



Reconocimiento de los servicios ecosistémicos en el sistema de producción de cacao *Theobroma cacao* L. por parte de los agricultores del Sur de Córdoba – Colombia

Recognition of ecosystem services in the *Theobroma cacao* L cocoa production system by farmers in the South of Córdoba – Colombia

Antonio María Martínez Reina¹, Lilibet Tordecilla Zumaqué²,
Henry Andrés Ballesteros Leal³, María del Valle Rodríguez Pinto⁴,
Liliana María Grandett Martínez⁵, Abelardo Díaz Cabadiaz⁶



DOI: 10.19053/01228420.v21.n1.2024.16935

RESUMEN: Dentro del análisis de sistemas de producción por lo general se consideran solo los productos tangibles y en pocas ocasiones se tienen en cuenta los aportes intangibles, es por esta razón que el objetivo de este trabajo es determinar los factores que tienen en cuenta los agricultores para identificar los servicios ecosistémicos que ofrece el sistema de producción de cacao en la Región del sur de Córdoba. Los datos se obtuvieron de una encuesta aplicada a 158 agricultores seleccionados al azar por el método de muestreo aleatorio simple. Como técnicas de análisis además de las estadísticas descriptivas, se formuló un modelo logit como el que usó McFadden para demostrar la actitud de los productores frente al tema de recursos ecosistémicos. Los resultados muestran que los agricultores en un 74% reconocen que el sistema de producción ofrece servicios ecosistémicos los cuales están relacionados con la provisión como alimento y madera en un 70%, los servicios clasificados como regulación en un 27% y corresponden a protección de reservorios de agua, captura de carbono, calidad del agua, solo el 3% no respondió la pregunta. Se concluye que los agricultores reconocen e identifican los servicios ecosistémicos, de igual manera las variables que más explican esta situación son escolaridad, la experiencia en el manejo del cultivo y la edad, aunque se presentó una relación inversa en la medida que a más edad menos reconocimiento de los servicios ecosistémicos.

PALABRAS CLAVE: ambiente, decisiones, productos intangibles, productos derivados, provisión, regulación.

ABSTRACT: In the analysis of production systems, tangible products are generally considered, while intangible contributions are often overlooked. Therefore, the objective of this work is to identify the factors that farmers consider when recognizing the ecosystem services provided by the cocoa production system in the Southern Region of Córdoba. Data were obtained from a survey of 158 randomly selected farmers using the simple random sampling method. In addition to descriptive statistics, a logit model, similar to the one used by McFadden, was formulated to demonstrate producers' attitudes towards ecosystem resources. The results show that 74% of farmers recognize that the production system offers ecosystem services, with 70% related to provision services such as food and wood, and 27% related to regulation services, including water reservoir protection, carbon capture, and water quality. Only 3% did not answer the question. It is concluded that farmers recognize and identify ecosystem services, with the most significant explanatory variables being education level, crop management experience, and age. However, an inverse relationship was found between age and recognition of ecosystem services: the older the farmer are less likely to recognize these services.

KEYWORDS: environment, decisions, intangible products, derivative products, provision, regulation.

FECHA DE RADICACIÓN: 5 de diciembre de 2023 **FECHA DE ACEPTACIÓN:** 11 de abril de 2024 **FECHA DE PUBLICACIÓN:** 4 de julio de 2024

- 1 Ph.D. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA Centro de Investigación Turipaná (Cereté-Córdoba, Colombia). amartinezr@agrosavia.co. ORCID: 0000-0002-9312-842X.
 - 2 MSc. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA Centro de Investigación Turipaná (Cereté-Córdoba, Colombia). ltordecilla@agrosavia.co. ORCID: 0000-0003-0263-6427.
 - 3 MSc. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA Centro de Investigación Turipaná (Cereté-Córdoba, Colombia). haballesteros@agrosavia.co. ORCID: 0009-0006-7153-9320
 - 4 MSc. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA Centro de Investigación Turipaná (Cereté-Córdoba, Colombia). mdelvrodriquez@agrosavia.co ORCID: 0000-0002-4820-8287
 - 5 MSc. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA Centro de Investigación Turipaná (Cereté-Córdoba, Colombia). lgrandett@agrosavia.co ORCID: 0000-0002-9755-2017
 - 6 Ing. Agrónomo. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA Centro de Investigación Turipaná (Cereté-Córdoba, Colombia). adiazc@agrosavia.co ORCID: 0000-0001-5670-3475
- * Autor de correspondencia: amartinezr@agrosavia.co

INTRODUCCIÓN

El sistema de producción del cacao en general para Colombia registra un crecimiento en superficie de cultivo, como en la producción, es así como en el periodo 2015 – 2021 las áreas cultivadas en cacao aumentaron en un 17,8 %, la producción lo hizo en 12,7% y los rendimientos también presentaron crecimiento del 6,9% (Agronet, 2023). Esta misma situación la presenta el departamento de Córdoba para el año 2021, la participación en área cultivada fue de 8,7 % y corresponde al 9,1 % de la producción nacional y los rendimientos son de 440 k ha⁻¹ (Fedecacao, 2021).

