

Factores Socioeconómicos que Inciden en la Aplicación de Prácticas Agrícolas Sostenibles en Pequeños Agricultores del Departamento de Sucre

RICARDO JOSÉ TATIS DIAZ



Tesis de maestría

Universidad de la Costa-CUC

Departamento de Civil y Ambiental

Maestría en Desarrollo Sostenible MIDES

Barranquilla, Colombia

2023

Factores Socioeconómicos que Inciden en la Aplicación de Prácticas Agrícolas Sostenibles en Pequeños Agricultores del Departamento de Sucre



Autor: Ricardo José Tatis Díaz

Tutora: Dra. Diana Del Carmen Pinto Osorio

Cotutora: Dra. Ana Carolina Torregroza Espinosa

Línea de investigación: Agroecología y Remediación del Suelo

Trabajo de Grado para optar por el título de Magíster en Desarrollo Sostenible

Universidad de la Costa-CUC

Departamento de Civil y Ambiental

Maestría en Desarrollo Sostenible-MIDES

Barranquilla, Colombia

2023

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Dedicatoria

A Dios, todo poderoso

A mi hermosa hija, Luna Tatis Aguas por ser mi mayor inspiración.

*A mi madre linda, Virna Diaz Contreras por siempre acompañarme y ayudarme a
lograr mis metas e inculcarme valores para la vida.*

*A mi amada compañera, Liz Aguas Anaya por estar presente en muchos momentos
y por el apoyo brindado.*

A mi hermana, Lastis Tatis Diaz que la quiero mucho.

A toda mi familia por estar presente.

*A ti abuela, Davinelda Contreras Vergara por estar para mi sin reserva, por
permitirme conocer tu valentía, ganas de vivir, tu gran capacidad de amar, quiero
que estes presente para que puedas ver mis sueños cumplidos TE AMO.*

A todos lo que hicieron este sueño posible.

Agradecimientos

Agradecimiento especial a la Dra. Ana Carolina Torregroza, Dra. Edith Medina, Dr. Fausto Canales y MSc. María Inés Moreno, por sus consejos sensatos y críticos, guiarme y asesorarme a medida que avanzaba hacia la finalización de mi título. Su disponibilidad, la flexibilidad y el estímulo me han proporcionado la motivación para perseguir mis propios intereses de investigación. Al proyecto Agrosiliencia en especial a la directora científica Dra. Diana Pinto Osorio, Dr. Jairo Coronado y MSc. Oscar Tovar Ángel por incluirme en su equipo de trabajo.

Me gustaría agradecer a los profesores MIDES por ayudarme a través de este proceso y por sus valiosos consejos para dar forma a mi investigación. Al igual que a mis compañeros de la Maestría en Desarrollo Sostenible de la Universidad de la Costa en especial a Berenice Guerra Tamara y Yiseth Chamorro Mercado por su apoyo constante. Un agradecimiento especial para Angela Villalba López y Andrés Pérez Diaz por sus valiosos aportes.

Agradecer a mi familia por su apoyo y oraciones durante el transcurso de mis estudios y muy especialmente, deseo agradecer a mi madre Virna Ruth Diaz Contreras, por sus oraciones, por inculcarme una ética de trabajo comparable a ninguna y el apoyo brindado a lo largo de mi vida, mi amor hacia ti es incomparable. Mis compañeras han sido de gran ayuda, Liz Aguas Anaya y Luna Tatis Aguas, soy especialmente bendecido de tenerlas como esposa e hija, que el todopoderoso las bendiga hoy y siempre. El reconocimiento se debe al Dios todopoderoso, por su misericordia, amor incondicional, favor y gracia que me ha brindado a lo largo de mi vida, **TODA LA GLORIA.**

Resumen

El acceso a los servicios agrícolas promueve la actividad productiva, los recursos para la subsistencia de pequeños agricultores campesinos y mejora la seguridad alimentaria de las comunidades rurales. Los servicios agrícolas incluyen una amplia gama de factores, incluidos, asistencia técnica, capital semilla, tecnologías apropiadas, fertilización de alta calidad, financiamiento y asistencia para la comercialización. Este estudio consistió en analizar los factores socioeconómicos que inciden en la aplicación de prácticas agrícolas sostenibles en familias campesinas del norte de Colombia. Se evaluaron variables categóricas y numéricas de información demográfica en 200 Unidades de Productivas Agropecuarias (UPAs) en cinco municipios priorizados en el departamento de Sucre, incluidos; Corozal, Morroa San Onofre, San Marcos y Majagual. A partir de los datos conseguidos, se llevaron a cabo análisis de correspondencias múltiples (ACM) y análisis de componentes principales (ACP). Los resultados indicaron heterogeneidad en términos de cooperativas de agricultores, factores socioeconómicos y prácticas agrícolas. El estudio encontró que el nivel de educación, el tipo de mano de obra implementado, la capacidad económica del productor, el nivel de asociatividad entre agricultores, la asistencia técnica y el crédito agrícola, fueron factores socioeconómicos determinantes para el impulso de prácticas agrícolas. Se encontró que el nivel de ingresos, la accesibilidad al crédito formal y el nivel de educación son factores que se relacionan con la aplicación de fertilizante. Se evidencio que la participación de los hogares en organizaciones locales, es decir, el frecuente contacto con otros agricultores, aumenta la probabilidad de aplicar SAP. Se conoció que en estos hogares la asistencia técnica y el crédito agrícola no está totalmente garantizado lo que representa una amenaza para la adopción de SAP y el uso adecuado de

nuevas tecnologías. Los resultados encontrados subrayan la importancia de identificar de forma crítica los factores socioeconómicos de los hogares campesinos, sus relaciones, tensiones y dilemas. Se hizo necesario incorporar acciones de manejo e identificar las mejores prácticas agrícolas en los diferentes sistemas de producción, utilizando la información obtenida de los hogares campesinos. Cabe destacar que el proceso de toma de decisiones puede variar significativamente y los resultados pueden ser específicos de ciertos grupos de personas, lugares y situaciones. Cambiar la perspectiva puede tener un impacto positivo en términos de adoptar soluciones basadas en la implementación de SAP.

Palabras clave: prácticas agrícolas sostenibles, determinantes socioeconómicos, servicios agrícolas, agricultura sostenible, ODS 2, pequeños agricultores, Departamento de Sucre.

Abstract

Access to agricultural services promotes productive activity, resources for the subsistence of small peasant farmers and improves the food security of rural communities. Agricultural services include a wide range of factors, including technical assistance, seed capital, appropriate technologies, high-quality fertilization, financing, and marketing assistance. This study consisted of analyzing the socioeconomic factors that affect the application of sustainable agricultural practices in peasant families in northern Colombia. Categorical and numerical variables of demographic information were evaluated in 200 Agricultural Production Units (UPAs) in five prioritized municipalities in the department of Sucre, including Corozal, Morroa, San Onofre, San Marcos and Majagual. From the obtained data, multiple correspondence analyzes (MCA) and principal component analysis (PCA) were carried out. The results indicated heterogeneity in terms of farmer cooperatives, socioeconomic factors, and farming practices. The study found that the level of education, the type of labor implemented, the economic capacity of the producer, the level of associativity between farmers, technical assistance and agricultural credit, were determining socioeconomic factors for the imposition of agricultural practices. It was found that the level of income, the accessibility to formal credit and the level of education are factors that are related to the application of fertilizer. It was evidenced that the participation of households in local organizations, that is, frequent contact with other farmers, increases the probability of applying SAP. It was learned that in these households technical assistance and agricultural credit is not fully guaranteed, which represents a threat to the adoption of SAP and the proper use of new technologies. The results found underline the importance of critically identifying the socioeconomic factors of peasant

households, their relationships, tensions and dilemmas. It became necessary to incorporate management actions and identify the best agricultural practices in the different production systems, using the information obtained from peasant households. It should be noted that the decision-making process can vary significantly and the results can be specific to certain groups of people, places and situations. Changing the perspective can have a positive impact in terms of adopting solutions based on the SAP implementation.

Keywords: sustainable agricultural practices, socioeconomic determinants, agricultural services, sustainable agriculture, SDG 2, small farmers, Department of Sucre.

Contenido

Introducción	14
Contextualización	14
Planteamiento del problema.....	18
Justificación	23
Objetivos de la investigación	27
Objetivo general.....	27
Objetivos específicos	27
Capítulo I	28
Marco teórico	28
Agricultura sostenible	28
Modelo de agricultura sostenible	31
Factores de la agricultura sostenible	33
Agricultura sostenible en colombia.....	34
Aplicación de los ods en la agricultura sostenible	36
Prácticas agrícolas sostenibles (SAP)	37
Conocimiento de los agricultores sobre la aplicación de SAP.....	38
Estado del arte.....	40
Capítulo II.....	49
Metodología	49
Área de estudio	49
Técnicas de recopilación de información	53
Análisis de datos	55

Acciones de manejo para la promoción e implementación de SAP en UPAs del departamento de sucre. 56

Capitulo III.....	57
Resultados.....	57
Estadística descriptiva.....	57
Resultados del análisis multivariante.....	60
Resultado mediante análisis de correspondencia múltiple (acm).....	60
Organización social y asistencia técnica agrícola.....	66
Crédito agrícola	67
Fertilización.....	68
Sistemas agrícolas implementados	70
Resultado del análisis de componentes principales (acp)	71
Acciones de manejo propuestas que promuevan la implementación de sap.	75
Discusión.....	78
Conclusión	82
Referencia	84

Lista de Tablas y Figuras

Tablas

Tabla 1. Modelos estadísticos aplicados y tipos de SAP utilizados.....	46
Tabla 2. Características de las cinco subregiones y municipios del departamento de Sucre ...	51
Tabla 3. Descripción de las variables categóricas y numéricas	57
Tabla 4. Contribuciones de las variables en todas las dimensiones del ACM	61
Tabla 5. Contribuciones de las variables en todas las dimensiones del ACP	72

Figuras

Figura 1. Mapa de ubicación de los municipios priorizados en las cinco subregiones del departamento de Sucre	50
Figura 2. Ubicación de las 200 Unidades Productivas Agropecuarias (UPAs) seleccionadas como unidad experimental	52
Figura 3. Diagrama metodológico	54
Figura 4. Variabilidad explicada por las dimensiones del ACM	61
Figura 5. Contribuciones de las categorías a las dimensiones del MCA	63
Figura 6. Interpretación de los conglomerados en el gráfico ACM por cada municipio priorizado	64
Figura 7. Interpretación de los conglomerados en el gráfico ACM por nivel de asociación ...	67
Figura 8. Interpretación de los conglomerados en el gráfico ACM por crédito agrícola.....	68
Figura 9. Interpretación de los conglomerados en el gráfico ACM plano 1-2 por tipo de fertilización	70

Figura 10. Interpretación de los conglomerados en el gráfico ACM por tipo de sistema implementado.....	71
Figura 11. Variabilidad explicada por las dimensiones del ACP	72
Figura 12. Proyección plano factorial 1-2 del ACP por Asistencia Técnica (AT)	73
Figura 13. Proyección plano factorial 1-2 del ACP por Asistencia Técnica (AT).....	74

Introducción

Contextualización

A nivel mundial, la agricultura ha reducido los niveles de productividad del 1 al 5%, lo cual ha generado impactos negativos en un escenario de creciente variabilidad climática y de vulnerabilidad (OCDE-FAO, 2021; Porter et al., 2014). La baja productividad de los suelos y degradación de la tierra, han creado incertidumbre en la producción agrícola y amenazado el desempeño y el bienestar de los agricultores (Oyetunde-Usman et al., 2021b).

Se cree que los constantes cambios en las variables del clima (aumento de la temperatura global, cambio en los patrones de lluvia, intensificación de los eventos climáticos extremos como sequías, inundaciones, huracanes, entre otros) han sido los mayores causantes de las afectaciones en pequeños agricultores. La organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO) en su informe sobre el estado de la biodiversidad (FAO, 2019, p. 9), informó sobre la disminución de los productos agrícolas. De miles de especies de plantas cultivadas, solo nueve (9) son el equivalente al 66% del total de los cultivos generados. Las especies más afectadas incluyen cereales, dentro de los cuales se encuentra el trigo, que constituye uno de los cultivos más perjudicados por las sequías prolongadas e inundaciones repentinas.

Según la OCDE-FAO (2021), las perspectivas para el crecimiento de la producción agrícola en países con ingresos limitados, será impulsado por inversiones que permitan mayor acceso a insumos agrícolas, aumento en la productividad, recursos para la producción (tierra y agua para riego), infraestructura agrícola e investigación y desarrollo (I+D). No obstante, se espera que en países desarrollados este crecimiento disminuya,

probablemente por las restricciones atribuidas a la normatividad ambiental de cada país.

En América Latina los fenómenos climáticos extremos (sequías, inundaciones), podrían causar la disminución de la capacidad del suelo y eventualmente provocar una reducción importante en términos de rendimiento en las cosechas de más o menos un 10% para el 2050 (Gligo et al., 2020). Expertos sobre Cambio Climático han advertido que el actual modelo productivo, transgrede los límites planetarios y provoca una presión enorme sobre los recursos naturales (IPCC, 2019, p. 7). Aproximadamente el 30% de las emisiones producidas en el planeta son el resultado de prácticas agrícolas que generan desequilibrio ambiental, fundamentalmente por el desperdicio generado (IPCC, 2019, p. 7).

Estas emisiones provienen del uso de insumos agroquímicos, pesticidas sintéticos y residuos de la producción de la agricultura moderna (Pham et al., 2021). Según Santiago Sarandón (CODS, 2021a) el uso de estas sustancias y el desarrollo tecnológico han permitido al parecer un sistema altamente eficaz en función de las ganancias, pero ecológicamente insostenible. Si bien estos insumos tienen efectos directos en la actividad productiva, es decir, aportan nutrientes a las plantas, se consideran altamente riesgosos por que pueden afectar las propiedades del suelo y generar grandes problemas principalmente por la disminución de ingreso sobre todo en pequeños agricultores. Además, generan amenazas ambientales, que conllevan a posibles riesgos sobre la salud humana (Minagricultura, 2019, p. 4).

La búsqueda por minimizar los impactos ambientales causados por la agricultura intensiva ha llevado al desarrollo y al surgimiento de técnicas agrícolas alternativas, particularmente, aquellas relacionadas con prácticas agrícolas sostenibles (SAP, por sus

siglas en inglés), y surgen como una opción importante para enfrentar las amenazas hacia los sistemas agrícolas actuales (Ehiakpor et al., 2021; Foguesatto et al., 2020; Frelat et al., 2016; Kassie et al., 2013; Nkomoki et al., 2018; Oyetunde-Usman et al., 2021b; Pham et al., 2021). El conocimiento de los SAP resulta fundamental en la estrategia de entender la transformación de las prácticas con enfoque monocultivista, el uso desmedido de fertilizantes químicos y/o pesticidas o herbicidas y detener la pérdida de la biodiversidad, lo que puede marcar una diferencia significativa, sobre todo por las complejidades que surgen a partir de los cambios en los patrones del clima.

La FAO, (1995) citado en Pham et al. (2021) definió los SAP como aquellas prácticas seguras, que disminuyen la degradación, la desertificación y el uso de insumos agroquímicos, con el fin de mejorar la eficiencia productiva al independizarse de los procesos industriales. Que además de ofrecer empleo, permiten mejores condiciones de vida, acceso al trabajo a partir de la competitividad y viabilidad de la agricultura como actividad económica esencial (Teklewold et al., 2013). Algunas técnicas incluyen, cultivos mixto, rotación de cultivos, aplicación de fertilizante inorgánico, manejo integrado de plagas y enfermedades, aplicación de estiércol animal, acolchado vegetal, plantación de cultivos de cobertura y labranza cero (Abera et al., 2020; Oyetunde-Usman et al., 2021b).

De acuerdo con Foguesatto et al. (2019, 2020) la adopción del SAP puede ser una alternativa que genera cambios no solo en el ámbito global sino también a nivel regional. Dichas prácticas cumplen un papel importante al maximizar la capacidad productiva de la tierra, mejorar la fertilidad del suelo, incrementar la capacidad de retención de agua y aumentar el secuestro de carbono (Ehiakpor et al., 2021; Jara-Rojas et al., 2012; Mogaka et al., 2021).

La decisión de adoptar SAP está fuertemente influenciada por el nivel socioeconómico del agricultor (Mazvimavi & Twomlow, 2009; Mogaka et al., 2021), las prácticas culturales (Zugravu-Soilita et al., 2021) y la disponibilidad de los recursos naturales (Asfaw & Neka, 2017; Ehiakpor et al., 2021). Un amplio conjunto de estudios empíricos se ha enfocado en solucionar las dificultades que plantea la agricultura, analizando los componentes que inciden o afectan la adopción de SAP (Foguesatto et al., 2020; Gil et al., 2016; Ward et al., 2017).

Por ejemplo, Pham et al. (2021) identificaron cuatro factores determinantes que inciden en las decisiones de los hogares sobre la aplicación de SAP: 1) factores socioeconómicos del hogar, 2) características de la parcela 3) limitaciones de recursos y 4) capital social. Sin tener en cuenta estos aspectos, es poco probable entender las intenciones y el comportamiento de los agricultores en la aplicación de SAP (Zeweld et al., 2017).

Kassie et al. (2013) identificaron que las variables demográficas tienen impactos heterogéneos en la adopción SAP. Subrayan, además, la importancia de controlar las plagas y enfermedades; tener en cuenta el nivel de asociatividad de agricultor en las instituciones rurales, la tenencia del predio y el valor intrínseco de incorporar fuerza de trabajo, bien sea familiar o comunitaria. De igual forma diversos estudios han documentado que la adopción de SAP varía en los hogares según la disponibilidad de recursos; por ejemplo, el tamaño de la parcela, maquinaria, asistencia técnica, ingresos no agrícolas y acceso al crédito (Abera et al., 2020; Anang & Asante, 2020; Sihem, 2019).

Seguir investigando a fondo cómo se puede alentar a los pequeños agricultores a utilizar prácticas agrícolas sostenibles es un desafío, teniendo en cuenta que la gestión no

solo radica en aspectos de empleo, precios, sino también en la mejora continua de los aspectos ecológicos (mejora de la biodiversidad) sin sacrificar los niveles de productividad. Por tanto, es indispensable motivar al pequeño agricultor a utilizar prácticas agrícolas sostenibles en los programas de desarrollo rural y continuar con el desarrollo de nuevo conocimiento (Zeweld et al., 2017).

Planteamiento del problema

Las implicaciones en lo económico y social sobre el sector agroalimentario destacan posibles efectos que se relacionan con el aumento de los precios de los insumos, disminución de los ingresos de los agricultores, reducción de la producción de alimentos y baja calidad de los productos, especialmente sobre los sectores vulnerables, por ejemplo; pequeños agricultores, mujeres rurales y comunidades indígenas que a menudo dependen de la agricultura para su subsistencia (FAO, 2020). Lo anterior, expone la brecha entre agricultura y bienestar, que vincula al sector con la pobreza (Calleros, 2019). En las últimas décadas, la producción agrícola ha experimentado mejoras significativas en términos de eficiencia y productividad, lo que ha permitido satisfacer en gran medida la demanda de alimentos, a pesar del aumento constante de la población mundial. Este logro ha sido posible gracias a los avances tecnológicos, las prácticas agrícolas sostenibles y la mejora en la gestión de los recursos naturales. Además, la producción agrícola ha generado empleo y ha sido una fuente importante de ingresos para las comunidades rurales en muchos países. Sin embargo, este proceso ha transcurrido en torno a problemáticas sociales, económicas y ecológicas tales como “desigualdad en el acceso a la tierra, dependencia de algunos cultivos, impactos ambientales (degradación del suelo, utilización irresponsable del agua) aumento de la huella ambiental en la agricultura”, etc (FAO et al.,

2018; Gligo et al., 2020; Green et al., 2020).

Los sistemas productivos han disminuido su potencial, es decir, se están volviendo sensible a los extremos climáticos; más sequías, más olas de calor, menos lluvias, más inundaciones, cambios en los ciclos climáticos que han obligado a los agricultores a implementar sistemas de producción más innovadores y resilientes, aquellos que permitan la aplicación de múltiples cultivos y nuevas variedades, que admitan la integración de legumbres y verduras como cultivo adicional dentro de la misma parcela, con el fin de diversificar la producción y mejorar la eficiencia en el uso de los recursos naturales (Altieri et al., 2015; Pham et al., 2021). Es fundamental que estas estrategias incluyan a los pequeños agricultores puesto que, han sido descuidados y suelen trabajar con recursos económicos limitados y tecnologías inadecuadas en tierras que muchas veces no son adecuadas para el cultivo. Esta falta de apoyo puede afectar gravemente la seguridad alimentaria a nivel mundial, a pesar de los avances tecnológicos y la colaboración de una población científica cada vez mayor (Matiu et al., 2017). Es esencial que se tomen medidas como la implementación de programas de capacitación y asistencia técnica, la mejora de la infraestructura rural y reconocer la importancia del conocimiento tradicional y la participación activa de las comunidades locales en el diseño y la implementación de programas y políticas agrícolas.

