alto se siembran en distanciamientos de 3 a 5 m (200 a 333 árboles/Km lineal).

- Árboles en potrero: se utiliza el **Cuadro 12** para definir el número de árboles por ha según la topografía del sitio, y el uso de los árboles.

Cuadro 12. Número de árboles por hectárea según las condiciones topográficas de los potreros.

Uso deseado	Topografía	Posibles especies	Cantidad de árboles/ ha
Sombra	Sitios planos, quebrados o compactados	Mango, guanacaste, higuerón, chilamate	Máximo 12
Madera	Sitios planos y ondulados	laurel, cedro, caoba, pochote, guachipelin, corteza amarillo.	35 a 60
Laña	Sitios planos o alta pendiente y con suelo superficial	Nance, madero negro	50 * a 85

Casasola *et al*. Citado por MAG 2010

*se establece como referente para leguminosas y frutales.

Con la información anterior, se establecieron los valores mínimos de árboles o arbustos/ha que debe tener cada uso de finca (**Cuadro 13).**

Cuadro 13. Valores de referencia del número de árboles o arbustos/ha según su uso del suelo.

BPAgro	N° de árboles o arbustos /ha				
	Cultivos perennes	cultivos anuales	Pasto	Cercas vivas	Cortinas rompevientos
1.9	232	40	97	700	200
3.1	77	13	50	233	
5.1	116	20		350	100
5.2			48	350	100
5.4*	116	13	50	233	

*Debe tener la presencia de siete especies distintas.[7]

La metodología para verificar si la finca cuenta con en número de árboles establecido se describe a continuación.

Con la bibliografía consultada se definió que el tamaño de las parcelas utilizadas para medir el componente "árboles dentro de sistemas agrícolas" varía entre 200 m^2 a 1 000 m^2. En este caso, se propone crear parcelas de 600 m^2, de forma cuadrangular de 30 x 20 m, después de que el productor realiza el croquis de la finca, en el cual debe ubicar los diferentes lotes con usos diferentes de la tierra (agrupar por lotes las áreas de la finca que presentan condiciones similares de manejo, por ejemplo: café con sombra, hortalizas, potrero arbolado, entre otros).

Se deben establecer dos parcelas aleatoriamente por lote (siempre y cuando la extensión del área lo permita). Dentro de cada una se debe inventariar todos los árboles o arbustos mayores a 5 cm de DAP. Clasificando cada individuo encontrado según el **Cuadro 14,** donde una misma especie puede estar en más de una categoría. También se inventarían hierbas presentes que sean de importancia alimentaria para la fauna. Luego de recolectar la información en el campo, se contabilizan los árboles presentes en cultivo y potrero, los árboles nativos en cultivo, los árboles nativos en potrero, la cantidad de especies fijadoras de nitrógeno, e individuos de importancia alimentaria para la fauna. Finalmente, se hacen las extrapolaciones por hectárea y se comprueba o no si cumplen con los valores antes mencionados.

[7] Segleau (2015).

Cuadro 14. Instrumento de evaluación de las parcelas.

Especie	Marcar con x si presenta la característica							
	Maderable	Nativo	Exótico	Fuente de alimento para la fauna	Grado de conservación	Fuente de N2O	Autóctono	Medicinal

Metodología para cercas vivas y cortinas rompevientos

Para esto, se utilizó la metodología de Pérez (2006) señala que en el croquis hecho por el productor se debe indicar dónde se encuentran las cercas vivas y cortinas rompevientos. Luego se muestrean entre 3 y 5 cercas, dependiendo del tamaño de la finca. Se considera como cerca viva, cuando estas tienen más de 20 árboles en 100 m. Después de establecer las cercas vivas, se define al azar un punto de inicio donde se hará un conteo total de árboles con DAP mayor a 5 cm, clasificándolos según el **Cuadro 14** en una distancia de 100 m. Posteriormente, se contabiliza el total de árboles según las categorías, y finalmente se hacen las extrapolaciones por kilómetro y se comprueba los datos con los requisitos de densidad mencionados en el **Cuadro 13.**

Las UDESAs que se asignan para estas BPAgro se encuentran en el **Cuadro 9** y se propone se asignen de la siguiente forma según sus escenarios.

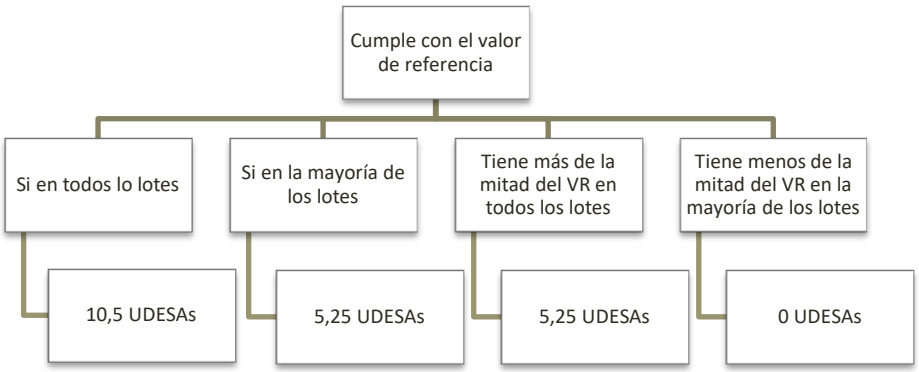


Figura 6. Distribución de UDESAs para la BPAgro 1.9.

3.1. Presencia de especies fijadora de N_2O

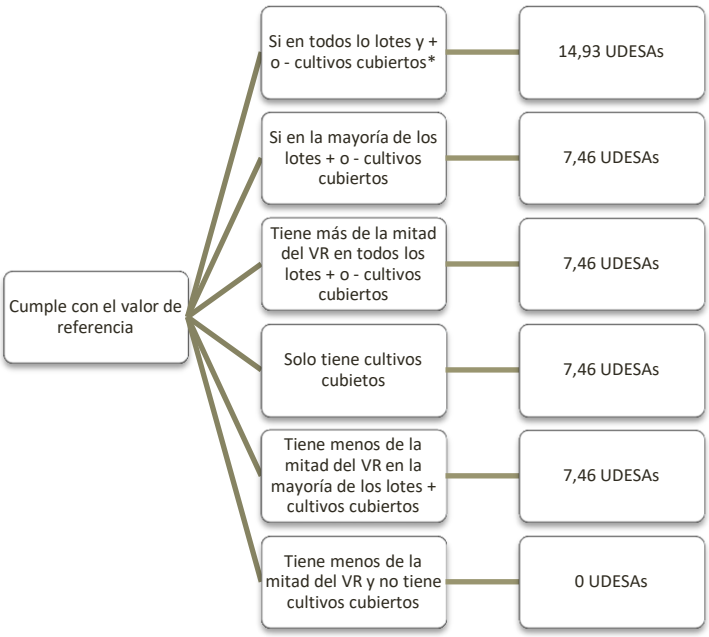


Figura 7. Distribución de UDESAs para la BPAgro 3.1.

*Coberturas de plantas en los cultivos como: mucano (*Mucuna pruriens*), canavalia (*Canavalia ensiformis*), gandul (*Cajanus cajan*), crotalaria (*Crotalaria sagittalis*), afalfa (*Medicago sativa*) y caupí (Vigna unguiculata), que además de aportar N_2O al suelo, lo protegen de la erosión.

5.1. Presencia de especies nativas arbóreas o arbustivas en asocio con cultivos

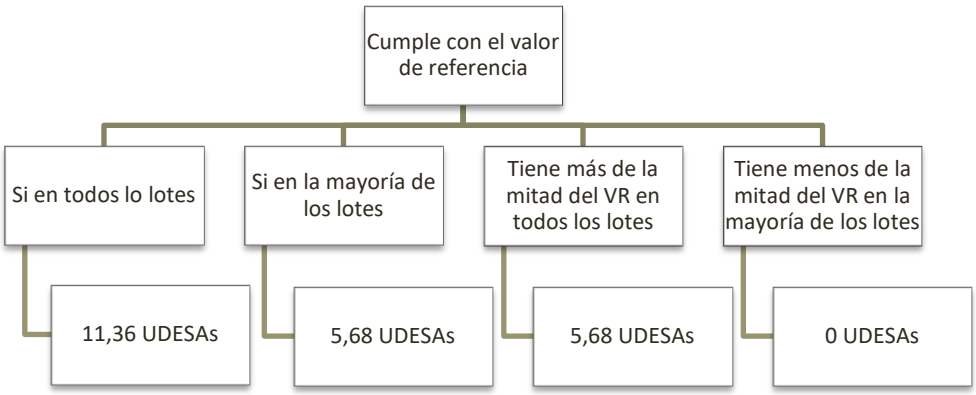


Figura 8. Distribución de UDESAs para la BPAgro 5.1.

5.2. Presencia de especies arbóreas y arbustivas en asocio con animales de producción

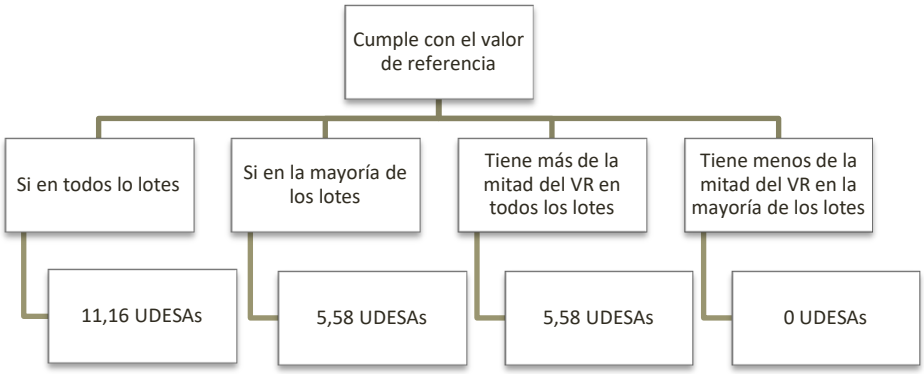


Figura 9. Distribución de UDESAs para la BPAgro 5.2.

5.4. Presencia de especies arbóreas y arbustivas de importancia alimenticia para la fauna silvestre

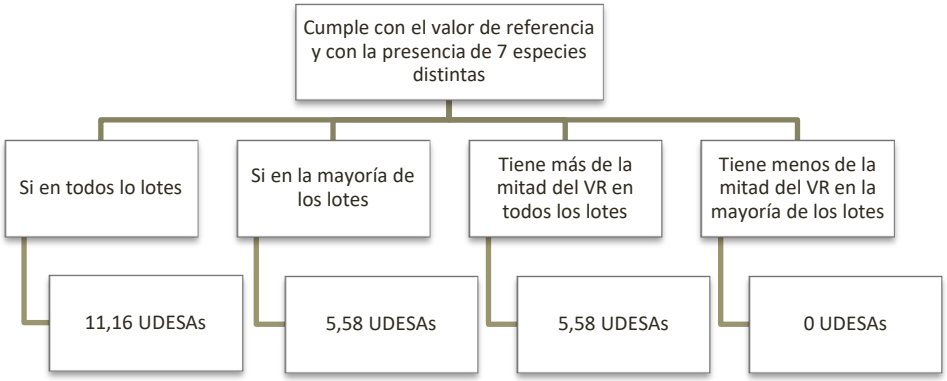


Figura 10. Distribución de UDESAs para la BPAgro 5.4.

El formulario de campo y el digital finales presentan los cambios explicados en esta sección. Se aclara que los resultados de este estudio son producto de la aplicación de la herramienta sin estos ajustes finales mencionados anteriormente.

4.3. Estimación de costo de ejecución de las buenas prácticas agropecuarias y compensación esperada

4.3.1. Estimación de los costos de aplicación de las buenas prácticas agropecuarias

Cada una de las BPAgro fue evaluada por productores con el fin de determinar qué tan factible es su aplicación, así como conocer qué implica cada BPAgro en términos de costos económicos, tiempo de trabajo y pérdidas en la producción. Los resultados indican que solo tres BPAgro entran en la *categoría A*, es decir, son las prácticas más fáciles de realizar o las más comunes de aplicar, ya que no requieren gastos económicos, ni tiempo de trabajo y no generan pérdidas de producción. Estas prácticas se refieren a la quema del suelo y los vertidos sólidos y líquidos en los causes de agua. Por otro lado, 13 BPAgro están en la *categoría C, que* son aquellas prácticas más difíciles de cumplir, pues uno o más de los tres indicadores: costo, tiempo y producción, aumentan generando indisposición o incapacidad del productor para realizarlas. Entre estas, están aquellas relacionadas con el uso de pesticidas y fertilizantes, y todas aquellas que involucran la construcción de infraestructura como biodigestor, sistemas de tratamiento de aguas residuales, sistema de riego, entre otros **(Cuadro 15)**. Los entrevistados consideraron que las prácticas relacionadas con evitar el uso de fertilizantes sintéticos y pesticidas son difíciles de implementar por los costos elevados de chapeas manuales y de la certificación orgánica.

Dichas BPAgro también demostraron ser poco frecuentes en la evaluación de las 50 fincas. Datos del VI Censo Nacional Agropecuario (INEC 2015) indican que el 18% de las fincas se abstienen a utilizar fertilizantes y solo el 10% de utilizar plaguicidas. Además, únicamente el 1,7% de las fincas contaron con un biodigestor y solo 15% con sistemas de tratamiento de aguas residuales. En la mayoría de los casos, aunque las prácticas se consideraran como *categoría C*, los campesinos manifestaron que las actividades podrían generar beneficios tanto para la productividad de sus fincas como para la protección del ambiente. Sin embargo, no tienen la capacidad para invertir en ellas, por lo que se considera que el PSA campesino puede fomentar la implementación de BPAgro que no se realizan en la finca por falta de recursos económicos, así como compensar a pequeños productores por la aplicación de BPAgro dentro de las *categorías A* y *B*, las cuales se presentaron con mayor frecuencia en la muestra evaluada. Las estimaciones de los costos necesarios para la ejecución de todas las BPAagro que obtuvieron valores mayores o iguales a 2, en el apartado de costos económicos, se presentan en el **Cuadro 16.**

Cuadro 15. Categoría de factibilidad de la aplicación (CFA) de cada BPAgro según los costos, el tiempo de trabajo y las pérdidas en producción requeridas para su complimiento.

Buenas prácticas agropecuaria en la mitigación de CO2 en el manejo del suelo	**Costo**	**Tiempo**	**Producción**	**CFA**
1.1. Se elaboran o aplican abonos orgánicos compostados	2,4	2,5	1,5	C
1.2. Se evita la aplicación de fertilizantes sintéticos	2,0	2,0	2,1	C
1.3. Se practica el barbecho o descanso del suelo	1,5	1,5	2,0	B
1.4. Se evitan quemas para preparar el suelo	1,0	1,0	1,0	A
1.5. Se evitan quemas de rastrojos y restos de cosechas	1,1	1,5	1,2	B
1.6. Se evita la compactación del suelo	1,5	1,9	1,3	B
1.7. Se realiza labranza mínima al suelo	1,8	1,8	1,8	B
1.8. Se realiza rotación y/o asociación de cultivos	1,5	2,2	1,6	B
1.9. Se observa cubierta forestal	1,5	2,0	1,6	B
1.10. Se evita la aplicación de pesticidas sintéticos o herbicidas	2,4	2,8	2,5	C
1.11. Se realizan obras y/o prácticas de conservación de suelos				
Buenas prácticas en la mitigación de CH4	**Costo**	**Tiempo**	**Producción**	**CFA**
2.1. . Presencia de un biodigestor funcionando	2,8	2,7	1,2	C
2.2. El biodigestor construido está acorde con la cantidad de animales y la cantidad de usuarios del biogás	2,8	2,7	1,4	C
2.3. Los lixiviados del biodigestor no son fuente de contaminación debido a que son manejados adecuadamente.	1,5	2,1	1,0	B
2.4. Los animales de producción pecuaria reciben una dieta especial elaborada con materiales propios de la finca, la cual reduce la producción de metano.	1,7	2,3	1,4	B
2.5. Las excretas de los animales de producción pecuaria y los desechos de los cultivos que no son ingresadas en el biodigestor, se utilizan para la elaboración de abonos (compost o lombricompost).	2,3	2,4	1,3	C
Buenas prácticas en la mitigación de N_2O	**Costo**	**Tiempo**	**Producción**	**CFA**
3.1. Presencia de especies fijadoras nitrógeno.	1,8	2,5	1,1	B
3.2. La aplicación de los fertilizantes nitrogenados se realiza con base en los resultados del análisis de suelo o foliar.	2,1	1,8	1,0	B
3.3. Utilización de fertilizantes de lenta liberación.	2,2	1,9	1,3	B
3.4. La existencia de una bodega acondicionada para guardar los insumos agropecuarios.	2,6	2,1	1,0	B
3.5. Existencia de pastos que mejoran la taza de mineralización del nitrógeno de la materia orgánica en el suelo.	2,3	2,3	1,0	B
3.6. Por cada hectárea de uso agropecuario donde se incorporen abonos orgánicos compostados, elaborados en la propia finca.	2,1	2,4	1,5	C
3.7. Por evitar totalmente el consumo de fertilizantes.	1,8	1,9	2,0	B

Buenas prácticas agropecuarias en la protección del recurso hídrico	Costo	Tiempo	Producción	CFA
4.1. Protección forestal (radio 100m o 15 m).	1,9	2,2	2,2	C
4.2. No son vertidos residuos sólidos al agua y alrededores.	1,0	1,0	1,0	A
4.3. No son vertidos residuos líquidos al agua y alrededores.	1,0	1,0	1,0	A
4.4. La finca cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales.	2,4	2,7	1,1	C
4.5. La finca cuenta con un sistema de reciclado de aguas.	2,1	2,1	1,0	B
4.6. La finca recolecta y utiliza agua lluvia para diversas actividades, reduciendo la explotación de los cuerpos de agua.	2,2	2,4	1,0	B
4.7. Las instalaciones de la finca son lavadas en seco y/o con sistemas de aspersión.	2,1	2,6	1,1	B
4.8. Se utilizan productos biodegradables para el lavado de las instalaciones de la finca.	2,3	2,3	1,1	B
4.9. En la finca existe un lugar ubicado a más de 100 metros de cualquier cuerpo de agua y acondicionado para el lavado de equipos de fumigación, envases de agroquímicos e implementos de ordeño.	1,9	2,0	1,0	B
4.10. Los animales de producción no consumen el agua directamente del cuerpo de agua, lo hacen a través de bebederos.	2,3	2,4	1,0	B
4.11. Los bebederos de los animales de producción están diseñados de forma que no se desperdicie agua (Ej.: flotadores).	2,1	2,0	1,0	B
4.12. Finca cuenta con una o más biojardinera.	2,6	2,6	1,2	C
4.13. La finca cuenta con trampas de grasa.	2,4	2,3	1,0	B
4.14. La finca cuenta con un sistema de riego que aplique una cantidad de agua lo más ajustada posible para cubrir las necesidades del cultivo.	2,6	2,6	1,0	C
Buenas prácticas agropecuarias en conservación de la biodiversidad	**Costo**	**Tiempo**	**Producción**	**CFA**
5.1. Presencia de especies arbóreas nativas en asocio con cultivos (SAF).	2,0	2,1	1,3	B
5.2. Presencia de especies arbóreas nativas en asocio con animales de producción (SSP).	2,0	2,1	1,3	B
5.3. Presencia de especies arbóreas en vía de extinción, escasas o raras.	1,7	2,1	1,5	B
5.4. Presencia de árboles fuente de alimento para animales silvestres.	1,7	2,1	1,4	B
5.5. Protección o manejo adecuado de la vida silvestre (plantas y animales).	1,8	2,2	2,0	C
5.6. Se evitan quemas para preparar el suelo.	1,0	1,1	1,0	B
5.7. Evita la aplicación de pesticidas o herbicidas sintéticos.	2,4	2,8	2,3	C
5.8. Siembra de policultivos.	1,7	2,3	1,6	B
5.9. Siembra de especies y variedades agrícolas autóctonas.	1,9	2,5	1,3	B
5.10. Siembra de especies y variedades con valor medicinal tradicional.	1,6	2,0	1,0	B

Cuadro 16. Costos de aplicación de las BPAgro que requieren inversión económica para su realización

BPAgro	Valor	Valor final***	Fuente
Buenas prácticas agropecuaria en la mitigación de CO_2 en el manejo del suelo			
1.1.Se elaboran abonos orgánicos compostados*	Elaboración lombricompost: para empezar a producir el abono requerido para una hectárea de cultivo se requieren 100 Kg de lombrices cuyo valor aproximado es de ₡ 600 000, y una cama de 10 m de largo y 1 de ancho con un valor que ronda ₡ 150 000.	₡ 750 000	Ribera Calderon (2015)
1.2.Se evita la aplicación de fertilizantes sintéticos*	En fincas pequeñas (1-2 ha) la certificación orgánica anual varia de ₡320 000 a 500 000.	₡ 410 000	Eco-LOGICA (2015)[8] BCS ÖKO (2015)[9]
1.10. Se evita la aplicación de pesticidas sintéticos o herbicidas*	Región chorotega: chapeas en pastos mejorados aproximadamente se requiere un jornal por ha/año cuyo valor ronda los ₡ 8 672. Otras regiones: ₡ 35 000 ha/año.	₡ 21 836	Víquez (2015)[10]; Barrantes (2015)[11]
1.11.Se realizan obras o prácticas de conservación de suelos*	Prácticas de conservación de suelo (siembra en contorno, barreras vegetativas, terrazas) cuesta ₡ 64 698.48 ha/año.	₡64 698,48	ICAFE (2014) Araya (2015)[12]
Buenas prácticas en la mitigación de CH_4			
2.1. Presencia de un biodigestor funcionando**	Los biodigestores encontrados en la fincas visitadas tienen un costo promedio de ₡ 425 000. Otros datos indican un costo para un biodigestor familiar de entre ₡ 108 000 y ₡ 270 000.	₡ 267 666	Botero (2011)
2.2. El biodigestor construido está acorde con la cantidad de animales y la cantidad de usuarios del biogás	Igual que la BPAgro 2.1		
2.6. Las excretas de los animales de producción pecuaria y los desechos de los cultivos que no son ingresadas en el biodigestor, se utilizan para la elaboración de abonos (Compost y/o Lombricompost).	Igual que la BPAgro 1.2.1		Ribera Calderón (2015)[13]

[8] Eco-LOGICA. 2015. Precio certificación orgánica (consulta telefónica). San José, CR.
[9] BCS ÖKO. 2015. Recio certificación orgánica (consulta telefónica). San José, CR.
[10] Víquez, R. 2015. Gastos económicos en los sistemas pecuarios (entrevista). Guanacaste, CR.
[11] Barrantes, E. 2015. Gastos económicos en los sistemas pecuarios (entrevista. Guanacaste, CR.
[12] Araya, M. 2015. Costos de prácticas de conservación de suelos (entrevista). ICAFE, Heredia, CR.
[13] Ribera Calderón, H. 2015. Elaboración de lombricompost (entrevista). Acosta, San José, CR, Finca Don Tuto.

Buenas prácticas en la mitigación de N_2O			
3.2. La aplicación de los fertilizantes nitrogenados se realiza con base en los resultados del análisis de suelo o foliar.**	En el INTA el análisis químico completo del suelo tiene un precio de ₡5 000.	₡ 5 000	INTA (2015)[14]
3.3. Utilización de fertilizantes de lenta liberación.*	En promedio un kilo de fertilizante de lenta liberación es ₡873 más caro que uno fertilizante normal. El promedio de las fincas visitadas usan 7,8 sacos de fertilizante ha/año.	₡ 6 809	Agrocentroamerica; Trisan; Abonos del pacífico; CAFESA. (2015)[15]
3.4. La existencia de una bodega acondicionada para guardar los insumos agropecuarios.**	Una bodega de 18 m^2. Materiales madera y láminas de zinc, y mano de obra ₡ 174 000. Una bodega de 16 m^2, prefabricado y zinc ₡ 600 000	₡ 387 000	Jiménez (2015)[16] Solano (2015)[17]
3.5. Existencia de pastos que mejoran la tasa de mineralización del nitrógeno de la materia orgánica en el suelo.*	2 K de semillas de *Brachiaria brizantha* cuesta en promedio ₡11 025, se requieren 6 k/ha, en total ₡ 33 075 ha	₡ 33 075	RESUSA; CACE (2015)[18]
3.6. Por cada hectárea de uso agropecuario donde se incorporen abonos orgánicos compostados, elaborados en la propia finca.	Igual que BPAgro 1.2.1		
3.7. Por evitar totalmente el consumo de fertilizantes	Igual que la BPAgo 1.2.2**.**		
Buenas prácticas agropecuarias en la protección del recurso hídrico			
4.5. La finca cuenta con un sistema de reciclado de aguas.**	Los sistemas de reciclado de agua suelen ser muy artesanales y no se encontró un valor económico de referencia.		
4.6. La finca recolecta y utiliza agua lluvia para diversas actividades, reduciendo la explotación de los cuerpos de agua**	En este caso se divide en tres opciones: a. Reservorios de agua de lluvia. Cosecha de agua con reservorios de 3 750 m^3 cuesta aproximadamente ₡12 400 000. Un reservorio dique represa con cubierta de plástico tiene un	₡ 578 365	Salinas *et al. (*2010) Marín (2015)[19] Casa del tanque (2015)[20] Valverde (2015)[21]

[14] INTA (Instituto Nacional de Innovación y Trasferencia Tecnológica Agropecuaria. 2015. Precio de análisis de suelo (consulta telefónica). San José, CR.
[15] Agrocentroamerica; Trisan; Abonos del Pacífico, CAFESA. 2015. Precio de fertilizantes (consulta telefónica. Costa Rica
[16] Jiménez Mendoza, J. 2015. Costos de la actividad agropecuaria (entrevista). Guanacaste, Costa Rica.
[17] Solano, L. 2015. Costo de las actividades agropecuarias (entrevista). San José, Costa Rica.
[18] RESUSA, CACE (Centro agrícola cantonal de Esparza). 2015. Precio semillas de pasto mejorado (consulta telefónica). Costa Rica.
[19] Marín, M. 2015. Sistemas de recolección de lluvia con tanques (entrevista). ACEPESA, San José, CR.
[20] Casa del tanque. 2015. Precio de tanques de almacenamiento de agua (consulta telefónica). San José, CR.
[21] Valverde, J. 2015. Sistema de recolección de agua de lluvia (entrevista). Alajuela, CR.

	costo de ₡ 2 835/m^2, considerando una profundidad de 2 m. b. Recolecta de agua de lluvia por techos y canoas. El precio varía según la dimensión del tanque y las canoas y otras materiales necesarios. A modo de ejemplo se presenta un sistema construido por ACEPESA donde en materiales y mano de obra se invirtieron ₡ 650 000, y en un tanque de 1 100 L ₡ 156 730. Otros tanques de 1098 L y 4 198 L, tienen un precio de ₡ 85 550 y ₡ 362 998 respectivamente. c. Sistemas artesanales de recolección de agua de lluvia igual son muy variados y con diferentes precios, puede ser un estaños de 15 galones, u otros más elaborados como el caso de una finca hermanos Vargas, la cual cuenta con un tanque de concreto de 189 L cuyo costo total fue de ₡ 350 000.		
4.7. Las instalaciones de la finca son lavadas en seco (cama profunda) o con sistemas de aspersión**.	Cama profunda en un corral de 30m^2, 367 sacos de aserrín por año, ₡ 275 294 Sistemas de aspersión Pistola de chorro: ₡ 2 700 Máquina de lavado a presión: ₡ 270 000. Pistola de lavado a presión: ₡ 11 000.	₡ 96 330	Rojas (2015)[22] Arias (2014)
4.8. Se utilizan productos biodegradables para el lavado de las instalaciones de la finca. **	Finca porcina se elabora un estañón de microorganismos a un precio de ₡ 9 500 y dura un mes para 40 corrales. En un año ₡ 114 00. Otros productor con pollos elabora un estañón a un precio de ₡ 15 500 puede durar hasta un año. En otros casos se compra un galón de microorganismos a un valor de ₡ 2 500, que al año representa un costo de ₡ 60 000 aplicando 2 galones por mes.	₡ 63 000	Spencer (2015)[23] Rojas (2015)[20]
4.10. Los animales de producción no consumen el agua directamente del cuerpo de agua, lo hacen a través de	Para una cerca de 100m se ocupa 2,25 royos de alambre de 300 m, con un valor promedio de ₡18 725, Total ₡ 42 131/ha Un bebedero con estañon, tubería y	₡ 85 131	Barrantes (2015)

[22] Rojas, C. 2015. Uso de cama profunda y microorganismos (entrevista). Alajuela, CR
[23] Spencer, W. 2015. Costo del lavado de corrales con productos biodegradables (entrevista), Puntarenas, CR.

bebederos.*	postes aproximadamente cuesta ₡ 43 000 (se supone un bebedero/ha)		
4.11. Los bebederos de los animales de producción están diseñados de forma que no se desperdicie agua (Ej.: Flotadores).*	Los sistemas utilizados para evitar el desperdicio de agua están el uso de boyas cuyo precio aproximado es de ₡8 000, también se utilizan llaves para regular el flujo del agua.	₡ 8 000	Víquez (2015)[7]
4.12. Finca cuenta con una o más biojardinera.**	Con la literatura consultada se establece un precio promedio de ₡209 950 por biojardinera.	₡ 209 950	Arias *et al.* (2013); Moreno Días (2009)
4.13. La finca cuenta con trampas de grasa.**	Trampa de grasa para un hogar cuesta ₡127 500.	₡ 127 500	Carmiol (2015)[24]
4.14. La finca cuenta con un sistema de riego que aplique una cantidad de agua lo más ajustada posible para cubrir las necesidades del cultivo.**	Con la información de las fincas visitadas y las consultas realizadas se estableció un promedio de ₡ 712 023/ha.	₡ 712 023	Murillo (2015)[25]
Buenas prácticas agropecuarias en conservación de la biodiversidad			
5.1. Presencia de especies arbóreas nativas en asocio con cultivos (SAF).*	Siembra de sombra: ₡ 50 790.66 Siembra de barrera rompe vientos: ₡ 10 851.02 ha/año. Arreglo de sombra: ₡ 21 009.46 ha/año Total ₡ 51 829,96 ha/año.	₡ 51 829,96	ICAFE (2014)
5.2. Presencia de especies arbóreas nativas en asocio con animales de producción (SSP).*	₡ 51 829,96	₡ 51 829,96	ICAFE (2014)
5.7. Evita la aplicación de Pesticidas o herbicidas Sintéticos	Igual a 1.2.10.		