Las actividades económicas como la agricultura siempre dependen de las condiciones ambientales para llevar a cabo el proceso productivo, en el caso específico del cultivo del cacao no se excluye de esta posibilidad por ser tanto oferente como demandante del ambiente en forma directa o indirecta.

Ahora bien, los sistemas de producción agrícola generan productos de dos clases: unos que son transados en el mercado y se pueden medir monetariamente, hay otros bienes que no son transables y se originan en la producción agrícola y se conocen como intangibles, pero intangibles no significa inexistentes o que no tengan valor y en muchas ocasiones no se tienen en cuenta al realizar los análisis económicos de un sistema de producción agrícola (Duque et al 2008). Los componentes tangible e intangible de la biodiversidad: una mirada socio - jurídica. La actividad de medir los productos intangibles corresponde a la valoración económica de los bienes ambientales (Labandeira, León y Vázquez, 2007).

Los arreglos agroforestales de cacao que incluyen especies maderables o frutales conforman verdaderos agroecosistemas que generan productos que son valorados monetariamente transados en el mercado tangibles como madera, frutos maduros y cacao en grano y productos o servicios no comerciales intangibles como insectos polinizadores, el reciclado de nutrientes y el mantenimiento de la calidad del suelo, el secuestro de carbono, la estética y los servicios recreativos, la mitigación de inundaciones, el control de la erosión y la gestión de cuencas hidrográficas que mejoran la productividad agrícola. (Ten Brink et al., 2011; Obeng y Aguilar, 2015; Oduro et al., 2018).

En los sistemas de producción de cacao se pueden identificar productos de dos tipos: unos tangibles que se pueden contar físicamente, usar, disponer y enajenar y los intangibles formado por los conocimientos, saberes, como técnicas que no tienen existencia física, pero generan sensaciones en el ser humano como por ejemplo la belleza paisajística, la purificación del aire, el sombrío que emite aire puro y no siempre son valorados monetariamente y tampoco son transados en el mercado (Duque y Quintero 2008). Los cuales se pueden relacionar con los servicios ecosistémicos como la provisión de alimentos, madera y en el caso de los intangibles, la sombra y frescura que ofrece el sistema de producción.

Dentro de la construcción de la línea de base tecnológica y socioeconómica en el sistema de producción de cacao para la región del sur de Córdoba, se incluyó la variable ambiental y en especial, el tema de los servicios ecosistémicos. Con las respuestas de percepción de los agricultores encuestados se generó información de la línea de base ambiental la que será de gran utilidad para quienes a futuro se decidan por actividades productivas, de investigación o planificación de la política sectorial para esta región del país.

Al revisar la literatura sobre el sistema de producción de cacao y en especial de los servicios ecosistémicos derivados de este no se halló evidencia de un trabajo similar por lo menos para la región del sur de Córdoba sobre algún trabajo que indaguen el estado actual de los servicios ecosistémicos y la percepción de los agricultores frente al tema. Ello se constituye en fortaleza para esta propuesta.

Además de presentar a manera descriptiva la percepción de los agricultores (Valdivia et al. 2011) en el caso del sistema de producción de cacao para la región del sur de Córdoba, los productores aportaron información para la de los servicios ecosistémicos y además se hizo uso del método de valoración contingente y un modelo de elección discreta o de elección múltiple (McFadden, 2000). El cual ha sido usado para analizar las preferencias reveladas por parte de los encuestados sobre el tema de servicios ecosistémicos que ofrece el sistema de producción de cacao de acuerdo con Tudela, et al. (2009).

Los modelos de elección discreta como el que se usó en esta investigación permiten identificar y medir el comportamiento de las personas frente a asumir una posición o elegir algo en el mercado ya sea real o creado para esa ponderación, en este caso identificar los servicios ecosistémicos derivados de la actividad de producción del cacao en grano en los municipios de Montelíbano, Puerto Libertador, Tierralta y Valencia en el sur del departamento de Córdoba.

En ese contexto es necesario definir los servicios ecosistémicos como los beneficios que la naturaleza ofrece en forma gratuita y que son usados por los seres humanos (Martínez et al 2017) , los cuales se clasifican en provisión como alimentos, regulación como mantenimientos de recursos como suelos y aguas, uso racional de estos y los culturales que se derivan del uso y mantenimiento, los cuales en muchos casos son intangibles como por ejemplo la belleza paisajística, el oxígeno y purificación del aire (Millennium Ecosystem Assessment, MEA, 2003). Igual definición ofrece la Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación FAO 2022 quien afirma que son los servicios que ofrece la naturaleza a los seres humanos los cuales son esenciales para la vida, como la tierra, el agua, el aire, el clima y recomienda utilizar en forma responsable atendiendo a las necesidades presentes y las de las nuevas generaciones.

El uso del método de elección discreta y valoración contingente ha sido aplicado en algunos trabajos en el campo de la medición económica de las decisiones de los agricultores y como referente se puede señalar los trabajos de (Traxler y Byerlee) para el caso de evaluación de impacto de tecnologías agrícolas en el programa de economía del Centro Internacional del mejoramiento del maíz y trigo CIMMY 1991 para la región del Valle del Yaqui en México. Valdivia et al 2011 utilizaron el método de evaluación contingente para analizar la disposición a pagar (DAP) por la protección, mantenimiento y mejora del río Axtla, por parte de los habitantes de Axtla de Terrazas, San Luis de Potosí en México.