En Colombia, la brecha social entre las ciudades y el campo está permeando el desarrollo de los pequeños agricultores, situación que ha significado un conflicto entre lo urbano y lo rural, con altos índices de informalidad en la propiedad, poco acceso a la tierra y una violencia desbordada producto del conflicto armado que ha significado altos índices de pobreza rural (Guarín et al., 2018; Ibáñez A. M. y Velásquez M., 2018). El año 2021, la

pobreza rural aumento 1.7 puntos porcentuales frente al año 2020 (DANE, 2022).

El desplazamiento de la población rural; del campesino, ha estado marcado por un incremento en la concentración de propiedad privada. Las evidencias muestran que el desplazamiento tiene lugar en áreas de importancia económica estratégica, particularmente aquellas que son adecuadas para producir ciertos bienes y con alta informalidad en la propiedad (Bandiera, 2021; Gómez et al., 2015). Este contexto es negativo para el campesino, más aún cuando las instituciones del país son particularmente débiles.

Existen varios factores que no han permitido desarrollar de manera adecuada el sector agrícola en Colombia. Berry, (2018) señala que todo lo negativo de la historia del agro en Colombia es en parte por la violencia y políticas gubernamentales incorrectas. Según el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), en las últimas cinco décadas, más de 7 millones de persona han sido desplazadas por el conflicto armado, se estima que aproximadamente un 90% de ellas provienen del campo. Las áreas del país con mayor afectación se les atribuye casi un 90% de los cultivos ilícitos sembrados en zonas de conflicto (Morales, 2019, p. 31). Para Boncinelli et al. (2018), las consecuencias de reemplazar los cultivos tradicionales podrían causar un desabastecimiento de alimentos, principalmente en áreas urbanas.

El futuro de la producción agrícola en Colombia en términos de sostenibilidad, se ha visto comprometido debido a la dificultad del país para satisfacer la creciente demanda de recursos que la sociedad requiere, la cual está siendo cada vez más afectada por la política extractivista especialmente por el creciente atractivo de actividades minero energéticas, que han aumentado con el tiempo y se han arraigado aún más en la sociedad

(Fajardo-Montaña, 2021). El extractivismo alude a un sistema que invierte gran capital y transforman áreas de importancia ecológica, provocando impactos ambientales negativos (Corral-Montoya et al., 2022).

Sarkodie (2018) plantea que las actividades humanas, incluidas la deforestación, la minería y la agricultura extensiva, se han convertido en las principales causas de degradación ambiental. La práctica agrícolas de arar la tierra durante todo el año para satisfacer la alta demanda de productos, genera emisiones de gases de efecto invernadero, ya que la materia orgánica del suelo se oxida con el oxígeno formando CO₂, así mismo el pastoreo excesivo, el desmonte de tierras y la deforestación provocan consecuencias directas sobre la agricultura (Mogaka et al., 2021).

La agricultura en el departamento de Sucre exhibe un alto grado de heterogeneidad sectorial, así como una estructura predominante a pequeña escala. La viabilidad a largo plazo de las explotaciones en estas zonas está en peligro, sobre todo porque la mayoría de ellas son pequeñas y son actores menos poderosos en un sistema agroalimentario que se consolida rápidamente (Gobernación de Sucre, 2020a). En estas zonas los cultivos dependen fundamentalmente de la distribución estacional de las precipitaciones durante las distintas fases de crecimiento. Por ejemplo, aunque la precipitación anual de algunos municipios es relativamente alta como indica la **Tabla 1**, la distribución desigual de las precipitaciones, especialmente la falta de lluvia en momentos cruciales de crecimiento en los cultivos, puede provocar un grave estrés hídrico en la plantas y bajos niveles de producción (Aguilera Díaz, 2005; Assefa & Haile, 2021; Gobernación de Sucre, 2020a).

En esta región las altas temperaturas amenazan con destruir los sistemas

productivos. Los pequeños agricultores están enfrentando escenarios complejos, prolongados periodos de sequía y lluvias ocasionales comprometen significativamente la productividad de cultivos principales, lo que genera incertidumbre, puesto que el fracaso de las cosechas podría suponer un riesgo alto para las familias (Gobernación de Sucre, 2020a). Srinivasa Rao et al. (2019) plantean que los cambios en los patrones del clima entorpecen la actividad agrícola particularmente en aquellos hogares con serias deficiencias económicas.

En Sucre la agricultura tradicional es considerada como la actividad más significativa que define la base económica del departamento. No obstante, con el paso del tiempo ha dejado de ser atractiva principalmente por poco relevo generacional y fuentes de trabajo no agrícolas. Los agricultores de esta región son pequeños agricultores que comúnmente poseen fincas de pequeña escala, que emplean mano de obra familiar y producen principalmente productos para la subsistencia como; Yuca (*Manihot esculenta*), Plátano (*Musa Paradisiaca*), Maíz (*Zea mays*), Frijol (*Phaseolus vulgaris*), Ñame (*Dioscorea villosa*), entre otros.

El pequeño agricultor de la región aplica sistemas agrícolas de bajos insumos, manteniendo casi que de manera invariable las prácticas tradicionales (Gobernación de Sucre, 2020a), dificultado el acceso al mercado, provocando que los cultivos se comercialicen a precios bajos que no generan suficientes ganancias. Esta situación ha provocado fuertes cambios en la dinámica productiva, una baja capacidad del sector agropecuario que en su más compleja dimensión afecta la sostenibilidad del territorio a mediano y largo plazo. Por lo anterior, se hace necesario responder el siguiente interrogante ¿Cuáles son los factores socioeconómicos que inciden en la aplicación de

prácticas agrícola sostenibles en pequeños agricultores de cinco municipios de departamento de Sucre?

Justificación

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – (PNUD, 2019), en septiembre de 2015 culminó con éxito el proceso de aplicar la Resolución “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son de carácter global y constituyen una serie de prioridades mundiales, que han de tomar en cuenta el respeto a las diferentes realidades de cada país y los compromisos nacionales. La agenda plantea retos importantes en términos de política pública para su implementación (CONPES, 2018).

La agricultura que está fuertemente vinculada con el medio ambiente natural, es esencial para el logro de los ODS (Naciones Unidas, 2018). Los nuevos métodos de producción agrícola deben integrar procesos biológicos y ecológicos, mientras que el impacto ambiental negativo de los insumos no renovables, debe mantenerse lo más bajo posible (Berbecé et al., 2018).

El compromiso por cumplir con el ODS de las Naciones Unidas de hambre cero para 2030, ha sido motivo de preocupación y un tema intensamente debatido durante los últimos años (FAO, 2017a, 2017b; Foguesatto et al., 2019; Pham et al., 2021). Es importante destacar que la agricultura es transversal a los 17 objetivos de la agenda de desarrollo sostenible, es decir, la agricultura es un sector importante para lograr la seguridad alimentaria y reducir la pobreza, pero también tiene implicaciones en la salud, la educación, la igualdad de género, el cambio climático y otros temas clave de la agenda. En

ese sentido dentro de los ODS se encuentran unos claves para abordar la temática de la agricultura sostenible el ODS 2 y 13, los cuales plantean:

de aquí al 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad del suelo y la tierra y para 2030 luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con una degradación neutra del suelo (DNP, 2021, pp. 18 - 41).

En la actualidad se reconoce que la agricultura, el clima y los ecosistemas están estrechamente ligados, por lo que es necesario analizarlos de manera conjunta y no por separado. Esto supone un reto ya que la agricultura en muchos casos transgrede los límites que impone la naturaleza (Gligo et al., 2020), lo que implica avanzar hacia la promoción e implementación de SAP como política pública a través del apoyo a los pequeños agricultores en nuevas tecnologías, acceso a la tierra e inserción en las cadenas de valor.

La agricultura ha consolidado su posición como motor de la economía colombiana, con un crecimiento del 6,8% en el primer trimestre del año 2020 y del 3,8% en el segundo trimestre de 2021. La contribución del sector agrícola al PIB ha sido fundamental para impulsar la economía del país (Minagricultura, 2020; Minagricultura, 2021). A pesar de esto, según el informe oficial del mercado laboral, solo el 17% de la fuerza laboral se

dedica a la agricultura, en su mayoría para proporcionar alimentos a los colombianos (Portafolio, 2020).

De acuerdo con Darío Fajardo Montaña; “en las últimas décadas hemos ido perdiendo nuestra capacidad de abastecimiento alimentario, alrededor del 30% de los alimentos que se consumen en el país son importados” (CODS, 2021b). Además, existen enormes dificultades debido a la falta de apoyo técnico e inclusión de los productores a la dinámica de crecimiento económico dentro del sector, lo que coloca en jaque la implementación de prácticas agrícolas sostenibles como posibles soluciones (Tatis Diaz et al., 2021).

Pese a que existen reportes sobre trabajos exitosos en regiones con problemáticas asociadas al conflicto armado y áreas de reserva campesina (FAO, 2017a), Ximena Rueda sostiene que “se debe revisar la política agrícola, pues se ha diseñado al acomodo de los grandes dueños de la tierra y se han entregado enormes subsidios que terminan beneficiando al 1% de los propietarios”. (CODS, 2021b).

El departamento de Sucre posee deficiencias en el sector agrícola, con productividades debajo de las medias nacionales en la mayoría de los cultivos, aumentando esta problemática en los pequeños agricultores (DANE, 2016). Los desafíos están relacionados principalmente por el desconocimiento de la vocación de los suelos y el predominio de la agricultura tradicional.

La investigación planteada busca evidenciar, que tan importante es examinar los factores socioeconómicos que inciden en la aplicación de las prácticas agrícolas sostenibles en pequeños agricultores de Sucre. El plan de acción departamental (Gobernación de

Sucre, 2020a), señala que es urgente identificar los problemas detectados en diagnóstico de los agroecosistemas del departamento, que desde el plan ambiental regional han sido plasmados bajo las necesidad de intervención desde un enfoques de producción sostenible. El Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del sector Agropecuario - PECTIA Sucre en su Objetivo 3. Busca promover el desarrollo de sistemas productivos ambientalmente sostenibles para la conservación, manejo y uso adecuado de los recursos naturales. El programa de I+D+i 2021-2024 para el departamento, propone desarrollar y coordinar políticas, programas, proyectos y estrategias en el departamento de Sucre que fomenten la utilización de tecnologías eficientes para la gestión sostenible de los recursos naturales, incluyendo suelos, agua, biodiversidad y servicios ecosistémicos. Estas iniciativas tendrán como objetivo principal abordar los desafíos del cambio climático mediante la implementación de modelos productivos sostenibles, agroecológicos y climáticamente inteligentes, con una visión clara de reducción de emisiones de carbono y una capacidad resiliente ante los eventos climáticos extremos (MADR et., al 2022).

Este proyecto hace parte de la línea de investigación Agroecología y Remediación del Suelo por lo que se espera que a través de análisis de técnicas multivariantes, se puedan identificar relaciones existentes entre las variables que intervienen en la aplicación SAP, lo cual resulta novedoso teniendo en cuenta que la mayoría de estudios consultados no hacen uso de estas técnicas, las cuales apoyan la identificación de los factores socioeconómicos que han obstaculizado el conocimiento y la implementación de SAP en la población de pequeños agricultores campesinos de Sucre.

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Evaluar los factores socioeconómicos que intervienen en la aplicación de prácticas agrícolas sostenibles en 200 Unidades Productivas Agrícolas (UPAs) de pequeños agricultores campesinos, en cinco municipios del departamento de Sucre (norte de Colombia).

Objetivos Específicos

- Caracterizar las condiciones socioeconómicas de los pequeños agricultores en cinco municipios priorizados en el departamento Sucre.
- Determinar la relación existente entre las condiciones socioeconómicas de los pequeños agricultores de cinco municipios priorizados en el departamento de Sucre y el acceso a los servicios agrícolas.
- Proponer acciones de manejo que promuevan la implementación de prácticas agrícolas sostenibles en unidades productivas agrícolas de los municipios priorizados en el departamento de Sucre.

El presente documento está organizado de la siguiente manera: el capítulo I corresponde al marco teórico y el estado del arte que sustentan esta investigación. El capítulo II, muestra el diseño, tipo y estructura metodológica llevada a cabo de acuerdo con el método de investigación exploratoria; de igual manera se definen los instrumentos, población, muestra y el área de estudio del proyecto. En el capítulo III se presentan el análisis y discusión de los resultados para dar respuesta los objetivos específicos.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones del caso.

Capítulo I.

Marco Teórico

El presente capítulo aborda los elementos conceptuales del marco teórico de esta investigación. La revisión de estos componentes permite determinar las posturas teóricas asumidas por los diferentes autores sobre la agricultura sostenible a partir de estudios que brindan herramientas para la formulación de nuevo conocimiento respecto al estudio de los SAP en la agricultura.

Agricultura Sostenible

Uno de los grandes desafíos de Agricultura Sostenible es alimentar a una población mundial en crecimiento, preservando y manteniendo un equilibrio dinámico entre lo económico, social y ecológico (Björklund, 2018; Fernandez et al., 2018) Se cree que la población actual crecerá considerablemente de 7600 millones a 10000 millones al año 2050. (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas - UNDESA, 2019, p. 5). Esto exigirá un incremento en la producción de alimentos hasta en un 70 %.

El predominio de la agricultura convencional desde la década de 1960 ha causado múltiples problemas que han llevado a un desarrollo insostenible del sector agrícola (Reddy, 2010). Muchos sistemas agrícolas actuales causan preocupaciones ecológicas por la utilización de fertilizantes químicos, pesticidas, herbicidas, la deforestación, disminución de fertilidad en suelos, escasez de agua y los impactos producidos por los constantes cambios en las variables del clima. En estas circunstancias, el futuro puede parecer aplastante, por lo que las estrategias de adaptación efectivas son indispensables para garantizar alimentos saludables y de buena calidad (Ehiakpor et al., 2021).

Estos inconvenientes de la agricultura convencional han llevado al desarrollo y al surgimiento de técnicas agrícolas alternativas, en particular la agricultura Sostenibles. Para que los sistemas se desarrollen de manera sostenible es necesario que exista un equilibrio entre lo ecológico, lo económico y lo social, a fin de producir alimentos que la sociedad requiere para satisfacer a un nivel básico sus necesidades (Araujo et al., 2021).

La agricultura sostenible es necesaria para promover la preservación y el aprovechamiento de los recursos de una manera más equitativa (Green et al., 2020a). Tiene como objetivo aumentar la productividad sin afectar el suelo, conservando los ecosistemas, salvaguardando el bienestar animal, y generando mejores ingresos (FAO, 2019, p. 11).

La FAO, (1995) citado en Pham et al. (2021), definió la Agricultura Sostenible como el uso de técnicas y tecnologías alternativas para reemplazar gradualmente las prácticas agrícolas insostenibles y reducir los insumos agroquímicos utilizados en los sistemas agrícolas convencionales, para lograr tres objetivos independientes pero interrelacionados: económico, ecológico y social. Esto se analiza sobre la base de la definición propuesta por Gro Harlem Brundtland aplicada a la agricultura, es decir, la actividad agrícola debe responder a las exigencias de las generaciones actuales, sin comprometer los recursos de las futuras generaciones (Brundtland, 1987).

Según Menalled et al. (2008), la agricultura sostenible debe significar el diseño de un sistema productivo económicamente viable y ambientalmente sostenible, que permita mejorar las condiciones de vida de una sociedad que depende de los alimentos que produce. Un aspecto importante de la agricultura sostenible es que busca generar un cambio paradigma que alienta a los agricultores a identificar cual es la práctica que mejor

se adapta a las particularidades de sus fincas, con un enfoque que permite mantener las condiciones naturales del entorno, sin sacrificar los rendimientos ni las ganancias. La agricultura sostenible se ha convertido en un proceso que todo agricultor persigue, como una alternativa que permite cambios en el sistema productivo al potenciar la biodiversidad, asegurando que la plaga de los cultivos tenga depredadores que puedan combatirlos. Este modelo permite elegir entre varias prácticas agrícolas disponibles para producir cultivos de manera más eficiente (Benitez-Altuna et al., 2021).

La agricultura sostenible ha sido promovida por políticas públicas que algunos países han implementado con la intención de alentar a los agricultores a cultivar la tierra de manera más respetuosa con el ambiente. Aunque este modelo se ha promovido principalmente desde un enfoque de abajo hacia arriba, es decir con el despertar de los movimientos sociales, (asociaciones de productores) y algunas organizaciones no gubernamentales; los gobiernos han tratado de incorporar el modelo dentro de su política, sin embargo, la aplicación de SAP en muchos casos ha resultado ser un gran desafío (Jean-Francois et al., 2020).

Los estudios que intentan comprender y definir el término son aún escasos, sin embargo, existen investigaciones que han contribuido al conocimiento de la agricultura sostenible. Se destaca el estudio de Laurett et al. (2021), quienes plantearon una reflexión sobre la importancia de la agricultura sostenible, sus definiciones, tensiones y dilemas. Además, presentaron resultados que fortalecen la comprensión de la agricultura familiar.

Ehiakpor et al. (2021) indicaron que existen factores determinantes para que la agricultura sostenible se desarrolle de forma exitosa, entre ellos, los antecedentes

socioeconómicos y otros factores que incluyen aspectos importantes que pueden contribuir a hacer más sostenible la agricultura, por ejemplo; mediante la asistencia técnica, acceso al crédito agrícola y el nivel de asociatividad de los productores.

He et al., (2019) destacan la importancia de incluir prácticas novedosas al sistema productivo con el fin de mejorar la dinámica de las poblaciones de insectos e incluir organismos benéficos. Para lograr tal fin es necesario una gestión sólida y diseñar estrategias que permitan evaluar el papel ecológico de la biodiversidad en los agroecosistemas. Estos estudios pueden ayudar tanto a los agricultores como a los encargados de formular políticas para garantizar una gestión sostenible de los recursos.

Modelo de agricultura sostenible

Un modelo de agricultura sostenible debe apuntar a una producción que garantice la permanencia de recursos a las nuevas generaciones (Aranda et al., 2017; Jean-Francois et al., 2020), así mismos lograr de manera racional un desarrollo tecnológico apropiado, bajo la perspectiva de un progreso socioculturalmente aceptable y económicamente justo.

Para Ehiakpor et al. (2021) la aplicación de modelos con aspectos sostenibles en poblaciones dedicadas a las actividad agrícola, responde a necesidades específicas de cada región. Lo cual es posible gracias a que se incorporan aspectos socioeconómicos determinantes como: la asistencia técnica, el crédito agrícola, el apoyo en políticas públicas, etc (Abera et al., 2020; Oyetunde-Usman et al., 2021b; Tatis Diaz et al., 2021). Por ejemplo; un modelo altamente sostenible, y con amplia reproducibilidad en el entorno de las empresas dedicadas a las actividades agrícolas son los sistemas agroforestales (Zhou et al., 2022). Algunos otros modelos incluyen la agrosilvicultura (Muchane et al., 2020),

agricultura de conservación (Foguesatto et al., 2019), agricultura biodinámica (Rigolot & Quantin, 2022) agricultura climáticamente inteligente (Mogaka et al., 2021) y agricultura regenerativa (Schulte et al., 2021). Además, existen otros enfoques de agricultura sostenible que promueven la adopción de técnicas de producción específicas destinadas a proporcionar y conservar servicios ecosistémicos (Benitez-Altuna et al., 2021; Jean-Francois et al., 2020).

Para Laurett et al. (2021), diseñar un nuevo modelo de sostenibilidad en la agricultura implica no superar la capacidad de recuperación de los suelos. Esto confirma que si los agricultores perciben y llevan a cabo una agricultura más natural en su cotidianidad, pero además, invierten en innovación y tecnología, aliadas a la conservación del medio ambiente, percibirán mejores beneficios socioambientales, que pueden incluir la reducción de la contaminación y la producción de alimentos saludables (Aranda et al., 2017).

En particular, Restrepo Ibiza, (2021) comenta que “hoy día es común ver esfuerzos significativos dirigidos a la intensificación sostenible de los sistemas de producción, es decir, modelos de producción enfocados en mejorar la eficiencia del uso de los recursos productivos (producir más con menos), pero esto no es suficiente” (p. 4). Para ello, la Comisión EAT-Lancet señala que, es urgente un cambio en el modelo productivo, que no supere “los límites que impone la naturaleza al desarrollo económico y social” (Willett et al., 2019). Es decir, el cambio en el modelo debe estar acorde a las políticas que favorezcan la transición ecológica hacia prácticas más sostenibles, que permitan devolverle a la naturaleza espacios suficientes para que pueda restaurarse, generando incentivos a los agricultores que apliquen un conjunto de SAP y beneficios a la sociedad en el

aprovechamiento de los servicios ecosistémicos.