*Valores por ha/año

**Valores por infraestructura o costos que solo se hacen una vez en toda la finca.

***Resultado del promedio de los valores.

4.3.2. Valor mínimo de compensación por los servicios agroecosistémicos generados

Los resultados de la entrevista realizada a los productores sobre la compensación mínima que esperan recibir por los SAgro brindados se presentan en un porcentaje, según las inversiones o los costos requeridos para cumplir cada una de las BPAgro en cada SAgro. El dato más alto lo tuvo el servicio conservación de la biodiversidad con el 38,5 %, mientras que el valor más bajo fue la mitigación de CH_4 con 29 % **(Cuadro 17)**. Se puede observar que los valores más altos de porcentaje de compensación los obtienen los SAgro que más BPAgro fueron aplicadas dentro de las muestra, puede que haya una intención de los

[24] Carmiol. 2015. Precio trampas de grasa (consulta telefónica). San José, CR.
[25] Murillo, M. 2015. Sistema de riego (entrevista). San José, CR.

entrevistados en asignar valores más altos a las prácticas más comúnmente aplicables (sesgo estratégico).

Con el precio final de aplicación de cada BPAgro del cuadro anterior, se obtuvo un total de ₡ 4 990 087 que corresponde a la inversión estimada que requiere hacer en una finca por ha en 5 años[26] para cumplir con todas las BPAgro que implican costos (₡ 998 017,4/año). De las fincas visitadas, la finca 4 de la Región Chorotega es la única en no incurrir en ningún gasto, por lo que surge la interrogante de si está finca merece ser compensada por sus BPAgro aun sin realizar ninguna práctica que demande un costo económico. Si nos basamos en concepto de compensaciones por SA de Wunder (2006), solo deben recibir la compensación quienes hayan hecho gastos para el cumplimiento de los servicios, de este modo el haber o no realizado gastos en las BPAgro para la generación, puede establecerse como un criterio de selección o clasificación de las fincas para participar en el PSA campesino. Es decir, se puede crear un criterio de selección que indique que solo las fincas que apliquen BPAgro que demande un gasto económico para su cumplimiento clasifican para participar en el PSA campesino.

Cuadro 17. Porcentajes mínimos esperados como compensación por las inversiones requeridas para realizar las BPAgro.

Servicio Agroecosistémico	Valor porcentual mínimo de compensación por el mantenimiento de las prácticas
Buenas prácticas agropecuaria en la mitigación de CO_2 en el manejo del suelo	31,0%
Buenas prácticas en la mitigación de CH_4	29,0%
Buenas prácticas en la mitigación de N_2O	29,5%
Buenas prácticas agropecuarias en la protección del recurso hídrico	30,5%
Buenas prácticas agropecuarias en conservación de la biodiversidad	38,5%

[26] Las BPAgro con costos anuales fueron multiplicadas por 5 para obtener los costos en 5 años, periodo para cual se propone el contrato del PSA campesino. La única excepción es la BPAgro 1.2 (Se evita el uso de fertilizantes sintéticos), por el alto costo que demandaría hacer el pago por los 5 años.

Si a los ₡ 4 990 087/ha se le aplica los porcentajes de compensación esperados por los campesinos (**Cuadro 17**), el valor resultante es de ₡1 526 597,68/ha que corresponde al 31% del total. Para que una finca que cuente con todas las BPAgro pueda recibir el monto esperado, la UDESA debería tener un valor de ₡ 15 625,98. Para fines del estudio, este valor corresponde al *escenario a*.

Con el fin de observar las variaciones que pueden ocurrir con porcentajes de compensación diferentes, se realizó un análisis de sensibilidad con dos escenarios adicionales: el escenario *b* que considera dos terceras partes, es decir el 21% del monto esperado total y el escenario *c,* con la mitad de dicho monto, el cual corresponde al 15,5%. En el *escenario b,* el valor de la UDESA equivale a ₡ 9 651,34 y en el escenario *c* la compensación resultaría en un valor de ₡ 6 681,12 por UDESA. Estos escenarios ejemplifican posibles compensaciones alternativas a evaluar en el futuro, a través de un análisis de contingencia o de conjuntos (*conjoint analysis),* en donde se les presentaría a los productores los valores de los tres escenarios, para determinar y comparar sus reacciones y voluntad de ser compensados, según los valores de los tres escenarios.

Los resultados que se obtuvieron en la muestra al aplicar los diferentes escenarios se presentan en el **Cuadro 18.** En el **Anexo 9** se muestra los valores de compensación esperados para los diferentes escenarios por hectárea agropecuaria obtenidas por las fincas bajo los tres escenarios de compensación.

Cuadro 18. Valores económicos por ha obtenidos por las fincas bajo los tres escenarios de compensación.

Compensaciones de fincas	Compensación escenario a	Diferencia promedió *	Compensación escenario b	Diferencia promedio	Compensación escenario c	Diferencia promedio
Menor	₡ 209 161	₡ 266 328	₡ 140 296	₡ 178 606	₡ 103 531	₡ 131 828
Promedio	₡ 681 916		₡ 457 311		₡ 337 539	
Mayor	₡ 1 461 556		₡ 980 157		₡ 723 449	

*El pago promedio adicional que una finca recibiría sobre lo esperado.

En todos los escenarios, el valor de compensación supera el porcentaje de compensación esperada, debido a que ninguna finca cuenta con el cumplimiento de todas las BPAgro. Es importante que siempre exista un margen entre el porcentaje de compensación y el monto a otorgar, ya que las fincas tienen comportamientos diferentes y no se puede establecer un valor por UDESA que garantice que no vayan a existir fincas con compensaciones negativas, es decir, que la compensación sea mayor al costo de implementación, indiferentemente del porcentaje que se decida retribuir. Además, esta diferencia se puede tomar como el pago adicional de los SAgro que generan las fincas,

donde, según Wunder (2006), el pago únicamente de los costos no tendría un impacto económico en los proveedores, por lo que es importante que exista un excedente o "*superávit*".

El problema de valorar las UDESAs de esta manera, es que las fincas que más inversión realizaron tienen un menor margen de ganancia, mientras que las fincas que invirtieron menos tienen un mayor margen de ganancia. Para corregir lo anterior se propone que todas las fincas con un valor de 0 inversión por hectárea se le rebajen 10 UDESAs, igualmente, se rebaja la misma cantidad si la finca tiene 0 en inversión de infraestructura. Caso contrario, las fincas que tengan un valor mayor a 0 en infraestructura se le sumen 10 UDESAs (las BPAgro se clasifican por hectárea o por infraestructura en el **Cuadro 16**), de esta forma se castiga o se reconoce a las fincas con menor o mayor inversión. El formulario digital final fue creado según el *escenario a* y ajustado de tal forma que automáticamente se realice la corrección de UDESAs explicado anteriormente. La comparación entre los resultados con la corrección de UDESAs y sin ella, se presenta en el **Anexo 10.**

Los valores considerando la corrección mencionada anteriormente para los tres escenarios, se muestra en el **Cuadro 19**. Las fincas castigadas y que además contaban con valores bajos de UDESAs, son las que reducen su valor más significativamente; tal es el caso de la finca 6 en el Pacífico Central, la cual pasó de ₡ 209 161 a ₡ 52 901 por hectárea. Esta finca fue la que presentó más problemas ambientales, con suelos degradados, contaminación de cuerpos de agua, entre otros. Este comportamiento lo presentan las fincas que con la corrección obtuvieron valores menores a 20 UDESAs, por lo que 20 UDESAs podría considerarse como el umbral mínimo para participar en el PSA campesino.

Cuadro 19. Valores económicos de compensación por hectárea agropecuaria obtenidas para las fincas bajo los tres escenarios de compensación con la corrección de UDESAS.

Compensaciones de fincas	Compensación escenario a	Diferencia promedió *	Compensación escenario b	Diferencia promedio	Compensación escenario c	Diferencia promedio
Menor	₡52 901	₡ 324 144	₡ 325 477	₡ 217 379	₡26 185	₡ 160 446
Promedio	₡ 739 732		₡ 496 083		₡ 366 156	
Mayor	₡1 617 816		₡ 108 494		₡ 800 795	

El valor total de la finca es el resultado de la suma del valor de los SAgro, y el SF (el resultado del servicio forestal por finca se encuentra en el **Anexo 11**), que como lo propone este trabajo se pagará en un periodo de 5 años, lo que correspondería al 20% del total por año. La finca que tiene el valor de compensación total más bajo por año es la

finca 4 de la región Huetar Chorotega con ₡175 176, ₡ 157 162, y ₡ 147 556, en escenarios a, b, y c respectivamente. Por otro lado, la finca con mayor valor de compensación es la finca 3 de la región Chorotega, con ₡11 229 289, ₡ 8 761 397, y ₡ 7 445 385 en los escenario a, b, y c respectivamente. Esta última cuenta con 31,34 UDESAs (con la corrección) y con un área agropecuaria de 58 ha y 54 ha de cobertura forestal, siendo el aporte del componente forestal el que provoca que la finca tenga un alto valor.

Algo similar sucede con las fincas 10 y 7 de la Región Brunca y 1 del Pacífico Central cuyas áreas son de 85 ha, 66,5 ha, y 118 ha respectivamente; ellas poseen densas áreas forestales, que las hacen buenas candidatas para un PSA forestal. Por ejemplo, la finca 1 del Pacífico Central puede recibir ₡ 25 859 079,00 en 5 años solo por su componente forestal. Con lo anterior, se puede indicar que las fincas menores a 50 ha parecen ser las más aptas para un PSA campesino, mientras que las mayores a 50 ha tienen características más afines a un PSA forestal. En cuanto al área mínima, se comprobó que hasta fincas con 0,7 ha sobrepasan las 20 UDESAs establecidas como indicadoras de que brindan servicios significativos. Es el caso de la finca 6 de la Región Brunca que cuenta con 60,11 UDESAS, es valorada en ₡117 078, ₡ 79 426 y ₡ 51 348 por año en los escenarios a, b, y c respectivamente. Los resultados totales de los tres escenarios de todas las fincas se pueden observar en el **Anexo 12**.

Como se presenta en el **Cuadro 19,** las fincas pueden tener hasta un valor máximo cercano a los ₡ 1 617 816,3/ha en cinco años, monto que representa un 42% más de lo que una finca puede recibir por hectárea actualmente en el PSA modalidad reforestación de especies nativas (la modalidad con el pago más alto) durante el mismo periodo. Sin embargo; esta finca presenta una condición atípica al estar distante del promedio y de la moda de la muestra, el valor promedio de compensación por hectárea agropecuaria es de ₡ 739 732/5 años, ₡ 147 946/año, lo que representa el 65% del monto pagado actualmente por reforestación de especies nativas.

El PSA campesino se presenta como una modalidad alternativa de PSA que permita incorporar y reconocer al sector de los pequeños productores agroforestales sus labores por la generación de servicios agroecosistémicos. Su ejecución representa un reto para el país; sin embargo, Costa Rica se mantiene firme internacionalmente con sus compromisos medioambientales tal como lo expresó en la COP 21 del 2015, donde dentro de sus contribuciones previstas y determinadas a nivel nacional en la búsqueda de su sustentabilidad y su carbono neutralidad, estableció como prioridad la reducción de las emisiones provenientes del sector agropecuario a través de su reconocimiento como proveedor de SA, y reconoce que para esto es necesario: inversión, voluntad política y una nueva institucionalidad inter-sectorial (MINAE 2015).

V. Conclusiones

Las correcciones realizadas en el modelo financiero de cuantificación de los servicios agroecosistémicos original, dieron como resultado una nueva herramienta que explica detalladamente su estructura y que justifica la importancia y la razón de seleccionar dichas BPAgro. Por otro lado, permite un trabajo de campo más claro y preciso, ya que especifica los métodos de verificación. Con esto se comprende mejor cuando otorgar o no las UDESAs correspondientes, las cuales son diferentes para cada BPAgro, pues la cantidad de UDESAs de cada una es proporcional al impacto ambiental positivo que genera su aplicación. El formulario digital se volvió más accesible y fácil de trabajar, facilitando el trabajo de trasladar los datos y disminuye las posibilidades de cometer errores. También calcula automáticamente las UDESAs totales y su valor económico correspondiente.

La evaluación de campo permitió conocer la variedad de fincas agroforestales presentes en el país, y la efectiva aplicación de BPAgro parte de los pequeños productores, independientemente del tipo de producción que realicen. La presencia en las fincas de las múltiples de las BPAgro incluidas en la herramienta es evidencia de los abundantes servicios agroecosistémicos que ellas están brindando a la sociedad costarricense, siendo muchas fincas modelos de un desarrollo sostenible.

Las BPAgro más frecuentemente aplicadas en las fincas corresponden a los SAgro de mitigación de CO_2 en el suelo y conservación de la biodiversidad. Las prácticas de estos servicios son típicas de fincas de producción extensiva en donde los propietarios obtienen bienes y servicios para la venta y para el autoconsumo familiar. Las prácticas menos encontradas son las que requieren la construcción de infraestructura, tales como sistemas de almacenamiento de agua, biojardineras, o biodigestores, debido principalmente a las inversiones económicas que estas requieren. También fueron poco comunes las prácticas relacionadas con el no uso de fertilizantes sintéticos y pesticidas. La falta de incentivos para compensar la inversiones requeridas para la aplicación de BPAgro, más la incertidumbre de los beneficios o perjuicios que las BPAgro podrían tener sobre la producción, y que los beneficios en su mayoría se reciben a mediano o largo plazo; pueden ser las principales razones de la baja aplicación de algunas de las BPAgro, mencionadas anteriormente.

Los resultados no arrojan razones por las que se crea pertinente adaptar la herramienta según regiones o sistemas de producción, puesto que la herramienta da posibilidades a todas las fincas independientemente de su ubicación y composición de obtener UDESAs

siempre y cuando apliquen BPAgro. Como criterios de selección de fincas para participar en el PSA campesino se determinaron:

1. Fincas que al menos realizan una BPAgro que demanda costos económicos.
2. Fincas que den como resultado más de 20 UDESAs, ya que estas aportan servicios agroecosistémicos significativos para ser compensadas. En total de la muestra evaluada el 88% de las fincas superan las 20 UDESAs
3. Fincas menores a 50 ha. Con la evaluación se encontró que las fincas que superan esta área suelen contener zonas extensas de uso forestal, lo que las hace más aptas para un PSA forestal según las modalidades vigentes.

El cumplimiento de todas las buenas prácticas demandaría un costo aproximado de ₡ 4 990 087/ha de los cuales se estima que el valor de compensación esperado por los productores es del 30%, el cual corresponde a ₡1 526 597,68/ha para un valor por UDESA de ₡ 15 625,98. Con la corrección de UDESAS propuesta, una finca promedio podría alcanzar un valor de ₡ 739 732 /ha/5 años, lo que representa un 65% del monto pagado actualmente en la modalidad reforestación con especies nativas. Este monto se podría usar como un elemento en el proceso de negociación de un PSA campesino.

VI. Recomendaciones

Aunque se implementaron muchos cambios en la herramienta para mejorar su aplicabilidad, no se pudo eliminar del todo la subjetividad, por lo que se recomienda realizar análisis adicionales para identificar posibles alternativas que permiten disminuir este problema. Para tales estudios, se requerirá de apoyo financiero significativo, necesario al menos para un proceso de validación.

El proceso de oficialización del PSA campesino requiere mayor apoyo financiero, logístico e institucional. Se considera el presente estudio un avance para su formulación, que con los recursos mencionados anteriormente se podría precisar aún más algunos datos importantes como los costos de las BPAgro, y la compensación esperada de los productores. Además, se podrían evaluar otras formas de compensación como: reducción de impuestos, acceso a asistencia técnica y distribución de insumos agropecuarios.

Es importante validar la metodología propuesta para la medición de la densidad arbórea, con el fin de verificar si esta permite o no la verificación efectiva de las BPAgro: 1.9, 3.1, 5.1, 5.2 y 5.4.

También es necesario trabajar en los criterios de priorización de las fincas, tomando en cuenta criterios como conectividad, fincas ubicadas en vacíos de conservación, zonas con bajos índices de desarrollo y niveles de exposición y vulnerabilidad a los efectos del cambio climático.

Con el fin de especificar aún más la herramienta y de conocer el potencial de los SAgro según las diferentes regiones bioclimáticas de Costa Rica, se podrían hacer estudios para determinar cuáles BPAgro generan más o menos SAgro según la región donde se apliquen. De esta manera se podrían priorizar por región las BPAgro más relevantes para ser mayormente incentivadas o fomentadas.

VII. Bibliografía consultada

Aisbett, E; Kragt, M. 2010. Valuing ecosystem services to agricultural production to inform policy desing: an introduction (en línea). Consultado 15 de jul, 2014. Disponible en http://ageconsearch.umn.edu/handle/96385

Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: Principios y consideraciones metodológicas. Agroecología, 8(1), 7–20.

Argel, P. 2006. Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas de doble propósito. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal (en línea). Vol 14 (2):67-72. Consultado 22 de ene. 2015. Disponible en http://bioline.org.br/request?la06011

Arias, A. 2014. Aplicación de la producción más limpia en la industria alimentaria: caso industria láctea (en línea). Consultado 30 de oct. 2015. Disponible en http://www.proleche.com/recursos/documentos/congreso2014/Produccion_mas_limpia_aplicada_a_industria_lactea._Ing._Ana_Lorena_Arias_Zuniga_Instituto_Tecnologico_de_Costa_Rica.pdf

Arias Torres, C; Arauz López. 2013. Propuesta de implementación de Biojardineras para el tratamiento y reutilización de aguas residuales, en la comunidad de Chimirol del distrito de Rivas, Catón de Pérez Zeledón, Costa Rica. Tesis Mag. Sc, San José, Costa Rica, ICAP. 91p

Auquilla Cisneros, R. 2005. Uso del suelo y calidad del agua en quebradas de fincas con sistemas silvopastoriles en la subcuenca del Río Jabonal, Costa Rica. Tesis Mag.SC. Turialba, CR. 123 p.

Baltodano, J. 2006. Servicios ambientales en Costa Rica: mercados y privatización de recursos (en línea). Ciencias no 81. Consultado 6 mar. 2014. Disponible en: http://www.ejournal.unam.mx/cns/no81/CNS08104.pdf

Beathgen, W; Martino, D. s.f Cambio climático, gases de efecto invernadero e implicancias en los sectores agropecuario y forestal del Uruguay (en línea). Consultado 24 feb. 2014. Disponible en http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/publicaciones/ambiente/cc_gei_agrop_forestal.pdf

Beer, J; Harvey, C; Ibrahim, M; Harmand, M; Somarriba, E; Jiménez, F. 2003. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. Agroforestería de las Américas 10(37-28): 81-87.

Bichier, P. 2006. La agroforestería y el mantenimiento de la biodiversidad (en línea). Consultado 20 de mar. 2016. Disponible en http://www.actionbioscience.org/esp/biodiversidad/bichier.html#primer

BID (Banco Interamericano de Desarrollo). 2014. El cambio climático y BID: creación de resiliencia y reducción de emisiones (en línea). Consultado 19 de mar. 2016. Disponible en https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/6692/CC_SpanishBRIK.pdf?sequence=2

Borge, M. 2012. Agricultura orgánica: solución de sostenibilidad (en línea). Éxito empresarial, no 196. Consultado 3 de jun. 2015. Disponible en http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_196_140512_es.pdf

Botero,A. 2011. El Biodigestor de bajo costo: su aporte a la mitigación del cambio climático y su potencial para reducir la pobreza rural en América Latina y el Caribe. Informa al sector agropecuario. No. 57: 60-67

Camacho, A; Solano, V. 2010. Un nodo de cooperación sobre: los Servicios Ambientales en Costa Rica. San José, CR, IICA. 96p

Casanova Lugo, F; Petit Aldana, J; Solorio Sánchez, J. 2011. Los sistemas agroforestales como alternativa a la captura de carbono en el trópico mexicano. Revista chapingo serie Ciencias forestales y del ambiente. 17(1):133-143

Casasola,F; Ibrahim, M; Sepúlpeda, C; Ríos, N; Tobar, D. 2009 .Implementación de sistemas silvopastoriles y el pago de servicios ambientales para la adaptación al cambio climático en fincas ganaderas. *In* Sepúlveda, C; Ibrahim, M. eds. Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas: como una medida de adaptación al cambio climático en América Central. Turrialba, CR, CATIE. Consultado 1 de feb. 2016. Disponible en http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A3035E/A3035E.PDF

Carmona, J; Bolivar, D; Giraldo, A. 2005. El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental productivo (en línea). Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 18 (1). Consultado 11 de jun 2015. Disponible en http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/viewFile/6/6

Carvalho, J; Cerri, C; Feigl, B; Godinho, V; Cerri, B. 2009. Carbon sequestration in agricultural soils in the Cerrado of the Brazillian Amazon (en línea). Soil y Tillage Research. Disponible en http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198708002109

Chaves, E. 2013. El Pago por Servicios Agroecosistémicos para grupos de pequeños y medianos productores en Costa Rica (PSA Campesino), un mecanismo financiero propuesto por la Unión Nacional Agroforestal (correo electrónico). San José, CR. (e-mail: unafor.nacional@gmail.com)

Conferencia Electrónica Regional sobre Buenas Prácticas Agrícolas, 2006. 2006. Buenas prácticas agrícolas en búsqueda de la sostenibilidad, competitividad y seguridad alimentaria. Eds. J Izquierdo; M Rodríguez. Santiago, CL, FAO. 699 p.

Cristeche, E; Penna, J. 2008. Métodos de valoración económica de los servicios ambientales (en línea). Ar, INTA. Consultado 9 de mar. 2016. Disponible en http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-metodos_doc_03.pdf

Decreto ejecutivo N° 35242 -MAG-H-MEIC. 2009. Diario Oficial La Gaceta. Costa Rica. De 4 de junio de 2009.

Decreto ejecutivo N°39083-MINAE. 2015. Diario Oficial La Gaceta Costa Rica. 24 de julio 2015

Elizondo, D. 2005. El biodigestor (en línea). INTA, ACCS. Consultado 10 de jun. 2015. Disponible en http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_animal/brochure-biodigestor.pdf

Evaluación de los ecosistemas del milenio. 2005. Ecosystems and Human (en línea).Washington, DC, Island Press. Consultado 22 may. 2014. Disponible en http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf

FAO (Food Agriculture Organization). S.f. Anexo 1.Términos y definiciones. Consultado 3 de jun. 2015. Disponible en: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ag050s/ag050s14.pdf

FAO (Food Agriculture Organization). s.f. Glosario (en línea).Consultado 4 jun. 2015. Disponible en ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1525s/a1525s07.pdf

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2000. La biodiversidad para el mantenimiento de los agroecosistemas (en línea). Consultado 22 may. 2014. Disponible en ftp://ftp.fao.org/paia/biodiversity/agroeco_biod_es.pdf

FAO (Food Agriculture Organization); IFA (International Fertilizer Industry Association). 2002. Los fertilizantes y su uso: una guía de bolsillo para los oficiales de extensión (en línea). Roma, IT. Consultado 7 de jul. 2015. Disponible en ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf

FAO (Food Agriculture Organization) 2005. Evaluación de los recursos forestales mundiales: términos y definiciones (en línea). Roma. Consultado 3 jun. 2015. Disponible en http://www.fao.org/docrep/014/am665s/am665s00.pdf

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2007. El estado mundial de la agricultura y la alimentación: Pagos a los agricultores por servicios ambientales (en línea). Roma, FAO. Consultado 29 mar. 2014. Disponible en ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1200s/a1200s00.pdf

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2008. Agua para la alimentación agua para la vida: una evaluación exhaustiva de la gestión del agua en la agricultura (en línea). Consultado 26 abr. 2014. Disponible en http://www.fao.org/nr/water/docs/ca_summary_es.pdf

FAO (Food Agriculture Organization). 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales (en línea).Roma, IT, FAO. Consultado 7 de jul. 2015. Disponible en http://www.fao.org/docrep/013/i1757s/i1757s.pdf

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2014. Agriculture, forestry and other land use emissions by sources and removals by sink: 1990-2011 analysis. Consultado 9 may. 2014. Disponible en http://www.fao.org/docrep/019/i3671e/i3671e.pdf

Fallas, A. 2014. Evaluación del modelo financiero de cuantificación de servicios agroecosistémicos en fincas campesinas, Costa Rica. Revista Forestal Baracoa, 33: 362-371.

Ferrari, A; Wall, L. 2004. Utilización de árboles fijadores de nitrógeno para la revegetación de suelos degradados (en línea). Revista de la facultad de agronomía, La Plata 105(2). Consultado 7 de jul. 2015. Disponible en http://www2.agro.unlp.edu.ar/uploads/R/Ag105_2_63_87.pdf

FONAFIFO (Fondo Nacional de Financiamiento Forestal). 2011. Propuesta para la Preparación de Readiness (en línea). San José, CR. Consultado 13 de sep. 2012. Disponible en: //www.fonafifo.go.cr/paginas_espanol/noticias/e_nt_noti003

Gasque, R. 2002. Razas lechera: introducción (en línea). Consultado 5 de jun. 2015. Disponible en http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/Material%20II/A%20archivos%20internet/Razas%20lecheras/cap2d.pdf

Goldestein, . 2013. Lineamientos técnicos y estrategias para el manejo de conflictos por interferencia entre fauna silvestre y actividades agropecuarias (en línea).Consultado 30 sep. 2015. Disponible en http://www.researchgate.net/publication/278668260_Lineamientos_tcnicos_y_estrategias_para_el_manejo_de_conflictos_por_interferencia_entre_fauna_silvestre_y_actividades_agropecuarias

Gómez, A. S.f. Agroecosistemas (en línea), Es, Universidad de Alcalá. Consultado 22 abr. 2014. Disponible en http://www.ecomilenio.es/wp-content/uploads/2012/03/17-Agroecosistemas-web.pdf

Gómez, C. 2007. Efectos de las quemas sobre la calidad del suelo (en línea). Consultado 14 de jul. 2007. Disponible en http://agronomord.blogspot.com/2007/07/efectos-de-la-quema-sobre-la-calidad.html

Gonzales Coto, J. 2013. Alternativas para la reducción de emisiones de metano (en línea). Éxito empresarial no 246. Consultado 26 abr. 2014. Disponible en http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_246_251113_es.pdf

GTZ. 2008. Climate Change and Agriculture: Threats and opportunities (en línea). Consultado 24 abr. 2014. Disponible en http://ccsl.iccip.net/gtz_climatechange-agriculture.pdf

GTZ (Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit) 2009. Manual de adaptación: EL cambio climático influye en la agricultura, la agricultura influye en el cambio climático (en línea) consultado 27 feb. 2014. Disponible en http://www.riesgoycambioclimatico.org/biblioteca/archivos/DC1010.pdf

Gurovich, L. 1985. Fundamentos y diseño de Sistemas de riego (en línea). San José, CR, IICA. Consultado 9 de jul. 2015. Disponible en http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A9806E/A9806E.PDF

ICAFE (Instituto costarricense de café). 2014. Modelo de costos de renovación de cafetales cosecha 2013- 2014. San José, CR. Consultado 30 oct. 2015. Disponible en

http://www.icafe.go.cr/sector-cafetalero/informacion-de-mercado/costo-de-la-actividad-cafetalera/

IMN (Instituto Meteorológico Nacional), 2009. Segunda comunicación nacional sobre cambio climático (en línea). Consultado 29 ago. 2012. Disponible en http://unfccc.int/resource/docs/natc/cornc2.pdf

INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo). 2015. VI Censo Nacional Agropecuario: actividades pecuarias, prácticas y servicios agropecuarios (en línea). San José, CR, INEC. Consultado 6 de oct. 2015. Disponible en http://www.inec.go.cr/Web/Home/GeneradorPagina.aspx

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) 2013. El valor de la Autóctono (en línea). Consultado 19 de jul. 2015. Disponible en http://inta.gob.ar/documentos/el-valor-de-lo-autoctono/at_multi_download/file/INTA%20-134_CULTIVOS%20junio%202013.pdfIPCC (Grupo Internagubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático), 2007. Cambio climático: informe de síntesis (en línea). OMM, PNUMA. Consultado 9 jul. 2013. Disponible en: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf

Jiménez, M.Q. 1999. Árboles maderables en peligro de extinción en Costa Rica. 2ª ed. Sto. Domingo de Heredia, CR, Instituto Nacional de Biodiversidad. 187

Lang, L; Peñarete Ramírez, D. 2012. Construcción de un modelo financiero que cuantifique el valor de los servicios agroecosistémicos. (Correo electrónico). San José, CR. (e-mail: unafor.nacional@gmail.com).

Lapeyre, T; Alegre, J; Arévelo, L. 2004. Determinación de las reservas de carbón en la biomasa aérea en diferentes usos de la tierra en San Martí, Perú (en línea). Ecología Aplicada no 3. Consultado 28 feb. 2014. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-22162004000100006&script=sci_arttext

Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 7317. 1992. Diario Oficial La Gaceta. Costa Rica. 30 de octubre de 1992.

Ley Forestal N° 7575. 1996. Diario Oficial La Gaceta. Costa Rica. 16 de abril de 1996

Ley de Gestión Integral de los Residuos Sólidos N°8839. 2010. Diario Oficial La Gaceta. Costa Rica. 9 de agosto 2010

Ley de desarrollo promoción y fomento a la actividad agropecuaria orgánica N° 8591. 2007. Diario Oficial La Gaceta Costa Rica. 14 de agosto del 2007.

León, M; Alice, C. 2013. Reserva de biomasa de árboles dispersos en potreros mitigación al cambio climático. Agronomía mesoamericana no.24 (1): 17-26.