Martínez y Gomez, (2012), aplicaron el modelo logit de elección discreta para analizar los determinantes de la adopción de tecnologías de manejo de suelos en el sistema de producción del algodón en la región del Valle Cálido del Alto Magdalena. Cuevas et al., (2020), analizaron los factores que determinan el uso de variedades de polinización libre de sorgo en el norte del estado de Sinaloa con un modelo de elección y obtuvieron como resultados una tasa de adopción de las variedades de sorgo en un 55 %.

Para el sistema de producción de cacao, (Obeng et al 2020) realizaron un estudio que tuvo como objetivo evaluar el conocimiento y la actitud de los agricultores hacia los servicios ecosistémicos no comerciales proporcionados por los árboles en las plantaciones de cacao. Con el uso de un modelo de elección discreta y el método de valoración contingente estimaron el valor económico de estos servicios a los agricultores. Concluyen que el tamaño de la familia, la edad de los agricultores y la actitud favorable sirvieron como estímulo para la disposición a incrementar el costo para generar servicios ambientales.

Los análisis de las variables que determinan la identificación de los servicios ecosistémicos en el sistema de producción de cacao para la región sur del departamento de Córdoba se enmarcan en el objetivo de construir una línea de base tecnológica, socioeconómica, ambiental y de mercado la cual pretende poner al descubierto los servicios ecosistémicos identificados por los agricultores y las variables que permiten su reconocimiento y la identificación, se deja claro que sobre el sistema de producción de cacao y sobre los servicios ecosistémicos no se evidencia un trabajo similar.

MATERIALES Y METODOS

El área de estudio fue el sur del departamento de Córdoba, en los municipios de Valencia, Tierralta, Montelíbano y Puerto Libertador, en las áreas de vocación agrícola, donde está establecido el cultivo de cacao hace unos 20 años, en proyectos de reconversión de la agricultura.

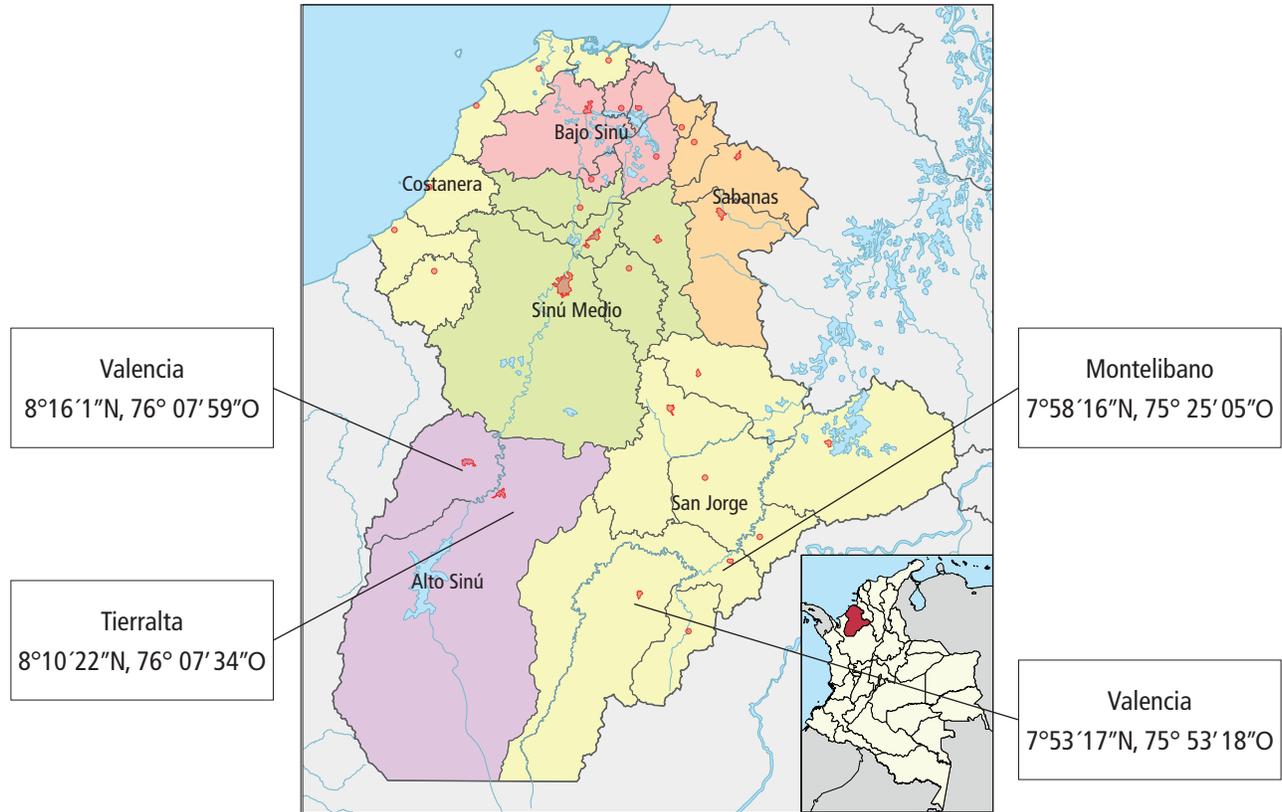


FIGURA 1. Marco geográfico de la zona de estudio para análisis técnico económico del sistema de producción de cacao para la región Sur del departamento de Córdoba, Colombia Tomado de IDEAM 2022.