Factores de la agricultura sostenible

En los últimos año, los investigadores se han volcado al estudio y análisis de los factores que permitan incorporar un conjunto de prácticas ambientalmente sostenibles (Dessart et al., 2021). La aplicación de SAP es un proceso dinámico que contribuye de manera importante a resolver las preocupaciones de los agricultores sobre la mejora de las prácticas agrícolas, a través de la asistencia técnica, la disminución de los costos de producción y el aumento de los ingresos agrícolas (Anang & Asante, 2020; Sihem, 2019; Tatis Diaz et al., 2021).

Un factor crucial en la aplicación de SAP se relaciona con el nivel educativo de los agricultores, cuanto más educados son los jefes del hogar mayor probabilidad de adopción (Pham et al., 2021). Gutiérrez García et al. (2020) argumentan que el nivel de conocimiento generalmente se ve afectado por diferentes factores socioculturales, por ejemplo; la educación, el nivel de asociación de los agricultores, el apoyo institucional. Los autores reconocen la importancia de capacitar a los pequeños productores respecto a la aplicación de múltiples prácticas que incluyen; fertilidad del suelo, poda, buenas prácticas agrícolas, manejo de cultivos, entre otras.

Para Dessart et al. (2021) las nuevas experiencias, el nuevo conocimiento, la búsqueda de riesgos, la preocupación por el ambiental, así como el estilo de vida de los agricultores, podrá incidir en las decisiones de los hogares de adoptar SAP. Por el contrario, ser resistente al cambio y tener limitaciones mentales en cuanto factores económicos hace que los agricultores sean reacios a aceptar otro modelo distinto al

tradicional. En general, no existen factores universales que expliquen el comportamiento de agricultores en la adopción de SAP, la aplicación va a depender del contexto donde se lleva a cabo la actividad.

Agricultura Sostenible en Colombia

Es claro que la pandemia subrayó las grandes desigualdades que existen en el país, por lo que en los últimos años se ha hecho mucho énfasis en la transformación socioambiental sobre la agricultura (ONU, 2021). Esto ha causado una contribución sustantiva puesto que, se han superado los límites planetarios por el uso desmedido de sustancias químicas para la agricultura, el cambio en el uso del suelo, que ha contribuido al deterioro de la integridad de la biosfera (Steffen et al., 2015). En el país el tema de la agricultura tiene rasgos propios, sobre todo porque desde lo ambiental, el mal manejo de los suelos ha generado liberación de gases de efecto invernadero.

Una parte importante de la deforestación, con lo cual estamos contribuyendo en forma muy sustantiva a la transgresión sobre los límites de la biodiversidad, se da por motivos de abrirle paso a grandes extensiones de tierras para las actividades ganaderas. Muchas de las formas de hacer agricultura en Colombia están ligada o tiene que ver con la tragedia socioambiental que afronta la región, por ejemplo, en el país los más pobres son los pobres rurales por lo que se hace urgente asegurar la inserción productiva de esta población sobre todo porque representan alrededor de 22.9 % del total nacional.

En el sector agrícola en Colombia se presenta una alta concentración de la tierra, es probable que esta situación este provocado consecuencias negativas en las decisiones del agricultor en términos de adoptar SAP, particularmente por la ausencia de títulos de

propiedad que pueden limitar en muchos casos acceder a créditos y la posibilidad de arrendar y vender la tierra (Perfetti et al., 2013, p. 84). A pesar de estos problemas, las oportunidades sobre este sector siguen siendo favorables, particularmente el país es considerado como una despensa agrícola en toda América Latina y el mundo (EAFIT, 2018; Villanueva-Mejía, 2018).

Respecto al futuro de la agricultura en Colombia, el programa “Colombia productiva” presenta metas a largo plazo (2032) que contribuirán a impulsar el potencial agrícola a partir de nuevos modelos productivos que favorezcan los ecosistemas y que sean resilientes a la variabilidad climática (Restrepo Ibiza, 2021, p. 7). Por lo anterior, se crea la Ley 1876 de 2017 que busca generar “herramientas fundamentales para lograr que las acciones de investigación, desarrollo tecnológico, transferencia de tecnología, gestión del conocimiento, formación, capacitación y extensión, soporten efectivamente los procesos de innovación requeridos para mejorar la productividad, competitividad y sostenibilidad del sector agropecuario en Colombia” (p. 1).

Es fundamental que el gobierno incluya dentro de sus políticas públicas un marco normativo favorable, que permitan brindar incentivos que favorezcan o faciliten la adopción de SAP, con el fin de incrementar los rendimientos en los cultivos en pequeños y medianos productores, de manera que, se puedan desarrollar planes que favorezcan la disminución del uso de plaguicidas químicos. Del mismo modo, crear modelos de contratación estatal que faciliten el acceso a mercados complementarios y el incremento de la demanda de sus productos. El gobierno debe buscar un consenso general que establezca los cimientos de un nuevo modelo productivo hacia la transición ecológica, la lucha contra la emergencia climática, la inclusión de los agricultores a los mercados de carbono y

restauración de biodiversidad, acciones que podrían llevarnos a dinamizar el campo en Colombia.

Aplicación de los ODS en la agricultura sostenible

El desarrollo sostenible en la agricultura busca distanciarse de un modelo que genera efectos desfavorables a la sociedad y al ambiente, por tanto, se centra en la protección del suelo, la biodiversidad, los bosques, el agua, el bienestar alimentario, la disminución de las desigualdades, la pobreza y el desempleo (Calicioglu et al., 2019). Los ODS se centran en resolver los problemas que enfrenta el sector agrícola, transformando en sistemas más productivos y menos derrochadores (Amin et al., 2022). Buscan mitigar las consecuencias socioambientales sin cambiar las causas estructurales de los problemas, con el único propósito de alcanzar el progreso y la plenitud como especie, mostrando nuevas formas de satisfacer las necesidades.

Hoy en día los temas de la agricultura sostenible bajo el objetivo de hambre cero están recibiendo una atención crucial sobre la productividad agrícola y la adopción de SAP (Pham et al., 2021; Terlau et al., 2019). Es evidente que este modelo exige sistemas alimentarios sostenibles y una gestión sólida para fomentar nuevos modelos agrícolas, que estén en sinergia con ecosistemas estratégicos (FAO, 2016, p. 10).

La Agenda 2030 reconoce que en adelante no se puede considerar la alimentación, los medios de vida y la gestión de los recursos naturales por separado. Un enfoque centrado en el desarrollo rural y la inversión en agricultura (cultivos, ganadería, silvicultura, pesca y acuicultura) es un instrumento eficaz para poner fin a la pobreza y el hambre y alcanzar el desarrollo sostenible. La agricultura presta una contribución

esencial en la lucha contra el cambio climático (FAO, 2016, p. 7).

Aunque la agricultura es transversal al total de los 17 ODS (Terlau et al., 2019), busca generar crecimiento y desarrollo del sector para cumplir objetivos cruciales (ODS 1 y ODS 8), así mismo contribuir a la acción climática al reducir externalidades como las emisiones que producen efecto invernadero (GEI), la degradación del suelo, la contaminación de las fuentes hídricas, que en ultimas se convierten en factores que influyen en los costos y la forma como se desarrolla agricultura (Abraham & Pingali, 2020).

Prácticas Agrícolas Sostenibles (SAP)

El conocimiento de las prácticas agrícolas sostenibles (SAP) resulta esencial en la comprensión de la transformación de las practicas con enfoque monocultivista, frente al crecimiento poblacional, la presión sobre los ecosistemas y las amenazas que plantea la crisis climática global (Foguesatto et al., 2020; Yahaya I., 2015).

Para Laurett et al. (2021) los SAP son métodos, actividades, actitudes y acciones que pueden contribuir a hacer más sostenible la agricultura, por ejemplo, la disminución del gasto de agua, preservación del suelo, elección de la producción orgánica, disminución del uso de productos químicos y conservación de la biodiversidad. Algunas de estas prácticas incluyen labranza cero, cultivos mixtos, cultivos de cobertura, rotación de cultivos, utilización de compost vegetal, poda, uso de estiércol animal, entre otras (Ehiakpor et al., 2021; FAO, 2016, p. 18; Garrido-Rubiano et al., 2016; Gutiérrez García et al., 2020; Abera et al., 2020; Nkomoki et al., 2018; Oyetunde-Usman et al., 2021a; Peña et al., 2016; Pham et al., 2021; Shayaa Al-Shayaa et al., 2021; Zeweld et al., 2017; Jara-Rojas et al., 2012).

Para aumentar con éxito la productividad, los agricultores deben adoptar estas prácticas agrícolas conjuntamente, ya sea como complementos o como forma de sustituir una práctica tradicional (Ehiakpor et al., 2021). De modo que se pueda incrementar la producción agrícola en la misma área de superficie, sin causar transformación al ecosistema y con menos insumos (FAO, 2016, p. 18). Estas técnicas ayudaran a aumentar la resiliencia a la variabilidad climática contribuyendo a la reducción de los impactos a través del secuestro de carbono y la conservación de la biodiversidad.

En Colombia, el gobierno nacional y las organizaciones no gubernamentales buscan promover la aplicación de múltiples SAP a través de los programas extensión y proyección social. A pesar de los esfuerzos, el sector continúa sufriendo numerosos desafíos, razón por la cual se hace necesario que se analicen los factores que han obstaculizado su aplicación, con la intención de priorizar aspectos puntuales dependiendo del contexto donde se aplique.

Conocimiento de los agricultores sobre la aplicación de SAP

Los pequeños agricultores son actores que han impulsado por muchos años la expansión de la agricultura (Bonfiglio et al., 2017). Estos muestran dinámicas socioeconómicas, ambientales y tecnológicas particulares, que les han permitido desarrollar estrategias de vida y buscar alternativas de participación y decisión comunitaria para aplicar un conjunto de prácticas en busca de mejorar el bienestar y la generación de recursos de subsistencia, no solo a nivel local sino en entornos urbanos (PNUD, 2018; Quimbayo Ruiz et al., 2020; Santacoloma-Varón, 2015). Los agricultores han experimentado procesos de transición continuos que en muchos casos han favorecido el desarrollo de la agricultura, fortaleciendo el empleo agrícola productivo y aumentando el

ingreso total del sector, a nivel mundial, regional y nacional (Laurett et al., 2021; van der Ploeg et al., 2019)

Cuando los pequeños agricultores campesinos disponen de suficientes recursos, son capaces de cumplir con los desafíos que impone la actividad agrícola, el inconveniente es que muchos presentan limitaciones. Por ejemplo, las poblaciones que viven en comunidades remotas presentan dificultades para acceder a la mayoría de los servicios agrícolas (Abera et al., 2020). La baja participación en las organizaciones sociales (asociación de productores), dificulta la inclusión en programas y proyectos promovidos por el estado (Anang & Asante, 2020). Además, el bajo nivel de conocimiento en la apropiación y adopción de los SAP, particularmente en pequeños agricultores de avanzada edad, comprometen significativamente el bienestar de la familia rural y hacen que los recursos económicos del hogar sean escasos, razón por la cual, en los últimos años esta actividad económica ha pasado a ser poco atractiva para las nuevas generaciones (Restrepo Ibiza, 2021, p.3).

A pesar de las políticas diseñadas para mejorar las oportunidades de los pequeños agricultores, existen brechas que han afectado muchas áreas de la vida agrícola, en términos de acceso a préstamos o créditos (ODS 9.3.), los pequeños agricultores a menudo no pueden cumplir con las estrictas condiciones que exigen las entidades bancarias, además, la falta de educación financiera ha empeorado el panorama (Olomola, 2013). Otros desafíos surgen de los bajos niveles de equidad en la gobernanza de la tenencia (ODS 1.4. y 5.a.) y el acceso a recursos tecnológicos como maquinaria y otros equipos.

La FAO en su publicación “Hacer frente al desafío de la agricultura y la

alimentación: la agenda de los pequeños agricultores” menciona cinco agentes de cambio: agricultura familiar, mujeres rurales, inversión en infraestructura, atención a agricultores vulnerables y formuladores de políticas. (Maass Wolfenson Karla D., 2013). La importancia de fomentar políticas que beneficien a los pequeños agricultores a través de insumos, subsidiados y asistencia técnica (Mazhar et al., 2021), se traduce en un ejercicio fundamental para activar nuevos y mejores programas estatales.

El pequeño agricultor campesino se destaca por que produce gran cantidad de alimentos en pequeñas parcelas sin necesidad de labrar la tierra, por lo general no hacen uso de fertilizantes químicos ni pesticidas o herbicidas sintéticos. Casi siempre utilizan semillas adaptadas al suelo y al clima local. En muchos casos la demanda del mercado obliga al pequeño agricultor a producir cultivos comerciales y de gran rendimiento dejando de diversificar las áreas de siembra.

Estado del Arte

Desde la literatura científica la aplicación SAP representan grandes desafíos para lograr una mejor productividad agrícola y un estado de seguridad alimentaria a pequeña escala. Las investigaciones que examinan los factores que influyen, positiva o negativamente, en la aplicación de SAP, son indispensables para entender las capacidades de los agricultor, las características del hogar, la forma cómo se componen las parcelas, los elementos financieros y de gestión, factores externos, importancia de los SAP y los factores psicológicos del productor (percepción) (Foguesatto et al., 2020; Zeweld et al., 2016).

Foguesatto et al. (2020) en su revisión minuciosa de 63 artículos sobre estudios en

todo el mundo, analizaron los factores que determinan la aplicación de SAP, el estudio se enfatiza la importancia de conocer la percepción de los agricultores sobre la adopción de este tipo de prácticas. Se encontró que más de 80 variables eran significativas y podrían incidir de manera positiva o negativa en la elección de los agricultores en la aplicación de uno o varios SAP. Los autores comentan que el uso de diferentes modelos econométricos produce cambios importantes en los resultados y puede influir significativamente en las decisiones de implementar diferentes prácticas. Un ejemplo de ello, es el estudio de Jara-Rojas et al. (2012), en la elección de las mejores prácticas para conservar el recurso hídrico, los autores encontraron niveles de significancia altos para modelos Logit pero no para modelos Logit Multivariantes.

Ehiakpor et al. (2021), evaluaron los factores que impulsan la aplicación de diversos SAP, sus interrelaciones y la severidad de las familias productoras de Ghana al aplicar prácticas sostenibles en cultivos de maíz. Los resultados indicaron que el acceso al crédito en estos hogares es uno de los principales obstáculos para abordar las limitaciones asociadas con la aplicación de SAP. Los hallazgos concuerda con los de Tatis Diaz et al. (2021), al mencionar que el crédito se considera una factor determinante que impulsa diversas actividades a nivel de granja, por ejemplo; para la mecanización y la compra de insumos. El tamaño de la parcela implica que los hogares con explotación más grandes tienen más probabilidades de intensificar sus fincas y aplicar SAP que aquellas familias con fincas más pequeñas. Esta investigación arrojo resultados significativos entre las variables semillas de maíz mejoradas y fertilización química, impulsadas por factores institucionales como la asistencia técnica y la capacidad crediticia de las familias en las regiones estudiadas en Ghana.

Para comprender mejor, es conveniente aclarar que en África la aplicación de fertilizantes químicos es considerada un SAP (Abera et al., 2020; Ehiakpor et al., 2021; Kassie et al., 2013), mientras que en Asia sucede todo lo contrario, precisamente por el consumo excesivo de fertilizantes químicos. El continente es uno de los principales consumidores de esta sustancia, situación que los ha llevado a reajustar el actual modelo productivo e integrar SAP que sean ambientalmente sostenibles (Pham et al., 2021).

Pham et al. (2021), estudiaron los factores asociados con la adopción de SAP en Vietnam. Los autores identificaron cinco (5) prácticas agrícolas importantes que son frecuentemente utilizadas en el país. Los resultados evidencian la prevalencia en el uso de fertilizantes orgánicos por parte de los hogares en Vietnam; práctica esencial en la medida que disminuye los efectos negativos de los impactos ambientales en relación con las prácticas agrícolas convencionales. El estudio además identificó cuatro (4) factores importantes; composición de las fincas, factores socioeconómicos, restricciones de recursos y el capital social, los cuales pueden incidir en la implementación de SAP. Los autores reconocen que los factores vinculados cambian dependiendo del tipo de práctica aplicada, es decir, es necesario promover diferentes SAP utilizando múltiples enfoques. Los agentes de extensión cumplen un papel fundamental, en la medida que, son estos los encargados de introducir los SAP para la solución de problemas puntuales.

Nkomoki et al. (2018) enfatizan en los efectos de la tenencia de tierra al aplicar SAP y analizan la probabilidad de aplicación de diferentes prácticas agrícolas que contrarrestan las amenazas de la seguridad alimentaria a partir de la diversificación de cultivos, cultivos intercalados y agroforestería. Los resultados de este estudio revelaron que la propiedad agraria está fuertemente influenciada por la aplicación de SAP. Además, las

prácticas agrícolas analizadas (diversificación de cultivos y agrosilvicultura), contribuyen al bienestar alimentario en familias de pequeños agricultores en Zambia. Es claro que la aplicación de SAP es mucho más segura en agricultores con pleno derecho de propiedad en comparación de aquellos con fincas en arriendo.

Abera et al. (2020) analizaron los factores socioeconómicos, institucionales y agroecológicos que influyen en las actividades de gestión de tierra en pequeños agricultores etíopes. Los autores revelaron que el contacto con extensionistas y el acceso al crédito fueron determinantes para que los agricultores aplicaran abono orgánico en sus parcelas e implementaran policultivos diversos. Así mismo, la aplicación de diferentes técnicas agroecológicas determinó impactos significativos en el manejo de los suelos. Estos hallazgos sugieren que es necesario establecer estrategias no solo desde el manejo tecnológico en las fincas, sino también a partir de un enfoque holístico que implique la incorporación de una serie de factores (sociales, económicos ecológicos) que impacten al nivel de todas las escalas del sistema.

Por su parte, Zeweld et al. (2017) en su investigación analizan los factores sociopsicológicos (las actitudes e intenciones) de los pequeños agricultores hacia la aplicación de dos SAP específicos; labranza mínima y siembra en hileras. Los autores encontraron que los agricultores tienen intenciones positivas de aplicar SAP en sus fincas, se cree que aquellos con actitudes negativas generalmente cuentan con menos cantidad de recurso y menor fuerza laboral familiar, lo que requiere más dinero para el pago de trabajadores. Los resultados indican que uno de los mayores impulsores al aplicar SAP, es la actitud y esta se relaciona con el capital social en la forma como los agricultores son asesorados para el aprendizaje de nuevo conocimiento y el desarrollo de capacidades. No

cabe duda de que los factores sociopsicológicos influyen en los agricultores al tomar decisiones en sus respectivas unidades productivas y que los factores económicos no son suficientes para promover prácticas sostenibles.

Oyetunde-Usman et al. (2021) examinaron la implementación de diversos SAP entre los pequeños agricultores de Nigeria. Los autores indicaron que componentes como la edad, el género, el nivel de escolaridad, el tamaño de las explotaciones, la asistencia técnica y el estado de riqueza del hogar, dependen significativamente de la intensidad en la que se aplican los SAP. En esta investigación los resultados revelaron que, los hogares dirigidos por mujeres presentan retrasos en la aplicación de diferentes SAP (semillas mejoradas y diversificación de cultivos). Lo que demuestra menor participación de la mujer en programas que capacitan sobre la forma de implementar prácticas agrícolas innovadoras y modernas. Contrario a los jóvenes, donde la probabilidad de aplicar SAP fue significativamente mayor. Por otra parte, la distancia de los hogares a las principales tiendas agropecuarias supone un obstáculo en la aplicación de semillas mejoradas y abono orgánico. Se determinó también, que los factores climáticos como la temperatura y la precipitación afectan las decisiones que puedan tomar los agricultores al adoptar múltiples SAP. En este contexto, es importante que los tomadores de decisiones puedan incorporar en sus planes de gestión factores que garanticen una mejor aplicación.

Shayaa Al-Shayaa et al. (2021), estudiaron las actitudes de los agricultores a partir de la aplicación de prácticas agrícolas ambientalmente amigables. El estudio se realizó en la provincia de Al-Ghat en la región de Riad - Arabia Saudita. Con el objetivo de identificar aquellas prácticas innovadoras e impulsar la utilización de residuos de los cultivos. Los autores plantean que la conversión de residuos agrícolas en subproductos

beneficia al suelo y su fertilidad, al tiempo que resulta ser un recurso económicamente rentable, teniendo en cuenta que una de las limitaciones para los habitantes de esta región se relaciona con los altos costos en insumos agrícolas.

De igual manera, Peña et al. (2016) en Sancti Spíritus, Cuba, analizaron la eficiencia de utilizar coberturas muertas y biofertilizantes sobre cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) y cebolla (*Allium cepa L.*), con el propósito de conocer la eficiencia productiva mediante la aplicación de SAP. Los resultados mostraron que la técnica donde se cubrió el suelo con restos de cosecha de arroz permitió un mejor desempeño en cuanto al diámetro y la altura del bulbo. En definitiva, los tratamientos donde se utilizan residuos de cultivos aumentan las propiedades del suelo y permiten retener mejor la humedad, condición que beneficia, al disminuir los riesgos en la pérdida de las cosechas (Shayaa Al-Shayaa et al., 2021).