López, P; Solá, A. 2008. Sistematización y cuantificación de biodigestores: área e impacto: social, económico y ambiental (en línea). PNUD. Consultado 26 abr. 2014. Disponible en file:///C:/Users/adre/Desktop/U/lic/taller%20de%20gra/literatura/biodigestor.pdf

Machado, JC. 2008. Valoración económica de los servicios ambientales y las externalidades en los agroecosistemas (en línea). Consultado 4 de may de 2016. Disponible en http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-valorac_econom_manchado_rosario2010.pdf

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 1991. Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica (en línea). San José, CR. Consultado 7 de jul. 2015. Disponible en http://www.mag.go.cr/bibioteca_virtual_ciencia/tec_analisisquimico.pdf

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) 2008. Buenas prácticas agropecuarias. San José, CR, MAG. Consultado 12 jun. 2014. Disponible en http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00136.pdf

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2010. Guía técnica para la difusión de tecnologías de producción agropecuaria sostenible (en línea). San José, CR, MAG. Consultado 21 de mar. 2016. Disponible en http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual/bibliotecavirtual/a00192.pdf

Martínez Gaspar, F; Ojeda Barrios, D; Hernández rodríguez, A; Martínez Téllez, J; De la O Quezada, G. 2011. El exceso de nitratos: un problema actual en la agricultura (en línea). Synthesis. Consultado 8 de jul. 2015. Disponible en http://www.uach.mx/extension_y_difusion/synthesis/2011/08/18/el_exceso_de_nitratos_un_problema_actual_en_la_agricultura.pdf

MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía). 1997. Decreto ejecutivo N° 25700 (en línea). Consultado 18 de jul. 2015. Disponible en https://www.google.co.cr/?gws_rd=ssl#q=Decreto+ejecutivo+N%C2%B0+25700+

MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía). 2015. Contribución prevista y determinada a nivel nacional de Costa Rica (en línea). San José, CR, MINAE. Consultado 20 de mar. 2016. Disponible en http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Costa%20Rica/1/INDC%20Costa%20Rica%20Version%202%200%20final%20ES.pdf

MINAE (Ministerio Nacional de Ambiente y Energía); IMN (Instituto Meteorológico Nacional). 2012. Inventario nacional de gases de efecto invernadero y absorción de carbono 2012. San José, CR. 68p.

Montenegro, J. 2013. Evolución de la emisión en el hato bovino costarricense. IN

Montenegro, J. El cambio Climático y el sector Agropecuario Costarricense, San José, CR, INTA. p.135-139.

Moreno Díaz, M. 2005. Pago por servicios ambientales, la experiencia de Costa Rica (en línea). San José, CR. Consultado 22 feb. 2014. Disponible en http://www.inbio.ac.cr/otus/pdf/informe-servicios-ambientales.pdf

Moreno Días, M. 2009. Valoración económica del uso de tecnologías de saneamiento ecológico para aguas residuales domiciliares (en línea). Revista Iberoamericana de Economía Ecológica. Vol13. Consultado 15 de oct, 2015. Disponible en http://www.raco.cat/index.php/Revibec/article/download/164819/216844.

Murgueitio, E. 2003. Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución (en línea). Livestock research for rural development 15(10). Consultado 18 de jul. 2015. Disponible en http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd15/10/murg1510.htm

Naranjo Aguilar, F. 2010. Alternativas ecológicas para el manejo de aguas residuales (en línea). Éxito empresarial no.152. Consultado 8 de jul. 2015. Disponible en http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_152_130611_es.pdf

Norman, M; Caravani, A; Nakhooda, S; Watson, C; Schalatek, L. 2015. Reseña temática sobre el financiamiento para el clima: Financiamiento para REDD+ (en línea). Climate Funds Update. Consultado 4 de oct. 2016. Disponible en https://us.boell.org/sites/default/files/uploads/2015/11/cff5_2015_-_espanol.pdf

Ortiz, E; Sage, L; Borge, C. 2003. Impacto del programa de pago de servicios ambientales en Costa Rica como medio de reducción de la pobreza en los medios rurales (en línea) San José, CR, RUTA. Consultado 28 feb. 2014. Disponible en

http://intranet.catie.ac.cr/intranet/posgrado/recursos_naturales/Respaldo%202010/Clase%208/Lecturas/PSA-reducci%C3%B3n%20pobreza%20RUTA.pdf

ONU-REDD. 2013. Sistema nacional de monitoreo forestal en el contexto REDD+: monitoreo y medición, reporte y verificación (en línea). Consultado 26 de abr. 2014. Disponible en http://cdredd.org/sites/default/files/users/common/2013_jointmeeting_ecuador/8ONU-REDD_M%26MRV%2019_03_2013.pdf

OMM (Organización Meteorológica Mundial) 2008. Los principales gases de efecto invernadero llegan al nivel más alto jamás alcanzado desde la era preindustrial. Consultado 28 may. 2013. Disponible en ttps://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ghg/documents/868_es.pdf

Pagiola, S; Agostini, P; Gobbi, J; De Haan, C; Ibrahim, M; Murgueittio, E; Ramirez, E; Rosales, M; Ruíz, J. 2004. Paying for biodiversity conservation services in agricultural landscapes (en línea). Enviroment Department Paper no. 96. Consultado 28 feb. 2014. Disponible en: http://www.bio-nica.info/Biblioteca/Pagiola2004PayingForBiodiversity.pdf

Paredes, M.C. 2013. Fijación biológica de nitrógeno en leguminosas y gramíneas (en línea). Tesis Ing. Agr. Argentina, UCA. 115p. Consultado 7 de jul. 2015. Disponible en http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/fijacion-biologica-nitrogeno-leguminosas.pdf

PASOLAC (Programa para la agricultura sostenible en laderas de América central). 1996. Ficha técnica. Labranza mínima (en línea). Consultado 5 jun. 2015. Disponible en

http://www.funica.org.ni/docs/conser_sueyagua_67.pdf

PENUMA (Programa de las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente). 2003. Programa ciudadanía ambiental: suelos (en línea). Consultado 8 del de jun. 2015. Disponible en http://www.interfazweb.net/ifzclientes/ambienteglobal/doc/suelos.pdf

PENUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2008. La biodiversidad y la agricultura: salvaguardando la biodiversidad y asegurando alimentación para el mundo (en línea). Consultado 26 de abr. 2014. Disponible en: https://www.cbd.int/doc/bioday/2008/ibd-2008-booklet-es.pdf

Pérez, E. 2006. Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos de Copán. Tesis Mag. Sc, Honduras. Turrialba, CR, CATIE. 138p.

Porras, I. 2010. ¿Justo y verde? impactos sociales de los pagos por servicios ambientales en Costa Rica (en línea). Londres, UK, IIED. Consultado 23 de abr. 2015. Disponible en http://pubs.iied.org/pdfs/15518SIIED.pdf

Quesada, R. 2008. Especies forestales vedadas en Costa Rica (en línea). Cartago, CR, ITCR. Consultado 12 de nov. 2014. Disponible en: http://www.cientec.or.cr/exploraciones/ponencias2008/RupertoQuesada.pdf

Rosa, H; Kandell, S; Dimas, L. 2003. Compensación por servicios ambientales y comunidades rurales: lecciones de las américas y temas críticos para fortalecer estrategias comunitarias. San Salvador, SV, PRISMA. 78p

Riera, P. 1994. Manual de valoración contingente (en línea). Consultado 13 mar. 2016. Disponible en http://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/0/35060/manual_evaluacion_contingente.pdf

Ríos, N; Cárdenas, A; Andrade, H; Ibrahim, M; Jiménez, F; Sancho, F; Ramírez, E; Reyes, B; Woo, A. 2006. Escorrentía superficial e infiltración en sistemas ganaderos convencionales y silvopastoriles en el trópico subhúmedo de Nicaragua y Costa Rica (en línea). Agroforestería en las Américas no 45. Consultado 23 de may. 2015. Disponible en: http://biblioteca.catie.ac.cr:5151/repositoriomap/bitstream/123456789/160/3/292.pdf

Rótolo, G; Francis, C. 2008. Los servicios ecosistémicos en el "corazón" agrícola de Argentina (en línea). Consultado 15 de jul, 2014. Disponible en http://inta.gob.ar/documentos/los-servicios-ecosistemicos-en-el-201ccorazon201d-agricola-de-argentina/at_multi_download/file/los-servicios-ecosist%C3%A9micos-en-el-coraz%C3%B3n-agricola.pdf

Sadeghian, S. s.f. Impacto de la ganadería sobre el suelo alternativos sostenible de manejo. Consultado 10 febrero. 2015. Disponible en: http://www.establo.info/impacto%20de%20la%20ganaderia%20sobre%20el%20suelo.pdf

Sadeghian, S; Rivera, JM; Gómez, ME. S.f. Impacto de sistemas de ganadería sobre las características físicas químicas y biológicas de suelos en los Andes de Colombia (en línea). Consultado 8 de jun. 2015. Disponible en: http://www.fao.org/ag/aga/AGAP/FRG/agrofor1/siavosh6.pdf

Sáenz, JA. 2001. Biodigestores: aportes a las condiciones ambientales y calidad de vida de la población campesina (en línea). Consultado 10 de jun. 2015. Disponible en http://www.eco-index.org/search/pdfs/170report_3.pdf

Salinas A; Rodríguez, R; Morales, D.2010. Manual de especificaciones técnicas básicas para la elaboración de estructuras de captación de agua de lluvia (SACLL) en el sector agropecuario de Costa Rica y recomendaciones para su utilización (en línea). Nicoya, CR, UNA CEMEDE. Consultado 17 de oct. 2010. Disponible en https://www.google.co.cr/?gws_rd=ssl#q=manual+de+especificaciones+t%C3%A9cnicas+b%C3%A1sicas+para+la+elaboraci%C3%B3n+de+estructuras+de+captaci%C3%B3n+de+agua+de+lluvia.

SAGARPA(Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. s.f. Catálogo de obras y prácticas de conservación de suelo y agua (en línea). México. Consultado 18 de jul. 2015. Disponible en http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/CATALOGO%20DE%20OBRASb2%20%282%29.pdf

[1]SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2014. Fichas técnicas sobre actividades agrícolas, pecuarias y de traspatio: abonos orgánicos (en línea). Consultado 8 de jul. 2015. Disponible en http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Abonos%20organicos.pdf

[2]SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2014. Fichas técnicas sobre actividades agrícolas, pecuarias y de traspatio: rotación de cultivos (en línea). Consultado 3 de jun. 2015. Disponible en http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Paginas/FichasTecnicasAgricolas.aspx

Segleau, J. 2015. Pago de servicio ambiental campesino: PSAC (en línea), CR. Consultado 11 de nov 2014. Disponible en http://reddcr.go.cr/sites/default/files/centro-de-documentacion/informe_final_psa_campesino.pdf

Serrada, H. 2003. Regeneración natural: situaciones, conceptos, factores y evaluaciones (en línea). Cuadernos de la sociedad española de ciencias forestales, No 15. Consultado 3 de jun. 2015. Disponible en http://www.secforestales.org/web/images/stories/15csecf.pdf

Smith, P; Bustamante, M. 2014. Agriculture, forestry and other land use (AFALU) (en línea), IPCC, Cambridge, UK. Consultado 5 de ago. 2015. Disponible en https://www.google.co.cr/?gws_rd=ssl#q=Smith%2C+P%3B+Bustamante%2C+M%

3B+et+al.+2014.+%E2%80%9CAgriculture%2C+Forestry+and+Other+Land+Use%E2%80%9D+en+Climate+Change+2014:+Mitigation+of+Climate+Change%2C+Cap%C3%ADtulo+11%2C+IPCC+AR5+WGIII

Stuchi, J; de Melo, E; Gutiérrez, I; De Clereck, F; Rivera, J. 2011. Identificación participativa de la calidad de los servicios ambientales en la zona de amortiguamiento del Parque Internacional La Amistad en Costa Rica. *In*Villanueva,C; Sepúlveda,C; Ibrahim, M. eds. Manejo agroecológico como ruta para lograr la sostenibilidad de fincas con café y ganadería. Turrialba, CR, CATIE. Consultado 1 de feb. 2016. Disponible en http://biblioteca.catie.ac.cr/comunicacion/Publicaciones/Gamma/Libro_Fontagro_GAMA.pdf

Tabaona, M. 2001. Emisiones de gases de efecto invernadero derivados del proceso agropecuario: el caso de Óxido nitroso (en línea). Consultado 26 abr. 2014. Disponible en http://inta.gob.ar/documentos/emision-de-gases-de-efecto-invernadero-derivados-del-proceso-agroproductivo.-el-caso-del-oxido-nitroso-n2o/at_multi_download/file/EmisionesN2O.pdf

Tomasini, D. s.f. Valoración económica del ambiente (en línea). Universidad de Buenos Aires. Cosultado 4 de may. 2016. Disponible en http://www.ciefa.org/acrobat/modulos/LECTURA%20CUATRO%20MODULO%20CUATRO%20%20FEPA.pdf

UNAM (Universidad Autónoma de México. S.f. Brahman (en línea). Consultado 5 jun. 2015. Disponible en http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/e_bovina/09Brahman.pdf

UNAFOR (Unión Nacional Agroforestal). 2012. REDD+, cambio climático y el pago de servicios ambientales: La propuesta del sector campesino (Correo electrónico). San José, CR. (e-mail: unafor.nacional@gmail.com).

Wunder, S. 2006. Pagos por servicios ambientales: principio básicos esenciales (en línea).Jakarta, ID, CINFOR. Consultado 12 de nov. 2015. Disponible en http://www.sidalc.net/repdoc/A7644e/A7644e.pdf

Zamora, HD. 2013. Alternativas para mitigar emisiones de gases de efecto invernadero en fincas ganaderas lecheras andinas del departamento de Nariño (en línea). CO, UTP. Consultado 6 de jul. 2015. Disponible en http://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/AGRARIAS_7/AGROFORESTERIA/ALTERNATIVAS.pdf

VIII. Anexos

Anexo 1. Modelo Financiero de cuantificación de los servicios agroecosistémicos en fincas campesinas

El modelo financiero de cuantificación de los servicios agroecosistémicos original, se basa en la estimación de los servicios brindados por los sistemas donde se realizan actividades agrícolas, pecuarias y forestales. Para esto se utiliza un formulario de campo que se divide en cinco secciones: i) estimación de la captura de $CO_{2,}$ en el componente arbóreo y en el suelo, ii) emisiones evitadas de CH_4, iii) emisiones evitadas de N_2O, iv) buenas prácticas en la protección del recurso hídrico y v) conservación de la biodiversidad.

El valor económico a cada servicio se asigna según el número de Unidades de Servicio Ambiental (UDESA) estimadas a través de un formulario. Siendo los servicios ambientales muy amplios, las UDESAs son determinadas según equivalencias en: número de hectáreas con bosque o con buenas prácticas agropecuarias (BPAgro), por cantidad de biodigestores, por cantidad de fuentes de agua bajo buenas prácticas de manejo, entre otros. Cada UDESA luego se equivale a un monto de $US 10, y con la sumatoria final de UDESAs, se estima el monto que se pagaría por año a la finca. Esta modalidad de PSA campesino se está contemplando para un periodo de cinco años. A continuación se explica en detalle la asignación de UDESAs por cada servicio ambiental.

2.3.1 Captura de carbono (CO_2)

En este apartado se consideran dos formas de captura de carbono: en el componente arbóreo y en el suelo. Para el componente arbóreo se toma en cuenta el número de hectáreas de las fincas con cobertura de plantación forestal diferenciando entre especies nativas y exóticas, bosque en regeneración natural, bosque en protección, bosque bajo manejo, y sistemas agroforestales.

Para calcular las UDESA y por ende el valor de cada hectárea con cobertura forestal, la herramienta utiliza como referencia la hectárea pagada de PSA de FONAFIFO según el Decreto N° 37660 del 2013, para las diferentes categorías, con algunas modificaciones acordadas por los representantes de UNAFOR **(cuadro 2).**

Cuadro 1. Cantidad de UDESAs y valor económico brindado por el modelo financiero de la cuantificación de los servicios agroecosistémicos original, por ha para cada tipo de sistema forestal.

Tipo de sistema forestal	UDESAs	Valor en $
1 ha de plantación forestal con especies exóticas	16,6	196
1 ha de plantación forestal con especies nativas	29,4	294
1 ha de bosque en regeneración natural con más de 23 años	6,4	64
1 ha de Bosque en Regeneración Natural en potreros y áreas con potencial productivo, con al menos 1 año en abandono	4,1	41
1 ha Bosque en protección	12	120
1 ha Bosque en manejo sostenible	7,5	75
SAF con especies exóticas	0,3/árbol	0,6/árbol
SAF con especies nativas	0,5/árbol	1/árbol

Fuente: Desarrollado a partir de Llang y Peñarete. (2013)

La captura de CO_2 en el suelo se determina a través del número de hectáreas donde se realizan las siguientes actividades: aplicación de abonos compostados, no o poca aplicación de fertilizantes sintéticos, prácticas de barbecho, se evitan quemas para preparar el suelo, labranzas mínimas, se evita la aplicación de pesticidas sintéticos, prácticas de conservación del suelo y rotación de cultivos.

Para el cálculo del CO_2 se utiliza el coeficiente de GRAIN citado por Lang y Peñarete (2013) que indica que en una hectárea con Buenas Prácticas Agropecuarias (BPAgro) en el suelo, se incorporan 1,3216464 toneladas de CO_2 al año.

Utilizando la siguiente fórmula

$$ha\ UA * 1{,}3216464\ ton\frac{CO_2}{\text{año}} * factor\ UDESA = CO_2/\ ha\ al\ \text{año}$$

Dónde:

ha UA= el total de hectáreas en uso agropecuario
Factor UDESA = promedio ponderado del porcentaje de las ha con BPAgro en el suelo.

Por cada hectárea donde se realizan las BPAgro en el suelo la herramienta le asigna dos UDESAS, lo que equivaldría US$ 20.

2.3.2 Metano (NH_4)

Se determina si en las fincas se evita o se reduce la liberación de metano a través del manejo de los desechos orgánicos, haciendo uso de biodigestores y en la elaboración de compost y lombricompost.

Se considera que un biodigestor promedio produce 1,5 m^3 de biogás diarios, y evita 7 818,3 ton/año de CO_2 (Lopez y Sola, citado por Lang y Peñarete 2013). Por cada biodigestor se asignan 5 UDESAs que equivaldrían a 50$.

2.3.3 Óxido Nitroso (N_2O)

Se determina si las fincas contribuyen a la reducción de N_2O a través del uso racional de los fertilizantes nitrogenados sintéticos y de urea, y en el uso primordial de abonos orgánicos compostados elaborados en la propia finca.

Para determinar las UDESAs en los fertilizantes, se calcula con la diferencia de uso de sacos entre un año y otro, asignando una UDESA por cada 10,5 sacos de fertilizantes no utilizados en el último año, que es lo mismo a evitar 460 tCO_{2eq}/año. En el caso de la urea se asigna una UDESA por cada 7,5 sacos evitados, que equivalen a 495 t CO_{2eq}/año, estos valores según los resultados del Programa Aliados por el Cambio Climático citado por Lang y Peñarete (2013).

2.3.4 Protección del recurso hídrico

Se considera la protección forestal de la finca, la no utilización de fertilizantes y pesticidas sintéticos, prácticas de conservación del suelo, la no realización de quemas para preparar el suelo, el no vertido de líquidos y sólidos a los causes, presencia de trampas de grasa. La UDESA se asigna multiplicando la cantidad de los cuerpos de agua presente por un factor UDESA que corresponde al promedio ponderado del porcentaje de los cuerpos de agua bajo BPAgro.

2.3.5 Conservación de la biodiversidad

Se registra la existencia de buenas prácticas de conservación de la biodiversidad realizadas en el terreno de uso agropecuario de la finca, determinando: la presencia de sistemas agroforestales y silvopastoriles, presencia de especies arbóreas en vía de extinción, escasas o raras, protección o manejo adecuado de la vida silvestre, si se evita la aplicación de pesticidas, las quemas del suelo, y la compactación del suelo, siembra de policultivos, siembra de especies con valor autóctono y de medicina tradicional. Se asigna dos UDESAs por cada hectárea de la finca con buenas prácticas en la protección de la biodiversidad.

Además algunos servicios tienen una sección de UDESAS+, en la que se asigna una o dos UDESAS a las fincas con ciertas características que reflejan una buena gestión de los recursos. Es importante aclarar que para la determinación de las hectáreas mencionadas en los apartados anteriores, se consideran solo las hectáreas en uso agropecuario excepto para el componente forestal. La información para completar el formulario, se hacen a través de entrevistas al propietario, por observaciones y la revisión de documentos. Una vez completado el formulario de campo, éste se traspasa a una hoja de cálculo en *Excel (Microsoft 2010)* que calcula las UDESAs para cada apartado, asignado un valor económico a cada práctica, donde posteriormente se suman.

Anexo 2. Formulario de campo pago por servicios ambientales para agroecosistemas (con los cambios realizados después de la evaluación de campo)

Filial UNAFOR: _____

Nombre (s) del verificador (es):_____

Numero de formulario: _____

Formulario individual

Fecha: __/__/_____

Nombre(s) y Apellidos (s):_____

Nombre de la Finca: _____

Número de cédula: _____

Ubicación de la finca

Provincia_____ Cantón_____ Distrito_____

Teléfono_____ Fax_____

Correo electrónico_____

1. Recibe algún pago por servicio ambiental Sí___ No____
2. Tipo de producción de la finca
   Cultivo ( )
   Pecuario ( )
   Forestal ( )
   Acuícola ( )

3. Total de hectáreas: Forestal_____ Agrícola_____ Pecuario_____ Total_____
4. Producción orgánica Si ( ) No ( )
   Área orgánica _____
5. Periodo de modelo de producción orgánica
   Menos de 2 años ( )
   Entre 2 y 5 años ( )
   Más de 5 años ( )

6. Se tuvo acceso a:
   Plano catastro ( )
   Croquis ( )
   Coordenadas GPS ( )
   Documento de propiedad ( ) N°_____
   Documento de posesión ( )

   Observaciones:_____
   _____
   _____
   _____
   _____
   _____

Formulario Grupal

Fecha: __/__/_____

Nombre del grupo: _____

Número de cédula jurídica: _____

Representante/ Persona de contacto

Ubicación de la finca

Provincia_____ Cantón_____ Distrito_____

Teléfono_____ Fax_____

Correo electrónico_____

1. Recibe el grupo pago por servicio ambiental: Sí___ No____
2. Algún miembro del grupo recibe PSA: Sí___ No____
3. Tipo de producción de la finca
   Cultivo ( )
   Pecuario ( )
   Forestal ( )
   Acuícola ( )

Tipo de producción de la finca (Por productor)

4. Total de hectáreas Forestal_____ Agrícola_____ Pecuario_____ Total_____

5. Producción orgánica Si ( ) No ( )
   Área orgánica _____

6. Periodo de modelo de producción orgánica
   Menos de 2 años ( )
   Entre 2 y 5 años ( )
   Más de 5 años ( )

7. Se obtuvo acceso a:
   Plano catastro ( )
   Croquis ( )
   Coordenadas GPS ( )
   Documento de propiedad ( ) N°_____
   Documento de posesión ( )

   Observaciones:_____
   _____
   _____
   _____

Datos Generales

Agrícola (Tipos de Cultivos)	*Nº ha*	*C*	*T*	*O*	*Pecuario (Animales)*	*Nº de animales*	*C*	*T*	*O*	*Agroforestal Tipo de arreglo*	*Nº ha*	*Forestal (Tipo de Bosque: Secundario, Primario, Primario intervenido o en regeneración Plantaciones)*	*Nº ha*
Total hectáreas					**Total Animales**					**Total hectáreas**		**Total hectáreas**	

C: convencional T: en transición O: orgánico

Otras actividades_____
_____
_____

N° de biodigestores_____ **N° de nacientes**_____ **N° de ríos**_____

Servicios ambientales reducción de CO2 a través de los árboles presentes en la finca

4.4. Reforestación con especies de rápido crecimiento

Medio de verificación			Especies	N° de árboles/ha	Edad	Total de ha	Distancia de siembra
Entrevista	Documentos	N° de foto					

4.5. Reforestación con especies de mediano crecimiento

Medio de verificación			Especies	N° de árboles/ha	Edad	Total de ha	Distancia de siembra
Entrevista	Documentos	N° de Foto					

4.6. Reforestación con otras especies

Medio de verificación			Especies	N° de árboles/ha	Edad	Total de ha	Distancia de siembra
Entrevista	Documentos	N° de Foto					

4.7. Reforestación con otras especies nativas

Medio de verificación			Especies	N° de árboles/ha	Edad	Total de ha	Distancia de
Entrevista	Documentos	N° de Foto					

							siembra

4.8. Cuenta con Bosque en regeneración natural en potreros y áreas con potencial productivo, con al menos 1 año en abandono

Medio de verificación			Cantidad de ha
Entrevista	Documentos	N° de Foto	

4.9. Cuenta con Bosque en protección

Medio de verificación			Cantidad de ha	Tipo de bosque Primario, Secundario, en regeneración
Entrevista	Documentos	N° de Foto		

4.10. Cuenta con bosque manejado en forma sostenible

Medio de verificación			Cantidad de ha	Ultimo año de aprovechamiento
Entrevista	Documentos	N° de Foto		

4.11. **Sistema Agroforestal con especies de rápido crecimiento, mediano crecimiento y otras**

Medio de verificación			Especies	Edad	N° de árboles
Entrevista	Documentos	N° de Foto			

4.12. Cuenta con un Sistema Agroforestal con componente arbóreo nativo

Medio de verificación			Especies	Edad	N° de árboles
Entrevista	Documentos	N° de Foto			

1. Calculo de CO_2 capturado en el suelo a través de la materia orgánica

1.1. Se elaboran abonos orgánicos compostados

Si	No	Medio de verificación		
		Entrevista	Documentos	N° de Foto

1.2. Se evita la aplicación de fertilizantes sintéticos

Si	No	Medio de verificación		
		Entrevista	Documentos	N° de Foto

1.3. Se practica el barbecho o descanso del suelo

Si	No	Medio de verificación		
		Entrevista	Documentos	N° de Foto

1.4. Se evitan quemas para preparar el suelo

Si	No	Medio de verificación		
		Entrevista	Documentos	N° de Foto

1.5. Se evitan quemas de rastrojo y restos de cosechas

Si	No	Medio de verificación		
		Entrevista	Documentos	N° de Foto

1.6. Se evita la compactación del suelo

Si	No	Medio de verificación		
		Entrevista	Documentos	N° de Foto

1.7. Se realiza labranza mínima al suelo

Si	No	Medio de verificación		
		Entrevista	Documentos	N° de Foto

1.8. Se realiza rotación y/o asociación de cultivos

Si	No	Medio de verificación		
		Entrevista	Documentos	N° de Foto

1.9. Se observa cubierta forestal (instrumento para la densidad de árboles, al final de la guía)
N° de árboles por ha_____[+]

1.10. Se evita la aplicación de pesticidas sintéticos

Si	No	Medio de verificación			Cantidad de ha*
		Entrevista	Documentos	N° de Foto	

1.11. Se realizan obras y/o prácticas de conservación de suelos (Siembra en terrazas, en curvas de nivel, presencia de mantillo en el suelo cultivado, estructuras para detener la erosión, etc.)

Si	No	Medio de verificación			Cantidad de ha*
		Entrevista	Documentos	N° de Foto	

2. Mitigación en las emisiones de CH_4

2.1. Cuenta con uno o más biodigestores **Si** ◯ **No** ◯ Cantidad de biodigestores _____

N° de Foto_____

Medidas del biodigestor (m):
Biodigestor 1. Largo_____ Ancho_____ Alto_____
Biodigestor 2. Largo_____ Ancho_____ Alto_____
Biodigestor 3. Largo_____ Ancho_____ Alto_____

[+] Se agregó después de la evaluación de campo de este estudio.

Promedio: Largo_____ Ancho_____ Alto_____

2.2. El biodigestor construido está acorde con la cantidad de animales y la cantidad de usuarios del biogás. **Si** ◯ **No** ◯

N° de vacas	N° de Cerdos	Tamaño m3
6-12	15-25	5-10
12-22	25-40	10-15
22-40	40-85	15-30
40-75	85-200	30-50
75-150	200-400	50-100

0,42m^3/día/persona

N° de usuarios del biogás_____

2.3. El biogás producido es usado en reemplazo de la leña para cocinar. **Si** ◯ **No** ◯

2.4. Los lixiviados del biodigestor no son fuente de contaminación debido a que son manejados adecuadamente. **Si** ◯ **No** ◯

N° de Foto_____

2.5. Los animales de producción pecuaria reciben una dieta especial elaborada con materiales propios de la finca (pastos de corta), la cual reduce la producción de metano. **Si** ◯ **No** ◯

N° de Foto_____

2.6. Las excretas de los animales de producción pecuaria y los desechos de los cultivos que no son ingresadas en el biodigestor, se utilizan para la elaboración de abonos (Compost y/o Lombricompost). **Si** ◯ **No** ◯

N° de Foto_____

3. Mitigación de Óxido Nitroso (N_2O)

3.1. La finca posee en uso agropecuario cobertura con especies fijadoras de nitrógeno.
Número de individuos/ha_____ (formulario de densidad de árboles, al final de la guía)
Presencia de cultivos cubiertos. **Si** ◯ **No** ◯ N° de foto_____[+]

3.2. La aplicación de los fertilizantes nitrogenados se realiza con base en los resultados del análisis de suelo y/o foliar. **Si** ◯ **No** ◯ N° de foto_____

3.3. Uso de fertilizantes de liberación Lenta. **Si** ◯ **No** ◯ N° de foto_____

3.4. La existencia de una bodega acondicionada para guardar los insumos agropecuarios.

[+] Se agregó después de la evaluación de campo de este estudio.