El número de encuestas a realizar y la selección de los agricultores se hizo con el uso del método de muestreo aleatorio simple (Rodríguez, 2005) se partió de una población de 820 unidades productivas que cultivan cacao en los cuatro municipios, la cual dio como resultado 158 productores a encuestar . Dentro del formulario de encuesta formal estructurada se definió un capítulo del tema ambiental, dirigido a indagar acerca de los servicios ecosistémicos del sistema de producción de cacao (Martinez et al., 2020).

En la identificación de los servicios ecosistémicos del sistema de producción de cacao y las variables que determinan que los agricultores los identifiquen se hizo uso del método de valoración contingente y el modelo de elección discreta tipo (McFadden,1973; Maddala et al., 1996), con una función logística estimada por el método de máxima verosimilitud. Para este caso el agricultor libremente respondió la encuesta y se tomó dos alternativas reconoce que el modelo productivo del cacao ofrece servicios ecosistémicos Maddala et al., (1996), en este caso, reconoce o no reconoce la presencia de servicios ecosistémicos (Pindyck y Rubinfeld, 2001).

El modelo logístico propone considerar una variable dependiente que en este caso fue *Servicios ambientales del cacao explicada a través de la escolaridad, la experiencia y la edad de los agricultores* (Gujarati y Porter, 2004), las

variables de tipo biofísico como los rendimientos del cultivo no resultaron significativas y por eso no fueron incluidas en el modelo. Como se trata de definir dos situaciones reconoce la presencia de servicios ambientales o no reconoce por eso se trata de variables binarias Manly et al (2007).

$$y_i = \begin{cases} 1 = \text{con probabilidad } p \\ 0 = \text{con probabilidad } 1 - p \end{cases}$$

La situación anterior se puede escribir de otra manera

1= si los agricultores reconocen que el cacao genera servicios ecosistémicos.

0 = no considera que el cacao genera servicios ecosistémicos.

$$\begin{aligned} (y = 1) &= P(y > 0) = P(x_i' \beta) + u_i > 0 = P(u_i > 0 - x_i' \beta) \\ &= P(u_i \leq x_i' \beta - 0) = F(x_i' \beta) \end{aligned} \quad \text{[Ecuación 1]}$$

La probabilidad de que $Y = 1$, identifican la presencia de servicios ecosistémicos, está explicada por X que es igual al valor esperado de X condicionado de Y dado X .

$$\begin{aligned} E(Y \vee X = x) &= Pr(Y = 1 \vee X = x) = p(x) \\ P_i &= a + b X \end{aligned} \quad \text{[Ecuación 2]}$$

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-(a + \beta X_i)}} = \frac{P_i}{1 - P_i}$$

Se formaliza la probabilidad de que el agricultor identifique y reconozca que el sistema de producción de cacao genera servicios ecosistémicos. Manly et al., (2007).

El modelo general para explicar que los agricultores reconocen e identifican que el sistema de producción de cacao genera servicios ecosistémicos siguiendo a Manly et al., (2007), es como se escribe a continuación.

$$Sec = \frac{P_i}{1 - P_i} \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_n + e \quad \text{[Ecuación 3]}$$

Donde:

Sec = Reconocimientos de la presencia de servicios ecosistémicos en cacao.

X_1, X_2, X_3, X_4, X_n = escolaridad, experiencia en el cultivo, edad de los agricultores.

Una vez se construyó el archivo plano se hicieron los análisis de correlación y estimaciones para seleccionar las que mejor consistencia mostraron,

Además, se tuvieron en cuenta las características de los estimadores, con varianza mínima, insesgados, con ausencia de autocorrelación.

Con la estimación de parámetros de las variables que componen el modelo se propone explicar los determinantes del manejo de enfermedades en el sistema de producción de cacao (Tabla I).

TABLA I. Variables que conforman el modelo para determinar el reconocimiento de los servicios ecosistémicos en el sistema de producción de cacao en el Sur de Córdoba, Colombia 2023.

| Variable dependiente | Definiciones |
|---------------------------------|---|
| Sec = 1 | Si el agricultor reconoce e identifica los servicios ecosistémicos que genera el cacao. Cero (0), si no reconoce que el cacao genera servicios ecosistémicos. |
| VARIABLES INDEPENDIENTES | |
| Escolaridad = valor | Nivel educativo en número, donde 0 representa ningún grado, 1 primaria, 2 secundaria, 3 técnico, 4 profesional. |
| Edad del Agricultor | Edad cronológica de los agricultores en año. |
| Experiencia = valor | Años de experiencia en el cultivo del cacao. Años de experiencia por rangos. |

Fuente: Elaboración propia

La ecuación de regresión (4) para explicar la probabilidad determinar el el reconocimiento de los servicios ecosistémicos en el sistema de producción de cacao en el sur de Córdoba, Colombia 2023.

$$Sec = \frac{P_i}{1 - P_i} ((\beta_0) + \beta_1) * NT + \beta_2 * \text{Escolaridad} + \beta_3 * \text{Edad} + \beta_4 * \text{Experiencia} + e$$

[Ecuación 4]

Donde:

Sec = El cultivo del cacao genera servicios ecosistémicos (provisión, regulación).