Jara-Rojas et al. (2012) analizaron los factores socioeconómicos que favorecen la aplicación de diversas prácticas de conservación de agua en pequeños agricultores de Chile. Los resultados revelaron que la infraestructura agrícola, el capital social, la propiedad sobre la tierra y los factores institucionales (crédito agrícola), juegan un papel clave al implementar prácticas de manejo y la forma como utilizar más eficazmente el agua para el riego. Los autores sugieren que la aplicación de prácticas de conservación de agua debe estar ligada a las políticas públicas para un manejo más eficiente, ya que se identificó que los agricultores más pobres necesitan desarrollar capacidades en el manejo de tecnologías que favorezcan la aplicación de diversas prácticas de conservación, para disminuir las necesidades económicas, especialmente en pequeñas explotaciones que dependen exclusivamente de las lluvias.

Garrido-Rubiano et al. (2016), en su estudio en la Región Caribe colombiana, evaluaron de manera general los atributos de los pequeños agricultores al aplicar diferentes SAP en la producción de maíz. Se identificó que la educación, la tenencia de tierras y los servicios institucionales, presentaron relación con la adopción de SAP. Los resultados permitieron evaluar de manera integral todas las dimensiones del desarrollo, lo que permitió reconocer que no existe un atributo por encima de otro pero que es claro que hay factores que determinan la aplicación de las diferentes prácticas agrícolas. Por ejemplo; los ingresos económicos fuera del hogar y el apoyo institucional tienen una carga significativa en la aplicación de múltiples SAP; pero la adopción de estas no depende solo de la disposición del individuo, sino del contexto, esto incluye una mejor infraestructura y una relación más cercana con los agentes de extensión (Asistencia técnica). La **Tabla 1** presenta un breve resumen de los tipos de SAP utilizados y la aplicación de los diferentes modelos estadísticos aplicados.

Tabla 1.

Modelos estadísticos aplicados y tipos de SAP utilizados

Autores	Título	Modelo o técnica aplicada	SAP
Ehiakpor et al. (2021)	Adopción de prácticas agrícolas sostenibles interrelacionadas entre los pequeños agricultores de Ghana	Modelo Probit Multivariante (MVP) Modelos de Regresión de Poisson sin Truncar	Semillas mejoradas Rotación de maíz con leguminosa Estiércol animal Cultivo intercalado con leguminosa Retención de residuos de cultivos Labranza cero o mínima Fertilizante químico
Nkomoki et al. (2018)	Adopción de prácticas agrícolas sostenibles y amenazas a la seguridad alimentaria: efectos de la tenencia de la tierra en Zambia	Análisis de Regresión Probit Factor de Inflación de Varianza	Diversificación de cultivos Cultivos intercalados Agrosilvicultura Cuencas de plantación

Autores	Título	Modelo o técnica aplicada	SAP
Pham et al. (2021)	Factores que afectan la adopción de prácticas agrícolas sostenibles: Conclusiones de los datos del panel para Vietnam	Modelo de Efectos Aleatorios con Enfoque Mundlak Modelo de Probabilidad Lineal de Efectos Fijos	Rotación de cultivos Tierras en barbecho Cultivo intercalado Prácticas de conservación de suelo y agua Fertilizante orgánico
Zeweld et al. (2017)	Intenciones de comportamiento de los pequeños agricultores hacia prácticas agrícolas sostenibles de Etiopia	Análisis de Componentes Principales (PCA) Bartlett Modelo de Ecuación Estructural	Labranza mínima Siembra en hileras.
Abera et al. (2020)	Determinantes de las prácticas de gestión de tierras agrícolas entre los pequeños agricultores en la cuenca del Wanka, tierras altas del noroeste de Etiopía	Estadística Descriptiva Modelo Logit Multinomial (MNL)	Estiércol animal Fertilizante químico Diversificación de cultivo Rotación de cultivos Uso combinado de fertilizantes químicos, rotación de cultivos y zanjas de drenaje
Oyetunde-Usman et al. (2021)	Determinantes de la adopción de múltiples prácticas agrícolas sostenibles entre los pequeños agricultores en Nigeria	Modelo Probit Multivariante (MVP) Probit Ordenado	Semillas mejoradas Fertilizante químico Cultivo mixto Estiércol animal
Shayaa Al-Shayaa et al. (2021)	Cuestiones ambientales en relación con las prácticas agrícolas y las actitudes de los agricultores: un estudio de caso de Arabia Saudita	Estadística Descriptiva. Coeficiente de Correlación de Pearson Simple.	Residuos de cultivos Fertilizante orgánico Labranza de conservación
Peña et al. (2016)	Prácticas agrícolas sostenibles que incrementan los rendimientos de diferentes cultivos en Sancti Spíritus, Cuba	Análisis de Varianza Unifactorial. Análisis de Homogeneidad de Varianza. Prueba de Rangos Múltiples	Residuos de cultivos

Autores	Título	Modelo o técnica aplicada	SAP
Jara-Rojas et al (2012)	Adopción de prácticas de conservación del agua: un análisis socioeconómico de los pequeños agricultores en el centro de Chile	Modelos de Regresión de Poisson, Modelo Logit Multinomial. Logit.	Riego por goteo Canales para el Paso del Agua Limpieza de sedimentos
Garrido-Rubiano et al. (2016)	Pequeños productores de maíz en el Caribe colombiano : estudio de sus atributos y prácticas agrícolas	Modelos de Regresión de Poisson sin Truncar	Abono orgánico Cultivos de Cobertura Semillas Mejoradas Rotación de Cultivos Raleo de Plantas Asociación de Cultivos Labranza Minina No Quema de Residuos

Nota. La tabla muestra los SAP analizados en diferentes estudios y los principales modelos y técnicas aplicadas. Elaboración propia, 2022.

Capítulo II

Metodología

Área de estudio

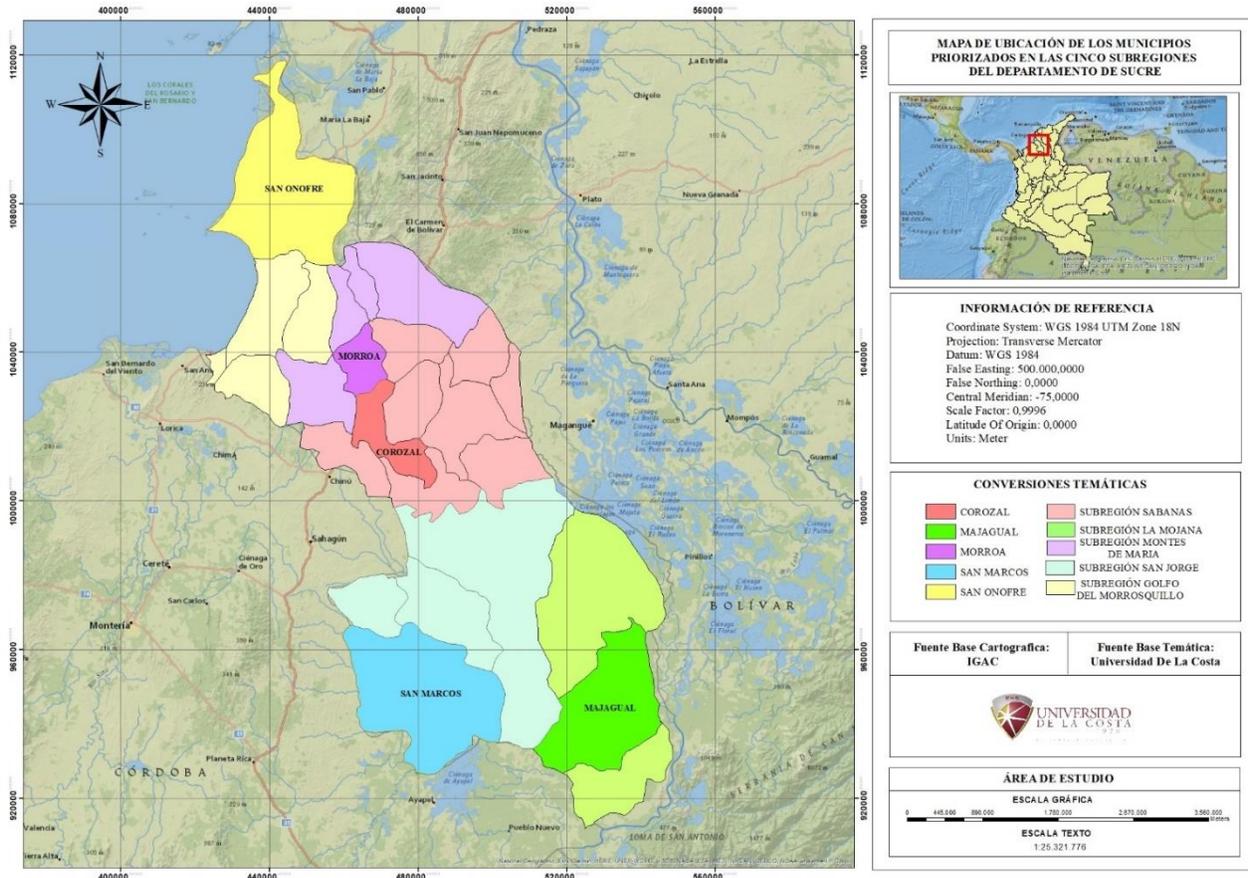
El departamento de Sucre hace parte de los 32 departamentos de Colombia, se encuentra ubicado entre las coordenadas geográficas; 08° 16' 28" y 10° 09' 34" de latitud norte, y 74° 32' 05" y 75° 42' 55" de longitud oeste, situado al norte de Colombia (**Figura 1**). Comprende una extensión de 10917 Km², que corresponde al 1.0% del área del país y alrededor del 8.5% de la región Caribe. Cuenta con una población de 949.252 habitantes (DANE, 2016). Comprende 26 municipios de los cuales el 37% (392651 ha) tienen vocación agrícola, el 15% (163165 ha), vocación agroforestal y el 5% (49851 ha) vocación pecuaria (UPRA, 2019).

Sucre se caracteriza por presentar temperaturas anuales en el rango 27°C a 30°C y humedad relativa en el orden del 85% (IDEAM, 2016). El esquema de precipitación es del tipo bimodal, con pocas lluvias el primer semestre del año y periodo de sequía entre los meses de julio y agosto. Las mayores precipitaciones se registran el segundo semestre del año, alcanzando valores superiores a los 2800 mm (Aguilera Díaz, 2005; Gobernación de Sucre, 2020b).

En los últimos 15 años, el departamento ha sido afectado por la agudización de los fenómenos como variaciones de calor que afectan los estados de temperatura y crean situaciones extremas en el ciclo hidrológico que en efecto pueden ser lluvias torrenciales o sequias extremas ENSO (El Niño-Oscilación del Sur-), han incrementado la frecuencia y la intensidad en los periodos de escasez del recurso hídrico.

Figura 1

Mapa de ubicación de los municipios priorizados en las cinco subregiones del departamento de Sucre



Nota. Ubicación geográfica de las subregiones y municipios estudiados en el departamento de Sucre. Elaboración propia, 2023.

El departamento se divide en cinco subregiones fisiográficas (**Tabla 2**). La mayoría de las áreas se hallan dentro de zonas de bosque seco tropical (Bs-T) de Holdridge (1978). A diferencia de la subregión Mojana, que por efectos de la variabilidad climática se ha consolidado como bosque húmedo tropical (Bh-T). Gran parte de la zona se compone de humedales con complejos ecosistémicos, conformados por ciénagas y caños, que se conectan con los ríos Cauca, Magdalena y San Jorge (Aguilera Díaz, 2005).

Tabla 2*Características de las subregiones y municipios priorizados del departamento de Sucre*

<i>Subregiones</i>	<i>Rango de elevación (m)</i>	<i>Municipios</i>	<i>Precipitaciones mm. anuales</i>	<i>Área en porcentaje del total de la población (%)</i>	<i>Coberturas vegetales predominantes</i>
<i>Montes de María – Extensión 1.104 km²</i>	1-1000	Ovejas, Chalán, Morroa , Colosó y Sincelejo.	1000-1300	10,4	Zona Bs-t, con paisajes representados por sistemas de montaña
<i>Golfo de Morrosquillo – Extensión 1.886 km²</i>	0-30	Coveñas, Palmito, San Onofre , Tolú y Tolú Viejo,	900 – 1200	18	Zona Bs-t, bosques de manglar denso, lagunas costeras, mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales
<i>San Jorge – Extensión 2.934 km²</i>	20-65	Caimito, La Unión, San Marcos y San Benito Abad	1300 –2300	28,1	Zona Bh-t, Bs-t, Bms-t, con sabanas naturales, mosaico de pastos y cultivos
<i>La Mojana – Extensión 2.337 km²</i>	16-36	Sucre, Majagual y Guaranda	2800	26,6	Zona Bh-t con paisajes representados por ciénagas naturales, lagunas y lagos
<i>Sabana – Extensión 2.101 km²</i>	70-185	San Pedro, Sampués, Los Palmitos, Galeras, Buenavista, Corozal , San Juan de Betulia, El Roble y Sincé	990 – 1275	21,1	Zona Bs-t, con predominio en paisajes de lomerío

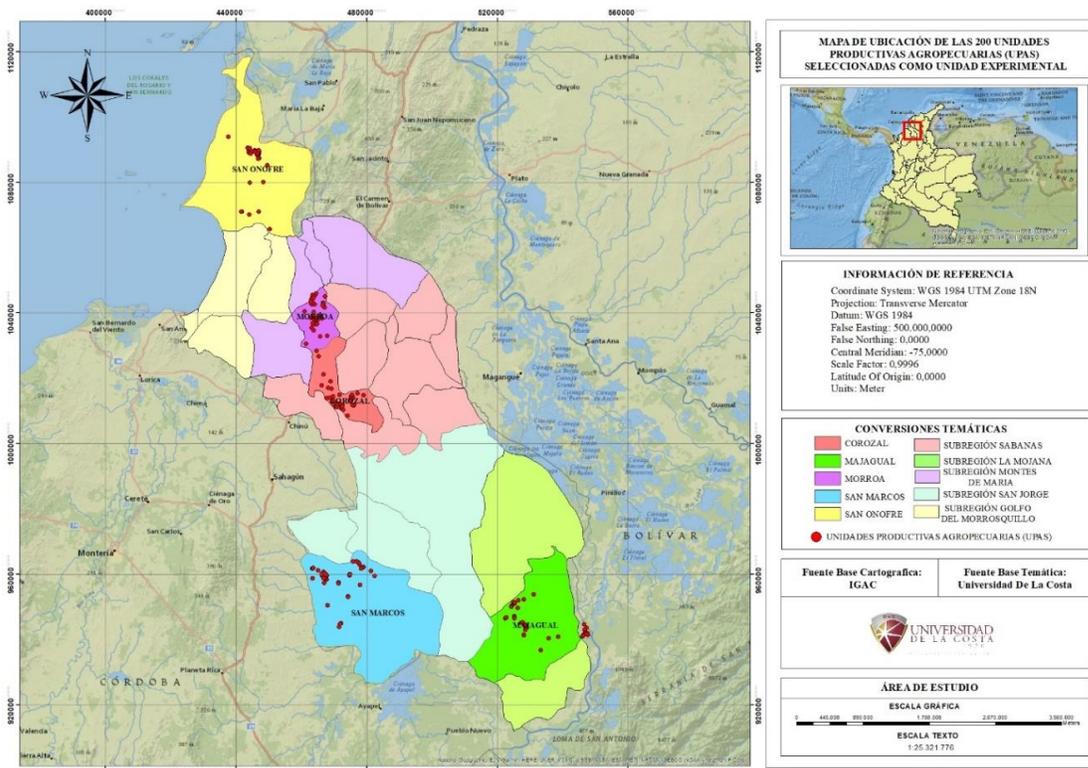
Nota. La tabla muestra particularidades de las subregiones y municipios que los conforman. En negrita los municipios priorizados para esta investigación. Los datos de las precipitaciones se obtienen de Estación Meteorológica más cercanas del IDEAM (Gobernación de Sucre, 2020a).

Luego de que el proyecto “Aplicación de Técnicas de Ingeniería que Aumenten la Resiliencia de los Agroecosistemas a la Variabilidad Climática en el Departamento de Sucre”, revisara a detalle el informe del Censo Nacional Agropecuario (2016), los datos disponibles del Ministerio de agricultura (Agronet) y la información de la secretaria de Planeación de la Gobernación de Sucre, se seleccionaron los municipios priorizados por cada subregión (**Tabla 2**). Se

escogieron debido a que cumplen con los requisitos climáticos, agronómicos, económicos y sociales para la realización e implementación de modelos agrícolas novedosos que permitieran mejorar la resiliencia agroecosistemática del departamento. Se tuvo en consideración las subregiones del departamento con el fin de determinar la respuesta a la variable productiva en las zonas climáticas, edafoclimáticas y naturales que presentan cada una de ellas. En estos cinco municipios se seleccionaron 200 unidades productivas agropecuarias (UPAs), 40 por cada municipio priorizado (Tabla 2).

Figura 2

Ubicación de las 200 Unidades Productivas Agropecuarias (UPAs)



Nota. El mapa muestra la ubicación de las unidades experimentales, 200 UPAs escogidos de manera aleatoria en los cinco municipios seleccionados en el departamento de sucre.

Técnicas de recopilación de información

Este estudio se realizó mediante una encuesta de caracterización participativa a pequeños agricultores del departamento de Sucre. Después del proceso de recolección de información los datos recopilados se analizaron a través de estadística descriptiva, aplicando dos técnicas multivariantes: Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM) y Análisis de Componentes Principales (ACP). Estas técnicas se utilizaron para interpretar los datos a partir de las asociaciones multidimensionales observadas entre las variables que caracterizan las prácticas de los productores y los factores socioeconómicos, los cuales permitieron identificar relaciones entre ellos. Por lo tanto, se obtuvieron representaciones Biplot para mostrar las agrupaciones de las variables estudiadas.

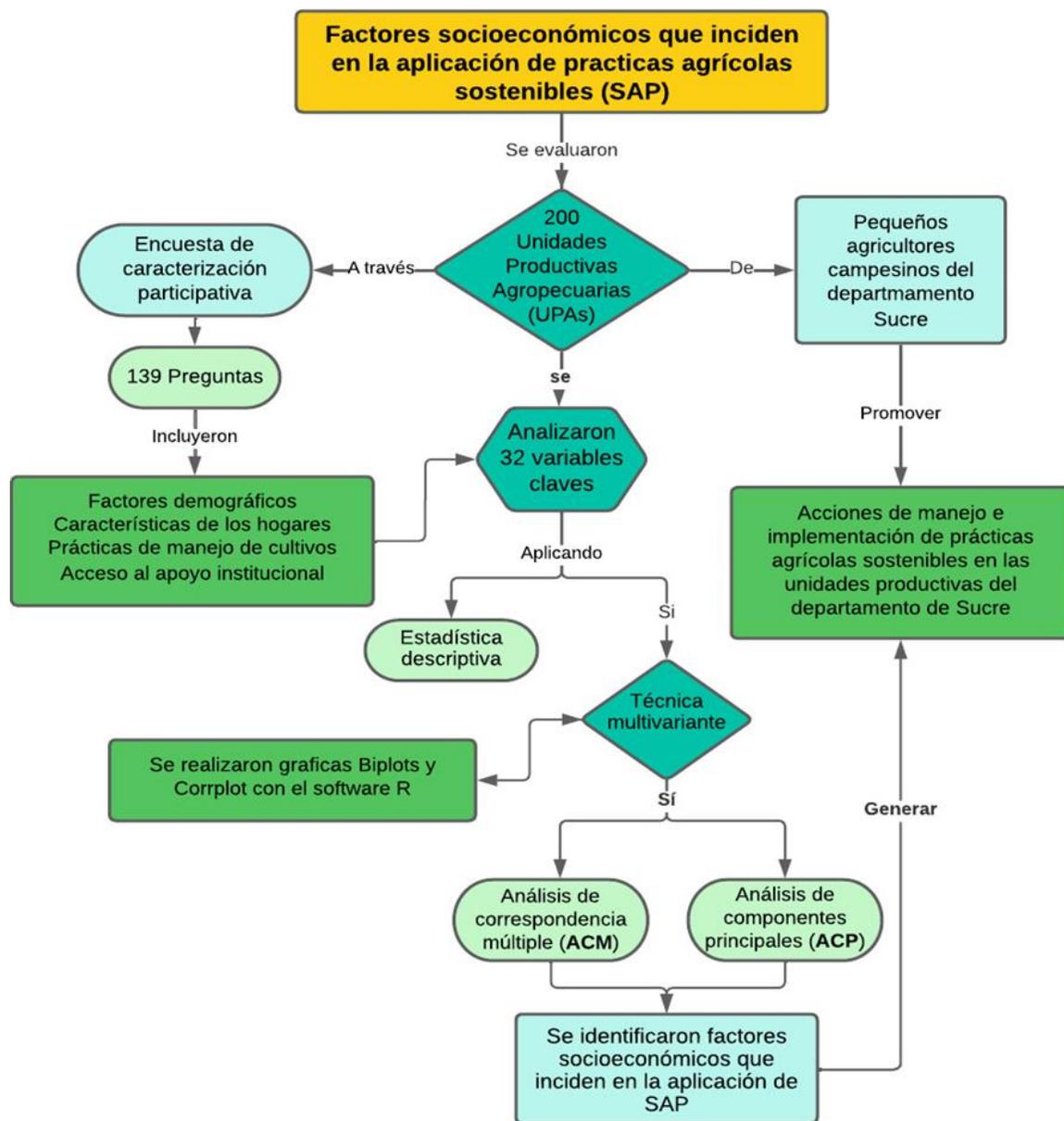
Se utilizaron estas técnicas de análisis, ya que se consideran exploratorias y su aplicación no requiere tener ningún tipo de supuesto preexistente respecto a la interdependencia entre variables. Adicionalmente, en este estudio no se definió una variable respuesta con la intención de hacer inferencia respecto a la forma en que los otros factores la condicionan; más bien, técnicamente busca describir los patrones observados entre los múltiples campos de interés. Adicionalmente, se utilizó una técnica de Biplot para obtener una representación multidimensional de las prácticas agrícolas y sus relaciones con diferentes servicios y así describir las asociaciones que se perciben entre ellas. La **Figura 3** muestra la representación de la metodología aplicada para esta investigación.