Si ◯ **No** ◯ N° de Foto_____

3.5. Presencia de pastos mejorados como Bracharia y maní forrajero, que mejoran la taza de mineralización del nitrógeno en el suelo. **Si** ◯ **No** ◯ N° de Foto_____

3.6. Se incorporen abonos orgánicos compostados **Si** ◯ **No** ◯ N° de Foto_____

3.7. Evita totalmente el uso de fertilizantes sintéticos. . **Si** ◯ **No** ◯ N° de Foto_____

4. Protección del recurso hídrico

Número total de cuerpos de agua_____
Número total de manantiales o nacientes_____
Número total de quebradas o ríos_____

4.1. Los cuerpos de agua cuentan con la protección forestal debida, según el artículo 33 de la Ley forestal.

Cuerpo de agua	**Protección forestal**	
	Si	**No**

4.2. No son vertidos residuos sólidos a los cuerpos de agua.

Cuerpo de agua	**Presencia de contaminación**	
	Si	**No**

4.3. No son vertidos residuos líquidos al agua y alrededores.

Cuerpo de agua	**Presencia de contaminación**	
	Si	**No**

4.4. La finca cuenta con un sistema de reciclado de aguas. **Si** ◯ **No** ◯ N° de Foto_____

4.5. La finca recolecta y utiliza agua lluvia para diversas actividades, reduciendo la explotación de los cuerpos de agua. **Si** ◯ **No** ◯ N° de Foto_____

4.6. Las instalaciones de la finca son lavadas en seco y/o con sistemas de aspersión. **Si** ◯ **No** ◯

4.7. Se utilizan productos biodegradables para el lavado de las instalaciones de la finca.
Si ◯ **No** ◯ N° de Foto_____

4.8. En la finca existe un lugar ubicado a más de 100 metros de cualquier cuerpo de agua y acondicionado para el lavado de equipos de fumigación, envases de agroquímicos e implementos de ordeño. **Si** ◯ **No** ◯ N° de Foto_____

4.9. Los animales de producción no consumen el agua directamente del cuerpo de agua, lo hacen a través de bebederos. **Si** ◯ **No** ◯ N° de foto_____

4.10. Los bebederos de los animales de producción están diseñados de forma que no se desperdicie agua (Ej: Flotadores). **Si** ◯ **No** ◯ N° de Foto_____

4.11. La finca cuenta con un sistema de riego que aplique una cantidad de agua lo más ajustada posible para cubrir las necesidades del cultivo. **Si** ◯ **No** ◯ N° de Foto____

5. Conservación de la biodiversidad

5.1. Presencia de especies arbóreas y arbustivas nativas en asocio con cultivos (formulario de densidad de árboles, al final del documento).
N° de individuos/ha_____[+]

5.2. Presencia de especies arbóreas y arbustivas nativas en asocio con animales de producción (formulario de densidad de árboles, al final del documento).
N° de individuos/ha_____[+]

5.3. Presencia de especies arbóreas en vía de extinción, escasas o raras (una o más especies).
Si ◯ **No** ◯ Medio de verificación: N° de Foto_____ Documento_____

[+] Se agregó después de la evaluación de campo de este estudio.

5.4. Presencia de árboles fuente de alimento para animales silvestres (formulario de densidad de árboles, al final del documento). Más de 7 especies distintas **Si** ◯ **No** ◯
N° de individuos/ha_____[+]

5.5. Protección y/o Manejo adecuado de la Vida Silvestre (animales).
Si ◯ **No** ◯ Medio de verificación: N° de Foto_____ Documento_____

5.6. Se evitan quemas para preparar el suelo. **Si** ◯ **No** ◯ Medio de verificación: N° de Foto_____ Documento_____

5.7. Evita la aplicación de Pesticidas Sintéticos.
Si ◯ **No** ◯ Medio de verificación: N° de Foto_____ Documento_____

5.8. Siembra de Policultivos. **Si** ◯ **No** ◯ Medio de verificación: N° de Foto_____ Documento_____

5.9. Siembra de especies y variedades agrícolas autóctonas (dos o más cultivos autóctonos, para autoconsumo o comercialización).
Si ◯ **No** ◯ Medio de verificación: N° de Foto_____ Documento_____

5.10. Siembra de especies y variedades con valor medicinal tradicional dos o más plantas medicinales, para autoconsumo o comercialización).
Si ◯ **No** ◯ Medio de verificación: N° de Foto_____ Documento_____

Instrumento para densidad de árboles en cultivo y potreros[+]

Se realizan dos parcelas por cada lote representativo de la finca de 20X30 m. Se identifican todas las especies con DAP mayor a 5 cm, y todas las hierbas con importancia alimentaria para la fauna, y se clasifican según el siguiente cuadro, una especie puede estar en más de una categoría.

Lote:_____

Número de parcela:_____

Especie	Maderables	Nativo	Exótico	Fuente de alimento para la fauna	Grado de conservación*	Fuente de N_2O	Autóctono	Medicinal

[+] Se agregó después de la evaluación de campo de este estudio.

***Amenazado, en peligro de extinción y/o vedada.**

Categoría	BPAgro	N° ind lote 1	N° de ind/ha	N° ind lote 2	N° de ind/ha	N° ind lote 3	N° de ind/ha	CV** N° de ind/km	CV*** N° de ind/km
Cobertura total ≥5 cm dap	**1.9**								
Fijadoras de N_2O	**3.1**								
Nativas con cultivo	**5.1**								
Nativas con animales	**5.2**								
Alimento para la fauna	**5.4**								

*El total de las 2 parcelas.

**Cerca viva

***Cortinarompevientos

Valores de referencia

BPAgro	N° de árboles o arbustos /ha				
	Cultivos perennes	cultivos anuales	Pasto	Cercas vivas	Cortinas rompevientos
1.9	232	40	97	700	200
3.1	77	13	50	233	
5.1	116	20		350	100
5.2			48	350	100
5.4	116	13	50	233	

Anexo 3. Cuestionario para expertos

Evaluación del aporte ambiental de las buenas practicas agropecuarias.

El siguiente formulario tiene el fin de apoyar la tesis de licenciatura titulada: Propuesta metodológica para la creación de programa de pagos por servicios ambientales en fincas campesinas. Con esta herramienta se pretende generar una clasificación de las buenas prácticas agropecuarias según los aportes que generan en la disminución de los impactos de las prácticas agropecuarias y en el suministro de servicios agroecosistémicos. Las respuestas que usted proporcione serán utilizadas de forma general de manera que no se revelará su identidad relacionada con una respuesta dada.

A continuación se presentan una lista de buenas prácticas agropecuarias. Usted debe calificar según su criterio, el aporte que tienen en disminuir los impactos en el ambiente y según su aporte en la generación de servicios agroecosistémicos. La calificación debe efectuarse en valores de 5 a 1, siendo cinco de gran importancia y uno de poca importancia.

1. Buenas prácticas agropecuarias en el manejo del suelos

Buena práctica agropecuaria	**Calificación**
Elaboración y/o aplicación de abonos orgánicos compostados	
La no utilización de fertilizantes sintéticos	
La práctica del barbecho o descanso del suelo	
La no realización de quemas para preparar el suelo	
La no realización de quemas de rastrojos y restos de cosechas	
La no compactación del suelo	
Labranza mínima al suelo	

Rotación y/o asociación de cultivos	
Presencia de cubierta forestal	
La no aplicación de pesticidas sintéticos o herbicidas	
Obras y/o prácticas de conservación de suelos (Drenaje, cultivo en curvas de nivel, cobertura vegetal, terrazas, siembra de arbustos y árboles en los bordes del campo)	

¿Existe alguna buena práctica agropecuaria en el manejo del suelo que se haya dejado por fuera en la lista anterior y que usted considere relevante? No__ Si__, especificar cuáles y cual calificación le pondría

_____

_____

_____

2. Buenas prácticas agropecuarias que evitan la emisión de metano

Buena práctica	**Calificación**
Presencia de un biodigestor	
Un biodigestor construido está acorde con la cantidad de animales y la cantidad de usuarios del biogás 3	
El biogás producido es usado en reemplazo de la leña para cocinar.	
Un biodigestor que cuente con un marcador o válvula que indique la cantidad de biogás y el exceso de este se quema.	
Un adecuado manejo de los lixiviados del biodigestor para que estos no sean fuente de contaminación.	
Los animales de producción pecuaria reciben una dieta especial elaborada con materiales propios de la finca (pastos de corta), la cual reduce la producción de metano.	
Las excretas de los animales de producción pecuaria y los desechos de los cultivos que no son ingresadas en el biodigestor, se utilizan para la elaboración de abonos (Compost y/o Lombricompost).	

¿Existe alguna buena práctica agropecuaria que disminuya la emisión de metano que se haya dejado por fuera en la lista anterior, y que usted considere relevante? No__ Si__, especificar cuáles y cual calificación le pondría

_____

_____

_____

3. Buenas prácticas en la disminución de las emisiones de óxido nitroso

Buena práctica agropecuaria	Calificación
Presencia de especies vegetales fijadora de nitrógeno.	
La aplicación de los fertilizantes nitrogenados se realiza con base en los resultados del análisis de suelo y/o foliar	
Utilización de fertilizantes de lenta liberación	
La existencia de una bodega acondicionada para guardar los insumos agropecuarios.	
Presencia de pastos de gramíneas en combinación con pastos de leguminosas (e.g Brachiaria y Maní forrajero (Arachis pintoi), que mejoran la tasa de mineralización del nitrógeno en la materia orgánica en los suelos.	
Incorporación de abonos orgánicos compostados, elaborados en la propia finca.	
Se evita totalmente el consumo de fertilizantes	

¿Existe alguna buena práctica agropecuaria que disminuya la emisión de óxido nitroso que se haya dejado por fuera en la lista anterior y que usted considere relevante?

No__ Si__, especificar cuáles y cual calificación le pondría _____

_____

_____

4. Buenas prácticas en la protección del recurso hídrico

Buena práctica agropecuaria	Calificación
Protección Forestal en naciente y ríos (radio 100m, 200m o 15 m)	
No verter residuos sólidos al agua y alrededores	
No verter residuos líquidos al agua y alrededores	
Presencia de un sistema de tratamiento de aguas residuales.	
Presencia de un sistema de reciclado de aguas.	
Recolección y utilización de agua lluvia para diversas actividades, que reducen la explotación de los cuerpos de agua.	
Lavar las instalaciones de la finca (corrales, lecherías, otros) en seco y/o con sistemas de aspersión.	
Utilización de productos biodegradables (bacterias) para el lavado de las instalaciones de la finca.	
Existencia de un lugar a más de 100 metros de cualquier cuerpo de agua y acondicionado para el lavado de equipos de fumigación, envases de agroquímicos e implementos de ordeño.	

El consumo de agua de los animales de producción se realiza a través de bebederos y no consumen el agua directamente del cuerpo de agua.	
Diseñar los bebederos de los animales de producción de forma que no se desperdicie agua (eg: Flotadores).	
Presencia de una o más biojardinera.	
Presencia de trampas de grasa	
Presencia de un sistema de riego que aplica la cantidad de agua lo más ajustada posible para cubrir las necesidades del cultivo.	

¿Existe alguna buena práctica agropecuaria que proteja el recurso hídrico, que se haya dejado por fuera en la lista anterior y que usted considere relevante? No__ Si__, especificar cuáles y cual calificación le pondría

_____

_____

_____

5. Buenas prácticas agropecuarias en la protección de la biodiversidad

Buena práctica agropecuaria	**Calificación**
Presencia de especies arbóreas nativas en asocio con cultivos	
Presencia de especies arbóreas nativas en asocio con animales de producción	
Presencia de especies arbóreas en vía de extinción, escasas o raras	
Presencia de árboles fuente de alimento para animales silvestres	
Protección y/o Manejo adecuado de la Vida Silvestre (plantas y animales)	
Se evitan quemas para preparar el suelo	
La no aplicación de Pesticidas o herbicidas Sintéticos	
La no compactación del suelo	
Siembra de Policultivos	
Siembra de especies y variedades agrícolas autóctonas	
Siembra de especies y variedades con valor medicinal tradicional	

¿Existe alguna buena práctica agropecuaria que proteja la biodiversidad, que se haya dejado por fuera en la lista anterior y que usted considere relevante? No__ Si__, especificar cuáles y cual calificación le pondría

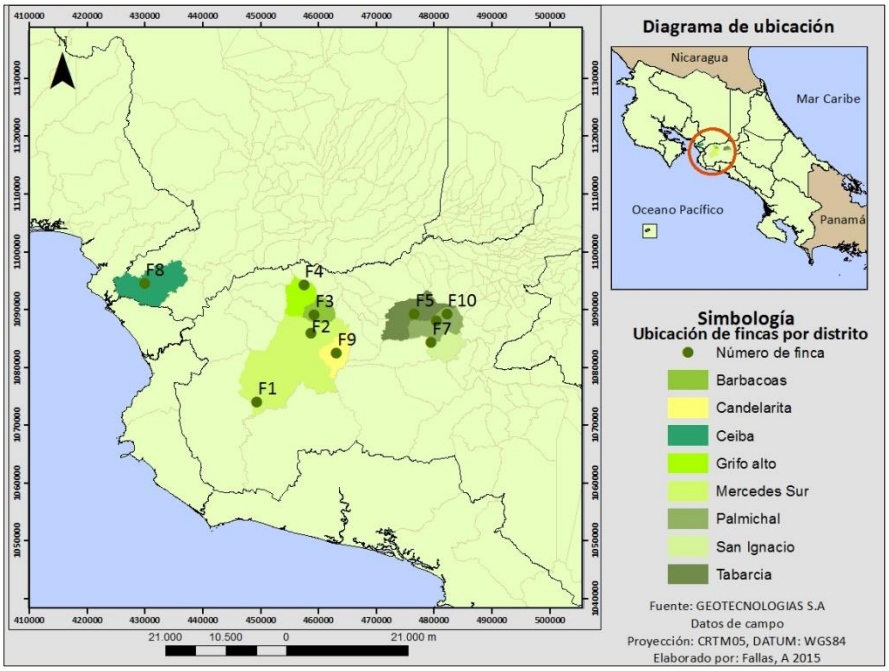
_____

_____

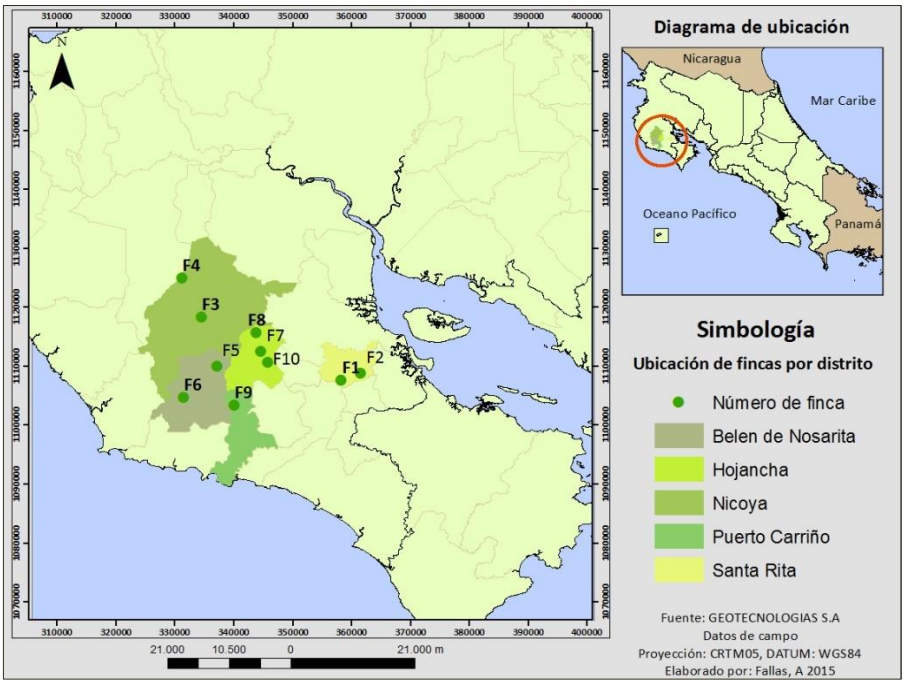
_____

Anexo 4. Mapas con las ubicaciones de las fincas evaluadas en cada región agro productora de UNAFOR

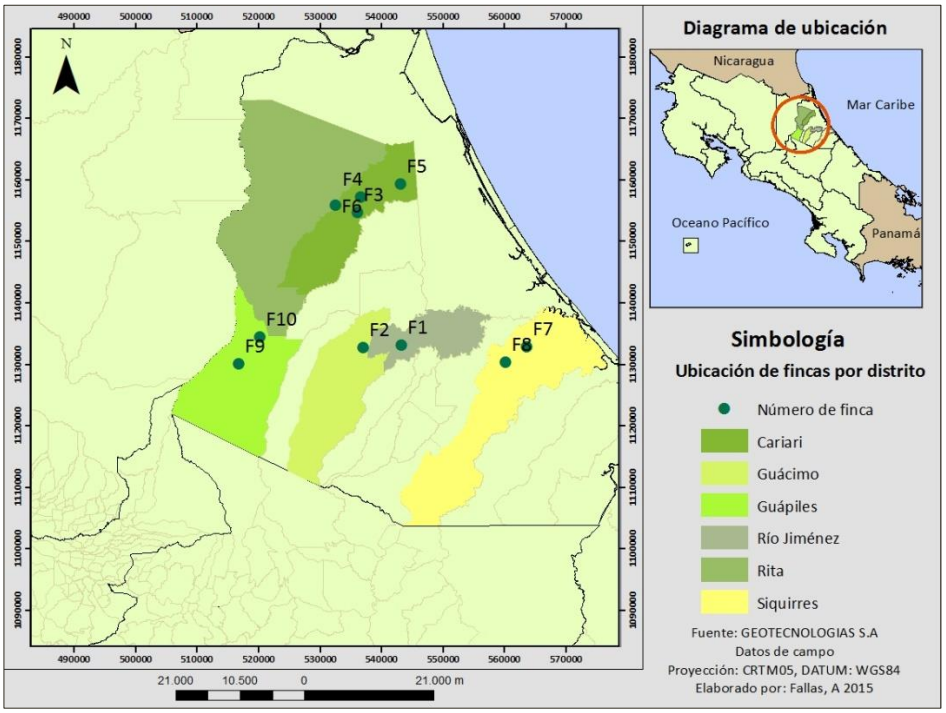
Región Pacífico Central



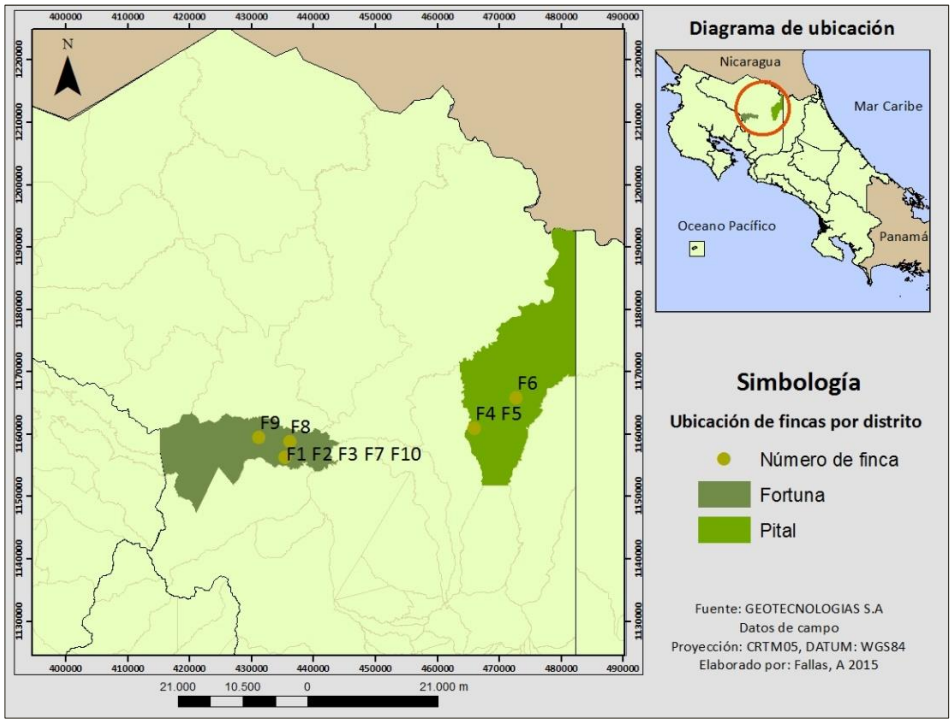
Región Chorotega



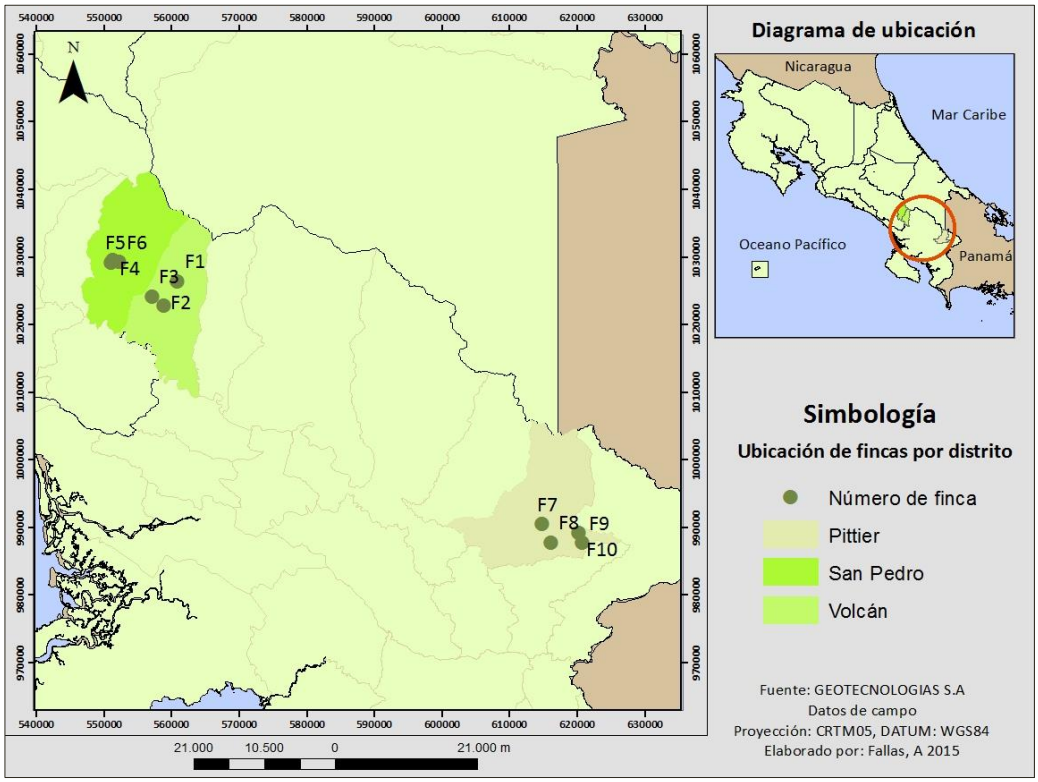
Región Caribe



Región Huetar Norte



Región Brunca



Anexo 5. Entrevista: Valor mínimo esperado por la compensación de los SAgro

Encuesta para determinar el valor de los servicios agroecosistémicos en fincas campesinas

Introducción

El presente cuestionario tiene el objetivo de suministrar información para la tesis de licenciatura "*Propuesta metodológica para la creación de un PSA campesino*", realizándose en la carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de CR, y en colaboración con la Unión Nacional Agroforestal (UNAFOR). La información que usted suministre será anónima, y se utilizará para fines académicos e informar procesos de política nacional.

Contexto y explicación del cuestionario

Usted como otros propietarios de fincas agroforestales, cumplen el rol de manejadores de los recursos naturales, ya que las decisiones que usted toma en cuanto al manejo de su finca, como: cultivos a sembrar, las cabezas de ganado a mantener, los insumos a utilizar, la forma de siembra entre otros, son actividades que inciden en la disminución o aumento de servicios ambientales. Es decir en la mejora o pérdida de: la calidad de los suelos, calidad del agua, permanencia de la cobertura boscosa y de la conservación de la biodiversidad.

Imagine que usted va a negociar con el Estado u otra entidad a la cual le interesa que usted aplique una serie de buenas prácticas agropecuarias (BPAgro) en su finca, que permitan mejorar las condiciones del medio ambiente. A cambio la entidad le ofrece una compensación económica, para encontrar el valor económico idóneo para ambas partes. La entidad le realizará el siguiente cuestionario en el cual usted deberá realizar lo siguiente:

1. Se le dará una lista de todas las BPAgro de interés y usted deberá clasificar cada una de ellas según se explica a continuación.

    a. Costo económico:
    Entendiendo como costo económico el gasto económico por hectárea requerido para la implementación y mantenimiento de las BPAgro.

    Calificación 1: la aplicación y mantenimiento de la práctica no requiere ningún gasto económico.

    Calificación 2: la aplicación y mantenimiento de la práctica por hectárea conlleva un costo el cual usted puede cubrir con las ganancias recibidas únicamente de su actividad agropecuaria, sin comprometer los otros gastos regulares de su sistema productivo y familiares.

    Calificación 3: la aplicación y mantenimiento de la práctica por hectárea conlleva un costo el cual usted **no** puede cubrir con las ganancias recibidas únicamente de su actividad agropecuaria, sin comprometer los otros gastos regulares de su sistema productivo y familiares

    Tiempo de trabajo:

    Entendiéndose como tiempo de trabajo el que usted destina normalmente dentro de su propiedad para generar la producción esperada.

    Calificación 1: el cumplimiento de la BPAgro no requiere tiempo de trabajo.

    Calificación 2: el cumplimiento de la BPAgro no requiere que usted aumente las horas de trabajo semanal.

    Calificación 3: el cumplimiento de la BPArgo requiere que usted aumente las horas de trabajo semanal.

b. Pérdida de producción:

Entendiéndose como pérdida de producción la disminución en cantidad o calidad de los productos generados en un determinado ciclo de producción de su finca.

Calificación 1: el cumplimiento de la BPAgro no significan pérdidas de la producción regular de su finca.

Calificación 2: el cumplimiento de la BPAgro conlleva a una pérdida de producción regular de su finca, la cual usted considera aceptable o insignificante.

Calificación 3: el cumplimiento de la BPAgro conlleva a una pérdida de la producción regular de su finca, la cual usted considera inaceptable o significativa.

2. Su siguiente tarea será determinar el monto económico que usted requeriría para implementar las BPAgro en su finca y el valor mínimo que usted estaría dispuesto a recibir como compensación por aplicar las BPAgro generadoras de benéficos ambientales.

Para responder a las preguntas, le recomendamos tratar de ubicarse en un contexto actual tomando en cuenta los precios de los insumos requeridos para las actividades, el tiempo que usted requeriría para implementar las medidas y las ganancias que usted cree dejarían de percibir al implementar las actividades. Sin olvidar que se trata de una negociación donde se debe de encontrar un valor justo para usted pero también para la entidad que lo desea recompensar.

Cuestionario

1. Buenas prácticas agropecuarias en el suelo

Encierre en un círculo el nivel de costo económico, el tiempo y la pérdida en producción para la posible implementación de cada una de las BPAgro.

Buenas prácticas agropecuarias	Calificación de 1 a 3		
	Costo	Tiempo de trabajo	Pérdida de la producción.
Elaborar y/o aplicar abonos orgánicos	1 2 3	1 2 3	1 2 3
No utilizar fertilizantes sintéticos	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Realizar barbecho o descanso del suelo	1 2 3	1 2 3	1 2 3
No realizar quemas para preparar el suelo	1 2 3	1 2 3	1 2 3
No realizar quemas del resto de cosechas	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Evitar la compactación del suelo, (no sembrar en pendientes pronunciadas, evitar la maquinaria para preparar el suelo, no sobrepasar la carga animal de Carga animal 2500 kg/ha)	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Realizar un máximo de dos labranzas para preparar el suelo.	1 2 3	1 2 3	1 2 3

Realizar asocio y rotación de cultivos (sembrar variedad de cultivos en una misma área, cambiar constantemente los cultivos de un suelo a otro)	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Mantener cubierta forestal como árboles en cercas, árboles dentro de los potreros o cultivos.	1 2 3	1 2 3	1 2 3
No utilizar pesticida o herbicidas sintéticos	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Realizar otras obras de conservación del suelo como: siembra en terrazas, curvas de nivel, drenajes, u otras)	1 2 3	1 2 3	1 2 3

1.1 Por la realización de las practicas mencionadas anteriormente, se tiene pensado otorgarle un incentivo al año por ha, que corresponda un porcentaje de la inversión realizada por usted para aplicar las PBAgro. ¿Cuál es el porcentaje que usted consideraría atractivo para participar en el programa?_____

2. Buenas prácticas en el manejo de desechos orgánicos

Encierre en un círculo el nivel de costo económico, el tiempo y la pérdida en producción para la posible implementación de cada una de las BPAgro.

Buenas prácticas agropecuarias	**Calificación de 1 a 3**		
	Costo	**Tiempo de trabajo**	**Pérdidas en la producción.**
Construcción de un biodigestor	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Que el biodigestor tenga el tamaño necesario para proveer de suficiente energía a su hogar, y procesar al menos más de la mitad de los desechos generados orgánicos generados en su finca.	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Manejar adecuadamente los lixiviados del biodigestor para que no sean fuente de contaminación. Eg: usar los lixiviados como abono en vez de depositarlos en los ríos.	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Alimentar a los animales de producción con pastos de corta y otros productos de la misma finca, en vez de concentrados.	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Utilizar los desechos orgánicos generados en la finca para realizar abonos orgánicos.	1 2 3	1 2 3	1 2 3

2.1 Por la realización de las practicas mencionadas anteriormente, se tiene pensado otorgarle un incentivo al año por ha, que corresponda un porcentaje de la inversión realizada por usted para aplicar las PBA. ¿Cuál es el porcentaje que usted consideraría atractivo para participar en el programa? _____

3. Buenas prácticas en el manejo de fertilizantes y otros insumos agropecuarios

Encierre en un círculo el nivel de costo económico, el tiempo y la pérdida en producción para la posible implementación de cada una de las BPAgro.