β = valor de los parámetros producto de la estimación del modelo Logit.

Educación = Nivel máximo de estudios cursado.

Edad = número de años del agricultor.

Experiencia = años de cultivar el cacao.

e = término de perturbación.

Existirán tantos parámetros como variables que contenga el modelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características socioeconómicas muestran que el nivel educativo de los agricultores es muy bajo lo cual se explica por la relación con la edad que en promedio de los agricultores es de 57 años y se encuentra en el rango de 22 a 85 años (Tabla II).

TABLA II. Características socioeconómicas de los productores cacaoteros de los municipios de Valencia, Tierralta, Montelíbano y Puerto Libertador, Córdoba, Colombia 2023.

| Variables socioeconómicas | Frecuencia | Porcentaje |
|---------------------------|------------|------------|
| Edad (Promedio años) | 57 | 100% |
| Nivel Educativo | | |
| Ninguno | 34 | 21,5% |
| Primaria | 85 | 53,8% |
| Secundaria | 19 | 12% |
| Técnico | 14 | 8,9% |
| Profesional | 5 | 3,2% |
| Posgrado | 1 | 0,6% |
| Experiencia cacao, años | 2,5 | 13,9% |

Fuente: Elaboración propia, a partir del trabajo de campo realizado por Agrosavia en 2023.

Se hace referencia a las variables incluidas en el modelo para explicar por parte de los agricultores que el sistema de producción de cacao genera servicios ecosistémicos entre los cuales sobresale la edad con un mínimo de 38 y un máximo de 85 años. La escolaridad se destaca el hecho que de que más del 20% de la muestra no ha tenido acceso a ningún nivel de educación; sin embargo, cuando se cruza esta variable con la edad, se aprecia que los agricultores de mayor edad son los que menos acceso han tenido a la educación. Sobre la edad de los agricultores, la situación es generalizada, al igual que con otros sistemas en otras regiones, “la agricultora envejece”. Con relación al acceso y tenencia de la tierra por ser el cacao un cultivo permanente, la posibilidad de arrendar tierra es mínima, como lo muestran los resultados de la encuesta.

La percepción de los agricultores sobre los servicios ecosistémicos que ofrece el cacao se presenta en la tabla III.

TABLA III. Percepción de los agricultores sobre servicios ecosistémicos y ambiente en general.

| Variable | Frecuencia | % |
|-----------------------------|------------|-----|
| Aire Puro | 28 | 18 |
| Captura de Carbono | 16 | 10 |
| Mitigación cambio climático | 18 | 11 |
| Salud y Confort | 14 | 9 |
| Conservar el ambiente | 34 | 22 |
| Nada o no sabe | 36 | 23 |
| Proteger el suelo | 12 | 8 |
| Total | 158 | 100 |

Fuente: encuesta aplicada a productores AGROSAVIA Trabajo de Campo 2023

Las respuestas fueron casi que individual con relación a los conceptos que aportó cada encuestado, se agruparon por temas como se muestran en la tabla 15. Un 23% de la muestra no identifica ningún servicio ecosistémico ni relaciona nada con el tema ambiental o simplemente no sabe o no responde. Un 18 % de la muestra relaciona con obtener aire puro, cuidar el aire, no contaminar el aire. El 10% de los encuestados relaciona con captura de carbono, producción de oxígeno. Un 11% lo relaciona con mitigación al cambio climático, calentamiento, un 9% afirma que está relacionado con regulación de la temperatura manifiestan que la temperatura ha aumentado y que es necesario mitigar. El 22% percibe que se trata de conservar el ambiente, conservar las fuentes de agua, no contaminar y un 8% de la muestra encuestada afirma que se trata de proteger el suelo e incluyen los daños por quemas o mal manejo. Como se puede apreciar las opiniones son diversas, pero tienen una idea bastante general del tema ambiental.

Sobre los servicios ecosistémicos que ofrece el sistema de producción de cacao el 3,2 % de los encuestados respondieron que no saben nada acerca del tema los demás mencionaron que reconocen algunos servicios que ofrece el sistema de producción de cacao especialmente con los que tienen que ver con aprovisionamiento como producción de alimentos, producción de madera en un 42% de la muestra encuestada. Algunos identificados como de regulación como el caso de conservación de fuentes de agua, protección de los reservorios de agua, captura de carbono y producción de oxígeno.

Los servicios ecosistémicos que identificaron los agricultores de acuerdo con las respuestas de los agricultores se clasifican en los de provisión y regulación los cuales se pueden apreciar en la tabla IV.