Las encuestas se realizaron en 200 UPAs en los cinco municipios seleccionados, distribuidas en 40 por cada municipio. Fueron elegidas aleatoriamente y forman parte del proyecto agrosiliencia. Para el DANE (2014), el total de unidades de producción en estos municipios es de aproximadamente 10571. Cerca del 0.3% de las UPAs en Sucre

constituyen el 36% de las áreas rurales, mientras que el 56% solo ocupan menos del 4% del área total, es decir, más de la mitad de las UPAs cuentan con menos de 5 hectáreas y su ocupación en área de superficie es de alrededor del 3%.

Figura 3

Diagrama metodológico



Nota: Elaboración propia

Las encuestas se aplicaron entre los meses julio y agosto de año 2020, contenían 139 preguntas con información detallada sobre los motores socioeconómicos de las prácticas agrícolas, incluyendo características de los hogares, factores demográficos, y acceso al apoyo institucional en las diferentes unidades de producción agropecuaria. Los tipos de SAP escogidos en esta investigación se extrajeron de la encuesta para luego ser procesados mediante modelos estadísticos utilizados. Las familias incluidas en el estudio eran de diversos grupos sociales cuya principal vocación es la agricultura.

Análisis de datos

Finalizada la fase de caracterización socioeconómica, se asignaron códigos por cada categoría extraída, para luego ser incluidos en una base de datos. Se extrajeron las variables clave (32 variables) que describen datos sociodemográficos (familiares, nivel educativo, laboral, organización comunitaria), datos financieros (acceso al crédito, seguro agrario, percepción de ingresos por cosecha), diversidad agrícola de las UPAs (vivienda propiedad, número de hectáreas productivas, tipo de sistema implementado), y prácticas de manejo (condiciones percibidas de calidad del suelo, aplicación de fertilizantes, prácticas de ahorro de agua, control de plagas y enfermedades, control de malezas, manejo de las parcelas). Se realizó ACM para explorar las asociaciones entre las categorías de variables cualitativas, y ACP para identificar asociaciones cuantitativas.

ACM estudia las interacciones entre categorías de variables cualitativas basadas en una muestra de individuos. Esta técnica ofrece una representación gráfica de las categorías en filas y columnas y permite comparar su "correspondencia" (asociación) a nivel de categoría. También es útil para recopilar eficientemente grandes conjuntos de datos, lo que proporciona información considerable en estudios de población (Costa et al., 2013). Por

otro lado, el ACP es una técnica de reducción de dimensionalidad que busca resumir de manera multidimensional las interdependencias entre diferentes variables cuantitativas, que se asocian a los aspectos que permiten establecer vínculos entre la aplicación de diferentes prácticas agrícolas y los diferentes aspectos socioeconómicos.

Una característica relevante del análisis multivariante es la visualización gráfica de puntos, fila y columna en Biplots, que puede ayudar a detectar relaciones estructurales entre categorías de variables, ofreciendo un mapa visual que permite la interpretación de datos (Costa et al., 2013). En el contexto de la agricultura, este tipo de técnica ha sido utilizada en investigaciones como las de Xavier et al. (2022); Ranjan Dash et al. (2022); Mucheru-muna et al. (2021); Humbert et al. (2020); Gutiérrez García et al. (2020); Bornhofen et al. (2019); Robert et al. (2017); Baležentis & Baležentis. (2016).

Acciones de manejo para la promoción e implementación de SAP en UPAs del departamento de Sucre.

Las acciones de manejo para la implementación de los SAP a nivel de finca se proponen de acuerdo con los resultados alcanzados a partir del análisis de los factores que condicionan los aspectos socioeconómicos y el acceso a los servicios agrícolas. Estas acciones fueron encaminadas a mejorar el desempeño de los pequeños agricultores en sus parcelas a partir de la adopción de un conjunto de prácticas que permitirán dinamizar el campo.

En este estudio, se empleó el programa FactoMineR del software R (versión 3.0.1) para obtener los resultados (R Development Core Team, 2013).

Capítulo III

Resultados

Estadística descriptiva

Definir las características demográficas y socioeconómicas que influyen en la agricultura permite identificar las limitaciones, características relevantes de los hogares y las decisiones de implementar un conjunto de prácticas. La estadística descriptiva y las variables empleadas en este estudio se pueden ver en la **Tabla 3**. Los resultados de los 200 encuestados reflejaron que el 72% (n=144) de los hogares están encabezados por hombres. Si bien esto demuestra mayor participación, e indica menor aportación sobre el papel que desempeña la mujer en la agricultura, no significa que la población femenina en este estudio no influya en los hogares, por el contrario, representan el 28% (n=54) de las familias encuestadas. Esto sugiere que las decisiones de las mujeres para innovar en nuevos procesos en el campo están a la vanguardia, muy a pesar de que los hombres en una sociedad tradicional son quienes toman la mayoría de las decisiones. Las mujeres están intensificando el quehacer dentro de esta actividad económica. En este estudio se evidenció una influencia positiva con relación a la participación de las mujeres en los hogares rurales.

Tabla 3

Descripción de las variables categóricas y numéricas.

Variable	Codificación	Descripción	Categoría	Corozal	Majagual	Morroa	San Marcos	San Onofre
Sexo (%)	SX_1	Sexo del jefe de la familia	Hombre	72	62	75	70	80
	SX_2		Mujer	28	38	25	30	20
Nivel de educación (%)	NE_1	Nivel de educación de los agricultores	Ninguno	13	43	48	40	50
	NE_2		Primaria	30	40	13	30	18
	NE_3		Secundaria	30	10	18	20	5
	NE_4		Universitario	28	18	23	10	28
Estado civil (%)	EC_1	Estado civil del jefe de la familia	Soltero	13	23	13	18	20
	EC_2		Unión libre	45	55	50	60	45
	EC_3		Casado	43	23	38	23	35
Conformación núcleo familiar	NF	Número de miembros en el hogar	Promedio	2.7	2.82	2.62	3.1	3.27
			Dev. St.	1.81	1.50	1.56	1.89	1.76

Días de Trabajo en predio	DP	Días de trabajo en propiedad del jefe de familia	Promedio	6.12	6.5	6.22	5.87	5.97
			Dev. St.	1.34	1.06	1.38	2.06	0.86
Días de trabajo fuera del predio	DF	Días de trabajo fuera de la propiedad del jefe de familia	Promedio	1.9	0.5	0.575	1.1	1.025
			Dev. St.	2.41	1.06	1.41	2.07	0.86
Mano de obra familiar (%)	MF	Disponibilidad de mano de obra familiar	Importante	60	70	82	60	85
			Contrario	40	30	12	40	15
Jornal pago (%)	MJP	Disponibilidad para pagar el trabajo en el predio	Importante	45	7	10	43	15
			Contrario	55	94	90	57	85
Mano Combinada (%)	MC	Disponibilidad para combinar mano de obra en el predio	Importante	0	0	2	2	0
			Contrario	100	100	98	98	100
Minga (%)	MTC	Disponibilidad para trabajar en comunidad	Importante	2	0	2	0	0
			Contrario	98	100	98	100	100
Organización comunal (%)	OJC_1	El jefe de familia pertenece a una organización comunitaria	Pertenece	10	18	12	3	3
	OJC_2		Contrario	90	82	88	98	98
Asociación productores (%)	OPC_1	El jefe de familia pertenece a una cooperativa de agricultores	Pertenece	7	5	25	0	18
	OPC_2		Contrario	93	95	75	100	82
Tenencia del predio (%)	OT_1	Forma como el jefe de familia adquirió la propiedad	Herencia	38	45	8	45	15
	OT_2		Compra	60	35	23	55	5
	OT_3		Restitución	0	0	58	0	3
	OT_4		Subsidio	3	20	13	0	78
Total hectáreas	HT	Tamaño total del predio del jefe de familia	Promedio	15.55	8.5	14.37	10.3	7.85
			Dev. St.	20.75	7.75	8.42	8.70	8.69
Hectáreas productivas	HP	Total de hectáreas productivas en el predio	Promedio	9.75	8.6	7.875	9.625	2.4
			Dev. St.	17.21	7.45	4.58	8.39	1.17
Sistema agrícola implementado (%)	SI_1	Tipo de sistema implementado en labores de siembra	Agroforestal con especie nativa	3	95	3	0	18
	SI_2		Agroforestal	48	0	13	0	40
	SI_3		Monocultivo	28	3	28	90	18
	SI_4		Agroecológico	23	3	58	10	25
Calidad de suelo percibida (%)	CSP_1	Percepción de los agricultores sobre el estado de calidad del suelo	Color	45	43	28	28	10
	CSP_2		Textura	28	20	45	55	30
	CSP_3		Humedad	10	28	20	8	25
	CSP_4		Estructura	18	10	8	10	35
Poda (%)	P_1	Los agricultores realizan poda en el predio	Realiza	80	90	73	73	65
	P_2		Contrario	20	10	28	27	35
Control sanitario (%)	CS_1	Los agricultores realizan control sanitario en los cultivos	Realiza	60	100	65	55	90
	CS_2		Contrario	40	0	35	45	10
Ahorro de agua (%)	AA_1	Los agricultores ahorran agua en la granja	Realiza	37	63	90	0	85
	AA_2		Contrario	63	37	10	100	15
Agua para riego (%)	AL_1	Disponibilidad del sistema de riego en la finca	Aplica	50	100	50	36	90
	AL_2		Contrario	50	0	50	64	10
Fertilización (%)	F_1	Los agricultores realizan trabajos de fertilización	Aplica	60	100	65	90	32
	F_2		Contrario	40	0	35	10	68
Fertilización por año	FA	Número de fertilizaciones por año en la finca	Promedio	0.55	1.12	0.9	1.62	1.85
			Dev. St.	0.84	0.99	0.87	0.66	0.53
Tipo de fertilización (%)	TF_1	Tipo de fertilización utilizado por el jefe de familia	Orgánica	35	84	35	38	23
	TF_2		Química	23	16	30	55	8
	TF_3		No aplica	42	0	35	8	69
Control de	CM_1	Forma de control de	Manual	57	15	28	33	40

maleza (%)	CM_2	malezas en cultivos	Químico	38	65	64	57	32
	CM_3		Mecánico	5	20	8	10	28
Control plaga enfermedades (%)	CPE_1	Forma de control de plagas y enfermedades en los cultivos	Químico	87	97	70	87	75
	CPE_2		Biológico	13	3	30	13	25
Asistencia técnica (%)	AT_1	Acceso al Servicio de Asistencia Técnica	En contacto	5	0	20	0	37
	AT_2		Contrario	94	100	80	100	63
Ingreso mensual	IPM	Ingresos mensuales del hogar	Promedio	1106923	621250	619750	1180000	499125
			Dev. St.	1145506	561692	369646	505457	452924
Ingreso por cosecha	IPC	Disponibilidad de ingresos por cosecha	Promedio	614075	254700	380000	660025	769500
			Dev. St.	1576786	192100	434062	1229581	170353
Gasto mensual	GM	Gasto mensual en el hogar	Promedio	732500	553125	526125	937500	383500
			Dev. St.	635544	350133	275649	392681	348326
Crédito agrícola (%)	CAG_1	El jefe de familia recibió crédito agrícola	Beneficiario	30	37	30	35	32
	CAG_2		Contrario	70	63	70	65	68
Percepción ingreso cosecha (%)	PIC_1	Percepción de los agricultores sobre los ingresos por cada cosecha	Regular	10	40	17	40	5
	PIC_2		Buena	55	35	68	32	90
	PIC_3		Mala	35	25	15	28	5

Nota. Elaboración propia

Por otra parte, las estadísticas de los hogares revelaron que poco menos de la mitad (40.5%) de los hogares encuestados tienen menos de 6 años en su formación académica, se evidenció que una parte de los que encabezan los hogares presentan bajo nivel de escolaridad. Por lo tanto, supondríamos que poseen un conocimiento limitado sobre la aplicación de algunos SAP. Estos resultados contrastan con los presentados en la encuesta nacional agropecuaria (DANE, 2016) al revelar que el 44.5% de los productores campesinos en el departamento de Sucre no sobrepasan el nivel educativo básica primaria. Mientras que en el orden nacional el 58.8% de los hombres y un 54.9% las mujeres respectivamente, alcanzó a terminar la educación básica primaria, lo que establece niveles de formación muy por debajo de los presentados en áreas urbanas (DANE, 2016). Esto explica el bajo nivel educativo en las áreas exploradas en este estudio y es un factor social que dificulta la adopción SAP.

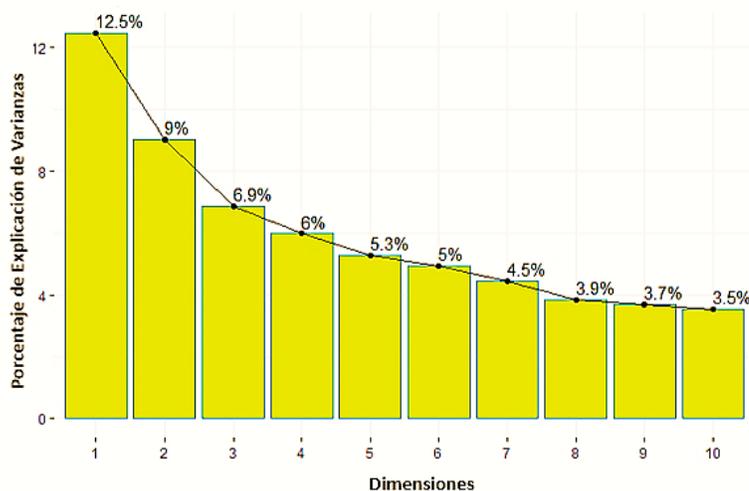
De acuerdo con el análisis descriptivo, gran parte de los hogares encuestados concuerdan que la fuerza laboral familiar es un factor clave, puesto que contribuye a que los sistemas productivos permanezcan en el tiempo y la mano de obra sea permanente. En

general, el número de personas en un grupo familiar varía entre 1 y 8. En cuanto al régimen de tenencia del predio revelado, el 35.5% de los predios fueron adquiridos mediante compra. Esta forma de adquisición está relacionada con mejores ingresos económicos (**Tabla 3**). Cabe resaltar que el 12% de los encuestados manifestó que obtuvo el predio en procesos de restitución de tierra, es muy probable que esta condición está ligada con ingresos económicos limitados y la escasa participación en asociaciones de productores (**Tabla 2**). Algunos de los encuestados en el municipio de Morroa comentan que el área rural correspondiente a la jurisdicción de los Montes de María, en algún momento se vio afectada por la violencia y el conflicto armado, lo que produjo el desplazamiento de pequeños campesinos hacia las zonas urbanas.

Resultados del análisis multivariante

Resultado mediante Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM)

Los datos con los que se realizó el ACM ameritaron la categorización de algunas variables numéricas a cualitativas. En la **Figura 4** puede notarse la baja variabilidad absorbida por cada una de las dimensiones resultantes del ACM, y que las dos primeras dimensiones no son suficientes para explicar más del 30% de la variabilidad total, lo que sugiere que otras dimensiones deben ser consideradas para tener una explicación completa. Pese a lo anterior, la técnica ACM permite enfocarse en el análisis de relaciones entre variables, puesto que, no existen condiciones previas como normalidad y linealidad. Además, en comparación con otros métodos, nuestro enfoque proporciona resultados estadísticos que son fáciles de visualizar y permiten identificar patrones relevantes. Estos patrones visuales son una herramienta valiosa para resaltar aspectos importantes del análisis, que de otra manera podrían pasar desapercibidos.

Figura 4*Variabilidad explicada por las dimensiones del ACM*

Nota. Elaboración propia, usando el software R

Un aspecto importante de resaltar, con lo cual se puede observar también la baja variabilidad explicada por las primeras dimensiones, es que para obtener el 100% de la variabilidad explicada fue necesario obtener 35 dimensiones. No obstante, a manera de ejemplo se muestra en la **Tabla 4** las principales contribuciones de las variables. Estas contribuciones en términos teóricos corresponden a las inercias explicadas anteriormente en los detalles de la técnica.

Tabla 4*Contribuciones de las variables en todas las dimensiones del ACM*

	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5	Dim.6	Dim.7	Dim.8	Dim.9	Dim.10	Dim.11	Dim.12	Dim.13
Variance	0.218	0.158	0.120	0.105	0.092	0.087	0.078	0.067	0.064	0.062	0.061	0.052	0.050
% of var.	12.484	9.022	6.876	5.986	5.275	4.952	4.453	3.851	3.683	3.541	3.479	2.970	2.861
Cumulative % of var.	12.484	21.506	28.382	34.367	39.642	44.595	49.047	52.898	56.581	60.122	63.602	66.572	69.433
	Dim.14	Dim.15	Dim.16	Dim.17	Dim.18	Dim.19	Dim.20	Dim.21	Dim.22	Dim.23	Dim.24	Dim.25	Dim.26
Variance	0.047	0.043	0.041	0.040	0.038	0.036	0.034	0.030	0.029	0.026	0.025	0.024	0.021
% of var.	2.707	2.442	2.329	2.280	2.159	2.030	1.920	1.743	1.665	1.493	1.444	1.377	1.188
Cumulative % of var.	72.141	74.583	76.911	79.191	81.351	83.381	85.301	87.044	88.709	90.202	91.646	93.024	94.212
	Dim.27	Dim.28	Dim.29	Dim.30	Dim.31	Dim.32	Dim.33	Dim.34	Dim.35				
Variance	0.019	0.018	0.015	0.013	0.012	0.009	0.008	0.006	0.001				
% of var.	1.111	1.014	0.867	0.750	0.662	0.516	0.456	0.332	0.078				
Cumulative % of var.	95.323	96.337	97.205	97.955	98.617	99.134	99.590	99.922	100.000				

Nota. Elaboración propia, usando el software R

La información de la Figura 4 se puede complementar con la **Figura 5**, donde se muestra mediante una representación Corrplot, la contribución relativa de cada una de las categorías a las dimensiones multivariantes resultantes. Puede observarse que en la primera dimensión se agrupan las variables referentes a el nivel de asociación de los productores (OPC), realizan ahorro de agua para posteriormente realizar riego en los cultivos (AA), realizan fertilización (F), tipo de fertilización (TF), han recibido asistencia técnica (AT), tipo de sistema agrícola implementado (ST), ingresos percibidos por cosecha y otra referente a la tenencia del predio (OT).