Buenas prácticas agropecuarias	Calificación de 1 a 3		
	Costo	Tiempo de trabajo	Pérdidas en la producción
Mantener y sembrar especies que fijan nitrógeno eg: poro, cuajiniquil, madero negro, maní forrajero, otras.	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Aplicar los fertilizantes sintéticos en base a lo que determine un análisis de suelo o foliar.	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Utilizar solo fertilizantes de lenta liberación	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Construir o mantener una bodega segura para guardar los insumos agropecuarios que evite accidentes o desperdicios de los insumos.	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Sembrar pastos mejorados que ayuden a conservar mejores condiciones en los suelos.	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Utilizar solo abonos orgánicos.	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Evitar totalmente el consumo de fertilizantes	1 2 3	1 2 3	1 2 3

3.1 Por la realización de las practicas mencionadas anteriormente, se tiene pensado otorgarle un incentivo al año por ha, que corresponda un porcentaje de la inversión realizada por usted para aplicar las PBA. ¿Cuál es el porcentaje que usted consideraría atractivo para participar en el programa? _____

4. Buenas prácticas agropecuarias en la conservación del agua

Encierre en un círculo el nivel de costo económico, el tiempo y la pérdida en producción para la posible implementación de cada una de las BPAgro.

Buenas prácticas agropecuarias	Calificación de 1 a 3		
	Costo	Tiempo de trabajo	Pérdidas en la producción
Mantener una protección forestal de 15 m alrededor de ambos lados de los ríos y un diámetro de 100 m alrededor de nacientes de agua.	1 2 3	1 2 3	1 2 3
No verter residuos sólidos al agua y alrededores.	1 2 3	1 2 3	1 2 3
No verter residuos líquidos al agua y alrededores.	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Construir y mantener un sistema de tratamiento de aguas residuales.	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Utilizar el agua desechada por una actividad para otra, eg: agua de estanques para regar los cultivos.	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Recolectar el agua de lluvia para utilizarla en otras actividades como lavado de las instalaciones de la finca, o consumo para los animales.	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Lavar las instalaciones como corrales y lecherías, en seco (aserrín) o con sistemas de aspersión.	1 2 3	1 2 3	1 2 3

Utilizar productos biodegradables (microorganismos, jabones naturales) para el lavado de la finca.	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Mantener un lugar acondicionado para el lavado y guardado de equipos de fumigación, envases de agroquímicos e implementos de ordeño, a una distancia mayor a los 100 m de cualquier cuerpo de agua (río, naciente, laguna).	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Mantener bebederos u otros sistemas para evitar que el ganado ingrese a tomar agua directamente de los ríos o de las nacientes.	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Construir y mantener bebederos diseñados de tal forma que evite los desperdicios de agua (Eg: Flotadores).	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Construir y mantener una biojardinera.	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Construir y mantener trampas de grasa.	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Instalar y mantener un sistema de riego que aplique una cantidad de agua lo más ajustada posible para cubrir las necesidades del cultivo.	1 2 3	1 2 3	1 2 3

4.1 Por la realización de las practicas mencionadas anteriormente, se tiene pensado otorgarle un incentivo al año por ha, que corresponda un porcentaje de la inversión realizada por usted para aplicar las PBA. ¿Cuál es el porcentaje que usted consideraría atractivo para participar en el programa? _____

5. Buenas prácticas agropecuarias en la conservación de la biodiversidad

Encierre en un círculo el nivel de costo económico, el tiempo y la pérdida en producción para la posible implementación de cada una de las BPAgro.

Buenas prácticas agropecuarias	**Calificación de 1 a 3**		
	Costo	**Tiempo requerido**	**Perdidas en la producción**
Sembrar o mantener especies arbóreas nativas en asocio con cultivos (SAF)	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Sembrar o mantener especies arbóreas nativas en asocio con animales de producción (SSP)	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Conservar las especies arbóreas en vía de extinción, escasas o raras presentes en el área de uso agropecuario de su finca.	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Sembrar o mantener árboles fuente de alimento para animales silvestres, en el área de uso agropecuario de su finca.	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Evitar realizar daños a los animales silvestres que ingresan a su finca.	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Evitar quemas para preparar el suelo	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Evitar la aplicación de Pesticidas o herbicidas Sintéticos	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Sembrar y mantener de Policultivos (muchos tipos de cultivos en una misma área)	1 2 3	1 2 3	1 2 3

Sembrar y mantener de especies y variedades agrícolas autóctonas (propias de la región)	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Sembrar y mantener especies y variedades con valor medicinal tradicional	1 2 3	1 2 3	1 2 3

5.1. Por la realización de las practicas mencionadas anteriormente, se tiene pensado otorgarle un incentivo al año por ha, que corresponda un porcentaje de la inversión realizada por usted para aplicar las PBA. ¿Cuál es el porcentaje que usted consideraría atractivo para participar en el programa? _____

Observaciones_____

Anexo 6. Guía para la utilización de la herramienta de cuantificación y valoración de los servicios agroecosistémicos (con los ajustes realizados después de la evaluación)

Instrucciones

Las fincas deben ser mayores a 0,7 ha, y tienen que contar con componente agropecuario y forestal.

Se debe llamar previamente al propietario de la finca para indicar que la visita se extiende por aproximadamente tres horas, y que requiere la presencia de él u de otra persona que conozca en detalle las características y procesos de la finca. Además es recomendable indicarle que si cuenta con el plano de la propiedad lo tenga a mano para ese día.

Pasos durante la evaluación:

1. Se explicó al propietario el fin del estudio.
2. Se georreferenció la entrada de la finca.
3. Se realizó el recorrido a la finca.
4. Se aplicó el formulario al productor **(Anexo 2)**.
5. Se le pidió a los productores que dibujaran un croquis detallado de la finca, con la ubicación de cada uno de los lotes (sistemas productivos) con los que cuenta.
6. Cuando el productor contaba con plano catastrado, se le tomó una foto.
7. Se realizan las parcelas de medición.

Los materiales de campo necesarios: Formulario de campo **(Anexo 2)**, cámara fotográfica, GPS, cinta métrica, cinta diamétrica, brújula, balizas y el formulario de campo.

Con el GPS se debe georreferenciar un punto en la entrada de la propiedad; además, cada uno de los usos de la finca (componente forestal, área cultivada y área de pastos). También se debe georreferenciar las nacientes presentes en la finca.

La cámara se utilizará para tomar foto a cada una de los usos del suelo presentes en la finca, así como a cada actividad que genera aportes ambientales. Es importante tomar foto al plano de la propiedad.

La cinta métrica se utiliza para medir la cobertura arbórea en los márgenes de los ríos para verificar si cumple con los 15 m de protección, si es posible, también se puede medir el radio alrededor de una naciente para verificar los 100 m de protección (esto se puede hacer con el GPS). En caso de que exista un biodigestor, se debe medir el ancho, largo y el alto del mismo.

Parcelas de medición de la densidad arbórea[+]

Se establecen parcelas de 600 m^2 (brújula, cinta métrica y balizas), de forma cuadrangular de 30 x 20 m. Las parcelas deben realizarse después de que el productor realiza el croquis de la finca, en el cual debe ubicar los diferentes lotes con distintos usos de la tierra (agrupar por lotes las áreas de la finca que presentan condiciones similares de manejo, ej: café con sombra, hortalizas, potrero arbolado, entre otros).

Se deben establecer dos parcelas aleatoriamente por lote (siempre y cuando la extensión del área lo permita). Dentro de cada parcela, se debe inventariar todos los árboles o arbustos mayores a 5 cm de DAP, una misma especie puede estar en más de una categoría. También se inventaría hierbas presentes que sean de importancia alimentaria para la fauna (instrumento para medición de densidad arbórea **Anexo 2**).

Medición de densidad en cercas vivas y cortinas rompevientos[+]

Para esto se utilizó la metodología de Pérez (2006), la cual establece que en el croquis hecho por el productor se debe establecer dónde se encuentran las cercas viva y cortinas rompevientos. Se muestrean entre 5 a 3 cercas dependiendo del tamaño de la finca (se considera como cerca viva, cuando estas tienen más de 20 árboles en 100 m) y una cortina rompevientos, después de establecer las cercas vivas y la cortina rompevientos, se establece al azar un punto de inicio, donde se hará un conteo total de árboles con DPA mayor a 5 cm de

[+] Se agregó después de la evaluación de campo.

DAP, clasificándolos con el instrumento para medición de densidad arbórea (**Anexo 2**) en una distancia de 100m.

Explicación y métodos de verificación para cada una de las BPAgro

Mitigación de CO_2 , componente forestal

a. Reforestación con especies de rápido crecimiento

Se refiere a si dentro de la finca existe un terreno ocupado por una o más plantaciones forestales de rápido crecimiento, que corresponde a las siguientes especies: *Gmelina arbórea*, *Acacia mangium, Vochysia guatemalensis, Vochysia hondurensis*

Verificación: se realizan preguntas al propietario, comprobación de campo y medición de área con GPS.

b. Reforestación con especies de mediano crecimiento

Se refiere a si dentro de la finca existe un terreno ocupado por una o más plantaciones forestales de especies de mediano crecimiento, tales como: *Vochysia ferruginea, Eucalyptus sp, Pinus sp,* Tectona grandis*, Cedrela odorata, Cordia alliodora.*

Verificación: con preguntas al productor, verificación de campo y medición del área con GPS.

c. Reforestación con otras especies

Se refiere a si dentro de la finca existe un terreno ocupado por una o más plantaciones forestales con especies no mencionadas en los apartados anteriores. La herramienta presenta la opción de escoger entre alguna de las especies de **Cuadro 1.** También se pueden agregar nuevas especies al formulario digital.

Cuadro 1. Otras especies para reforestación.

Nombre científico	Nombre común
Terminalia amazonia	Roble coral, amarillón
Cupressus lusitanica	Ciprés
Terminalia oblonga	Surá
Schizolobium parahyba	Gallinazo
Bombacopsis quinata	Pochote
Diphisa americas	Guachipelín
Astronium graveolens	Ron Ron
Samanea saman	Cenízaro

Enterolobium cyclocarpum	Guanacaste
Delonix regia	Malinche
Tabebuia sp.	Cortez Negro
Hymenaea courbaril	Guapinol
Tabebuia ochracea	Cortez Amarillo
Dalbergia sp.	Cocobolo
Hyeronima alchorneoides Allem.	Pilón
Calophyllum brasiliense	Cedro María
Simaruba amara	Aceituno

Verificación: con preguntas al productor, verificación de campo y medición del área con GPS.

d. Reforestación con especies nativas

Cuando existen plantaciones forestales de especies nativas incluidas en los decretos N° 25663-MINAE del 8 de octubre de 1996 y N° 25700-MINAE del 15 de noviembre de 1996 **(Cuadro 2).**

Cuadro 2. Especies nativas.

Nombre científico	**Nombre común**
Anthodiscus chocoensis	Ajo Negro
Myroxylon balsamun	Bálsamo
Copaifera camibar	Camíbar
Swietenia macrophylla	Caoba
Cedrela salvadorensis	Cedro
Cedrela fissilis	Cedro real
Podocarpus costarricenses	Cipresillo
Hymenolobium mesoamericanum	*Cola de pavo*
Couratari scottimorii	*Copo*
Platymiscium pinnatum	*Cristóbal*
Platymiscium parviflorum	*Cristóbal*
Diptiryx panamensis	Almendro de montaña
Guaiacum sanctun	Guayacán real
Cordia gerascanthus	Laurel negro
Podocarpus guatemalensis	Pinillo
Caryodaphnopsis burgerii	Quira
Paramachaerium gruberi	Sangrillo
Parkia pendula	Tamarindón

Selerolobium costarricense	Tostado
Diptirix panamensis	Almendro de montaña

Verificación: con preguntas al productor, verificación de campo y medición del área con GPS.

e. Regeneración natural

Cuando la finca presenta áreas mayores a 0,5 ha destinadas a la regeneración natural en potreros y también áreas con regeneración natural con potencial productivo en sitios con al menos un año de abandono y libres de portero.

Verificación: mediante preguntas al productor, comprobación de campo y medición del área con GPS)

f. Bosque en protección

Se refiere a la existencia de un área boscosa mayor a 0,5 ha, de bosque primario como secundario. En este caso, se considera un área mínima de 0,5 ha, debido a que el área mínima de la finca en esta propuesta se establece de 0,7 ha, por lo que están fincas no tienen la posibilidad de tener un bosque mayor a dos ha, como lo establece la definición de bosque para Costa Rica según la Ley Forestal N° 7575, artículo 3, inciso d. Sin embargo, desde el punto de vista de la retención de CO_2 y otros servicios ecosistémicos, estás áreas igualmente participan en la generación de dichos servicios. Para parches de bosque menores a 0,5 ha, se considera como árboles en asocio con cultivos o animales de producción, en el apartado de CO_2 en el suelo, y en protección de la biodiversidad.

Bosque primario: *bosque regenerado de manera natural de especies nativas sin intervención humana significativa en los últimos 50 años y donde los procesos ecológicos no han sido alterados de manera significativa, dominan los fustales* (FAO 2010, FAO s.f).

Bosque secundario: *bosques con alturas mayores de 5 m y que aún no han llegado a su estado de madurez donde dominan los latizales* (FAO s.f).

Verificación: preguntas al productor, comprobación de campo y medición del área con GPS.

g. Bosque manejado de forma sostenible

Un bosque en manejo forestal sostenible son terrenos extensos de bosque que se encuentran manejados según las directrices del manejo forestal para Costa Rica Decreto N° 34559, los principios criterios e indicadores para la sustentabilidad del manejo de bosque en Costa Rica

según Decreto N° 147, y los estándares de sustentabilidad para el manejo de los bosques naturales según Decreto N° 77.

Verificación: preguntas al productor, se pueden solicitar los documentos con los permisos correspondientes para la ejecución del plan de manejo.

h. Sistema agroforestal

Cuando las fincas presentan porciones de *tierra en donde leñosas perennes y nativas interactúan biológicamente en un área con cultivos y/o animales; el propósito fundamental es diversificar y optimizar la producción respetando el principio de sustentabilidad (SAGARPA s.f).* Las especies consideradas en este caso corresponden a las de rápido crecimiento, mediano crecimiento **(Cuadro 1)**, mencionadas anteriormente. El formulario digital permite la inclusión de nuevas especies.

Verificación: preguntas al productor, comprobación de campo. En este apartado se requiere conocer el número de árboles presentes en el SAF, por lo que será preciso un conteo en el campo.

i. Sistema Agroforestal con componente arbóreo nativo

Cuando hay SAF con las especies indicadas en los decretos N° 25663-MINAE del 8 de octubre de 1996 y N° 25700-MINAE del 15 de noviembre de 1996 **(Cuadro 2)**.

Verificación: preguntas al productor, comprobación de campo. Se requiere contar el número de árboles presentes en el SAF.

Valor de mitigación de CO_2 en el componente forestal.

El componente forestal se valora igual a como se indica en el decreto Nº 39083-MINAE 2015, solo se excluye la protección de bosque por recurso hídrico, ya que la herramienta otorga valores aparte para este **(Cuadro 3)**. El PSA campesino acá propuesto otorga a la finca pagos por los servicios provenientes del componente forestal más los obtenidos en al área agropecuaria.

Cuadro 3. Montos pagados por FONAFIFO para las modalidades de PSA según Decreto ejecutivo Nº 39083.

Modalidad	Monto (colones)	Vigencia del contrato	Periodo de pago 5 años	Distribución del desembolso (año)				
				1	2	3	4	5
Reforestación con especies de rápido crecimiento	641 939/ha	10	5	50%	20%	15%	10%	5%
Reforestación con especies de mediano crecimiento	756 258/ha	16	5	50%	20%	15%	10%	5%
Reforestación con otras especies	641 939/ha	16	5	50%	20%	15%	10%	5%
Reforestación con especies nativas	1 134 388/ha	16	5	50%	20%	15%	10%	5%
Regeneración natural	108 908/ha	5	5	20%	20%	20%	20%	20%
Protección de Bosque	170 003/ha	5	5	20%	20%	20%	20%	20%
Protección de bosque en vacíos de información	199 223/ha	5	5	20%	20%	20%	20%	20%
Manejo de bosque	132 815/ha	5	5	20%	20%	20%	20%	20%
Sistema agroforestal	929/árb	5	3	65%	20%	15%		
Sistema agroforestal con especies nativas	1 376/arb	5	3	65%	20%	15%		

Fuente: ONF (2015)

Ecuaciones alométricas para la determinación de biomasa y carbono en para las especies forestales encontradas en la evaluación de campo

El formulario digital calcula automáticamente el carbono almacenado en las plantaciones y en los sistemas agroforestales, con el uso de fórmulas alométricas. De algunas especies no se encontraron fórmulas para dicho cálculo, sin embargo la herramienta permite la incorporación de las fórmulas en el futuro **(Cuadro 4).**

Cuadro 4. Fórmulas alométricas para el cálculo de carbono de las especies forestales presentes en la herramienta.

Procedencia	Especie	Nombre común	Ecuación biomasa	FC	IMA (DAP)	Fuente
Exóticas	Tectona grandis	Teca	Log10 Y = -0.815 + 2.382 log10 D	0,32	1,92	Perez y Kanninen (2003)
	Gmelina arbórea	Melina		0,33	0,34	IPCC 2006
	Cupressus	Cipres		0,45	0,71	IPCC 2006

	lusitanica Mill					
	Eucalyptus deglupta Blume	Eucalypto	TB= VolTot*0.355*1.49	0.45	0,33	IPCC 2006.
	Eucalyptus sp.	Eucalypto		0,45	1,08	IPCC 2006
	Pinus sp	Pino	TAB=[0.0726D^2.4459]+[0.0565D^2.2729]=[0.1229D^2.3964]	0,45	1,65	Vallejo y Hernández (2006).
	Acacia mangium Willd.	Acacia		1,63	0,46	García (2002).
	Delonix regia	Malinche				
Nativa						
	Vochysia guatemalensis Donn.Sm.	Chancho	Bt = exp(-1.44742 + 1.3308* d^0.5)	0,44	2,36	Grossman (2007).
	Vochysia ferruginea Mart.	Bota rama	ln (Y) = –3.252 + 2.492*ln(D)	0,45	1,57	Grossman (2007).
	Terminalia amazonia (J.F.Gmel.) Exell	Roble coral, amarillon	Exp [-2.538+2.614* Ln (dap)]	0,45	0,76	Castillo (2003).
	Terminalia oblonga (Ruiz & Pavón) Steud.	Sura		0,45	0,99	Piotto (2007).
	Schizolobium parahyba (Vell.) Blake	Gallinazo	BA=(4.590+0.014*dap^2+0.234*ht)^2	0,50	1,90	Álvarez (2008).
	Bombacopsis quinata (Jacq.) Dugand	Pochote	Y=0.0103*D^2.993	0,33	1,60	Grossman (2007).
	Cedrela odorata L.	Cedro	TB=[(0.0013D^2h)^0.9218] + [(0.0072D^2h)^1.0451]+[(0.0029D^2h)^1.0172]+ [(0.0010D^2h)^0.8038]+[(0.0893D^2h)^0.5326]	0,45	0,96	Cole y Ewel (2006).
	Diphysa americana	Guayipelin				
	Astronium graveolens	Ron Ron				
	Samanea saman	Cenizaro		0,45	0,79	Piotto *et al.* (2004)
	Enterolobium cyclocarpum	Guanacaste				
	Cordia alliodora (Ruiz et Pav.) Oken	Laurel	Log(TAB)=(-0.755+2.072LogD)	0,5	0,65	Cole y Ewel (2006).

	Tabebuia sp.	Cortez Negro		0,45	0,91	Álvarez (2008).
	Hymenaea courbaril	Guapinol		0,45	0,52	Chave *et al.* (2006).
	Tabebuia ochracea	Cortez Amarillo	BT = exp [-1.648 + 2.392 * lndap]	0,45	0,48	Álvarez (2008).
	Dalbergia sp.	Cocobolo		0,45	0,50	Piotto (2007).
	Dipteryx panamensis (Pittier) Record et Mell	Almendro de Montaña	ln (Y) = –3.011 + 2.947*ln(D)	0,45	1,02	Grossman (2007).
	Hyeronima alchorneoides Allem.	Pilon	Bt = exp(-2,12607 + 1,69594* D^0,5)	0,48	1,25	Fonseca *et al.* (2009).
	Calophyllum brasiliense	Cedro Maria	B=exp(-2.829 + 2.704 * ln(D))	0,45	1,46	Grossman (2007).
	Simaruba amara	Aceituno				

Fuente: Herramienta para el cálculo de biomasa y CO_2 (Fonseca y Alice 2011).

1. CO_2 en el componente suelo

1.1. Se aplican abonos orgánicos compostados

Entendiéndose como abonos orgánicos compostados, aquellos productos de un proceso controlado de descomposición de materiales orgánicos como estiércol de animales de granja, residuos de cosechas, desperdicios orgánicos domésticos, entre otros, debido a la actividad de alimentación de diferentes organismos del suelo, (bacterias, hongos, lombrices, ácaros, insectos y otros) y a la presencia de aire (oxígeno) que generan formas químicas más estables y eficientes para mejorar la fertilidad de los suelos (FAO s.f). La aplicación de abonos orgánicos disminuye la utilización de fertilizantes sintéticos, mejora la salud del suelo, evita la contaminación de los cuerpos de agua, y a la vez mejora la economía de la finca, (MAG 2010).

Requisito: en al menos la mitad del área de uso agrícola.

Verificación: se verifica con preguntas al productor y comprobación en el campo de la existencia de abonos orgánicos.

1.2 Se evita la aplicación de fertilizantes sintéticos

Se entiende como fertilizantes sintéticos *"abono químico abonos artificiaesl o fertilizantes, usados para enriquecer el suelo y contribuir con el crecimiento vegetal"* (Lang y Peñarete

2012). Evitar el uso de fertilizantes sintéticos se considera una buena práctica agropecuaria en el manejo del suelo, ya que el uso de estos químicos propicia la pérdida acelerada de la materia orgánica del suelo e incide en un desbalance de los nutrientes, que con el paso de tiempo se traduce en la pérdida de fertilidad y de la capacidad productiva del suelo (SAGARPA 2014)[1].

Verificación: se verifica con preguntas al productor y se revisan las bodegas u otras áreas para verificar la no existencia de fertilizantes sintéticos o con el certificado de producción orgánica. Las UDESAs se otorgan solo si no se aplica ningún fertilizante sintético en al menos la mitad del área en uso agropecuario.

1.3. Se practica el barbecho o descanso del suelo

El barbecho es una superficie o terreno que se deja descansar dos o tres años con el fin de recuperar sus nutrientes y pueda dar mejores cosechas en la próxima siembra (Lang y Peñarete 2012).

Verificación: preguntas al productor y observaciones en el campo, se otorgan las UDESAs si como mínimo existe un área de 0,5 ha que se deja descansar al menos 2 años.

1.4. Se evitan quemas para preparar el suelo

Se refiere a que no se realizan quemas de vegetación para limpiar y preparar el suelo para su posterior siembra o pastoreo. Las quemas en los suelos disminuyen su fertilidad ocasionando la reducción capacidad de retención de humedad y la densidad aparente. También se merma la disponibilidad de nutrientes como el nitrógeno, potasio y fósforo indispensables para el desarrollo de las plantas. Las quemas además, producen la muerte de microorganismos del suelo encargados de descomponer la materia orgánica (Gómez 2007).

Verificación: a través de preguntas y comprobando en el campo que no existan evidencia de quemas recientes. Se otorgan las UDESAs si no se hacen quemas para preparar el suelo en ninguna área de la finca.

1.5. Se evitan quemas de rastrojos y restos de cosechas

Se refiere a que después de una cosecha, los restos de la misma no fueron quemados, sino más bien reincorporados al suelo para su descomposición y su posterior suministro de

nutrientes; ya que al quemarlos, se libera CO_2 a la atmosfera y se pierde el potencial que tienen para la incorporación de nutrientes al suelo.

Verificación: se comprueba con preguntas y con observación en el campo de evidencia que sugiera la quema de los restos de recientes cosechas.

1.6. Se evita la compactación del suelo

La compactación del suelo es uno de los fenómenos que causan mayor degradación de los suelos, es un proceso que ocurre en la sub-superficie del suelo por lo que es difícil de evidenciar. Sin embargo, las principales causas de compactación del suelo se dan por las ruedas de maquinarias, implementos agrícolas, el uso de arados, rastras de discos, arados vertedera y los rotadores. También se produce cuando se forman camellones de siembra todos los años y por tráfico de personas entre los surcos. Si los suelos presentan gran humedad, su vulnerabilidad a sufrir compactación es mayor. Un indicador común de la compactación es cuando las raíces de las plantas presentan limitado crecimiento, y una distribución horizontal (FAO s.f).

Las prácticas que previenen la compactación son la labranza cero o mínima, controlar el tráfico de las personas, animales o de maquinaria, usando siempre los mismos caminos (FAO s.f). En el caso de la ganadería, se recomienda una carga animal entre 2 000 y 2 500 kg/ha, se deben evitar potreros en pendientes pronunciadas y se restringe el paso del ganado a las quebradas y presencia de pastos mejorados (Sadeghian s.f).

Verificación: Se observa en el campo que no existan cultivos o potreros en pendientes pronunciadas y si los sistemas de drenajes permiten un flujo regular del agua evitando estancamientos.

En el caso de la ganadería, se debe preguntar cuántas cabezas/ha se mantienen, para así establecer si la carga sobrepasa los 2 500 kg/ha recomendados por Sadeghia (s.f) para evitar problemas de compactación y erosión. Se puede tomar como guía que los pesos promedios del ganado bovino, según sus razas son los siguientes:

- Brahman: vacas 540 kg y toros 800 kg (UNAM s.f)
- Holstein Friesian: vacas entre 680 y 720 kg, mientras que los toros pesan entre 1 100 y 1 300 kg (Gasque 2002)
- Jersey: vaca entre 430 y 450 kg, y los toros entre 680 y 720 kg (Gasque 2002).

1.7. Se realiza labranza mínima al suelo.

La Labranza mínima es la menor cantidad de labranza requerida para crear las condiciones de suelo adecuadas para la germinación de la semilla y el desarrollo de la planta. La función principal es disminuir la susceptibilidad del suelo a la erosión, pero también ayuda a mantener el nivel de materia orgánica y a proteger la macrofauna en el suelo. Además, contribuye al control de erosión en pendientes hasta 10-15%, y aumenta la infiltración y la capacidad de retención de humedad en el suelo, también reduce la erosión eólica. La labranza mínima se puede hacer con tracción animal: en pendientes hasta un 15% se pueden utilizar el arado combinado con sembradora con bueyes, en pendientes de 15-25% se recomienda el uso de un buey o un caballo (PASOLAC 1996) .

El MAG (2010) recomienda tres técnicas de labranza conservacionista:

Labranza vertical: solo se rompe la capa arable. Se utiliza el arado del cincel y el palín mecánico. Se realiza de forma paralela a las curvas de nivel, a una profundidad de entre 2 a 30 cm, también se puede utilizar ayuda animal.

Labranza superficial o reducida: se puede utilizar rastras de disco o arado de cinco canales, o solo un azadón para preparar el terreno, puede utilizarse en terrenos de poca pendiente y de poca extensión, como los utilizados para hortalizas en ladera.

Siembra directa o labranza cero: no se hace labranza, en terrenos con ladera se debe acompañar con la siembra de contorno y manejo de coberturas.

Verificación: se pregunta al productor como realiza la labranza, si con maquinaria, tracción animal o arado manual y el número de labranzas realizadas. Se otorgan la UDESA´s si se realizan dos o menos labranzas con arado manual o con ayuda animal, o si utiliza una de las tres técnicas mencionadas anteriormente.

1.8. Se realiza rotación o asociación de cultivos.

La rotación o asocio de cultivos es cuando en un mismo terreno se realizan rotaciones anuales de un cultivo a otro o donde se asocian diferentes tipos de cultivos. La función de la actividad es desarrollar un sistema de producción diversificada que asegure la sostenibilidad del suelo, promoviendo cultivos que se alternen año con año con el fin de conservar la fertilidad del suelo y reducir los niveles de erosión. También puede ocasionar un incremento de los rendimientos de los cultivos, así como disminuir la erosión hídrica y eólica. Además, mejora la adaptación de la labranza de conservación en comparación con los monocultivos, así como el drenaje, la aireación del suelo y el tamaño y la estabilidad de los agregados del suelo. Por otro

lado, la rotación y asocio de cultivos reducen la incidencia de malezas, insectos y en enfermedades en los cultivos (SAGARPA 2014)[2].

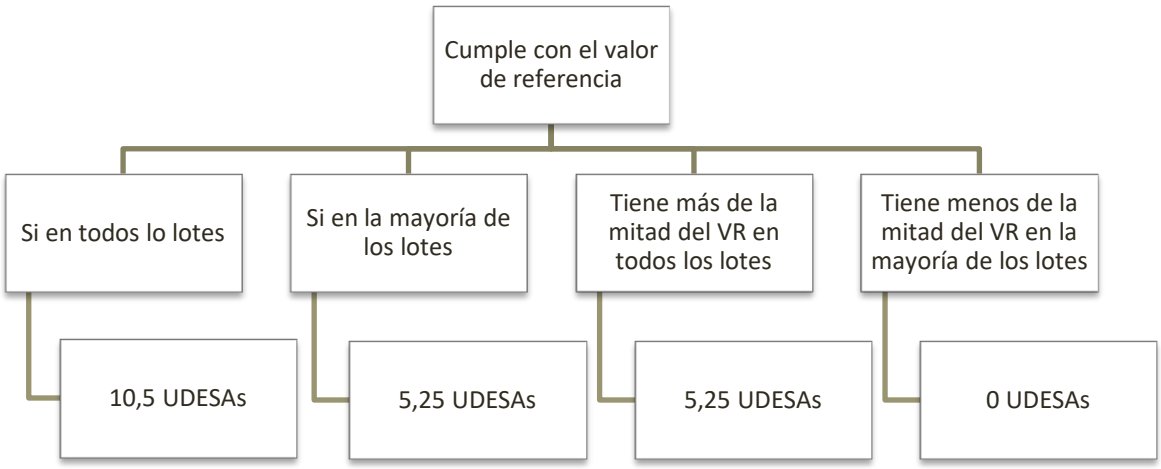
Verificación: con preguntas al productor, observaciones en el campo, las UDESAs se otorgan si en la finca existen más de tres cultivos diferentes en el área de uso agrícola.