TABLA IV. Servicios ecosistémicos del sistema de producción de cacao de los municipios priorizados sistema de producción de cacao Córdoba 2023

| | Servicios del cacao | Frecuencia | Porcentaje |
|-------------------|---|------------|------------|
| Provisión | Producción de alimentos | 29 | 18,4 |
| | Producción de madera | 2 | 1,3 |
| | Producción de alimentos y madera | 24 | 15,2 |
| | Producción de alimentos y conservación de fuentes de agua | 55 | 34,8 |
| Regulación | Protección de reservorios de agua | 1 | 0,6 |
| | Captura de Carbono y producción de oxígeno | 9 | 5,7 |
| | Conservación de fuentes de agua y producción de madera | 28 | 17,7 |
| | Conservación de fuentes de agua | 5 | 3,2 |
| Ninguno | No sabe | 5 | 3,2 |
| | Total | 158 | 100 |

Fuente: encuesta aplicada a productores AGROSAVIA Trabajo de Campo 2023

Se aprecia que para la región del Sur del departamento de Córdoba los agricultores no identifican estrictamente servicios bajo la clasificación de ecosistémicos, pero aparecen algunos que podrían identificarse como la siembra de especies para conservar las fuentes de agua que ayudan a mejorar el paisaje. Servicios clasificados como de provisión están relacionados con el alimento que suministra el cacao tanto para el consumo de la familia como el que va destinado a la venta que también lo usan para la industria de alimentos en total participaron con el 69,7 % del total de la muestra encuestada. Por su parte los servicios agrupados en el componente de regulación se relacionan con la conservación de fuentes de agua, suelos y captura de carbono y participan con el 27,2 % de la muestra encuestada. Por último los que no reconocen ningún servicio ecosistémico corresponden al 3,2% de la muestra encuestada.

Las variables que explican que el agricultor identifica los servicios ecosistémicos del sistema de producción de cacao son: la escolaridad es decir que no tenga ningún grado hasta el nivel más alto. La edad en años y los años que lleva cultivando el cacao el cual se presenta en la (Tabla V).

TABLA V. Estimación de parámetros para explicar la identificación y reconocimiento de los servicios ecosistémicos que genera el cacao en la región Sur del departamento de Córdoba, Colombia 2023.

| Variable | Coficiente | Std. Error | z-Statistic | Prob. | Efectos marginales |
|-------------|------------|------------|-------------|-------|--------------------|
| C | -.6166781 | 1.040296 | 0.59 | 0.553 | 0 |
| Educación | 0.5734342 | .244801 | 2.34 | 0.019 | 0,10 |
| Edad | -.022325 | .0158405 | 1.41 | 0.151 | -0,04 |
| Experiencia | .21825 | .138881 | 1.57 | 0.116 | 0,39 |

C=intercepto. Educación = escolaridad. Edad= número de años del agricultor y Experiencia = años que lleva cultivando el cacao.

Fuente: Elaboración propia, a partir de estimaciones con base en trabajo de campo realizado por Agrosavia en 2023.

La estimación de parámetros permite entender los factores que determinan la probabilidad de que el agricultor identifique y reconozca los servicios ecosistémicos en el cultivo del cacao. De las variables que presentaron mayor robustez solo la educación resultó significativa al 5% sin embargo la edad con signo negativo y la experiencia estuvieron cercanas al 10% por lo que se incluyen en el análisis.

La variable educación es la que mejor explica el reconocimiento de los servicios ecosistémicos por parte del productor con un valor de 0,5734 positivo indica que el agricultor entre mayor nivel de escolaridad haya tenido es más fácil que identifique los servicios ecosistémicos que ofrece el cacao, tal vez los niveles con escolaridad estarían formando este grupo de agricultores.

La edad con un valor del parámetro de -0.22325 negativo muestra una relación inversa entre reconocer que el cacao presta servicios ecosistémicos y la mayor edad, es decir, que entre más edad tengan los agricultores, menos probabilidad de identificar los servicios ecosistémicos.

La experiencia con un valor de 0.2185 indica que a más años de experiencia en el cultivo es mayor la probabilidad de identificar y reconocer que el cacao ofrece servicios ecosistémicos.

La ecuación, expresada en los valores de los parámetros, se presenta así:

$$Me = \frac{Pi}{1 - Pi} 1 - \text{Educación}(0.5734342)\beta_2 * \text{Edad}(-0.022325) + \beta_3 * \text{Experiencia}(0.21825 + \varepsilon$$

[Ecuación 5]

Es importante señalar que la edad de los agricultores, inciden en forma negativa para explicar la posibilidad de identificar y reconocer que el cacao genera servicios ecosistémicos, la educación y la experiencia manejan una relación directa.

La contribuciones de cada variable en la explicación de la identificación de los servicios ecosistémicos que ofrece el sistema de producción de cacao

muestran que el nivel educativo o la escolaridad es la variable que más incide en la identificación de los servicios ecosistémicos y lo hace con un 10% en tanto que la edad de los agricultores lo hacen en un 0,4 y 3,9 % lo cual es explicado por la alta edad de los productores que impide incluir variables o enfoques de análisis nuevos pero reconocen que el sistema de producción de cacao es amigable con el ambiente. La experiencia medida en años de estar cultivando el cacao hace un mayor aporte a identificar y reconocer la presencia de servicios ecosistémicos.