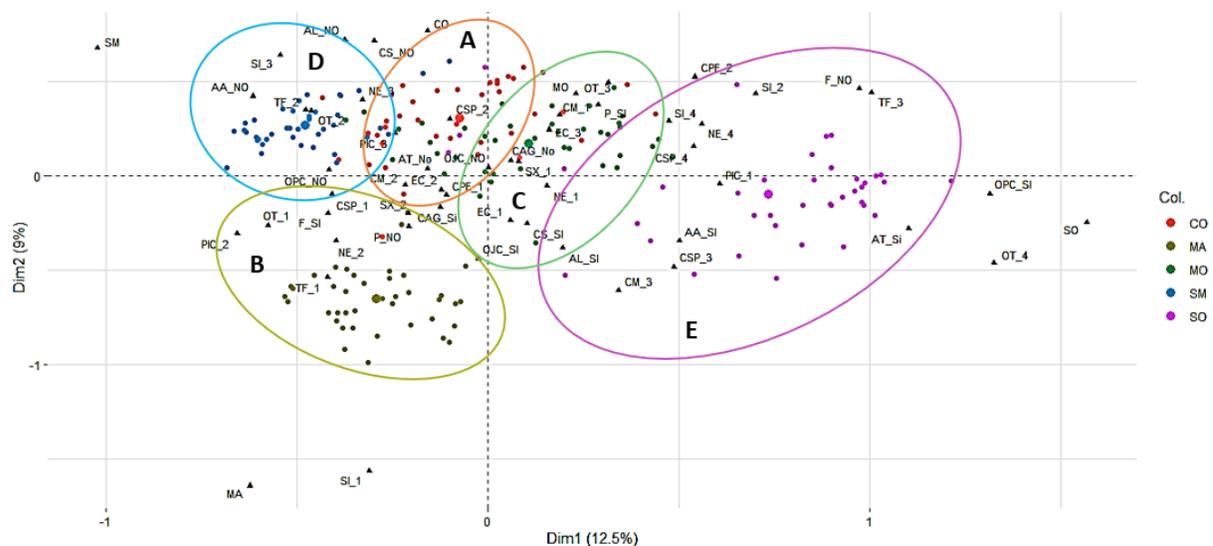
La segunda dimensión combina en una baja contribución de variables asociadas a prácticas agrícolas sostenibles; control sanitario en los cultivos (CS), poda (P), tipo de sistema agrícola implementado en el predio (ST), relacionados con prácticas de ahorro de agua (AA) y agua para riego (AL). En contraste, para una explicación completa de los factores, es esencial comprender el comportamiento de la cuarta dimensión, que está adecuadamente representada por el factor relacionado el crédito agrícola (GAC), que se combina con el manejo o no de fertilizantes (F) y el tipo de fertilización usada (TF), lo anterior con la intención de erradicar la plaga y el control de enfermedades en los cultivos (CPE).

Frente a otros ejes diferentes al 1 y 4, se observa que la dimensión 3 está asociada al igual que la dimensión 4 a los factores que tienen relación con el crédito agrícola (GAC), tenencia del predio del predio (OT) y al tipo de sistema agrícola implementado en el predio (ST), pero teniendo en cuenta las contribuciones presentadas en la **Figura 4**, la dimensión 4 explica mejor las variables asociadas a los factores.

presencia de cinco grupos bien diferenciados. Como se muestra en el gráfico, el primer grupo (A), está representado en su mayoría por hogares que realizan actividades fuera del predio (**Tabla 2**). Son su mayoría hogares económicamente diversos, que dependen de ingresos externos. Sus fuentes de ingresos son mayores que las de los otros grupos. Sin embargo, el 55% perciben ingresos deficientes de las actividades agrícolas (PIC_3). Razón por la cual tienden a realizar actividades fuera de la finca. Los encuestados atribuyeron la disminución de los ingresos a los altos costos de los suministros agrícolas. La utilización de fertilizantes químicos, herbicidas y pesticidas para controlar malezas (CM_2) y plagas en los cultivos (CPE_1), podría ocasionar una reducción en los ingresos que se obtienen a partir de las cosechas, provocando en muchas familias situación de escasez. A esto se suma la falta de asistencia técnica (AT_2), la escasa promoción del crédito agrícola (GAC_2) y la baja participación en organizaciones locales (OJC_2).

Figura 6

Interpretación de los conglomerados en el gráfico ACM por cada municipio priorizado



Nota. Interpretación de conglomerados en el gráfico ACM por municipio priorizado: A

Corozal (CO); B – Majagual (MA); C – Morroa (MO); D – San Marcos (SM); E – San Onofre (SO). Los conglomerados fueron definidos con base en las asociaciones observadas entre categorías.

Un segundo grupo (B) estuvo formado por hogares que en su mayoría perciben ingresos promedios por la venta de los cultivos cosechados (PIC_2). Estos hogares se caracterizan por la aplicación de sistemas agrícolas amigables con el entorno (SI_1) y destacan por su afinidad a los servicios forestales. El uso de compost orgánico se hace evidente (TF_1) (**Tabla 6**). La aplicación de fertilizante orgánico por parte de estos hogares ha reducido la probabilidad de utilizar suministros externos (principalmente herbicidas, pesticidas, fertilizantes). Por otra parte, se hizo evidente que el nivel de educación (NE_2) resultó ser un factor determinante en la aplicación de fertilizante orgánico.

En el tercer grupo (C) se encontró asociación entre los vínculos: poda (P_1) y control de maleza (CM_1); manejo de plaga (CPE_1) y control fitosanitario (CS_1). Es evidente que el vínculo entre poda y el manejo de las malezas en los cultivos resulta decisivo en el enfoque cultural, al igual que el manejo de plagas y el control fitosanitario. Estas prácticas en la mayoría de los casos permiten reducir los problemas en las plantaciones forestales y los altos niveles de crecimiento en plantas invasoras. Las categorías anteriormente mencionadas, se vieron influenciadas por el nivel de participación de los hogares en organizaciones locales (OJC_1). Según lo informado por los agricultores campesinos, el frecuente contacto grupos de productores (OPC_1) aumenta la probabilidad de aplicar un conjunto de SAP, probablemente porque se consolidan esquemas de trabajo y grupos de autoayuda que se motivan entre sí para alcanzar metas puntuales. A pesar de que la mayoría de estos hogares no sobrepasaron los seis años de educación formal, mostraron un concomitamiento adecuado sobre la aplicación de

diversas prácticas agrícolas (P_1-CM_1) y (CPE_1-CS_1).

El cuarto grupo (D) se encontró asociación entre el nivel de educación (NE_3), el tipo de sistema implantado (SI_3) y el tipo de fertilización (TF_2) (**Tabla 6**). En este caso una mejor educación se relaciona positivamente con la fertilización química, al igual que los sistemas compuestos por un solo cultivo.

Un último grupo (E) representó aquellos hogares con bajo nivel educativo (NE_2). Parte de estos hogares aplican prácticas que no son costosas de implementar (SI_3). A pesar de tener bajo nivel de escolaridad, los resultados indican que un alto porcentaje de estos hogares adoptan prácticas agrícolas sostenibles, como la aplicación de compost orgánico (TF_1) y control de malezas sin utilización de insumos químicos (CM_3). Así mismo conjugan actividades agrícolas amigables con los ecosistemas como son los arreglos agroforestales (SI_2) y sistemas agroecológicos (SI_4). Estas prácticas guardan relación con el contacto con extensionistas y la capacidad de asociatividad de los agricultores campesinos (OPC_1) (**Tabla 6**).

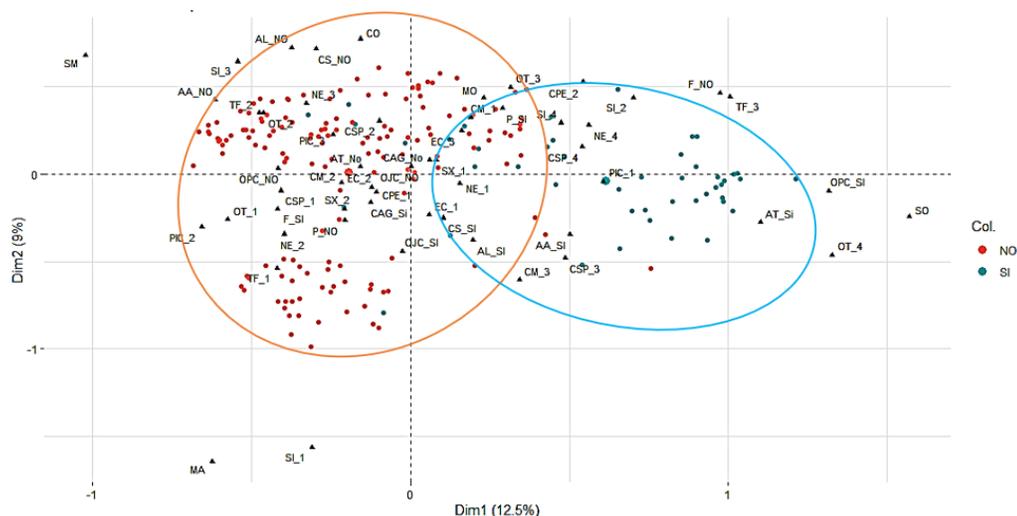
Organización social y asistencia técnica agrícola

El ACM según el nivel de membresía corporativa o asociación de productores (**Tabla 7**), sugiere que los hogares que trabajan de manera conjunta adoptan mejores prácticas agrícolas, por tanto, tienen mayores posibilidades de acceder a cierto tipo de beneficios; por ejemplo, la asistencia técnica, el crédito agrícola y por ende percibir mejores ganancias al momento de comercializar sus cosechas (PIC_1). En este estudio el 32.8 % de los hogares han estado alguna vez en contacto con extensionistas (**Tabla 2**). No obstante, el acceso a este servicio en la mayoría de los hogares no está asegurado en su totalidad, en consecuencia,

representa una fuerte amenaza sobre la aplicación de SAP y el uso adecuado de nuevas tecnologías.

Figura 7

Interpretación de los conglomerados en el gráfico ACM por nivel de asociación



Nota. Gráfico de análisis de correspondencia múltiple (ACM) de la distribución del plano 1-2 según nivel de asociación (OPC). Pertenece (SI) o por el contrario (NO). Los conglomerados se definieron en función de la visualización gráfica y grado de asociaciones presentes.

Crédito agrícola

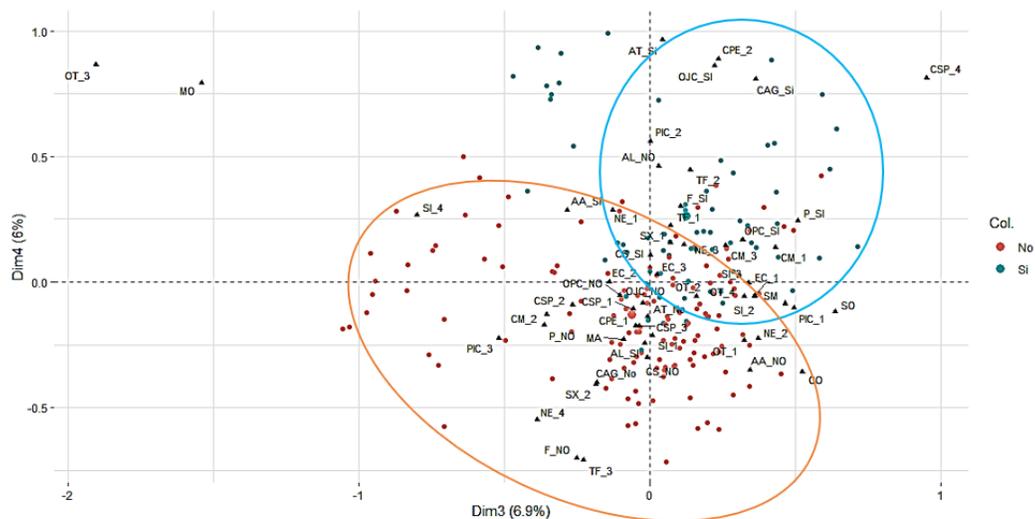
El acceso al crédito en estos hogares está influenciado principalmente por factores socioeconómicos que vinculan al agricultor con la compra de insumos agropecuarios, mejora agrícola, compra de animales y maquinaria. Las entidades financieras difícilmente confieren créditos a los agricultores campesinos en estas zonas, parte de esa limitación es por la poca capacidad crediticia y el peligro relativo al comportamiento del clima.

Debido a los riesgos que supone la agricultura en estos tiempos, durante la entrevista los agricultores campesinos expresaron que sienten temor para acceder a servicios de créditos formales por miedo a fallar en un posible incumplimiento, la muestra claramente dos grupos

bien definidos aquellos que han accedido al crédito 30% y los que no han tenido la posibilidad de hacerlo 70%. Algunos comentan que no han accedido al crédito por que el gobierno no incluye dentro su política pública un plan estructurado que permita a los campesinos acceder a nuevas tecnologías a partir de la obtención de un crédito formal, comentan que es difícil acceder cuando el estado no cuenta con suficientes recursos para hacerse cargo de la financiación de los créditos, otros porque no saben tramitar los documentos, por falta de oferta y/o porque no tienen vida crediticia activa.

Figura 8

Interpretación de los conglomerados en el gráfico ACM por crédito agrícola



Nota. Plano ACM 3-4 según crédito agrícola (GAC). Pertenece (SI) o por el contrario (NO).

Los clústeres se definieron de acuerdo con la visualización en el plano y las asociaciones presentes.

Fertilización

La fertilización por parte de los agricultores campesinos estaba determinada por el nivel de ingreso (IPM) y la accesibilidad al crédito formal (CAG). En general, el 69.5% de los

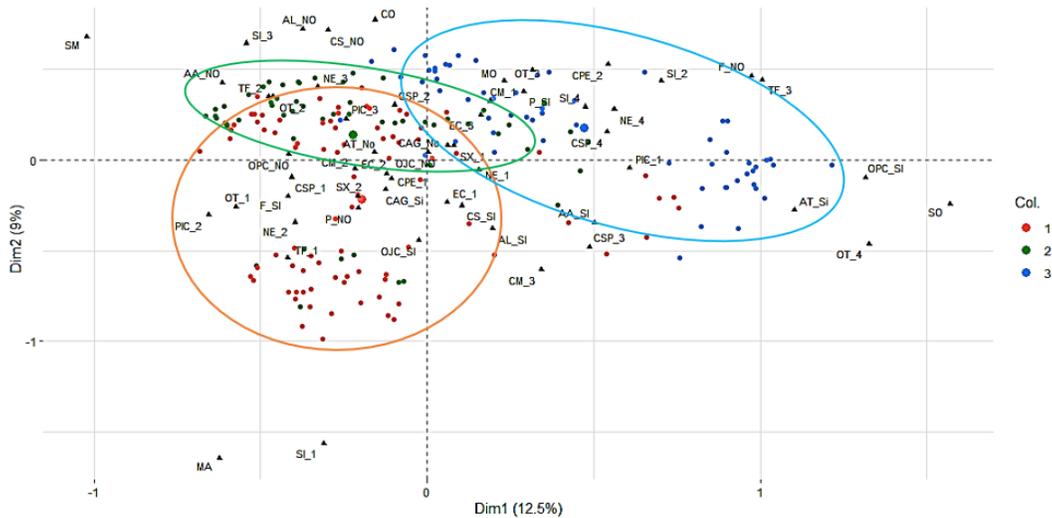
encuestados afirmaron que aplican fertilizantes en sus predios (**Tabla 2**). La mayoría reconoce que esta práctica es necesaria porque fortalece la capacidad del suelo y proporciona un suministro estable de nutrientes. Los encuestados afirmaron darle mayor prioridad a la fertilización orgánica. Los agricultores concuerdan que el abono orgánico (estiércol animal) mejora considerablemente las características físicas del suelo (CSP). Los resultados presentados en la **Figura 9** indican una estrecha relación entre el uso de fertilizante orgánico (TF_1), el nivel de ingresos (IPM) y el crédito agrícola (CAG_1), es decir, aquellos hogares que perciben mejores ingresos generalmente implementan este tipo de práctica, que están fuertemente relacionadas con el uso de abonos verdes y la aplicación de sistemas amigables con los ecosistemas (SI_1).

Los resultados de la **Figura 9** muestran conexión entre el uso de fertilizante químico (TF_2) y el nivel de educación (NE_3). Los jefes de hogares con formación universitaria tienden a utilizar con mayor frecuencia la fertilización química (TF_2), impulsados tal vez por el uso de sustancias aplicadas en la agricultura extensiva, que, si bien aportan nutrientes a las plantas, podrían destruir la vida del suelo y generar grandes problemas. En este estudio los agricultores con un mejor nivel de educación (NE_4), suelen elegir la aplicación de fertilizantes inorgánicos en lugar de otros métodos en aras de aumentar el éxito del cultivo. Los resultados revelaron, además, que el uso de fertilizantes químicos fue motivado por la aplicación de monocultivos (SI_3) (**Figura 9**); cuando solo se siembran uno o dos tipos de plantas, se requieren cantidades cada vez mayores de fertilizantes (TF_2). Los agricultores estuvieron de acuerdo en que los meses de mayor fertilización concuerdan con los meses de mayor ocurrencia de lluvias (mayo, junio, julio, octubre y septiembre). En general la fertilización se realiza preferiblemente en la primera época de lluvias del año, normalmente en

las dos épocas de lluvias mayores.

Figura 9

Interpretación de los conglomerados en el gráfico ACM plano 1-2 por tipo de fertilización



Nota. Gráfico de análisis de correspondencia múltiple (ACM) de la distribución del plano 1-2 por tipo de fertilización, orgánica (F1); química (F2) no aplica (F3). Los tres conglomerados indican relaciones de asociatividad equivalente entre el TP y los determinantes socioeconómicos del agricultor.

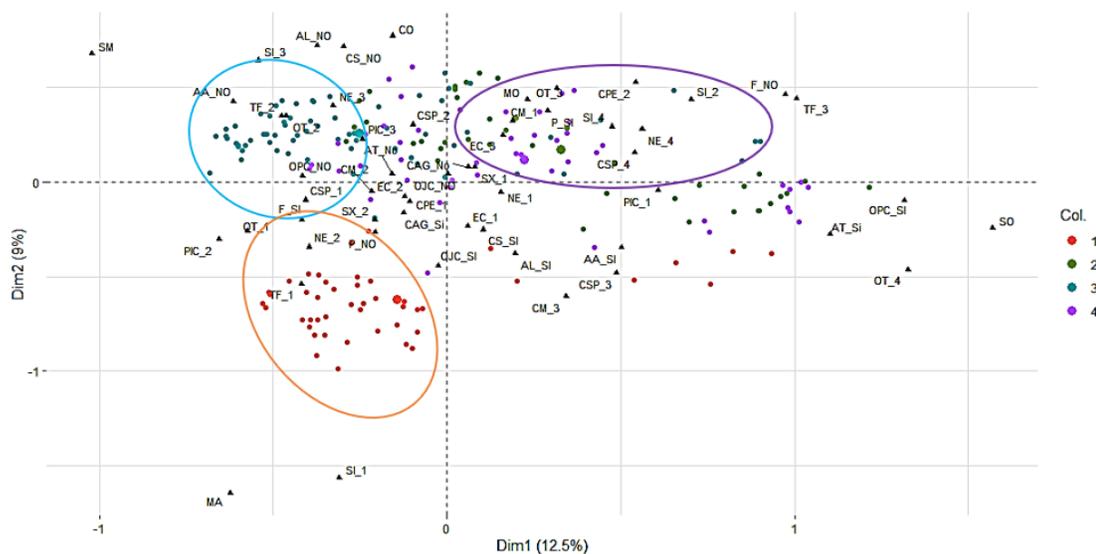
Sistemas agrícolas implementados

Las prácticas agrícolas sostenibles, están directamente asociadas con el tipo de sistema implementado. El ACM muestra relación estrecha entre sistemas agroforestales con especie nativa (SI_1), prácticas de poda (P_1) y manejo de plaga (CPE_2) (**Figura 10**). Los agricultores indicaron que la poda puede asegurar que las plagas asociadas al cultivo no se dispersen a otras áreas, además, que la poda en este tipo de sistemas puede mejorar la circulación del aire y evitar la entrada de nuevos patógenos. También se evidenció relación entre la siembra de un solo cultivo (SI_3) y la fertilización inorgánica (TF_2), se cree que,

este tipo de sistemas demanda grandes cantidades de fertilizantes y pesticidas para mantener altas producciones. Igualmente se percibieron asociación entre sistemas agroecológicos (SI_4) y fertilización orgánica (TF_1) (**Figura 10**). Los agricultores expresaron que estos sistemas requieren bajos niveles de fertilizantes, gran parte de los que aplican este tipo de técnicas sienten que el sistema por sí solo es capaz generarlos al implementar plantaciones de coberturas y rotación de cultivos.

Figura 10

Interpretación de los conglomerados en el gráfico ACM por tipo de sistema implementado



Nota. Interpretación de los conglomerados en el gráfico ACM por tipo de Sistema Implementado y las diferentes asociaciones, agroforestal con especie nativa (SI-1); agroforestal (SI-2); monocultivo (SI-3); agroecológico (SI-4). Los conglomerados se definieron en función de la visualización gráfica.