1.9. Se observa cubierta forestal

Esta práctica es de gran importancia, ya que la cobertura arbórea juega un gran papel en la protección del suelo, al resguárdalo de los efectos directos del sol, la lluvia y el viento. La producción de hojarasca y de raíces incrementa la materia orgánica en los suelos y aumenta los niveles de nitrógeno, potasio y fósforo. Las raíces también provocan espacios para la captura de agua y nutrientes (Siavosh s.f). La cobertura forestal igualmente ayuda al ciclo hidrológico, disminuyendo la escorrentía superficial y aumentando la infiltración del agua de lluvia al suelo y la recarga acuífera (Ríos *et al.* 2006).

Otro beneficio que se produce de este tipo de sistema es la producción de madera u otros productos no maderables para consumo propio de la finca o para la venta. También proveen el servicio ambiental de captura de carbono.

Verificación: Para considerar o no que se cumple con la BPAgro, se requiere la siguiente cantidad de árboles por ha según su tipo de uso: cultivos permanentes 232, cultivos anuales 40, pastos 97; y por km lineal: cercas vivas 700, y cortinas rompevientos 200. Se otorgan todas la UDESAs o la mitad, según los siguientes escenarios[+].



[+] Agregado después de la evaluación de campo.

1.10. Se evita la aplicación de insecticidas, herbicidas o pesticidas sintéticos.

Se refiere a que en los cultivos agrícolas de producción no se incorporan insecticidas, fungicidas o herbicidas sintéticos como medio para combatir las plagas. Se prefieren bioplaguicidas o cortas manuales de "malezas" (Borgue 2012).

La aplicación de este tipo de químicos reduce el contenido de materia orgánica y la fauna del suelo, lo que ocasiona cambios y degradación en la estructura edáfica. Otros efectos también los pueden llegar a sufrir otros organismos no objetivos, como abejas, animales domésticos y los seres humanos. Las plagas pueden llegar a desarrollar resistencia a los plaguicidas, por lo cual se demanda un constante cambio de químicos. Los cuerpos de agua también son vulnerables a la contaminación por este tipo de insumos (PENUMA 2003).

Verificación: se realiza las preguntas al propietario y se visitan las bodegas u otros sitios para descartar la presencia de estas sustancias.

1.11. Se realizan obras o prácticas de conservación de suelos.

En esta sección se evalúa la presencia de prácticas tales como: drenajes, cultivo en curvas de nivel, cobertura vegetal, terrazas, siembra de arbustos y árboles en los bordes del campo, así como otras innovaciones realizadas en la finca con el fin de conservar la integridad de los suelos.

Verificación: preguntas al propietario y observación de campo.

2. Mitigación de CH_4

2.1. Biodigestor(s) en funcionamiento

Un biodigestor produce biogás como resultado de la fermentación anaeróbica de materia orgánica como el estiércol y los restos vegetales. El biogás está conformado entre 55% y 70% por metano, y entre un 25 % y 45% por dióxido de carbono y pequeñas cantidades de nitrógeno (López y Solá 2008).

El principal beneficio ambiental que aportan los biodigestores es la disminución de emisiones de CH_4 a la atmósfera, gas que presenta un potencial de calentamiento 28 veces mayor al del

CO_2. Adicionalmente, los biodigestores eliminan los malos olores, reducen las poblaciones de organismos que generan enfermedades, disminuyen la proliferación de moscas y reducen la contaminación de cuerpos de agua (Elizondo 2005). Además, permiten mejorar la economía familiar (Sáenz 2001).

Verificación: Mediante observación en el campo, se debe comprobar que el biodigestor esté en funcionamiento y se mide el ancho, largo y alto para estimar la cantidad de m^3 de biogás que es capaz de producir.

2.2. El biodigestor construido está acorde con la cantidad de animales y la cantidad de usuarios del biogás

Con esto se pretende identificar si el biodigestor está siendo eficiente en la disminución de las emisiones de CH_4 producidas en la finca.

Verificación: en cuanto al consumo, según López y Sola (2008), se utilizan 0,42m^3 de biogás por persona al día para cocinar. Para verificar el adecuado tamaño del biodigestor, se utiliza el **cuadro 5** como guía.

Cuadro 5. Tamaño del biodigestor según la cantidad de vacas y cerdos presentes en la finca.

N° de vacas	N° de cerdos	Tamaño m^3
6-12	15-25	5-10
12-22	25-40	10-15
22-40	40-85	15-30
40-75	85-200	30-50
75-150	200-400	50-100

Fuente: Castillo, citado por López y Sola (2008)

2.3. El biogás producido es usado en reemplazo de la leña para cocinar

Cuando un biodigestor es utilizado como reemplazo de una cocina de leña, se está reduciendo la corta de árboles para la obtención de leña y la producción de humo al cocinar. Ambas acciones ayudan a disminuir la presencia de CO_2 en la atmósfera. Además, también ayuda a mermar las enfermedades respiratorias en la familia producidas por la inhalación del humo (Sáenz 2001).

Verificación: se pregunta al propietario sobre cuál sería el medio con el que cocinaría los alimentos si no tuviera un biodigestor, y si la respuesta es cocina de leña, se le da la(s) UDESAs plus.

2.4. Los lixiviados del biodigestor no son fuente de contaminación debido a que son manejados adecuadamente.

En el proceso de producción de biogás, se generan lixiviados líquidos que, de no tratarse adecuadamente, pueden ser fuente de contaminación para ríos o manantiales de agua; por lo que si adicionalmente en la finca se utilizan estos lixiviados como abono para pastos o cultivos, el aporte ambiental será mayor.

Verificación: Se comprueba con observación de campo el destino final de los lixiviados del biodigestor.

2.5. Los animales de producción pecuaria reciben una dieta especial elaborada con materiales propios de la finca, la cual reduce la producción de metano.

En el proceso digestivo de los rumiantes se produce la fermentación entérica cuando los microorganismos descomponen los carbohidratos en moléculas simples para la absorción hacia el torrente sanguíneo del animal, produciendo emisiones de CH_4. La tasa de emisiones de CH_4 varía según las características físicas y químicas de los alimentos consumidos por los rumiantes (Montenegro 2013).

Según Carmona *et al.* (2005), cuando los bovinos en pastoreo cuentan con leguminosas como forraje, se disminuye la generación de CH_4. Por otro lado, en un estudio de Montenegro y Abarca, citado por Montenegro (2013), se concluyó que las mayores emisiones de CH_4 en Costa Rica lo presentan sistemas de producción que utilizan gramíneas de baja calidad nutricional, mientras que las menores emisiones se derivan de sistemas con pastos mejorados y con rotaciones de fertilizante y con alta disponibilidad de forraje. Por otro lado, la presencia de pasto Kikuyo (*Pennissetum clandestinum*) produce una menor producción de metano en comparación con el pasto Estrella Africana (*Cynodon nienfuensisi*) (Montenegro y Abarca citado por Carbona *et al.* 2005).

Otras especies utilizadas como forraje son: caña (*Saccaharum officinarun*), morera (*Morus spp*), nacedero (*Thichantera gigantea*), madero negro (*Gliricidia sepium*), poro (*Erytina sp*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), cratylia (*Cratylia argentea*), marafalfa (*Pennisetum sp*) y Camerún (*Pennisetum purpureum)*.

Verificación: si la finca cuenta con la presencia de leguminosas y otras platas forrajeras y se prefiere la alimentación del ganado con estas plantas que con concentrados, la práctica es aplicable. La información se verifica con preguntas al productor y observación de campo. Para determinar si el área plantada con pastos de corta es suficiente para alimentar al ganado se considera lo siguiente: para 5 vacas se requieren 972 m^2, para 15 vacas 2 916 m^2, y para 30 vacas se requiere 5 833 m^2 (MAG 2010).

2.6. Las excretas de los animales de producción pecuaria y los desechos de los cultivos que no son ingresadas en el biodigestor, se utilizan para la elaboración de abonos (compost o lombricompost).

El proceso de compost produce emisiones de N y CO_2, pero por otro lado, en condiciones normales, la descomposición de los desechos orgánicos produce mayores emisiones de CH_4, las cuales se mitigan con la elaboración del compost. Es por esto que el compostaje se considera como una opción para disminuir el GEI (FAO 2002). Además, la producción de compost es una alternativa para aprovechar la producción de estiércol que genera el ganado y reemplazar el uso de abonos sintéticos al tiempo que se reducen amenazas en la contaminación del agua, del suelo y del aire (Zamora 2013).

Verificación: con observaciones de campo se comprueba la elaboración o no de abono con los desechos orgánicos provenientes del biodigestor.

3. Mitigación de óxido nitroso (N2O)

3.1. Presencia de especies de flora fijadoras de nitrógeno

El nitrógeno es uno de los elementos de gran importancia para las plantas y suele ser un factor limitante en la producción vegetal. Cuando los suelos agropecuarios son combinados con especies de leguminosas o plantas actinorrizas, se produce una mayor disponibilidad del nitrógeno para los cultivos, a la vez que se contrarresta la erosión del suelo al permitir una mejor absorción del agua y una asimilación eficiente de los nutrientes del suelo (Ferrari y Wall 2004).

Específicamente, algunas plantas de las subfamilias Papilionáceas (80-90% de las especies), Mimosáceas (25% de las especies) y Cesalpináceas (pocas especies) poseen la capacidad de fijar biológicamente el nitrógeno, al establecer simbiosis con microorganismos del suelo de

generos *Rhizobium, Bradyizobium, Synorhizobium, Azorhizobium y Mesorhizobium.* Otro grupo de plantas denominadas actinorrizas también tienen esta característica al unirse con bacterias del género *Frankia* (Paredes 2013).

En las fincas de Costa Rica, es común encontrar especies de leguminosas como: *Erytrina sp, Glidicidia sepium, Diphysa americana, Inga sp, Arachis pintoi*, entre otras, sembradas por los finqueros para mejorar las condiciones del suelo. Otras especies que pueden ser utilizadas se encuentran en el **Cuadro 6.**

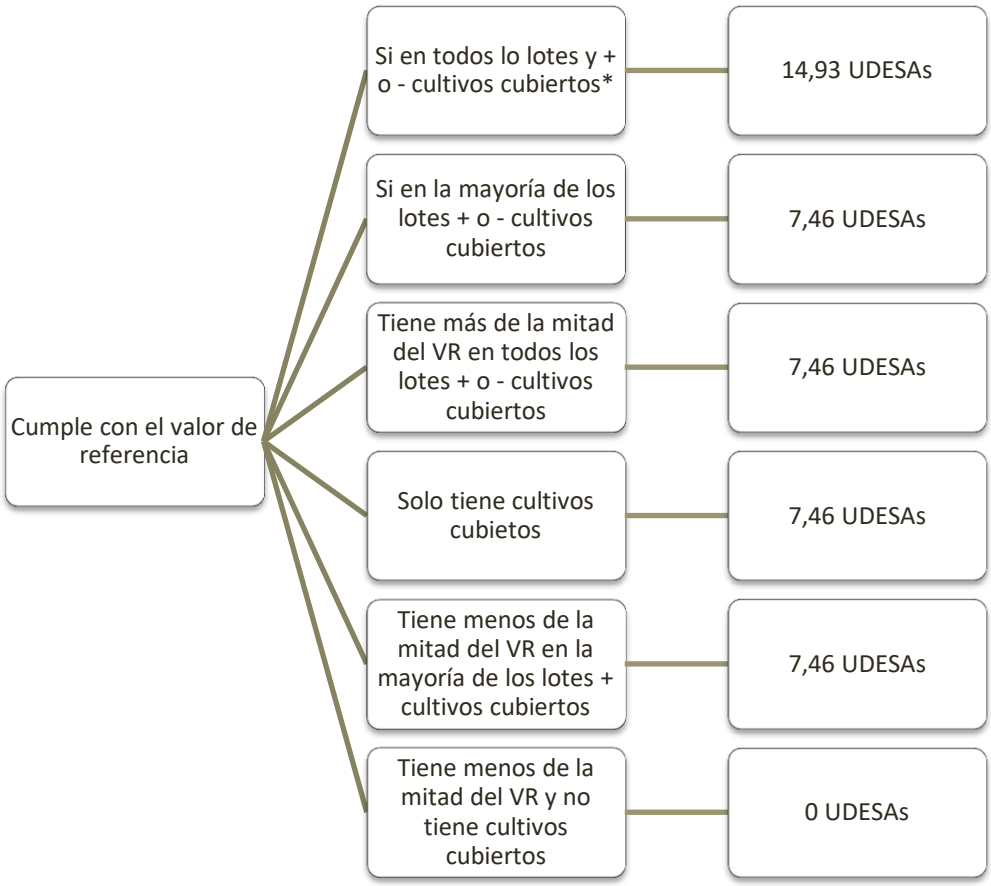
También se puede encontrar este tipo de plantas dentro de una práctica denominada abono verde, que es cuando los cultivos tienen coberturas de plantas como: mucano (*Mucuna pruriens*), canavalia (*Canavalia ensiformis*), gandul (*Cajanus cajan*), crotalaria (*Crotalaria sagittalis*), afalfa (*Medicago sativa*) y caupí (Vigna unguiculata), que además de aportar N_2O al suelo, lo protegen de la erosión, comúnmente se utiliza en cultivos de ciclo corto o anuales (MAG 2010).

Cuadro 6. Familias y géneros capaces de fijar nitrógeno biológicamente

Familia	**Genero**
Caesalpinioideae	*Chamaecrista, Cordeauxia, Hardwickia, Intsia, Parkinsonia*
Mimosoideae	*Acacia, Albizia, Calliandra, Enterolobium, Faidherbia, Inga, Leucaena, Mimosa, Paraserianthes, Parkia, Pithecellobium, Prosopis, Pterocarpus, Samanea.*
Papilionoideae	*Aeschynomene, Baphia, Cajanus, Dalbergia, Derris, Eritrina, Papilionoideae Flemingia, Gliricidia, Pongamia, Pterocarpus, Robinia, Sesbania, Sophora, Tephrosia, Tipuana*
Betulaceae	*Alnus*
Casuarinaceae	*Allocasuarina,Casuarina,Ceuthostoma, Gymnostoma*
Coriaceae	*Coriaria*
Elaeagnaceae	*Elaeagnus, Hippophae, Shepherdia*
Myricaceae	*Comptonia, Myrica*
Rhamnaceae	*Ceanothus, Colletia, Discaria, Kentrothamnus, Retanilla, Talguenea, Trevoa*
Rosaceae	*Cercocarpus, Charmaebatia, Cowania, Dryas, Purshia*

Fuente: Werner; Schwintzer, citado por Ferrari y Wall 2004

Verificación: Se considera como una BPAgro aplicada si las densidades de las plantas por ha tiene los siguientes valores/ha según su uso: cultivos permanentes 77, cultivos anuales 13, pasto 50, y por km líneas: cerca viva 233. Las UDESAs se asignan según los siguientes escenarios[+].



3.2. La aplicación de los fertilizantes nitrogenados se realiza con base en los resultados del análisis de suelo o foliar

El rendimiento de los suelos para cultivo depende en gran medida de la disponibilidad de nutrientes que tengan para las plantas. Algunas veces los nutrientes no están disponibles en las cantidades requeridas por lo que se aplica fertilizantes químicos. Cuando se realiza un análisis de suelo, esto permite saber con seguridad cuáles son los nutrientes escasos y en las cantidades en los que son requeridos. Además, se puede predecir las probabilidades de obtener buenos resultados en la aplicación de fertilizantes. Por lo tanto, esta práctica se considera importante para ejercer un uso racional de los fertilizantes, ya que evita que se aplique más fertilizante del requerido (MAG 1991).

[+] Se agregó después de la evaluación de campo realizada en este estudio.

Verificación: con preguntas al propietario o documentos sobre el análisis de suelo.

3.3. Utilización de fertilizantes de lenta liberación

Los fertilizantes de lenta liberación permiten que los nutrientes (generalmente el nitrógeno) estén disponibles para la absorción de la planta según el crecimiento de esta. Los beneficios que se perciben de esta actividad son: menor aplicación de fertilizante, ya que la disponibilidad se mantiene por un periodo más largo; se reduce el riesgo de toxicidad de las plantas por exceso de fertilizante, y ahorro de fertilizante por una mejor eficiencia del nitrógeno entre un 15% y 20%. Por otro lado, tienen la desventaja de tener un mayor costo económico en comparación con los abonos tradicionales (FAO e IFA 2002).

Una técnica más económica es el uso de inhibidores de nitrificación y de urea, los primeros son compuestos agregados a los fertilizantes, y provocan una disminución en los lixiviados del nitrato que no fueron absorbidos inmediatamente por los cultivos. Por otro lado, los inhibidores de urea reducen la trasformación del N de la urea en amoníaco, reduciendo o previniendo las pérdidas de amoníaco por evaporación. El uso de los inhibidores permite rendimientos mayores o mantener el rendimiento con menores dosis de N (FAO e IFA 2002).

Verificación: Preguntas al propietario y se puede observar si tienen guardado los sacos de fertilizantes de lenta liberación o inhibidores, o con facturas de los insumos comprados.

3.4. Una bodega acondicionada para guardar los insumos agropecuarios

Para evitar accidentes como intoxicación de animales o de personas, derrames de químicos que contaminen el suelo o el agua, es recomendable guardar los insumos agropecuarios en un lugar acondicionado solo para este fin. El lugar debe tener una adecuada ventilación e iluminación, rótulos que indiquen cuidado o precaución y seguridad necesaria para que solo ingresen las personas calificadas (MAG 2008).

Verificación: con observaciones de campo. Ubicada a 100 m, al menos, de cualquier cuerpo de agua y con la seguridad adecuada para que no entre ninguna persona no autorizada.

3.5. Existencia de pastos que mejoran la taza de mineralización del nitrógeno de la materia orgánica en el suelo

Algunos pastos tienen la capacidad de aumentar la materia orgánica del suelo y estimular mayor actividad biológica como el *Arachis pintoi*, *Stylosanthes guianensis* y el arbusto *Cratylia argenta*, también gramíneas como *Brachiaria humidicola, Brachiaria brizantha, Brachiaria* híbrido y *Panicum maximun* mejoran la materia orgánica y las condiciones del suelo por el desarrollo de una maza de raíces en las capas superficiales, además otorgan mayor contenido nutricional al ganado y resiste mejor las plagas (MAG 2010). La combinación de *Arachis pintoi* con *Brachiaria,* aumenta la producción de leche, la carga animal en los potreros por el incremento de la biomasa y la presencia de lombrices. Estas últimas son de gran importancia, debido a que mejoran la infiltración, la aireación y la retención del agua, incentivan el traslado de nutrientes en las capas más profundas y favorecen el reciclado de nutrientes y, finalmente, aumenta la tasa de mineralización del nitrógeno de la materia orgánica (Argel 2006).

Verificación: si los potreros cuentan con pastos de *Brachiaria* o *Arachis pintoi* se le otorgan las UDESAs correspondientes, se verifica a través de observación de campo. Al menos debe de haber en la mitad del área con pastos.

.

3.6. Se incorporan abonos orgánicos compostados elaborados en la propia finca

Al aplicar abonos orgánicos en los suelos se aumenta la materia orgánica, el porcentaje de nitrógeno, la capacidad de intercambio de cationes, el pH y la concentración de sales. También se mejora la estructura física del suelo. Los fertilizantes orgánicos en comparación con los fertilizantes químicos contienen menor cantidad de nutrientes, sin embargo, con los abonos orgánicos, la disponibilidad de los nutrientes es más constante y generan menos contaminación e emisiones de GEI que los fertilizantes sintéticos (SAGARPA 2014)[1].

Verificación: con la visita de campo se comprueba la presencia o no de camas para la elaboración de abonos orgánicos.

3.7. Evitar totalmente el consumo de fertilizantes sintéticos

El uso de fertilizantes sintéticos propicia la pérdida acelerada de la materia orgánica del suelo e incide en un desbalance de los nutrientes, que con el paso del tiempo se traduce en pérdida de fertilidad y de la capacidad productiva (SAGARPA 2014)[1]. La fuente principal de N_2O en la agricultura se deriva del uso de fertilizantes. El uso excesivo de fertilizantes es la causa de

alteraciones en el equilibrio de especies vegetales terrestres, de la contaminación de los cuerpos de agua, esto último debido a que los nitratos son altamente solubles y se mueven libremente con el agua hacia los acuíferos. Una vez que los nitratos ingresan al agua, producen una disminución del O incidiendo en la muerte de especies acuáticas, o por la proliferación de especies de algas (Martínez *et al.* 2011)

Verificación: preguntas al productor, se comprueba en las bodegas u otras instalaciones la ausencia de fertilizantes sintéticos, certificado de producción orgánica si lo tiene.

4. Protección del recurso hídrico

4.1. Protección forestal

En este apartado se toma como base el artículo 33 de la Ley Forestal N° 7575 de la legislación costarricense, donde se establecen como áreas de protección las siguientes:

a. Las áreas que bordeen nacientes permanentes, definidas en un radio de cien metros medidos de modo horizontal.
b. Una franja de quince metros en zona rural y diez metros en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados en riberas de ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano, y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado.
c. Una zona de cincuenta metros medida horizontalmente en las riberas de los lagos y embalses naturales y en los lagos o embalses artificiales construidos por el Estado y sus instituciones. Se exceptúan los lagos y embalses artificiales privados.

La presencia de estas zonas de protección es importante para remover y retener sedimentos de materia orgánica, y agroquímicos trasportados por la escorrentía superficial. También proveen sombra para mantener la temperatura adecuada para el desarrollo idóneo de organismos acuáticos. En pendientes pronunciadas, la vegetación ayuda a prevenir deslizamientos (Auquilla 2005).

Verificación: Si en la finca hay nacientes, ríos, quebradas o lagos, se comprueba con observación y con medición, si es preciso, la existencia de la zona de protección en cada uno de los cuerpos de agua presentes en la finca. Es importante que estas coberturas cuenten con regeneración natural, ya que en algunos casos solo se mantiene el estrato superior y se cortan los estratos inferiores, lo que no garantiza la permanencia de la cobertura a largo tiempo. En cada naciente o manantial se toma un punto de ubicación con GPS.

4.2. Los residuos sólidos no son vertidos al agua y alrededores

La Ley de Gestión Integral de Residuos N°8839 define como residuos "*el material sólido, semisólido, líquido o gas, cuyo generador o poseedor debe o requiere deshacerse de él, y que puede o debe ser valorizado o tratado responsablemente o, en su defecto, ser manejado por sistemas de disposición final adecuados*"

En las actividades agropecuarias se generan residuos sólidos como recipientes, bolsas, entre otros, que deben tener una disposición final adecuada, evitando que puedan generar problemas en los causes de agua.

Verificación: con recorridos alrededor de la finca y de los cuerpos de agua, se verifica la existencia o no de desechos sólidos.

4.3. Los residuos líquidos no son vertidos al agua y alrededores

La Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 7317 en su artículo 128 establece la prohibición de *"arrojar aguas servidas, aguas negras, desechos o cualquier sustancia contaminante en manantiales, ríos, quebradas, arroyos permanentes o no permanentes, lagos, marismas y embalses naturales o artificiales, esteros, turberas, pantanos, humedales, aguas dulces, salobres o saladas, en sus cauces o en sus respectivas áreas de protección."*

Verificación: con recorridos de campo en los cuerpos de agua se identifica si existe o no contaminación de residuos líquidos.

4.4. La finca cuenta con un sistema de reciclado de aguas

En este casos se consideran todas las acciones que se realizan en la finca para reutilizar el agua, por ejemplo: uso de aguas grises (aguas provenientes de la ducha, bañera, lavabo) para regar cultivos o utilización de agua de estanques de peses para regar las platas.

Verificación: preguntas y observaciones de campo.

4.5. La finca recolecta y utiliza agua llovida para diversas actividades, reduciendo la explotación de los cuerpos de agua

Considera la recolecta de agua de lluvia para ser utilizada en otras actividades como: suplir de agua a los bebederos de los animales, limpiar las instalaciones agropecuarias, regar cultivos u otras.

Verificación: preguntas y observaciones de campo.

4.6. Las instalaciones de la finca son lavadas en seco o con sistemas de aspersión

El lavado en seco o cama profunda consiste en mantener los corrales con aserrín, así se recoge más fácil el estiércol y la orina, siendo necesario solo lavar con agua cada 15 o 22 días, produciendo menor agua residual (Quesada *et al.* 2007). En cuanto al sistema de aspersión, son dispositivos especiales para generar chorros de agua a presión, produciendo un menor gasto de agua para el lavado de superficies, la colocación de pistolas a chorros puede ahorrar hasta 10 l. de agua por minuto. Los sistemas de lavado a presión también contribuyen al ahorro de detergentes y, en el caso de que el agua provenga de pozos, también se genera ahorro energético (Arias 2014).

Verificación: con preguntas y visitas a las instalaciones para verificar la existencia de aserrín o de sistemas de aspersión.

4.7. Se utilizan productos biodegradables para el lavado de las instalaciones de la finca

En el mercado existen diferentes productos de limpieza biodegradables para el lavado de las instalaciones agropecuarias. También existen microorganismos como bacterias capaces de desintegrar los desechos orgánicos de los animales de producción.

Verificación: preguntas al productor y solicitarle que muestre los productos que utiliza para este fin.

4.8. En la finca existe un lugar ubicado a más de 100 metros de cualquier cuerpo de agua y acondicionado para el lavado de equipos de fumigación, envases de agroquímicos e implementos de ordeño

Esta práctica garantiza que los cuerpos de agua no se vean afectados por derrames de agroquímicos que pueden poner en riesgo la integridad de los ecosistemas y la salud de los animales y personas.

Verificación: observaciones de campo.

4.9. Los animales de producción no consumen el agua directamente del cuerpo de agua, lo hacen a través de bebederos.

Cuando el ganado consume agua directamente de los ríos o quebradas se produce erosión en el suelo por las constantes pisadas de los animales, también se disminuye la capacidad regenerativa del sitio y aumenta la contaminación de los causes por el excremento y orina de los animales (Auquilla 2005). Una práctica para reducir el paso del ganado a estas zonas, es colocando bebederos en los potreros; también es recomendable cercar las zonas de protección para que el ganado no ingrese a estas (Murgueitio 2003).

Verificación: en el recorrido en las zonas de protección se observa si hay evidencia de que el ganado toma agua directamente de los cuerpos de agua, también se comprueba la existencia de bebederos y cercas que impiden el paso del ganado a los ríos.

4.10. Los bebederos de los animales de producción están diseñados de forma que no se desperdicie agua (eg: Flotadores)

Un adecuado bebedero es un tanque de almacenamiento de agua con gasto regulado, es decir que regulan el volumen del agua según el consumo de los animales. De esta forma se evita el gasto innecesario del agua y la contaminación de cuerpos de agua naturales (Sagarpa s.f).

Verificación: en el recorrido de campo se observa si los bebederos tienen un sistema para regular el flujo del agua sin generar desperdicios.

4.11. La finca cuenta con una o más biojardineras

Las biojardineras son sistemas para el tratamiento de aguas grises o residuales, generalmente utilizadas para las aguas provenientes de viviendas, que se utilizan un filtro, microorganismos y platas (Arias y Arauz 2013). Al final del proceso, se obtiene agua de una mejor calidad, que puede ser utilizada para otras actividades como riego de cultivos. Si el agua después del proceso se desecha, representará una contaminación menor en comparación con aguas no tratadas.

Verificación: a través de observaciones de campo se verifica la existencia o no de biojardineras.

4.12. La finca cuenta con trampas de grasa

Una trampa de grasa es un receptáculo que se ubica entre las líneas de desagüe, su función es retener el aceite para que este no se mezcle con las aguas residuales y así evitar la contaminación que producen los aceites y grasas al ambiente (Lang y Peñarete 2012).

Verificación: con preguntas y observaciones de campo.

4.13. La finca cuenta con un sistema de riego que aplique una cantidad de agua lo más ajustada posible para cubrir las necesidades del cultivo.

"El riego es la aplicación oportuna y uniforme de agua a un perfil del suelo para reponer en este el agua consumida por los cultivos" (Gurovich 1985). Algunas veces para alcanzar niveles de producción competitivos es necesario incorporar sistemas de riego, es principalmente en lugares donde el recurso hídrico es escaso. Los sistemas de riego deben asegurar el uso eficiente del agua, para evitar desperdicios (Gurovich 1985).

Verificación: preguntas y observaciones de campo.