Con relación al sistema de producción de cacao para la región del Sur de Córdoba en el tema de servicios ecosistémicos o ambientales no se encontró un estudio similar. El trabajo de Martínez y Gomez 2012 sobre las decisiones de adoptar tecnologías de manejo de suelos identificaron como factores inhibidores el uso de técnicas tradicionales de manejo de suelos, se trata de un análisis de las variables ambientales que llevan implícitos el concepto de servicios de regulación expresados en la conservación del suelo, en el caso del sistema de producción de cacao hace referencia a la conservación de fuentes de agua y proteger la calidad de este recurso.

En el caso de Traxler y Byerlee (2014), para el Valle del Yaqui en México, además de reafirmar la eficacia del método de elección discreta en el estudio y explicación de las decisiones de los agricultores hay cierta similitud con este trabajo en cuanto a la experiencia en años de manejar el cultivo de cacao es un factor que facilita la identificación de los servicios ecosistémicos por parte del productor.

En el sistema de producción de cacao se halló evidencia del uso de técnicas econométricas para analizar las decisiones de los agricultores como los trabajos de

Ojinimi et al. (2012), Antwi y Verter (2014) y Sarkodie et al. (2017), como son la estimación por el método de mínimos cuadrados, quienes incluyeron además variables de tipo técnico y socioeconómico como la composición familiar la cual para el caso del estudio de los servicios ecosistémicos para el cultivo del cacao no resultó significativa y por eso no se incluyó en el modelo.

Para el tema de servicios ecosistémicos en cacao se encontró similitud con un estudio de Obeng (2020) para Gana donde usan un modelo logit y entre los factores que pueden explicar el reconocimiento de los servicios ecosistémicos en el sistema de producción de cacao está la edad la cual también fue identificada en el caso de la Región del Sur de Córdoba, el tamaño de la familia fue una variable que explica esta actitud frente a los servicios ecosistémicos pero para el caso del departamento de Córdoba no resultó significativa al 10% por lo que no se incluyó en el modelo como ya se había dicho en una sección anterior del documento.

CONCLUSIONES

El sistema de producción de cacao genera productos tangibles e intangibles que se consideran servicios ecosistémicos derivados de la actividad productiva dentro de los cuales se puede mencionar los de proveer alimentos, madera y dentro de los de regulación la purificación del aire, conservación de fuentes de agua, es bueno dejar claro que es la percepción de los agricultores sin llegar al tema de la valoración económica de estos servicios.

De acuerdo con la percepción de los agricultores se puede inferir acerca del conocimiento e identificación de los servicios ecosistémicos lo cual se evidencia en el hecho que un 74% de la muestra encuestada reconocen que el sistema de producción de cacao genera servicios ecosistémicos clasificados como de abastecimiento cacao en grano, frutas y madera y de regulación como control de la temperatura aumento del confort y conservación de fuentes de agua.

Como resultado del análisis de la información se pudo comprobar que el reconocimiento de los servicios ecosistémicos del cacao se explica por la escolaridad, la experiencia en el manejo del cultivo y la edad, aunque se presentó una relación inversa en la medida que a más edad menos reconocimiento de los servicios ecosistémicos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan en forma sincera los agradecimientos a los agricultores cacaoteros de los municipios de Valencia, Tierralta, Montelíbano y Puerto Libertador, en el Sur de Córdoba, Colombia, por la entrega y disposición para responder la encuesta. Al Sistema General de Regalías SGR por la financiación del proyecto “Implementación de tecnologías de producción para el fortalecimiento de la cadena de valor de cacao y la sostenibilidad ambiental del sistema productivo en el departamento de Córdoba”; y a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, AGROSAVIA, por contarnos dentro de sus colaboradores.

Contribución de autorías. los autores contribuyeron equitativamente y de manera significativa al desarrollo del presente estudio.

REFERENCIAS

- Agronet (2023). Cifras Agropecuarias. Red de información y comunicación del sector agropecuario colombiano [Agronet], 2021. <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1>
- Duque. S., Quintero.M., (2008) Los componentes tangible e intangible de la biodiversidad: una mirada socio-juridica. Revista ACTA Geográfica, Año II, n°3, jan./jun. de 2008. p.07-17. DOI: 10.5654/actageo2008.0103.0001