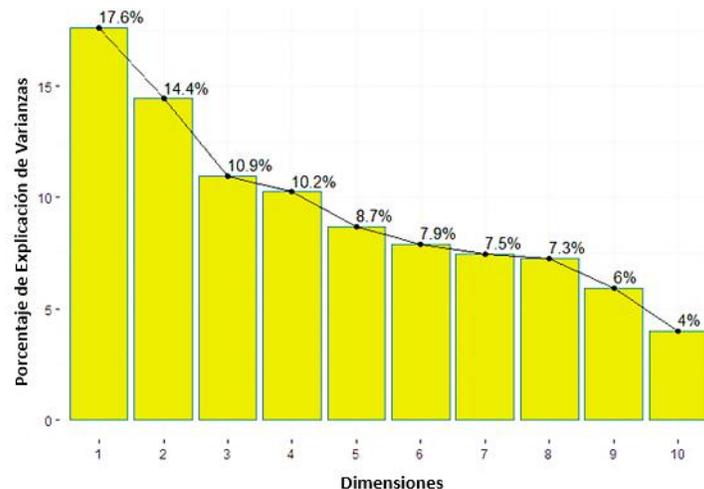
Resultado del análisis de componentes principales (ACP)

Con el propósito de evaluar la interdependencia entre variables, se estudiaron las

relaciones entre los promedios y valores de los diferentes parámetros cuantitativos, considerando como variables suplementarias los parámetros cualitativos medidos. Los primeros 4 ejes del plano indican el 53.26% de la variabilidad total (**Figura 11**). Se seleccionaron para representación los 3 primeros ejes del ACP (Tabla 5). El primer eje representó 17.62% de la variabilidad total, mientras que el segundo eje representó el 14.4% (**Figura 11**).

Figura 11

Variabilidad explicada por las dimensiones del ACP



Nota. Elaboración propia, usando el software R.

Tabla 5

Contribuciones de las variables en todas las dimensiones del ACP

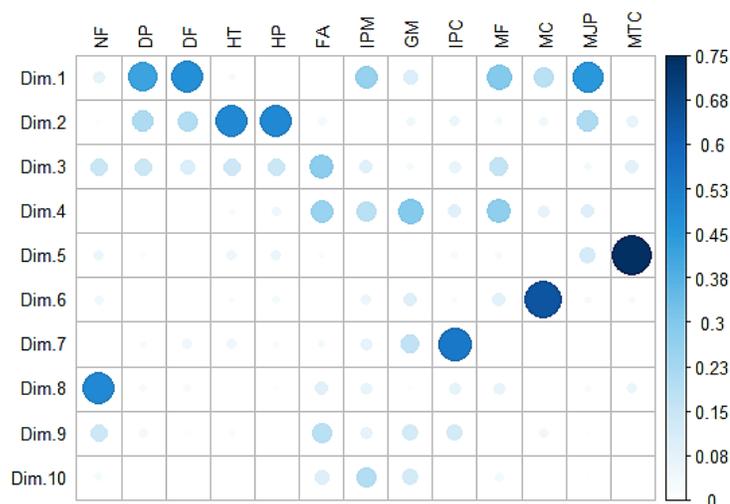
Variables (the 10 first)	Dim.1			Dim.2			Dim.3		
	ctr	cos2		ctr	cos2		ctr	cos2	
NF	0.268	3.143	0.072	0.119	0.760	0.014	-0.388	10.592	0.151
DP	0.647	18.291	0.419	-0.457	11.127	0.209	0.380	10.128	0.144
DF	-0.693	20.947	0.480	0.444	10.510	0.197	-0.320	7.191	0.102
HT	0.157	1.076	0.025	0.700	26.077	0.490	0.375	9.902	0.141
HP	0.075	0.246	0.006	0.700	26.097	0.490	0.378	10.053	0.143
FA	0.004	0.001	0.000	-0.193	1.990	0.037	0.534	20.036	0.285
IPM	0.507	11.238	0.257	-0.012	0.007	0.000	-0.288	5.816	0.083
GM	0.316	4.356	0.100	-0.202	2.165	0.041	0.184	2.386	0.034
IPC	0.016	0.011	0.000	-0.237	2.979	0.056	-0.258	4.680	0.067
MF	-0.545	12.963	0.297	-0.176	1.652	0.031	0.401	11.318	0.161

Nota. Elaboración propia, usando el software R.

La información de la Tabla 5 se puede complementar con la **Figura 12**, donde se muestra mediante una representación Corrplot, la contribución relativa de cada una de las categorías a las dimensiones resultantes. Puede observarse que en la primera dimensión se agrupan las variables relativas a días de trabajo fuera del predio (DF), días de trabajo en el predio (DP), pago de jornales (MJP), ingresos mensuales (IPM), trabajo combinado (MC) y mano de obra familiar (MF). La segunda dimensión combina categorías con dimensiones más bajas; hectáreas totales (HT) y hectáreas productivas (HP) en la cual se encuentran aquellos jefes de hogar que desarrollan actividades dentro y fuera del predio en busca de recibir pagos por jornal de trabajo (MJP).

Figura 12

Contribuciones de las categorías a las dimensiones del ACP



Nota. Elaboración propia, usando el software R

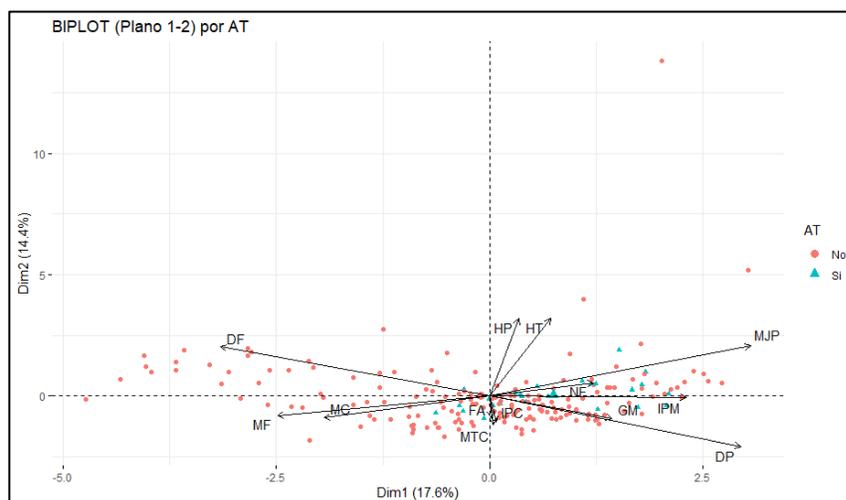
Se encontró una alta dispersión entre los componentes días que trabajan fuera del predio (DF), ingreso mensual (IPM) y jornal pago (MJP). Se analizaron las categorías suplementarias para mirar la relación con las variables categóricas (cualitativas). Estas variables mostraron asociación con las variables medidas en cada eslabón socioeconómico,

por ejemplo; nivel de educación (NE), crédito agrícola (CAG), asistencia técnica (AT) y la dimensión que agrupa la variable referente a la percepción de ingresos por cosechas (PIC).

El Biplot de la **Figura 13** se observan dos agrupaciones claramente definidas, hogares en contacto con extensionistas (22.5%) y aquellos que no han tenido posibilidad de recibir asistencia técnica agrícola (87.5%) en sus predios. Se observa en la dirección opuesta a los vectores un grupo representado que se caracteriza principalmente por realizar actividades agrícolas fuera del predio que incluyen, según comentan, trabajos en fincas vecinas, venta de productos y motataxismo, entre otros. Perciben ingresos regulares (PIC_2) a pesar de tener fuentes de ingresos diversificados. El segundo eje absorbe solo el 14.44% de toda la variabilidad. Parece tener una conexión con los componentes número de hectáreas productivas (HP) y días de trabajo en el predio DP (**Figura 13**).

Figura 13

Proyección plano factorial 1-2 del ACP por Asistencia Técnica (AT)



Nota. Proyección plano factorial 1-2 del ACP en el eslabón socioeconómico que se relaciona con el Servicio de extensión (AT), a partir de los componentes trabajo en el predio (DP); trabajo fuera del predio (DF); mano de obra familiar (MF), jornal pago (MJP), ingresos

percibidos cosechas (IPM), hectáreas totales (HT); hectáreas productivas (HP).

Acciones de manejo propuestas que promuevan la implementación de SAP.

La finalidad de implementar acciones de manejo que promuevan una agricultura sostenible y amigable con los ecosistemas consiste en disminuir la degradación en los suelos y fuentes hídricas mejorando sus propiedades fisicoquímicas. Con ello, se busca mantener un equilibrio que permita optimizar las técnicas para transformación de la materia orgánica del suelo y mantener buena calidad en el agua usada para riego, que finalmente ese balance se traduzca en un incremento del rendimiento de los cultivos.

Basados en lo anterior, la productividad agrícola es sostenible, si dentro del sistema se incorporan SAP que permitan un manejo adecuado al suelo, a los cultivos, al recurso hídrico, y de igual forma, se conserva la biodiversidad. La información obtenida de la caracterización socioeconómica de la población reveló que se hace pertinente incorporar procesos que permitan evaluar simultáneamente una variedad de indicadores para identificar las mejores prácticas agrícolas en los distintos sistemas de producción. En este sentido, los SAP que se podrían implementar en las áreas priorizados deberían contemplar:

- La escala ambiental (agroecológica): Fomentar un enfoque ecológico en la agricultura, disminuyendo la contaminación al recurso hídrico y al suelo a través de la incorporación de productos orgánicos que garanticen el éxito de los cultivos.
- La escala social (social-territorial): Contemplar las necesidades actuales de los grupos poblacionales entorno al bienestar alimentario.
- La escala económica: Asegurar la viabilidad, eficiencia y rentabilidad del negocio agrícola.

Todo sistema socioecológico está caracterizado por su capacidad de resiliencia y se basa en tres características principales: la capacidad de (i) absorber impactos y mantener la función; (ii) auto-organizarse; (iii) aprender y adaptarse (Aich et al., 2022). La agricultura es uno de los sistemas más sensibles influenciados por la alteración de patrones meteorológicos y climáticos (Aich et al., 2022). En este sentido, la capacidad de resiliencia, también se ha visto afectada por efectos del cambio climático, siendo crucial incorporar técnicas productivas que permitan reducir los impactos producidos por las actividades antropogénicas como la aplicación irracional de fertilizantes, pesticidas y herbicidas, que en el largo plazo conllevan a la desertificación y degradación (Deng et al., 2013).

Como primera acción de manejo para la implementación de SAP que se ajusten a la dinámica de la actividad productiva de los cinco municipios priorizados podría estar enfocada en una reducción significativa de la dosificación manual de los agroquímicos que se utilizan en la agricultura, ya que su aplicación excesiva puede contribuir a una posible bioacumulación de metales pesados y a su vez a un desbalance de los nutrientes asociados al suelo, ocasionando reducciones en la productividad de los cultivos (Islam & Karim, 2019). Igualmente, para contrarrestar lo anterior surge otra acción de manejo, la cual estaría enfocada en aumentar la adopción de tecnologías limpias, por ejemplo, el uso de abonos orgánicos tales como lombricompost, humus, entre otros que puedan usarse como abono y a su vez mejorar las características fisicoquímicas por el aumento de la materia orgánica en el suelo (Page et al, 2020).

Otra opción que podría marcar la diferencia e implementarse como acción de manejo en el área estudiada podría estar relacionada con la disminución de la degradación y erosión física del suelo, lo cual es posible si se incorporan técnicas o actividades de manejo

en función de mejorar la capacidad productiva del suelo (Page et al., 2020). Algunas de estas técnicas incluyen el establecimiento de cultivos de cobertura, labranza mínima, rotación de cultivos y policultivos. Cuanta más materia orgánica tengan los suelos, mayor será la capacidad de retención de agua, cierre de ciclos biogeoquímicos y el mantenimiento de la fertilidad en el tiempo (Keller et al., 2012).

A pesar de las acciones propuestas, el proceso de toma de decisión de las entidades encargadas puede ser altamente variable y los resultados podrían ser específicos para determinados grupos de personas, lugares y situaciones. Por lo anterior, se propone realizar una caracterización en todas las aristas de lo que se considera como desarrollo sostenible, es decir, una caracterización ecológica que evidencie las prácticas tradicionales; una caracterización ambiental del estado actual de los ecosistemas; y una caracterización socioeconómica de los usuarios de los recursos, todo esto antes de promover cualquier acción de manejo. Por otro lado, se evidenció la necesidad de contemplar la implementación de procesos de fomento de la vocación agrícola de acuerdo con las necesidades de las comunidades. Diferentes estudios indican que el nivel de conocimiento es un aspecto clave para la implementación de técnicas que implican un alto nivel de innovación (Kassie et al., 2013, Handavu et al., 2019). Del mismo modo, promover acciones que permitan la adaptación y adecuación de los saberes tradicionales y ancestrales del pueblo campesino, en busca de impulsar la actividad productiva de estas comunidades. Finalmente, todas las acciones deberán estar articuladas con el Plan Nacional de Desarrollo y las estrategias nacionales dirigidas a favorecer la agricultura sostenible, la adaptación y mitigación de cambio climático.

Discusión

Esta investigación examinó los factores socioeconómicos que inciden en la aplicación de SAP en 200 UPAs en el departamento de Sucre. La mayor parte de los jefes de hogar eran hombres 72%, mientras que solo un 28% de las mujeres ejercían como jefes directos. Esto demuestra un empoderamiento social significativo y destaca la necesidad de hacer esfuerzos adicionales para asegurar que estas actividades se lleven a cabo en condiciones de igualdad (Baylina y Rodó-Zárate, 2020, Gobernación de Sucre, 2020b, Gobernación de Sucre, 2020a). Tanumihardjo et al. (2020) manifestaron que la educación es un factor clave que permite impulsar la participación de las mujeres en proyectos de investigación agrícola, experimentos participativos y salidas de campo (Baylina y Rodó-Zárate, 2020, Tanumihardjo et al., 2020). En estas áreas y muchas en el país, el trabajo agrícola es ampliamente considerado una actividad masculina, mientras que las tareas domésticas son responsabilidad de las mujeres (García-Reyes y Wiig, 2020). Este estudio mostró que en términos de participación las mujeres pueden contribuir sustancialmente a consolidar un modelo agrícola sostenible.

Se conoció que menos del 50% de los hogares analizados presentaban bajo grado de escolaridad. El bajo nivel de educación normalmente se asocia con factores de riesgo, ya que los agricultores temen conocer nuevas alternativas de trabajo debido a su capacidad limitada (Handavu et al., 2019). Diferentes estudios indican que el nivel de conocimiento es un aspecto clave para incorporar nuevas técnicas que impliquen un alto nivel de innovación para la implementación de prácticas sostenibles (Kassie et al., 2013, Handavu et al., 2019). En su estudio Gutiérrez et al. (2020) señalan que el bajo nivel de conocimiento es un aspecto que limita la capacidad de los suelos y el rendimiento en los cultivos.

Se encontró que la educación es un factor determinante en la aplicación de fertilizante. Los hogares mejor educados a menudo aplican técnicas más eficientes que les permiten obtener mejores resultados al controlar la proliferación de organismos que causan daño, sin comprometer la estabilidad económica. Por lo general están más informados sobre los beneficios de adoptar nuevas formas para trabajar la tierra. Para Gutiérrez et al., 2020 tener plena comprensión sobre el manejo de los suelos, es esencial para salvaguardar el potencial agrícola e impulsar el crecimiento de los cultivos. Contrario a lo que plantea Zugravu-Soilita et al. (2021), cuyo estudio indicó que estar mejor educado no necesariamente implica incorporar nuevas técnicas y mejores técnicas al proceso productivo.

Paradójicamente, los hogares con educación superior utilizan con mayor frecuencia la fertilización inorgánica, alentados tal vez por el uso de agroquímicos que aportan nutrientes a las plantas y aumentan la productividad. Este aspecto es consistente con los hallazgos de Mucheru-muna et al. (2021) en el condado de Embu, Kenia, los cuales encontraron que un gran porcentaje de los pequeños agricultores, especialmente aquellos mejor educados, utilizaron fertilizantes inorgánicos de manera más intensa y adecuada. Según Abera et al. (2020), los agricultores con educación avanzada tienden a seleccionar fertilizantes inorgánicos en lugar de otros métodos para aumentar el éxito del cultivo. Esta práctica requiere tener una comprensión adecuada de cómo usar y aplicar los fertilizantes inorgánicos para evitar consecuencias negativas si no se lleva a cabo adecuadamente ya que pueden destruir la vida del suelo y generar problemas significativamente altos (Oyetunde-Usman et al., 2021).

Gran parte de los encuestados manifestaron estar de acuerdo en que incluir mano de

obra familiar en las labores agrícolas es una ventaja sustancial. Para Santacoloma (2015) este es un factor determinante para la prosperidad y persistencia de los sistemas productivos ya que se asegura la disponibilidad de mano de obra. Según Jara-Rojas et al. (2012) un mayor número de personas en el hogar representa una mayor fuerza laboral, por lo tanto, aumenta la probabilidad de aplicar múltiples SAP. Por su parte, Handavu et al. (2019), informaron que el tamaño de la familia en muchos casos se considera una carga cuando se trata de necesidades fundamentales. Berry (2018) sostiene que los pequeños agricultores recurren permanentemente a contratar mano de obra, llegando incluso a crear más empleo que otras fuentes.

Se cree que los agricultores con mejores condiciones económicas tienen más probabilidades de aplicar mejores técnicas agrícolas en sus fincas (Foguesatto et al., 2020). Por lo tanto, tener una vivienda propia podría ser un factor determinante que indique una mayor libertad para llevar a cabo nuevas formas de trabajo en la propiedad y una mayor probabilidad de adoptar una gran variedad de SAP en sus fincas.

Se evidenció adicionalmente que la mayoría de los hogares económicamente diversos dependen de ingresos externos. Esto es evidente en Shayaa Al-Shayaa et al. (2021) al mencionar que los agricultores cuyos ingresos provienen en gran medida de trabajos no agrícolas tienden a diversificar la economía familiar y a buscar oportunidades económicas adicionales en otros sectores. Handavu et al. (2019) señalan que estos recursos son fundamentales, ya que responden a una alternativa que genera ingresos adicionales. A pesar de que esto implica mayores ingresos, se encontró que la participación de algunos miembros en actividades no agrícolas podría ser un factor de riesgo, por ejemplo, los jefes de hogares podrían abandonar sus tierras y de esta manera cortar el relevo generacional.

Por otro lado, se encontró que el acceso a los servicios de extensión determina una mejora sustancial en la implementación continua de varias prácticas a nivel de granja (Oyetunde-Usman et al., 2021). Sin embargo, en estos hogares la asistencia técnica no está totalmente garantizada lo que representa una amenaza para la adopción de buenas prácticas agrícola y el uso nuevas tecnologías. Según lo informado por Anang y Asante, (2020), el uso de estos servicios está determinado por un conjunto de elementos interrelacionados. Nuestro estudio indica tales relaciones con diversos aspectos incluidos, la percepción de ingresos y el crédito agrícola para la compra equipos. Estos aspectos se consideran factores claves para la mecanización a nivel de granja, porque muchos agricultores necesitan tener suficientes ingresos para contratar maquinaria y de esta forma preparar el suelo para la siembra (Anang y Asante, 2020). No obstante, la labranza frecuente afecta negativamente la salud del suelo, dejándolo vulnerable ya que la materia orgánica se oxida con el oxígeno formando CO₂ lo que destruye importantes redes de hongos bajo tierra (Yue et al., 2023). La labranza también requiere mucho combustible y mano de obra. Para Jagoret et al. (2018) el uso de un solo cultivo requiere igualmente de labrar la tierra, así como también mayores cantidades de fertilizantes químicos para aumentar la productividad. Nuestros resultados mostraron que la relación entre la siembra de monocultivos y la fertilización química exige un alto uso de pesticidas sintéticos, probablemente para mantener altos rendimientos de los cultivos. Para muchos de los hogares, la única fuente de fertilidad del sistema consiste la aplicación de compost orgánico que mantiene la tierra esponjosa con gran cantidad de organismos vivos tanto dentro como fuera, los cuales proporcionan la principal defensa contra las plagas y enfermedades.

Conclusión

La presente investigación generó conocimiento de línea base para la gestión y mejor comprensión del papel que cumplen las familias campesinas sobre las prácticas agrícolas. El estudio identificó que el nivel de educación, afiliación a la organización de los agricultores, los ingresos agrícolas y el acceso al crédito como factores claves que inciden en la decisión de los agricultores de adoptar SAP. Se encontró que el nivel de educación en los hogares es un factor clave aplicación de fertilizante. Por otra parte, se conoció que en estos hogares la asistencia técnica y el crédito agrícola no está totalmente garantizado lo que representa una amenaza para la adopción de buenas prácticas agrícola. El servicio de extensión también determinó el tipo de fertilización y otras prácticas culturales para la mejora de los procesos a nivel de finca.

Los hallazgos colocan en evidencia la necesidad de identificar de manera crítica lo relativo a los factores socioeconómicos de los hogares campesinos, sus relaciones, tensiones y sus dilemas. La información obtenida de los hogares campesinos reveló que se hace pertinente incorporar procesos que permitan evaluar simultáneamente una variedad de indicadores para identificar las mejores prácticas agrícolas en los diferentes sistemas de producción. El proceso de toma decisión puede ser altamente variable y los resultados podrían ser específicos para determinados grupos de personas, lugares y situaciones, por lo que un cambio de perspectiva podría suponer un impacto positivo en términos de adoptar nuevos SAP.