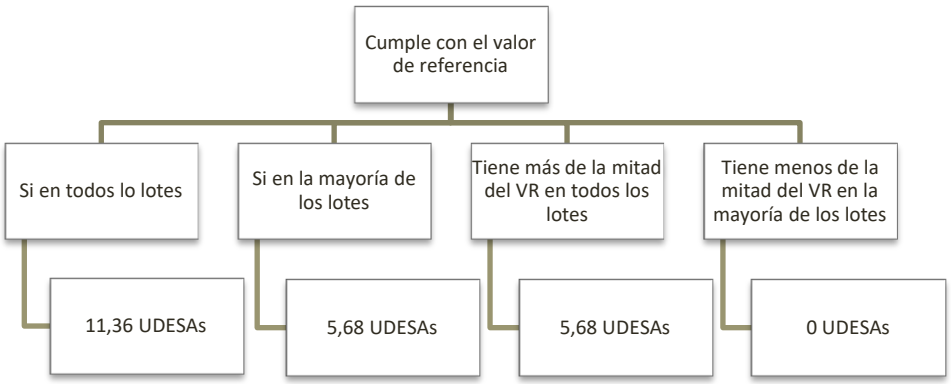
5. Conservación de la biodiversidad

5.1. Presencia de especies arbóreas y arbustivas nativos en asocio con cultivos (SAF)

5.2. Presencia de especies arbóreas y arbustivas en asocio con animales de producción (SSP)

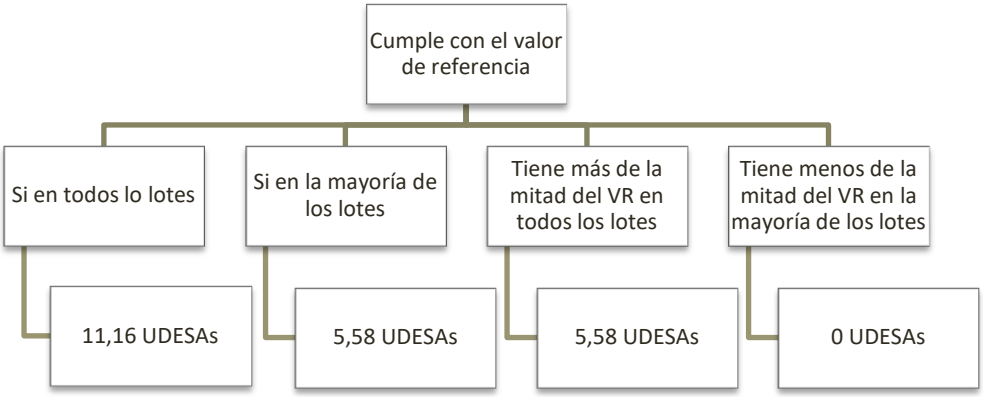
La presencia de árboles nativos en cultivos y pastos permite mantener la conectividad de animales, semillas y polen en paisajes fragmentados. Estos agroecosistemas permiten además el establecimiento de hábitat de diferentes especies, reducen el efecto de borde en los fragmentos forestales y funcionan como amortiguadores de zonas protegidas. También son fuente de recursos maderables y no maderables para las familias campesinas (Beer *et al.* 2003).

Verificación: Árboles en cultivo: debe tener por ha: 116 individuos en cultivos permanentes, 20 individuos en cultivos anuales, 350 individuos en cercas vivas. Las UDESAs se distribuyen según los siguientes escenarios, y 100 en cortinas rompevientos.



Árboles en pastos: debe tener por ha: 48 individuos en pasto, 350 en cercas vivas, y 100 en cortinas rompevientos. Las UDESAs se distribuyen según los siguientes escenarios.[+]

[+] Agregado después de la evaluación de campo de este estudio.



5.3. Presencia de especies arbóreas en vía de extinción, escasas o raras

En Costa Rica debido a la explotación maderera y a la expansión de la frontera agrícola, se han reducido algunas poblaciones de especies forestales, llevándolas casi a su extinción. Se considera que dejar estas especies o sembrarlas en las zonas de uso agropecuario es una forma de conservación de la biodiversidad. Para determinar cuáles son estas especies, se utiliza la siguiente lista realizada por Jiménez (1999) y según el Decreto Ejecutivo Nº 25700-MINAE.

Cuadro 7. Lista de especies amenazadas, en peligro de extinción y vedadas en CR.

Familia	Especie	Nombre común	Grado de amenaza
Anacardiaceae	Astronium graveolens	Ron ron	Especie amenazada
Bignoniaceae	Tabebuia guayacan	Corteza, Guayacán	Especie amenazada
Boraginaceae	Cordia gerascanthus	Laurel negro	Peligro de extinción, vedada
Caesalpiniaceae	Copaifera aeromatica	Camibar	Amenazada
Caesalpiniaceae	Cynometra hemitomophy	Cativo, Guapinol negro	Amenazada, endémica
Caesalpiniaceae	Mora oleífera	Alcornoque, Chaperno de suampo	Amenazada
Caesalpiniaceae	Peltogyne purpurea	Nazareno	Especie amenazada
Caesalpiniaceae	Prioria copaifera	Cativo	Amenazada
Caesalpiniaceae	Tachigalia versicolor	Alazán, Pellejo de toro, Plomo, Reseco	Amenazada
Caryocaraceae	Anthodiscus chocoensis	Ajo negro	Peligro de extinción, vedada
Caryocaraceae	Cayocar costaricense	Ajo, Ajillo, Manú, Plomillo	Amenazada
Papilonaceae	Dalbergia retusa	Cocobolo	Peligro de extinción
Papilonaceae	Dussia macroprophyllata	Sangregao, taryugo, Paleta, Cola de pavo	Peligro de extinción
Papilonaceae	Myroxylon balsamun	Bálsamo, Chirraca, Sándalo	Peligro de extinción
Papilonaceae	Paramachaerium gruberi	Sangrillo, Sangrillo colorado	Peligro de extinción

Papilonaceae	Platymiscium pinnatum	Cachimbo, Cristóbal, Quira	Peligro de extinción
Humiriaceae	Humiriastrum diguense	Chiraco, Chiricano alegre, Lorito, Níspero	Amenazada
Humiriaceae	Vatanea barbouril	Campano, Caracolillo, Chiricano, Chiricano triste	Amenazada
Juglandaceae	Oreomunnea pterocarpa	Gavilán, Gavilán blanco	Amenazada
Lauraceae	Caryodaphnopsis burgueri	Cocobola, Quira	Peligro de extinción, vedada
Lecythidaceae	Couratari guiannensis	Cachimbo, Copo hediondo	Amenazada
Lecythidaceae	Couratari scottmorii	Cachimbo, Copo hediondo, Mata sano	Peligo de extinción, vedada
Lecythidaceae	Lecythis ampla	Jicaro, Olla de mono	Amenazada
Meliaceae	Cedrela fissilis	Cedro, Cedro real	Peligro de extinción, vedada
Meliaceae	Cedrela odorata	Cedro, Cedro amargo	Amenazada
Meliaceae	Cedrela salvadorensis	Cedro	Peligro de extinción
Meliaceae	Cedrela tonduzii	Cedro dulce	Amenazada
Meliaceae	Swietenia humilis	Caoba	Peligro de extinción
Meliaceae	Swietenia macrophylla	Caoba	Peligro de extinción
Mimosaceae	Parkia pendula	Tamarindo, Tamarindo gigante	Peligro de extinción
Olacaceae	Miquartia guianensis	Manú, Manú negro, Cuajada	Amenazada
Podocarpaceae	Podocarpus costaricensis	Cipresillo	Peligro de extinción
	Podocarpus guatemalensis	Ciprecillo, Pinillo	Peligro de extinción
Sapotaceae	Sideroxylom capiri	Tempisque, Danto amarillo	Especie amenazada
Vochysiaceae	Quelea paraensis	Areno, Masicarán	Amenazada
Zygophyllaceae	Guaicum sanctum	Guayacan real	Peligro de extinción, vedada

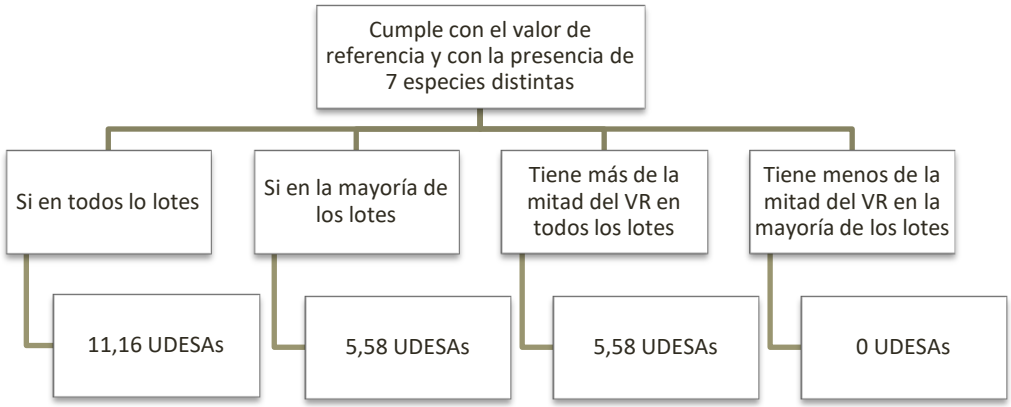
Verificación: con recorridos de campo se establece la presencia o no de las especies anteriores en la zona de uso agropecuario. La persona encargada de comprobar este apartado debe tener conocimientos dendrológicos y experiencia en identificación de árboles. Las UDESAs se otorgan si se encuentra una o más especies bajo estas categorías (independientemente del número de individuos).

5.4. Presencia de árboles fuente de alimento para animales silvestres

La expansión de la frontera agrícola reduce el hábitat natural y el suministro de alimentos para la fauna silvestre. La presencia de especies arbóreas que suministran frutos y polen para los animales ayuda a contrarrestar los efectos negativos de las actividades agropecuarias en la biodiversidad.

En Costa Rica se han llegado a contabilizar hasta 27 especies de aves frugívoras diferentes en árboles aislados en remanentes y pasturas. En cafetales la presencia de estos árboles es especialmente importante para los colibrís, tángaras, murciélagos. Estos árboles, además, pueden ser hospederos de epífitas, enredaderas, lianas, que proveen nichos para otros organismos.

Verificación: el verificador debe tener conocimientos sobre las especies de plantas que suministran alimento a la fauna en cada región (frutos, néctar y polen). La cantidad de estas plantas/ha deben ser las siguientes según el uso del suelo. 116 en cultivos permanentes, 13 en cultivos anuales, 50 en pastos, y en un Km lineal: 233 en cercas vivas. Las UDESAs se distribuyen según los siguientes escenarios.



5.5. Protección o manejo adecuado de la vida silvestre (plantas y animales)

Este apartado se rige según la Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 7317, donde en el artículo 14 se prohíbe:

La caza: se prohíbe la caza deportiva, solo se permite la caza de subsistencia y de control en los casos donde, con estudios técnicos científicos, se compruebe que es necesaria la caza para el control de poblaciones.

Colecta: se prohíbe la colecta de vida silvestre salvo que sean utilizadas para fines de conservación, investigación, educación o comerciales. El SINAC debe determinar cuáles serán las especies permitidas.

Extracción: la extracción está prohibida, salvo que se utilicen para fines de conservación, reintroducción o comerciales. El SINAC debe establecer cuáles especies se permiten para tal fin.

Tenencia: se prohíbe la tenencia en cautiverio de vida silvestre, salvo cuando se utilice para fines de conservación, reintroducción o comercialización, en un sitio con los permisos requeridos. Es competencia del SINAC determinar cuáles especies son permitidas para dichos fines.

Por otro lado el artículo 22 indica: "*La vida silvestre exótica o nativa que cause daños en algún ecosistema o en la agricultura, ganadería y salud pública podrá capturarse, controlarse, aprovecharse, eliminarse o reubicarse de conformidad con las disposiciones que se determinen en el reglamento de esta ley, previa realización de los estudios técnico-científicos y las evaluaciones económicas de costo-beneficio correspondientes. Sin embargo, en caso de inminente peligro a la integridad de las personas, por parte de un espécimen silvestre, podrá una persona, en defensa, proceder a capturar, controlar o, como último recurso, eliminar el espécimen amenazante, sin que tal acción entrañe sanción alguna.*"

Algunas medidas para alejar a los animales silvestres sin atentar contra su vida son: el uso de feromonas, siluetas, reflectores, sonidos, humo, presencia de perros pastores, instalación de cercas y corrales. También se puede usar trampas para la captura de los animales y su posterior reubicación. (Goldestein 2013)

Verificación: observaciones de campo, se pregunta al productor si tiene problemas con la presencia de animales silvestres y cuáles medidas utiliza para controlarlas.

5.6. Se evitan quemas para preparar el suelo

Las quemas en el suelo producen la muerte de microorganismos del suelo que tienen funciones muy importantes en la producción de nutrientes y su disponibilidad para las plantas (Gómez 2007). Las quemas pueden propagarse a áreas boscosas colindantes y representar un problema para la fauna y flora.

Verificación: a través de preguntas y comprobando en el campo que no existan evidencia de quemas recientes.

5.7. Evita la aplicación de pesticidas o herbicidas sintéticos

La aplicación de pesticidas o herbicidas afectan a la biodiversidad, ya que producen la muerte de plantas e insectos importantes para la polinización, también afecta a los microorganismos necesarios para el buen funcionamiento del suelo (PENUMA 2003).

Verificación: con preguntas al productor sobre cuáles son los métodos que utiliza para el control de plagas, se otorgan las UDESAs si el productor emplea chapeas manuales, control biológico o biopesticida. Como alternativa para no usar pesticidas, o simplemente si no aplica este tipo de químicos, se puede comprobar con observaciones en las fincas.

5.8. Siembra de policultivos

"Los policultivos es cuando dos o más especies cultivables crecen juntos en la misma superficie durante todo su ciclo o parte del mismo de acuerdo a diferentes diseños (franjas, surcos y otros)" (Mainardi s.f). Los policultivos aumentan la biodiversidad de una superficie al contener diferentes especies de cultivos, además al requerir menor cantidad de insumos agropecuarios se disminuyen los efectos de los agroquímicos a la biodiversidad.

Verificación: se comprueba en el recorrido de campo la existencia o no de policultivos, debe tener como mínimo tres cultivos diferentes.

5.9. Siembra de especies y variedades agrícolas autóctonas

Muchos de los productos tradicionales o autóctonos de las diferentes regiones han sido desplazados por los cultivos con mayor demanda y posicionamiento en el mercado, lo que ha producido la pérdida de estas especies que enriquecen y diversifican las fuentes de alimento. Los productos autóctonos representan características culturales de las diferentes zonas, además sus formas de producción suelen ser más amigables con el medio ambiente y ayudan a asegurar la seguridad alimentaria de las zonas (INTA 2013).

Verificación: el verificador deberá hacer recorridos por la finca y tener conocimiento sobre las especies autóctonas de la zona. Las UDESAs se otorgan por la presencia de dos o más cultivos autóctonos[27].

5.10. Siembra de especies y variedades con valor medicinal tradicional

La presencia de estas especies representa la permanencia de tradiciones y conocimientos ancestrales que tienen un gran valor cultural, lo que representa una práctica que fomenta la conservación cultural.

Verificación: los puntos se otorgan si la finca tiene un mínimo de tres especies medicinales sembradas o conservadas intencionalmente, lo que se comprueba con preguntas a los propietarios y observaciones de campo.

[27] Segleau, J. 2015. Pago por servicio ambiental campesino, resultado de talleres de la consultoría pago por servicios ambientales campesino (entrevista). Guapiles, CR, ASIREA

Anexo 7. UDESAs obtenidas en las 50 fincas por tipo de SAgro

Región	Finca	Área (ha)	Fijación de CO2	Mitigación de CH4	Mitigación de N2O	Protección del H2O	Conservación de la biodiversidad	Total
Pacifico Central	1	118	81,19	0,00	8,41	2,31	12,73	41,62
Pacifico Central	2	5	19,85	0,00	6,22	7,07	20,30	53,45
Pacifico Central	3	80	15,82	0,00	3,87	2,14	20,30	42,13
Pacifico Central	4	7,33	17,87	0,00	2,14	0,00	18,04	38,06
Pacifico Central	5	10	17,42	0,00	6,22	4,41	15,94	43,99
Pacifico Central	6	12	3,54	0,00	0,91	2,10	4,53	11,08
Pacifico Central	7	5	21,62	0,00	10,34	2,10	15,03	49,10
Pacifico Central	8	12	11,45	0,00	3,95	4,24	12,73	32,37
Pacifico Central	9	11	21,62	0,00	4,12	4,24	20,30	50,29
Pacifico Central	10	15	19,85	6,75	5,31	5,29	20,30	57,51
Chorotega	1	10	15,86	2,22	3,95	9,10	18,74	49,88
Chorotega	2	7	17,71	0,00	0,00	9,10	15,20	42,01
Chorotega	3	112	14,94	2,22	6,26	9,10	13,14	45,66
Chorotega	4	6,3338	9,51	0,00	0,00	7,00	8,48	25,00
Chorotega	5	8,5	15,73	0,00	1,81	7,00	14,83	39,37
Chorotega	6	3,3	19,77	0,00	2,88	7,00	16,47	46,13
Chorotega	7	27,5	9,56	2,22	2,88	9,10	8,90	32,66
Chorotega	8	8,5	15,56	2,22	2,14	7,00	13,14	40,07
Chorotega	9	9	7,58	2,22	1,07	9,14	14,50	34,51
Chorotega	10	3	5,72	0,00	0,00	6,92	8,86	21,50
Caribe	1	15,01	9,56	0,00	3,95	6,92	12,40	32,83
Caribe	2	40	11,49	0,00	7,99	6,92	14,55	40,90
Caribe	3	31	11,33	0,00	5,93	11,12	10,87	39,25
Caribe	4	20,23	11,41	0,00	4,12	8,86	8,90	33,28
Caribe	5	45	11,61	0,00	3,95	13,47	10,54	39,58
Caribe	6	23	12,06	0,00	3,95	11,24	15,12	42,37
Caribe	7	8	7,45	0,00	0,00	4,78	6,59	18,82
Caribe	8	11	11,70	0,00	2,14	9,02	15,12	37,97
Caribe	9	23,5	13,84	0,00	5,93	11,24	15,12	46,13
Caribe	10	16	11,61	0,00	0,00	4,78	10,54	26,94
Huetar Norte	1	9	16,10	0,00	1,81	9,31	14,17	41,39
Huetar Norte	2	8,5	13,80	0,00	5,93	14,20	16,85	50,77
Huetar Norte	3	1,2	9,93	0,00	0,00	7,00	8,40	25,33
Huetar Norte	4	10	15,94	2,22	2,88	11,45	15,94	48,43
Huetar Norte	5	11	14,50	0,00	8,41	7,00	10,67	40,57

Huetar Norte	6	6	21,62	2,22	8,53	11,12	18,04	61,54
Huetar Norte	7	10,75	11,68	0,00	3,95	11,08	8,77	35,49
Huetar Norte	8	2,5	19,48	0,00	6,26	0,00	18,04	43,78
Huetar Norte	9	10	19,48	0,00	3,95	7,00	15,98	46,42
Huetar Norte	10	10	19,73	0,00	4,86	9,31	18,04	51,94
Brunca	1	4,8	15,82	0,00	7,91	9,14	18,77	51,64
Brunca	2	4,5	19,73	2,22	10,34	7,00	30,64	69,94
Brunca	3	27	21,62	13,26	12,73	17,30	30,64	95,56
Brunca	4	1,5	19,85	11,20	8,28	8,98	27,53	75,85
Brunca	5	9	16,10	0,00	0,00	7,00	24,05	47,16
Brunca	6	0,73	13,47	0,00	3,05	6,92	24,36	47,80
Brunca	7	66,5	21,62	2,22	12,48	13,43	27,16	76,92
Brunca	8	7	21,62	0,00	8,53	7,00	18,90	56,05
Brunca	9	1,7	19,56	0,00	9,31	2,43	21,75	53,06
Brunca	10	85	15,73	0,00	4,12	4,78	21,26	45,89

Anexo 8. Costo de las BPAagro y porcentaje de compensación esperado

SAgro	Costo total/ 5 años	Porcentaje de compensación
Buenas prácticas agropecuaria en la mitigación de CO2 en el manejo del suelo		
Se elaboran y/o aplican abonos orgánicos compostados.*	₡750 000,00	₡232 500,00
Se evita la aplicación de fertilizantes sintéticos.*	₡410 000,00	₡127 100,00
Se evita la aplicación de pesticidas sintéticos o herbicidas.*	₡109 180,00	₡33 845,80
Se realizan obras y/o prácticas de conservación de suelos.*	₡323 492,40	₡100 282,64
Buenas prácticas en la mitigación de CH4		
Presencia de un biodigestor funcionando.	₡267 666,00	₡77 623,14
El biodigestor construido está acorde con la cantidad de animales y la cantidad de usuarios del biogás.		
Las excretas de los animales de producción pecuaria y los desechos de los cultivos que no son ingresadas en el biodigestor, se utilizan para la elaboración de abonos (compost o lombricompost).		
Buenas prácticas en la mitigación de N2O		
La aplicación de los fertilizantes nitrogenados se realiza con base en los resultados del análisis de suelo y/o foliar.	₡25 000,00	₡7 375,00
Utilización de fertilizantes de lenta liberación.*	₡34 045,00	₡10 043,28
La existencia de una bodega acondicionada para guardar los insumos agropecuarios.	₡387 000,00	₡114 165,00

Existencia de pastos que mejoran la tasa de mineralización del nitrógeno de la materia orgánica en el suelo.*	₡33 075,00	₡9 757,13
Por cada hectárea de uso agropecuario donde se incorporen abonos orgánicos compostados, elaborados en la propia finca.		
Por evitar totalmente el consumo de fertilizantes.		
Buenas prácticas agropecuarias en la protección del recurso hídrico		
La finca cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales.		
La finca cuenta con un sistema de reciclado de aguas.		
La finca recolecta y utiliza agua lluvia para diversas actividades, reduciendo la explotación de los cuerpos de agua.	₡578 395,00	₡176 410,48
Las instalaciones de la finca son lavadas en seco y/o con sistemas de aspersión.	₡96 330,00	₡29 380,65
Se utilizan productos biodegradables para el lavado de las instalaciones de la finca.	₡315 000,00	₡96 075,00
Los animales de producción no consumen el agua directamente del cuerpo de agua, lo hacen a través de bebederos.*	₡85 131,00	₡25 964,96
Los bebederos de los animales de producción están diseñados de forma que no se desperdicie agua (ej.: Flotadores).*	₡8 000,00	₡2 440,00
Finca cuenta con una o más biojardinera.	₡209 950,00	₡64 034,75
La finca cuenta con trampas de grasa.	₡127 500,00	₡38 887,50
La finca cuenta con un sistema de riego que aplique una cantidad de agua lo más ajustada posible para cubrir las necesidades del cultivo.	₡712 023,00	₡217 167,02
Buenas prácticas agropecuarias en la conservación de la biodiversidad		
Presencia de especies arbóreas nativas en asocio con cultivos (SAF).*	₡259 149,80	₡99 772,67
Presencia de especies arbóreas nativas en asocio con animales de producción (SSP).*	₡259 149,80	₡99 772,67
Evita la aplicación de pesticidas o herbicidas sintéticos*		
Total	**₡4 990 087,00**	**₡1 562 597,68**

*Valor por ha.

Anexo 9. Valor de compensación de los costos realizados con los tres escenarios

Región	N° de Finca	Área agropecuaria (ha)	Escenario a				Escenario b	Escenario c
			Costo*/ha	Costo* infraestructura	Infraestructura /ha	Compensación T/ha	Compensación T/ha	Compensación T/ha
Pacifico Central	1	0	₡493 218,47	₡0,00	₡0,00	₡493 218,47	₡330 765,02	₡244 136,08
	2	3,53	₡721 678,62	₡319 956,13	₡10 665,20	₡732 343,83	₡491 128,64	₡362 499,71
	3	5	₡575 930,79	₡114 165,00	₡22 833,00	₡598 763,79	₡401 546,43	₡296 379,51
	4	5	₡432 555,19	₡0,00	₡0,00	₡432 555,19	₡290 082,66	₡214 108,63
	5	3	₡495 658,47	₡114 165,00	₡48 997,85	₡544 656,33	₡365 260,57	₡269 597,09
	6	1,5	₡114 165,00	₡0,00	₡0,00	₡114 165,00	₡76 561,99	₡56 510,04
	7	7	₡695 713,67	₡114 165,00	₡12 685,00	₡708 398,67	₡475 070,40	₡350 647,20
	8	2	₡334 712,67	₡210 240,00	₡59 897,44	₡394 610,11	₡264 635,71	₡195 326,36
	9	5	₡705 756,94	₡176 410,48	₡35 282,10	₡741 039,04	₡496 959,87	₡366 803,72
	10	3	₡695 713,67	₡114 378,79	₡16 339,83	₡712 053,49	₡477 521,42	₡352 456,29
Chorotega	1	1	₡336 113,67	₡121 540,00	₡12 154,00	₡348 267,67	₡233 557,27	₡172 387,51
	2	54	₡468 840,99	₡0,00	₡0,00	₡468 840,99	₡314 416,85	₡232 069,58
	3	5,6338	₡263 158,47	₡0,00	₡0,00	₡263 158,47	₡176 480,85	₡130 259,68
	4	1	₡232 500,00	₡0,00	₡0,00	₡232 500,00	₡155 920,49	₡115 084,17
	5	1	₡200 055,19	₡114 165,00	₡163 092,86	₡363 148,05	₡243 536,44	₡179 753,09
	6	0,5	₡466 400,99	₡114 165,00	₡15 222,00	₡481 622,99	₡322 988,79	₡238 396,49
	7	1,5	₡229 312,67	₡114 165,00	₡49 636,96	₡278 949,63	₡187 070,81	₡138 076,07
	8	0,5	₡233 900,99	₡0,00	₡0,00	₡233 900,99	₡156 860,03	₡115 777,64
	9	1	₡99 772,67	₡0,00	₡0,00	₡99 772,67	₡66 910,13	₡49 386,05
	10	4	₡0,00	₡0,00	₡0,00	₡0,00	₡0,00	₡0,00
Caribe	1	2	₡226 872,67	₡114 165,00	₡57 082,50	₡283 955,17	₡190 427,66	₡140 553,75
	2	2	₡342 029,80	₡121 540,00	₡11 039,06	₡353 068,85	₡236 777,07	₡174 764,03
	3	2,15	₡226 872,67	₡150 920,65	₡3 971,60	₡230 844,27	₡154 810,12	₡114 264,61
	4	4	₡102 212,67	₡36 755,65	₡1 267,44	₡103 480,11	₡69 396,43	₡51 221,17
	5	3	₡229 312,67	₡210 240,00	₡11 628,32	₡240 940,99	₡161 581,24	₡119 262,34
	6	4	₡229 312,67	₡114 165,00	₡2 784,51	₡232 097,19	₡155 650,35	₡114 884,78
	7	0,5	₡99 772,67	₡0,00	₡0,00	₡99 772,67	₡66 910,13	₡49 386,05
	8	4	₡102 212,67	₡176 410,48	₡44 102,62	₡146 315,29	₡98 122,81	₡72 423,98
	9	1	₡334 712,67	₡297 950,48	₡28 376,24	₡363 088,91	₡243 496,78	₡179 723,81
	10	3,4	₡127 100,00	₡0,00	₡0,00	₡127 100,00	₡85 236,54	₡62 912,68

Huetar Norte	1	0,5	₡332 782,52	₡331 332,02	₡22 088,80	₡354 871,32	₡237 985,85	₡175 656,22
	2	0,5	₡338 276,10	₡153 052,50	₡27 330,80	₡365 606,90	₡245 185,41	₡180 970,18
	3	1,5	₡332 782,52	₡0,00	₡0,00	₡332 782,52	₡223 172,53	₡164 722,58
	4	3	₡361 000,99	₡331 332,02	₡473 331,45	₡834 332,44	₡559 524,84	₡412 982,62
	5	2	₡327 155,19	₡0,00	₡0,00	₡327 155,19	₡219 398,70	₡161 937,14
	6	3	₡593 500,99	₡205 791,13	₡25 723,89	₡619 224,88	₡415 268,16	₡306 507,45
	7	0	₡202 495,19	₡143 545,65	₡35 886,41	₡238 381,61	₡159 864,85	₡117 995,48
	8	2	₡361 000,99	₡0,00	₡0,00	₡361 000,99	₡242 096,57	₡178 690,32
	9	1,5	₡361 000,99	₡114 165,00	₡45 666,00	₡406 666,99	₡272 721,37	₡201 294,34
	10	0,7	₡559 655,19	₡338 707,02	₡42 338,38	₡601 993,57	₡403 712,40	₡297 978,20
Brunca	1	2,5	₡569 698,47	₡297 950,48	₡35 053,00	₡604 751,47	₡405 561,92	₡299 343,32
	2	18	₡659 427,87	₡114 165,00	₡27 845,12	₡687 272,99	₡460 902,98	₡340 190,29
	3	0	₡705 470,79	₡267 113,54	₡133 556,77	₡839 027,56	₡562 673,50	₡415 306,63
	4	1	₡703 030,79	₡221 168,79	₡24 574,31	₡727 605,10	₡487 950,73	₡360 154,11
	5	0	₡432 555,19	₡0,00	₡0,00	₡432 555,19	₡290 082,66	₡214 108,63
	6	37,5	₡99 772,67	₡290 575,48	₡36 321,93	₡136 094,61	₡91 268,55	₡67 364,88
	7	5,5	₡621 905,95	₡290 575,48	₡398 048,60	₡1 019 954,54	₡684 007,80	₡504 862,90
	8	0	₡593 500,99	₡0,00	₡0,00	₡593 500,99	₡398 017,06	₡293 774,50
	9	35	₡593 500,99	₡114 165,00	₡76 110,00	₡669 610,99	₡449 058,39	₡331 447,86
	10	0	₡200 055,19	₡7 375,00	₡4 338,24	₡204 393,43	₡137 071,50	₡101 171,82

*31% de los costos totales

Anexo 10. Comparación entre los valores obtenidos por hectárea con y sin la corrección de UDESAs