- https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/3149/1/DuqueSandra_Componentestangibleintengiblebiodiversidad.pdf
- FAO, (2018). Agricultura sostenible y biodiversidad. Un vínculo indisoluble <http://www.fao.org/3/I6602S/i6602s.pdf>
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2022). Servicios ecosistémicos y biodiversidad | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (fao.org)
- Federación Nacional de Cacaoteros Fondo Nacional del Cacao, FEDECACAO. (2022). Caracterización de productores de cacao 2017- 2021.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2004). *Econometría*, Editorial McGraw-Hill.
- Labandeira, X.; León, C. & Vázquez. M, X. (2007). *Economía Ambiental*. Pearson educación, S.A., Madrid, España. pp. 95-97.
- McFadden, D. (1973). Conditional logit Analysis of Qualitative Choice Behavior. Zarembka, P. (ed.) *Frontiers in Econometrics*, p.105-142. Nueva York, EU: Academic Press.
- McFadden, D. (2000). *Economic Choices. Prize Lecture. December 8, 2000.* 330-365.
- Maddala, G. S., Carlos, J., & Vallejo, T. J. (1996). *Introducción a la Econometría* (No. 330.015195 M3Y 1996.). Mexico City, Mexico: Prentice-Hall Hispanoamericana.
- Manly, B. F. L., McDonald, L., Thomas, D. L., McDonald, T. L., & Erickson, W. P. (2007). *Resource selection by animals: statistical design and analysis for field studies*. Springer Science & Business Media. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=rBXnBwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=Resource+Selection+by+Animals:+Statistical+Design+and+Analysis+for+Field+Studies.+Boston,+E.U.:+Kluwer.+https://www.springer.com/gp/book/9781402006777++&ots=Q3IcT_63X7&sig=3Tz0Y9EgofbIT6KzpBYTA59nujs#v=onepage&q&f=false
- Martínez, A.M. (2014). La disposición a aplicar estándares en empresas productoras de hortalizas en el noroeste de México 2010. *Revista Temas Agrarios*, 19(2). <https://doi.org/10.21897/rta.v19i2.737>
- Martínez, A. M. & Gómez, J. D. (2012). Elección de los agricultores en la adopción de tecnologías de manejo de suelos en el sistema de producción de algodón y sus cultivos de rotación en el valle cálido del Alto Magdalena. *Ciencia y Tecnología agropecuaria*, 13(1): 62-70. <https://www.redalyc.org/pdf/4499/449945032008.pdf>
- Martínez Reina, A. M., Tordecilla, L., Grandett, L., Rodríguez, M. & Cordero, C. (2020). Caracterización del frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp): perspectiva socioeconómica y tecnológica en el Caribe colombiano. *Revista Ciencia y Agricultura*, 17(2). <https://doi.org/10.19053/01228420.v17.n2.2020.10644>
- Martínez-Rodríguez, M. R., Viguera, B., Donatti, C. I., Harvey, C. A., & Alpízar, F. (2017). La importancia de los servicios ecosistémicos para la agricultura Módulo 3. http://201.207.189.89/bitstream/handle/11554/9550/La_importancia_de_los_servicios_ecosist%3a9micos.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Obeng, E.A., Aguilar, F.X., (2015). Marginal effects on biodiversity, carbon sequestration and nutrient cycling of transitions from tropical forests to cacao farming systems. *Agrofor. Syst.* 89, 19–35. https://www.academia.edu/11916707/Marginal_effects_on_biodiversity_carbon_sequestration_and_nutrient_cycling_of_transitions_from_tropical_forests_to_cacao_farming_systems
- Obeng. E., Obiri.K, Pentsil,S., Anglaaere,L. Foli,E.y Ofori.E. (2020) Economic value of non-market ecosystem services derived from trees on cocoa farms.

- CSIR - Forestry Research Institute of Ghana (CSIR-FORIG), Ghana. <https://doi.org/10.1016/j.crsust.2020.100019>
- Oduro, K.A., Arts, B., Kyereh, B., Mohren, G.M.J., (2018). farmers' motivations to plant and manage on-farm trees in Ghana. *Small-scale For.* 17, 393–410. <https://research.wur.nl/en/publications/farmers-motivations-to-plant-and-manage-on-farm-trees-in-ghana>
- Ojinimi A., Janet, N. & Ifeyinwa A. (2012). Profitability and Yield Determinants in Nigerian Cocoa Farms: Evidence from Ondo State. *Journal of Sustainable Development in Africa*, 14(14). <https://directresearchpublisher.org/drjafs/abstract/determinants-of-cocoa-production-in-the-ashanti-region/>
- Pindyck, R.S., & Rubinfeld, D. L. (2001). *Econometría: Modelos y pronósticos*. México: McGraw Hill.
- Rodríguez, J. (2005). *Métodos de muestreos*. Madrid, España: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Traxler, G. & Byerlee, D. (2014). *La investigación y la extensión sobre el manejo de cultivos: Los productos y sus efectos en la productividad*. México: CIMMYT. <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/3824/67690.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Valdivia-Alcalá. R., García-Avalos.E., López-Santiago.M., Hernández-Ortiz.J. y Rojano-Aguilar.A. (2011) Valoración económica por la rehabilitación del río Axtla, San Luis de Potosi S.L.P. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 17(3): 333-342.
- Valoración económica por la rehabilitación del río Axtla, S.L.P. (redalyc.org)
- Ten Brink, P., Simmons, B., Furata, N., Liekens, I., Ninan, K., Meire, P., Shine, C., Tinch, R., Wielgus, J., 2011. Recognizing the value of biodiversity: New approaches to policy assessment. *The Economics of Ecosystem and Biodiversity in National and International Policy Making*. Edited by Patrick ten Brink. Earthscan, London and Washington, pp. 130–173.
- Tudela, J.; Martínez, M.; Valdivia, R.; Portillo, M. and Romo, J.M. 2009. Modelos de elección discreta en la valoración económica de áreas naturales protegidas. *Rev. Mex. De ec. Agríc. Y de los rec. Nat.* Volumen 2 numero 3. Julio – Diciembre. URL: <http://revistas.unap.edu.pe/journal/index.php/EPG/article/download/4/8>