Región	N° de Finca	Sin corrección							Con corrección						
		UDESAs	Escenario a		Escenario b		Escenario c		UDESAs	Escenario a		Escenario b		Escenario c	
			Valor/ha	Margen ente los costos y el incentivo	Valor/ha	Margen ente los costos y el incentivo	Valor/ha	Margen ente los costos y el incentivo		Valor/ha	Margen ente los costos y el incentivo	Valor/ha	Margen ente los costos y el incentivo	Valor/ha	Margen ente los costos y el incentivo
Pacífico Central	1	41,62	₡650 353,1	₡157 134,6	₡436 143,5	₡105 378,5	₡321 915,5	₡77 779,4	36,62	₡572 223,22	₡79 004,75	₡383 747,64	₡52 982,62	₡283 242,31	₡39 106,22
	2	53,45	₡835 163,9	₡102 820,1	₡560 082,4	₡68 953,8	₡413 394,2	₡50 894,5	63,45	₡991 423,65	₡259 079,83	₡664 874,25	₡173 745,61	₡490 740,52	₡128 240,81
	3	42,13	₡658 376,2	₡59 612,4	₡441 524,0	₡39 977,6	₡325 886,8	₡29 507,3	52,13	₡814 635,91	₡215 872,12	₡546 315,83	₡144 769,40	₡403 233,11	₡106 853,61
	4	38,60	₡603 162,7	₡170 607,5	₡404 496,4	₡114 413,8	₡298 556,9	₡84 448,3	28,60	₡446 902,90	₡14 347,71	₡299 704,60	₡9 621,94	₡221 210,54	₡7 101,91
	5	43,99	₡687 337,0	₡142 680,7	₡460 945,9	₡95 685,3	₡340 222,0	₡70 624,9	53,99	₡843 596,73	₡298 940,41	₡565 737,71	₡200 477,14	₡417 568,31	₡147 971,22
	6	13,39	₡209 161,5	₡94 996,5	₡140 269,1	₡63 707,1	₡103 532,0	₡47 021,9	3,39	₡52 901,78	-₡61 263,22	₡35 477,30	-₡41 084,69	₡26 185,62	-₡30 324,42
	7	44,77	₡699 564,9	-₡8 833,8	₡469 146,2	-₡5 924,2	₡346 274,6	-₡4 372,6	54,77	₡855 824,64	₡147 425,97	₡573 938,06	₡98 867,66	₡423 620,95	₡72 973,75
	8	32,37	₡505 849,1	₡111 239,0	₡339 235,5	₡74 599,8	₡250 388,1	₡55 061,7	42,37	₡662 108,88	₡267 498,77	₡444 027,28	₡179 391,57	₡327 734,42	₡132 408,06
	9	50,29	₡785 803,8	₡44 764,8	₡526 980,3	₡30 020,4	₡388 961,6	₡22 157,9	60,29	₡942 063,55	₡201 024,51	₡631 772,09	₡134 812,22	₡466 307,97	₡99 504,26
	10	57,51	₡898 635,5	₡186 582,0	₡602 648,1	₡125 126,7	₡444 811,7	₡92 355,4	67,51	₡1 054 895,29	₡342 841,80	₡707 439,97	₡229 918,55	₡522 158,07	₡169 701,78
Chorotega	1	49,88	₡779 368,1	₡431 100,4	₡522 664,3	₡289 107,0	₡385 776,0	₡213 388,5	59,88	₡935 627,81	₡587 360,14	₡627 456,12	₡393 898,85	₡463 122,37	₡290 734,86
	2	42,01	₡656 445,4	₡187 604,4	₡440 229,2	₡125 812,4	₡324 931,1	₡92 861,5	32,01	₡500 185,67	₡31 344,68	₡335 437,40	₡21 020,55	₡247 584,75	₡15 515,17
	3	41,34	₡645 919,5	₡382 761,0	₡433 170,2	₡256 689,4	₡319 720,9	₡189 461,2	31,34	₡489 659,71	₡226 501,23	₡328 378,42	₡151 897,56	₡242 374,55	₡112 114,87
	4	25,00	₡390 649,4	₡158 149,4	₡261 979,5	₡106 059,1	₡193 365,9	₡78 281,7	15,00	₡234 389,63	₡1 889,63	₡157 187,73	₡1 267,24	₡116 019,51	₡935,34
	5	39,37	₡615 256,7	₡252 108,6	₡412 607,0	₡169 070,6	₡304 543,3	₡124 790,2	49,37	₡771 516,45	₡408 368,40	₡517 398,81	₡273 862,37	₡381 889,60	₡202 136,51
	6	46,13	₡720 802,8	₡239 179,8	₡483 388,9	₡160 400,2	₡356 787,1	₡118 390,6	56,13	₡877 062,58	₡395 439,59	₡588 180,77	₡265 191,98	₡434 133,42	₡195 736,94
	7	32,66	₡510 354,1	₡231 404,5	₡342 256,6	₡155 185,8	₡252 618,0	₡114 541,9	42,66	₡666 613,90	₡387 664,27	₡447 048,46	₡259 977,65	₡329 964,34	₡191 888,26
	8	40,07	₡626 080,3	₡392 179,3	₡419 865,6	₡263 005,5	₡309 900,8	₡194 123,1	30,07	₡469 820,52	₡235 919,52	₡315 073,75	₡158 213,71	₡232 554,43	₡116 776,79
	9	34,51	₡539 315,0	₡439 542,3	₡361 678,5	₡294 768,4	₡266 953,2	₡217 567,1	24,51	₡383 055,22	₡283 282,54	₡256 886,70	₡189 976,57	₡189 606,85	₡140 220,80
	10	21,50	₡335 945,6	₡335 945,6	₡225 293,8	₡225 293,8	₡166 288,3	₡166 288,3	11,50	₡179 685,85	₡179 685,85	₡120 501,96	₡120 501,96	₡88 941,92	₡88 941,92
Caribe	1	32,83	₡512 928,4	₡228 973,3	₡343 983,0	₡153 555,4	₡253 892,2	₡113 338,5	42,83	₡669 188,19	₡385 233,02	₡448 774,85	₡258 347,19	₡331 238,58	₡190 684,83
	2	40,90	₡639 068,9	₡286 000,1	₡428 576,1	₡191 799,0	₡316 330,0	₡141 565,9	50,90	₡795 328,69	₡442 259,83	₡533 367,91	₡296 590,84	₡393 676,32	₡218 912,29

	3	39,25	₡613 326,0	₡382 481,7	₡411 312,2	₡256 502,1	₡303 587,6	₡189 323,0	49,25	₡769 585,73	₡538 741,46	₡516 104,02	₡361 293,91	₡380 933,92	₡266 669,31
	4	33,28	₡520 007,8	₡416 527,6	₡348 730,6	₡279 334,2	₡257 396,4	₡206 175,2	43,28	₡676 267,51	₡572 787,40	₡453 522,42	₡384 125,99	₡334 742,74	₡283 521,56
	5	39,58	₡618 474,6	₡377 533,6	₡414 765,0	₡253 183,7	₡306 136,1	₡186 873,7	49,58	₡774 734,32	₡533 793,33	₡519 556,80	₡357 975,56	₡383 482,40	₡264 220,06
	6	42,37	₡662 139,0	₡430 041,8	₡444 047,5	₡288 397,1	₡327 749,3	₡212 864,5	52,37	₡818 398,77	₡586 301,58	₡548 839,30	₡393 188,95	₡405 095,68	₡290 210,89
	7	18,82	₡294 113,3	₡194 340,6	₡197 240,0	₡130 329,8	₡145 581,9	₡96 195,8	8,82	₡137 853,54	₡38 080,87	₡92 448,14	₡25 538,01	₡68 235,53	₡18 849,48
	8	37,97	₡593 375,2	₡447 059,9	₡397 932,7	₡299 809,9	₡293 712,2	₡221 288,2	47,97	₡749 634,94	₡603 319,65	₡502 724,51	₡404 601,70	₡371 058,56	₡298 634,59
	9	46,13	₡720 802,8	₡357 713,9	₡483 388,9	₡239 892,2	₡356 787,1	₡177 063,3	56,13	₡877 062,58	₡513 973,67	₡588 180,77	₡344 683,99	₡434 133,42	₡254 409,61
	10	26,94	₡420 897,4	₡293 797,4	₡282 264,6	₡197 028,1	₡208 338,2	₡145 425,5	16,94	₡264 637,61	₡137 537,61	₡177 472,80	₡92 236,26	₡130 991,83	₡68 079,15
Huetar Norte	1	41,39	₡646 791,8	₡291 920,5	₡433 755,3	₡195 769,4	₡320 152,7	₡144 496,5	51,39	₡803 051,58	₡448 180,25	₡538 547,08	₡300 561,23	₡397 499,04	₡221 842,81
	2	50,77	₡793 331,6	₡427 724,7	₡532 028,6	₡286 843,2	₡392 687,8	₡211 717,6	60,77	₡949 591,35	₡583 984,45	₡636 820,43	₡391 635,02	₡470 034,12	₡289 063,94
	3	25,33	₡395 798,0	₡63 015,5	₡265 432,3	₡42 259,8	₡195 914,3	₡31 191,8	15,33	₡239 538,22	-₡93 244,30	₡160 640,51	-₡62 532,03	₡118 567,99	-₡46 154,59
	4	46,29	₡723 326,4	-₡111 006,0	₡485 081,3	-₡74 443,5	₡358 036,2	-₡54 946,4	56,29	₡879 586,16	₡45 253,72	₡589 873,15	₡30 348,31	₡435 382,56	₡22 399,94
	5	36,24	₡566 335,8	₡239 180,6	₡379 799,4	₡160 400,7	₡280 328,1	₡118 391,0	26,24	₡410 076,02	₡82 920,83	₡275 007,55	₡55 608,84	₡202 981,76	₡41 044,62
	6	57,21	₡893 924,2	₡274 699,3	₡599 488,6	₡184 220,5	₡442 479,7	₡135 972,2	67,21	₡1 050 183,97	₡430 959,09	₡704 280,43	₡289 012,27	₡519 826,04	₡213 318,58
	7	35,49	₡554 571,0	₡316 189,4	₡371 909,6	₡212 044,8	₡274 504,7	₡156 509,2	45,49	₡710 830,78	₡472 449,17	₡476 701,44	₡316 836,59	₡351 851,06	₡233 855,58
	8	39,46	₡616 543,8	₡255 542,9	₡413 470,2	₡171 373,6	₡305 180,4	₡126 490,1	29,46	₡460 284,09	₡99 283,10	₡308 678,37	₡66 581,80	₡227 834,04	₡49 143,71
	9	46,42	₡725 307,8	₡318 640,8	₡486 410,1	₡213 688,8	₡359 017,0	₡157 722,7	56,42	₡881 567,60	₡474 900,60	₡591 201,95	₡318 480,58	₡436 363,34	₡235 069,00
	10	51,94	₡811 546,8	₡209 553,2	₡544 244,2	₡140 531,8	₡401 704,0	₡103 725,8	61,94	₡967 806,51	₡365 812,94	₡649 035,98	₡245 323,58	₡479 050,37	₡181 072,17
Brunca	1	51,64	₡806 885,1	₡202 133,6	₡541 117,9	₡135 556,0	₡399 396,6	₡100 053,2	61,64	₡963 144,84	₡358 393,37	₡645 909,75	₡240 347,83	₡476 742,91	₡177 399,59
	2	65,61	₡1 025 213,3	₡337 940,3	₡687 534,5	₡226 631,5	₡507 465,9	₡167 275,6	75,61	₡1 181 473,06	₡494 200,07	₡792 326,28	₡331 423,30	₡584 812,25	₡244 621,96
	3	93,53	₡1 461 556,4	₡622 528,9	₡980 157,4	₡417 483,9	₡723 449,5	₡308 142,9	103,53	₡1 617 816,20	₡778 788,63	₡1 084 949,23	₡522 275,73	₡800 795,86	₡385 489,23
	4	75,85	₡1 185 169,5	₡457 564,4	₡794 805,2	₡306 854,5	₡586 641,9	₡226 487,8	85,85	₡1 341 429,25	₡613 824,15	₡899 597,02	₡411 646,29	₡663 988,28	₡303 834,17
	5	47,16	₡736 913,1	₡304 357,9	₡494 192,9	₡204 110,2	₡364 761,4	₡150 652,8	37,16	₡580 653,30	₡148 098,11	₡389 401,07	₡99 318,41	₡287 415,08	₡73 306,45
	6	50,11	₡782 958,0	₡646 863,4	₡525 071,8	₡433 803,2	₡387 553,0	₡320 188,1	60,11	₡939 217,72	₡803 123,12	₡629 863,61	₡538 595,06	₡464 899,33	₡397 534,45
	7	72,59	₡1 134 291,9	₡114 337,4	₡760 685,4	₡76 677,6	₡561 458,3	₡56 595,4	82,59	₡1 290 551,66	₡270 597,12	₡865 477,20	₡181 469,40	₡638 804,60	₡133 941,70
	8	51,72	₡808 184,0	₡214 683,0	₡541 989,0	₡143 971,9	₡400 039,5	₡106 265,0	41,72	₡651 924,22	₡58 423,23	₡437 197,18	₡39 180,12	₡322 693,16	₡28 918,66
	9	48,73	₡761 473,3	₡91 862,3	₡510 663,6	₡61 605,2	₡376 918,4	₡45 470,5	58,73	₡917 733,06	₡248 122,07	₡615 455,44	₡166 397,05	₡454 264,73	₡122 816,87
	10	45,89	₡717 019,7	₡512 626,3	₡480 851,9	₡343 780,4	₡354 914,5	₡253 742,7	55,89	₡873 279,46	₡668 886,03	₡585 643,71	₡448 572,21	₡432 260,83	₡331 089,01

Anexo 11. Valor del servicio forestal de las fincas evaluadas

Región	N° de Finca	Total a pagar por componente forestal	Distribución del pago				
			año 1	año 2	año 3	año 4	año 5
Pacífico Central	1	₡25 859 079,00	₡12 036 187,50	₡5 171 815,80	₡4 039 366,35	₡2 860 466,90	₡1 751 242,45
	2	₡1 839 124,00	₡1 195 430,60	₡367 824,80	₡275 868,60	₡0,00	₡0,00
	3	₡1 004 188,50	₡508 286,25	₡200 837,70	₡150 628,28	₡96 290,85	₡48 145,43
	4	₡535 015,00	₡107 003,00	₡107 003,00	₡107 003,00	₡107 003,00	₡107 003,00
	5	₡756 258,00	₡378 129,00	₡151 251,60	₡113 438,70	₡75 625,80	₡37 812,90
	6	₡321 009,00	₡64 201,80	₡64 201,80	₡64 201,80	₡64 201,80	₡64 201,80
	7	₡248 234,50	₡89 125,40	₡49 646,90	₡45 260,40	₡32 100,90	₡32 100,90
	8	₡2 410 988,50	₡1 077 090,65	₡482 197,70	₡383 048,88	₡283 900,05	₡184 751,23
	9	₡428 012,00	₡85 602,40	₡85 602,40	₡85 602,40	₡85 602,40	₡85 602,40
	10	₡627 915,00	₡167 388,00	₡125 583,00	₡120 938,00	₡107 003,00	₡107 003,00
Chorotega	1	₡334 839,00	₡73 191,30	₡66 967,80	₡66 276,30	₡64 201,80	₡64 201,80
	2	₡107 003,00	₡21 400,60	₡21 400,60	₡21 400,60	₡21 400,60	₡21 400,60
	3	₡18 683 115,00	₡8 250 126,90	₡3 736 623,00	₡2 984 372,35	₡2 232 121,70	₡1 479 871,05
	4	₡602 426,89	₡120 485,38	₡120 485,38	₡120 485,38	₡120 485,38	₡120 485,38
	5	₡107 003,00	₡21 400,60	₡21 400,60	₡21 400,60	₡21 400,60	₡21 400,60
	6	₡54 571,53	₡10 914,31	₡10 914,31	₡10 914,31	₡10 914,31	₡10 914,31
	7	₡1 512 516,00	₡756 258,00	₡302 503,20	₡226 877,40	₡151 251,60	₡75 625,80
	8	₡160 504,50	₡32 100,90	₡32 100,90	₡32 100,90	₡32 100,90	₡32 100,90
	9	₡72 081,50	₡22 777,30	₡14 416,30	₡13 487,30	₡10 700,30	₡10 700,30
	10	₡108 908,00	₡21 781,60	₡21 781,60	₡21 781,60	₡21 781,60	₡21 781,60
Cari be	1	₡164 052,50	₡82 558,45	₡32 810,50	₡27 282,95	₡10 700,30	₡10 700,30
	2	₡214 006,00	₡42 801,20	₡42 801,20	₡42 801,20	₡42 801,20	₡42 801,20

	3	₡214 006,00	₡42 801,20	₡42 801,20	₡42 801,20	₡42 801,20	₡42 801,20
	4	₡506 305,00	₡329 098,25	₡101 261,00	₡75 945,75	₡0,00	₡0,00
	5	₡483 752,00	₡121 833,40	₡96 750,40	₡93 963,40	₡85 602,40	₡85 602,40
	6	₡543 969,00	₡209 125,80	₡108 793,80	₡97 645,80	₡64 201,80	₡64 201,80
	7	₡428 012,00	₡85 602,40	₡85 602,40	₡85 602,40	₡85 602,40	₡85 602,40
	8	₡184 417,50	₡89 988,00	₡36 883,50	₡30 983,00	₡13 281,50	₡13 281,50
	9	₡548 845,00	₡115 992,50	₡109 769,00	₡109 077,50	₡107 003,00	₡107 003,00
	10	₡107 003,00	₡21 400,60	₡21 400,60	₡21 400,60	₡21 400,60	₡21 400,60
Huetar Norte	1	₡1 695 754,60	₡792 905,72	₡339 150,92	₡263 525,12	₡187 899,32	₡112 273,52
	2	₡153 888,50	₡51 447,55	₡30 777,70	₡28 481,05	₡21 591,10	₡21 591,10
	3	₡107 955,50	₡21 591,10	₡21 591,10	₡21 591,10	₡21 591,10	₡21 591,10
	4	₡323 866,50	₡64 773,30	₡64 773,30	₡64 773,30	₡64 773,30	₡64 773,30
	5	₡647 733,00	₡129 546,60	₡129 546,60	₡129 546,60	₡129 546,60	₡129 546,60
	6	₡431 822,00	₡86 364,40	₡86 364,40	₡86 364,40	₡86 364,40	₡86 364,40
	7	₡666 313,00	₡141 623,60	₡133 262,60	₡132 333,60	₡129 546,60	₡129 546,60
	8	₡0,00	₡0,00	₡0,00	₡0,00	₡0,00	₡0,00
	9	₡431 822,00	₡86 364,40	₡86 364,40	₡86 364,40	₡86 364,40	₡86 364,40
	10	₡323 866,50	₡64 773,30	₡64 773,30	₡64 773,30	₡64 773,30	₡64 773,30
Brunca	1	₡897 787,10	₡549 855,67	₡179 557,42	₡138 413,17	₡14 980,42	₡14 980,42
	2	₡464 500,00	₡301 925,00	₡92 900,00	₡69 675,00	₡0,00	₡0,00
	3	₡2 156 554,00	₡535 035,80	₡431 310,80	₡419 785,80	₡385 210,80	₡385 210,80
	4	₡69 150,00	₡44 947,50	₡13 830,00	₡10 372,50	₡0,00	₡0,00
	5	₡143 066,00	₡92 992,90	₡28 613,20	₡21 459,90	₡0,00	₡0,00
	6	₡13 830,00	₡8 989,50	₡2 766,00	₡2 074,50	₡0,00	₡0,00
	7	₡8 758 167,70	₡3 548 800,34	₡1 751 633,54	₡1 463 718,24	₡1 129 352,94	₡864 662,64
	8	₡3 747 278,88	₡1 875 713,94	₡749 455,78	₡562 091,83	₡373 344,89	₡186 672,44
	9	₡19 509,00	₡12 680,85	₡3 901,80	₡2 926,35	₡0,00	₡0,00
	10	₡4 033 095,00	₡936 214,50	₡806 619,00	₡792 219,50	₡749 021,00	₡749 021,00

Anexo 12. Valor total por año de las fincas evaluadas

Región	N° de Finca	Escenario a			Escenario b			Escenario c		
		Pago Total Sagro	Pago Total SAgro y SF	Pago finca/año	Pago Total Sagro	Pago Total SAgro y SF	Pago finca/año	Pago Total Sagro	Pago Total SAgro y SF	Pago finca/año
Pacífico central	1	₡19 510 593,02	₡45 369 672,02	₡9 073 934,40	₡13 084 306,47	₡38 943 385,47	₡7 788 677,09	₡9 657 464,30	₡35 516 543,30	₡7 103 308,66
	2	₡4 175 819,48	₡6 014 943,48	₡1 202 988,70	₡2 800 412,16	₡4 639 536,16	₡927 907,23	₡2 066 970,88	₡3 906 094,88	₡781 218,98
	3	₡50 365 775,55	₡51 369 964,05	₡10 273 992,81	₡33 776 587,02	₡34 780 775,52	₡6 956 155,10	₡24 930 338,04	₡25 934 526,54	₡5 186 905,31
	4	₡1 405 368,99	₡1 940 383,99	₡388 076,80	₡942 476,66	₡1 477 491,66	₡295 498,33	₡695 637,53	₡1 230 652,53	₡246 130,51
	5	₡3 189 243,58	₡3 945 501,58	₡789 100,32	₡2 138 788,93	₡2 895 046,93	₡579 009,39	₡1 578 629,93	₡2 334 887,93	₡466 977,59
	6	₡1 882 453,80	₡2 203 462,80	₡440 692,56	₡1 262 422,03	₡1 583 431,03	₡316 686,21	₡931 787,69	₡1 252 796,69	₡250 559,34
	7	₡2 455 472,74	₡2 703 707,24	₡540 741,45	₡1 646 703,30	₡1 894 937,80	₡378 987,56	₡1 215 423,86	₡1 463 658,36	₡292 731,67
	8	₡2 529 245,62	₡4 940 234,12	₡988 046,82	₡1 696 177,29	₡4 107 165,79	₡821 433,16	₡1 251 940,38	₡3 662 928,88	₡732 585,78
	9	₡5 500 626,55	₡5 928 638,55	₡1 185 727,71	₡3 688 861,92	₡4 116 873,92	₡823 374,78	₡2 722 731,42	₡3 150 743,42	₡630 148,68
	10	₡8 986 355,37	₡9 614 270,37	₡1 922 854,07	₡6 026 481,49	₡6 654 396,49	₡1 330 879,30	₡4 448 117,29	₡5 076 032,29	₡1 015 206,46
Chorotega	1	₡5 455 576,38	₡5 790 415,38	₡1 158 083,08	₡3 658 650,11	₡3 993 489,11	₡798 697,82	₡2 700 432,22	₡3 035 271,22	₡607 054,24
	2	₡3 938 672,58	₡4 045 675,58	₡809 135,12	₡2 641 375,33	₡2 748 378,33	₡549 675,67	₡1 949 586,55	₡2 056 589,55	₡411 317,91
	3	₡37 463 328,74	₡56 146 443,74	₡11 229 288,75	₡25 123 873,69	₡43 806 988,69	₡8 761 397,74	₡18 543 811,53	₡37 226 926,53	₡7 445 385,31
	4	₡273 454,57	₡875 881,46	₡175 176,29	₡183 385,68	₡785 812,57	₡157 162,51	₡135 356,10	₡737 782,99	₡147 556,60
	5	₡4 614 425,22	₡4 721 428,22	₡944 285,64	₡3 094 552,47	₡3 201 555,47	₡640 311,09	₡2 284 074,44	₡2 391 077,44	₡478 215,49
	6	₡1 657 846,50	₡1 712 418,03	₡342 483,61	₡1 111 794,58	₡1 166 366,11	₡233 273,22	₡820 610,29	₡875 181,82	₡175 036,36
	7	₡13 779 561,85	₡15 292 077,85	₡3 058 415,57	₡9 240 929,28	₡10 753 445,28	₡2 150 689,06	₡6 820 685,89	₡8 333 201,89	₡1 666 640,38
	8	₡4 382 561,90	₡4 543 066,40	₡908 613,28	₡2 939 058,95	₡3 099 563,45	₡619 912,69	₡2 169 305,41	₡2 329 809,91	₡465 961,98
	9	₡4 584 177,25	₡4 656 258,75	₡931 251,75	₡3 074 267,40	₡3 146 348,90	₡629 269,78	₡2 269 102,13	₡2 341 183,63	₡468 236,73
	10	₡671 891,20	₡780 799,20	₡156 159,84	₡450 587,56	₡559 495,56	₡111 899,11	₡332 576,53	₡441 484,53	₡88 296,91
Caribe	1	₡5 647 342,11	₡5 811 394,61	₡1 162 278,92	₡3 787 253,15	₡3 951 305,65	₡790 261,13	₡2 795 353,51	₡2 959 406,01	₡591 881,20
	2	₡24 284 619,44	₡24 498 625,44	₡4 899 725,09	₡16 285 891,61	₡16 499 897,61	₡3 299 979,52	₡12 020 539,05	₡12 234 545,05	₡2 446 909,01
	3	₡17 786 453,26	₡18 000 459,26	₡3 600 091,85	₡11 928 053,92	₡12 142 059,92	₡2 428 411,98	₡8 804 039,79	₡9 018 045,79	₡1 803 609,16

	4	₡9 401 740,15	₡9 908 045,15	₡1 981 609,03	₡6 305 049,23	₡6 811 354,23	₡1 362 270,85	₡4 653 726,81	₡5 160 031,81	₡1 032 006,36
	5	₡25 357 457,21	₡25 841 209,21	₡5 168 241,84	₡17 005 364,27	₡17 489 116,27	₡3 497 823,25	₡12 551 578,39	₡13 035 330,39	₡2 607 066,08
	6	₡13 242 780,25	₡13 786 749,25	₡2 757 349,85	₡8 880 949,70	₡9 424 918,70	₡1 884 983,74	₡6 554 986,69	₡7 098 955,69	₡1 419 791,14
	7	₡1 176 453,18	₡1 604 465,18	₡320 893,04	₡788 959,82	₡1 216 971,82	₡243 394,36	₡582 327,49	₡1 010 339,49	₡202 067,90
	8	₡6 230 439,41	₡6 414 856,91	₡1 282 971,38	₡4 178 293,23	₡4 362 710,73	₡872 542,15	₡3 083 978,34	₡3 268 395,84	₡653 679,17
	9	₡14 055 655,07	₡14 604 500,07	₡2 920 900,01	₡9 426 084,51	₡9 974 929,51	₡1 994 985,90	₡6 957 348,09	₡7 506 193,09	₡1 501 238,62
	10	₡6 313 460,45	₡6 420 463,45	₡1 284 092,69	₡4 233 969,28	₡4 340 972,28	₡868 194,46	₡3 125 072,56	₡3 232 075,56	₡646 415,11
Huetar Norte	1	₡3 622 034,19	₡5 317 788,79	₡1 063 557,76	₡2 429 029,47	₡4 124 784,07	₡824 956,81	₡1 792 855,08	₡3 488 609,68	₡697 721,94
	2	₡6 346 652,72	₡6 500 541,22	₡1 300 108,24	₡4 256 228,87	₡4 410 117,37	₡882 023,47	₡3 141 502,26	₡3 295 390,76	₡659 078,15
	3	₡277 058,59	₡385 014,09	₡77 002,82	₡185 802,63	₡293 758,13	₡58 751,63	₡137 140,03	₡245 095,53	₡49 019,11
	4	₡6 148 274,45	₡6 472 140,95	₡1 294 428,19	₡4 123 191,29	₡4 447 057,79	₡889 411,56	₡3 043 307,86	₡3 367 174,36	₡673 434,87
	5	₡4 530 686,21	₡5 178 419,21	₡1 035 683,84	₡3 038 394,93	₡3 686 127,93	₡737 225,59	₡2 242 624,83	₡2 890 357,83	₡578 071,57
	6	₡3 575 696,87	₡4 007 518,87	₡801 503,77	₡2 397 954,47	₡2 829 776,47	₡565 955,29	₡1 769 918,77	₡2 201 740,77	₡440 348,15
	7	₡4 297 925,41	₡4 964 238,41	₡992 847,68	₡2 882 299,54	₡3 548 612,54	₡709 722,51	₡2 127 411,56	₡2 793 724,56	₡558 744,91
	8	₡1 541 359,61	₡1 541 359,61	₡308 271,92	₡1 033 675,48	₡1 033 675,48	₡206 735,10	₡762 950,95	₡762 950,95	₡152 590,19
	9	₡5 802 462,73	₡6 234 284,73	₡1 246 856,95	₡3 891 281,04	₡4 323 103,04	₡864 620,61	₡2 872 136,01	₡3 303 958,01	₡660 791,60
	10	₡6 898 147,38	₡7 222 013,88	₡1 444 402,78	₡4 626 075,40	₡4 949 941,90	₡989 988,38	₡3 414 484,23	₡3 738 350,73	₡747 670,15
Brunca	1	₡3 308 228,84	₡4 206 015,94	₡841 203,19	₡2 218 583,51	₡3 116 370,61	₡623 274,12	₡1 637 525,93	₡2 535 313,03	₡507 062,61
	2	₡2 050 426,61	₡2 514 926,61	₡502 985,32	₡1 375 068,92	₡1 839 568,92	₡367 913,78	₡1 014 931,82	₡1 479 431,82	₡295 886,36
	3	₡13 154 007,97	₡15 310 561,97	₡3 062 112,39	₡8 821 416,72	₡10 977 970,72	₡2 195 594,14	₡6 511 045,68	₡8 667 599,68	₡1 733 519,94
	4	₡1 777 754,24	₡1 846 904,24	₡369 380,85	₡1 192 207,81	₡1 261 357,81	₡252 271,56	₡879 962,91	₡949 112,91	₡189 822,58
	5	₡5 895 304,48	₡6 038 370,48	₡1 207 674,10	₡3 953 543,11	₡4 096 609,11	₡819 321,82	₡2 918 091,34	₡3 061 157,34	₡612 231,47
	6	₡571 559,32	₡585 389,32	₡117 077,86	₡383 302,41	₡397 132,41	₡79 426,48	₡282 913,68	₡296 743,68	₡59 348,74
	7	₡32 894 465,31	₡41 652 633,01	₡8 330 526,60	₡22 059 876,13	₡30 818 043,83	₡6 163 608,77	₡16 282 289,53	₡25 040 457,23	₡5 008 091,45
	8	₡1 212 275,97	₡4 959 554,85	₡991 910,97	₡812 983,51	₡4 560 262,39	₡912 052,48	₡600 059,25	₡4 347 338,13	₡869 467,63
	9	₡1 294 504,62	₡1 314 013,62	₡262 802,72	₡868 128,16	₡887 637,16	₡177 527,43	₡640 761,26	₡660 270,26	₡132 054,05
	10	₡35 850 985,30	₡39 884 080,30	₡7 976 816,06	₡24 042 594,62	₡28 075 689,62	₡5 615 137,92	₡17 745 724,60	₡21 778 819,60	₡4 355 763,92