La investigación participativa y exploratoria de los agricultores mejora el conocimiento a través de la implicación de los beneficiarios en la investigación. Las investigaciones futuras deben centrarse en cómo la política agrícola del gobierno puede

influir en la probable adopción de los SAP y seguir explorando si bajo un enfoque renovado del gobierno la agricultura campesina logra imponerse y generar oportunidades para el beneficio de la comunidad.

Referencia

- Abera, W., Assen, M., & Budds, J. (2020). Determinants of agricultural land management practices among smallholder farmers in the Wanka watershed, northwestern highlands of Ethiopia. *Land Use Policy*, 99(April), 104841. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104841>
- Abraham, M., & Pingali, P. (2020). Transforming Smallholder Agriculture to Achieve the SDGs. *The Role of Smallholder Farms in Food and Nutrition Security*, 173–209. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42148-9_9
- Aguilera Díaz, M. M. (2005). *La economía del departamento de Sucre: ganadería y sector público*. www.banrep.gov.co
- Aich, A., Dey, D., & Id, A. R. (2022). Climate change resilient agricultural practices: A learning experience from indigenous communities over India. *PLOS Sustainability and Transformation*, 1(7), e0000022. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PSTR.0000022>
- Altieri, M. A., Nicholls, C. I., Henao, A., & Lana, M. A. (2015). Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(3), 869–890. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0285-2>
- Amin, M. E. S., Mohamed, E. S., Belal, A. A., Jalhoum, M. E. M., Abdellatif, M. A., Nady, D., Ali, A. M., & Mahmoud, A. G. (2022). Developing spatial model to assess agro-ecological zones for sustainable agriculture development in MENA region: Case study Northern Western Coast, Egypt. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 25(1), 301–311. <https://doi.org/10.1016/J.EJRS.2022.01.014>
- Anang, B. T., & Asante, B. O. (2020). Farm household access to agricultural services in northern Ghana. *Heliyon*, 6(11), e05517. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05517>
- Aranda, M. M., Sánchez-García, M. C., & Camacho, A. D. (2017). Bases teórico-prácticas de un

modelo de desarrollo sustentable para comunidades rurales con actividades agropecuarias.

Agricultura Sociedad y Desarrollo, 14(1), 47–59.

<https://doi.org/10.22231/ASYD.V14I1.522>

Araujo, H. F. P. d., Machado, C. C. C., Pareyn, F. G. C., Nascimento, N. F. F. d., Araújo, L. D. A.,

Borges, L. A. d. A. P., Santos, B. A., Beirigo, R. M., Vasconcellos, A., Dias, B. de O.,

Alvarado, F., & Silva, J. M. C. da. (2021). A sustainable agricultural landscape model for tropical drylands. *Land Use Policy*, 100, 104913.

<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104913>

Arnés, E., Díaz-Ambrona, C. G. H., Marín-González, O., & Astier, M. (2018). Farmer Field

Schools (FFSs): A Tool Empowering Sustainability and Food Security in Peasant Farming Systems in the Nicaraguan Highlands. *Sustainability*, 10(9), 3020.

<https://doi.org/10.3390/su10093020>

Asfaw, D., & Neka, M. (2017). Factors affecting adoption of soil and water conservation practices:

The case of Wereillu Woreda (District), South Wollo Zone, Amhara Region, Ethiopia.

International Soil and Water Conservation Research, 5(4), 273–279.

<https://doi.org/10.1016/J.ISWCR.2017.10.002>

Assefa, D., & Haile, F. (2021). *Climate Change Induced Shocks, Consequent Impacts,*

Vulnerability and Farmers Endeavor to Adapt in Northern Highland: Implication for Designing Household and Community Level Strategies. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-303713/v1>

Baylina, M., Rodó-Zárate, M., 2020. Youth, activism and new rurality: A feminist approach. J.

Rural Stud. 79, 189–196. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.08.027>

Baležentis, T., & Baležentis, A. (2016). Dynamics of the total factor productivity in Lithuanian

family farms with a statistical inference: the bootstrapped Malmquist indices and Multiple Correspondence Analysis.

Http://Www.Tandfonline.Com/Action/AuthorSubmission?JournalCode=rero20&page=instructions, 29(1), 643–664. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2016.1193946>

Bandiera, A. (2021). Deliberate displacement during conflict: Evidence from Colombia. *World Development*, 146, 105547. <https://doi.org/10.1016/J.WORLDDEV.2021.105547>

Benitez-Altuna, F., Trienekens, J., Materia, V. C., & Bijman, J. (2021). Factors affecting the adoption of ecological intensification practices: A case study in vegetable production in Chile. *Agricultural Systems*, 194, 103283. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2021.103283>

Berbeć, A. K., Feledyn-Szewczyk, B., Thalmann, C., Wyss, R., Grenz, J., Kopiński, J., Stalenga, J., & Radzikowski, P. (2018). Assessing the Sustainability Performance of Organic and Low-Input Conventional Farms from Eastern Poland with the RISE Indicator System. *Sustainability*, 10(6), 1792. <https://doi.org/10.3390/su10061792>

Berry, A. (2018). *Economía Periódico Nova et Vetera - Universidad del Rosario*. <https://www.urosario.edu.co/Periodico-NovaEtVetera/Economia/La-tierra-en-Colombia-produce-mucho-pero-esta-en-m/>

Björklund, J. C. (2018). Barriers to Sustainable Business Model Innovation in Swedish Agriculture. *Journal of Entrepreneurship, Management and Innovation*, 14(1), 65–90. <https://doi.org/10.7341/20181414>

Boncinelli, F., Bartolini, F., & Casini, L. (2018). Structural factors of labour allocation for farm diversification activities. *Land Use Policy*, 71, 204–212. <https://doi.org/10.1016/J.LANDUSEPOL.2017.11.058>

Bonfiglio, A., Camaioni, B., Coderoni, S., Esposti, R., Pagliacci, F., & Sotte, F. (2017). Are rural

regions prioritizing knowledge transfer and innovation? Evidence from Rural Development Policy expenditure across the EU space. *Journal of Rural Studies*, 53, 78–87.

<https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.05.005>

Bornhofen, E., Ramires, T. G., Bergonci, T., Nakamura, L. R., & Righetto, A. J. (2019).

Associations between global indices of risk management and agricultural development.

Agricultural Systems, 173, 281–288. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2019.03.006>

Brundtland, G. H., & Khalid, M. (1987). Our common future. Oxford University Press, Oxford, GB.

Calicioglu, O., Flammini, A., Bracco, S., Bellù, L., & Sims, R. (2019). The Future Challenges of Food and Agriculture: An Integrated Analysis of Trends and Solutions. *Sustainability* 2019, Vol. 11, Page 222, 11(1), 222. <https://doi.org/10.3390/SU11010222>

Calleros-Islas, A., 2019. Sustainability assessment. An adaptive low-input tool applied to the management of agroecosystems in México. *Ecol. Indic.* 105, 386–397.

<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.12.040>

CODS. (2021a). *Los cambios que necesita el sector agrícola de cara al cambio climático. Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina.*

<https://cods.uniandes.edu.co/agricultura-cambio-climatico-america-latina/>

CODS. (2021b). *Los retos de la agricultura colombiana frente al cambio climático.*

<https://cods.uniandes.edu.co/los-retos-de-la-agricultura-colombiana-frente-al-cambio-climatico/>

CONPES. 2018. Estrategia para la Implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia, Pub. L. No. 3918, Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia 75 (2018). <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/conpes-3918-de-2018/>

- Corral-Montoya, F., Telias, M., & Malz, N. (2022). Unveiling the political economy of fossil fuel extractivism in Colombia: Tracing the processes of phase-in, entrenchment, and lock-in. *Energy Research & Social Science*, 88, 102377.
<https://doi.org/10.1016/J.ERSS.2021.102377>
- Costa, P.S., Santos, N.C., Cunha, P., Cotter, J., Sousa, N., 2013. The use of multiple correspondence analysis to explore associations between categories of qualitative variables in healthy ageing. *J. Aging Res.* 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/302163>
- DANE. (2014). *Censo Nacional Agropecuario* . <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/censo-nacional-agropecuario-2014#entrega-de-resultados-del-3er-censo-nacional-agropecuario-preliminar>
- DANE. (2016). 3er Censo Nacional Agropecuario. In *Ministerio de agricultura* (Vol. 2).
<https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>
- DANE. (2022, April 26). *Pobreza monetaria Año 2021*. . Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), .
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/pobreza/2021/Comunicado-pobreza-monetaria_2021.pdf#:~:text=En los centros poblados y rural disperso%2C la, en la desigualdad del ingreso de los hogares.
- Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (UNDESA). (2019).
World Population Prospects .
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2021). *Informe Anual de Avance en la Implementación de los ODS Colombia* . www.dnp.gov.co
- Deng, X., Li, Z., Huang, J., Shi, Q., & Li, Y. (2013). A revisit to the impacts of land use changes

on the human wellbeing via altering the ecosystem provisioning services. *Advances in Meteorology*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/907367>

Dessart, F. J., Barreiro-Hurlé, J., & Van Bavel, R. (2021). Behavioural factors affecting the adoption of sustainable farming practices: a policy-oriented review. *European Review of Agricultural Economics*, 46(3), 417–471. <https://doi.org/10.1093/ERA/EJBZ019>

EAFIT. (2018). *Estudio sobre Bioeconomía como Fuente de Nuevas Industrias Basadas en el Capital Natural de Colombia. No1240667. Fase I ANEXO 5. Análisis de Biodiversidad.*

Ehiakpor, D. S., Danso-Abbeam, G., & Mubashiru, Y. (2021). Adoption of interrelated sustainable agricultural practices among smallholder farmers in Ghana. *Land Use Policy*, 101, 105142. <https://doi.org/10.1016/J.LANDUSEPOL.2020.105142>

Estrategia para la Implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia, Pub. L. No. 3918, Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia 75 (2018). <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/conpes-3918-de-2018/>

Fajardo-Montaña, D. (2021). *Repensar el futuro de América Latina y el Caribe. Alternativas para la transformación social-ecológica CÁTEDRA: 8/Mayo de 2021 SOSTENIBILIDAD DE LA AGRICULTURA COLOMBIANA.*

FAO. (2016). La Alimentación y la Agricultura . Claves para la Ejecución de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. In *Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. <https://www.fao.org/3/i5499s/i5499s.pdf>

FAO. (2017a). *El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación. Aprovechar los Sistemas para lograr una Transformación Rural Inclusiva.* . www.fao.org/publications

FAO. (2017b). *El futuro de la alimentación y la agricultura. Tendencias y desafíos.* <https://www.fao.org/3/i6881s/i6881s.pdf>

- FAO. (2017c). *The future of food and agriculture*. <http://www.fao.org/3/i6583e/i6583e.pdf>
- FAO. (2019). *The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture*, J. Bélanger & D. Pilling (eds.). *FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments*. Rome. 572 pp. <http://www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf>
- FAO, FIDA, UNICEF, & PMA Y OMS. (2018). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2018*. <http://www.fao.org/publications/es>
- FAO, IFAD, WHO, WFP and UNICEF. 2020. *The State of Food Security and Nutrition in the World. Transformation of food systems to promote affordable and healthy diets*. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/ca9692es>
- Fernandes, L. and W. (2008). Family Farm Sustainability in Southern Brazil: an Application of Agri-environmental Indicators SEE PROFILE. *Elsevier*.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.01.027>
- Fernandez, M., Williams, J., Figueroa, G., Graddy-Lovelace, G., MacHado, M., Vazquez, L., Perez, N., Casimiro, L., Romero, G., & Funes-Aguilar, F. (2018). New opportunities, new challenges: Harnessing Cuba's advances in agroecology and sustainable agriculture in the context of changing relations with the United States. *Elementa*, 6(76).
<https://doi.org/10.1525/ELEMENTA.337/112850>
- Foguesatto, C. R., Borges, J. A. R., & Machado, J. A. D. (2019). Farmers' typologies regarding environmental values and climate change: Evidence from southern Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 232, 400–407. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.05.275>
- Foguesatto, C. R., Borges, J. A. R., & Machado, J. A. D. (2020). A review and some reflections on farmers' adoption of sustainable agricultural practices worldwide. *Science of The Total Environment*, 729, 138831. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2020.138831>

- Frelat, R., Lopez-Ridaura, S., Giller, K. E., Herrero, M., Douchamps, S., Djurfeldt, A. A., Erenstein, O., Henderson, B., Kassie, M., Paul, B. K., Rigolot, C., Ritzema, R. S., Rodriguez, D., Van Asten, P. J. A., & Van Wijk, M. T. (2016). Drivers of household food availability in sub-Saharan Africa based on big data from small farms. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *113*(2), 458–463.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1518384112>
- García-Reyes, P., Wiig, H., 2020. Reasons of gender. Gender, household composition and land restitution process in Colombia. *J. Rural Stud.* *75*, 89–97.
<https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.01.006>
- Garrido-Rubiano, M. F., Martínez-Medrano, J. C., Martínez-Bautista, H., Granados-Carvajal, R. E., & Rendón-Medel, R. (2016). Pequeños productores de maíz en el Caribe colombiano: estudio de sus atributos y prácticas agrícolas. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, *18*(1), 7–23. https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num1_art:556
- Gil, J. D. B., Garrett, R., & Berger, T. (2016). Determinants of crop-livestock integration in Brazil: Evidence from the household and regional levels. *Land Use Policy*, *59*, 557–568.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.09.022>
- Gligo, N., Alonso, G., Barkin, D., Brailovsky, A., Brzovic, F., Carrizosa, J., Durán, H., Fernández, P., Gallopín, G., Leal, J., Marino De Botero, M., Morales, C., Monasterio, F. O., Panario, D., Pengue, W., Becerra, M. R., Rofman, A., Saa, R., Sejenovich, H., ... Sostenible, D. (2020). *La tragedia ambiental de América Latina y el Caribe* (S. C. E. para A. L. y el C. Libros de la CEPAL (LC/PUB.2020/11-P) (ed.)).
<https://www.foronacionalambiental.org.co/wp-content/uploads/2020/10/La-tragedia-ambiental-de-ALC-WEB-1.pdf>

- Gobernación de Sucre. (2020a). *Plan de Desarrollo Sucre Diferente 2020 -2023. Gobernación de Sucre*. <http://www.sucre.gov.co/planes/plan-de-desarrollo-departamental-sucre-diferente-sin>
- Gobernación de Sucre. (2020b). *Plan Departamental De Extensión Agropecuaria Sucre , Una Gran Empresa Agroproductiva*. 1–89.
- Gómez, C. J. L., Sánchez-Ayala, L., & Vargas, G. A. (2015). Armed conflict, land grabs and primitive accumulation in Colombia: micro processes, macro trends and the puzzles in between. *Http://Dx.Doi.Org/10.1080/03066150.2014.990893*, 42(2), 255–274.
<https://doi.org/10.1080/03066150.2014.990893>
- Green, A., Nemecek, T., Chaudhary, A., & Mathys, A. (2020a). Assessing nutritional, health, and environmental sustainability dimensions of agri-food production. *Global Food Security*, 26(June), 100406. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100406>
- Green, A., Nemecek, T., Chaudhary, A., & Mathys, A. (2020b). Assessing nutritional, health, and environmental sustainability dimensions of agri-food production. In *Global Food Security* (Vol. 26, p. 100406). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100406>
- Guarín, S., Tovar, P., & Amaya, A. M. (2018). *Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial: cambiar el rumbo para evitar el naufragio*. 37. www.ideaspaz.orgg/e-mail::fip@ideaspaz.org
- Gutiérrez García, G. A., Gutiérrez-Montes, I., Hernández Núñez, H. E., Suárez Salazar, J. C., & Casanoves, F. (2020). Relevance of local knowledge in decision-making and rural innovation: A methodological proposal for leveraging participation of Colombian cocoa producers. *Journal of Rural Studies*, 75(February), 119–124.
<https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.01.012>
- Handavu, F., Chirwa, P.W.C., Syampungani, S., 2019. Socio-economic factors influencing land-use

and land-cover changes in the miombo woodlands of the Copperbelt province in Zambia.

For. Policy Econ. 100, 75–94. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2018.10.010>

He, H.-M., Liu, L.-N., Munir, S., Bashir, N. H., Wang, Y., Jing, Y., & Li, C.-Y. (2019). Crop diversity and pest management in sustainable agriculture. *Journal of Integrative Agriculture*, 2019(9). [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62689-4](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62689-4)

HLPE. (2019). *Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome.* . www.fao.org/cfs/cfs-hlpe

Humbert, G., Parr, T. B., Jeanneau, L., Dupas, R., Petitjean, P., Akkal-Corfini, N., Viaud, V., Pierson-Wickmann, A. C., Denis, M., Inamdar, S., Gruau, G., Durand, P., & Jaffrézic, A. (2019). Agricultural Practices and Hydrologic Conditions Shape the Temporal Pattern of Soil and Stream Water Dissolved Organic Matter. *Ecosystems* 2019 23:7, 23(7), 1325–1343. <https://doi.org/10.1007/S10021-019-00471-W>

Ibáñez A. M., & Velásquez M. (2018). *Desarrollo rural: recomendaciones para el nuevo gobierno 2018-2022* (No. 55). <http://egob.uniandes.edu.co>

IDEAM, (2016). *Datos sistema de información nacional ambiental Sincelejo, Sucre, Colombia.* . <http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>

IPCC. (2019). *Climate Change and Land An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems.*

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/02/SPM_Updated-Jan20.pdf

Islam, S. M. F., Karim, Z., Islam, S. M. F., & Karim, Z. (2019). Sustainable Agricultural

Management Practices and Enterprise Development for Coping with Global Climate

Change. *Sustainable Management Practices*. <https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.87000>

Jagoret, P., Snoeck, D., Bouambi, E., Ngnogue, H. T., Nyassé, S., & Saj, S. (2017). Rehabilitation practices that shape cocoa agroforestry systems in Central Cameroon: key management strategies for long-term exploitation. *Agroforestry Systems* 2017 92:5, 92(5), 1185–1199. <https://doi.org/10.1007/S10457-016-0055-4>

Jara-Rojas, R., Bravo-Ureta, B. E., & Díaz, J. (2012). Adoption of water conservation practices: A socioeconomic analysis of small-scale farmers in Central Chile. *Agricultural Systems*, 110, 54–62. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2012.03.008>

Jean-Francois, L. C., Eric, S., Muriel, B., Sandrine Freguin, G., Jacques, M., Paulo, N., Maria Mercedes, P., & Luis, V. (2020). Public policy support for agroecology in Latin America: Lessons and perspectives1. *Global Journal of Ecology*, 129–138. <https://doi.org/10.17352/GJE.000032>

Kassie, M., Jaleta, M., Shiferaw, B., Mmbando, F., & Mekuria, M. (2013). Adoption of interrelated sustainable agricultural practices in smallholder systems: Evidence from rural Tanzania. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(3), 525–540. <https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2012.08.007>

Keller, C., Guntzer, F., Barboni, D., Labreuche, J., & Meunier, J. D. (2012). Impact of agriculture on the Si biogeochemical cycle: Input from phytolith studies. *Comptes Rendus Geoscience*, 344(11–12), 739–746. <https://doi.org/10.1016/J.CRTE.2012.10.004>

Laurett, R., Paço, A., & Mainardes, E. W. (2021). Sustainable Development in Agriculture and its Antecedents, Barriers and Consequences – An Exploratory Study. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 298–311. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.10.032>

Leslie R. Holdridge H. (1978). *Ecología basada en zonas de vida* .

<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/7936/BVE19040225e.pdf?sequence>

Maass Wolfenson Karla D. (2013). Coping With the Food and Agriculture Challenge:

Smallholders' Agenda . In Natural Resources Management and Environment Department

Food and Agriculture Organization of the United Nations (Ed.), *Preparations and outcomes of the 2012 United Nations Conference on Sustainable Development (Rio+20)* (p. 47).

<https://www.fao.org/3/ar363e/ar363e.pdf>

MADR, Gobernación del Sucre, CRCI-Sucre, AGROSAVIA. (2022). Actualización del Plan

Estratégico de Ciencia, Tecnología, e Innovación del sector Agropecuario PECTIA 2017 -

2027 : Departamento de Sucre 2022. Recuperado de:

<http://hdl.handle.net/20.500.12324/37781>.

Matiu, M., Ankerst, D. P., & Menzel, A. (2017). Interactions between temperature and drought in

global and regional crop yield variability during 1961-2014. In *PLoS ONE* (Vol. 12, Issue

5). Public Library of Science. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178339>

Mazhar, R., Ghafoor, A., Xuehao, B., & Wei, Z. (2021). Fostering sustainable agriculture: Do

institutional factors impact the adoption of multiple climate-smart agricultural practices

among new entry organic farmers in Pakistan? *Journal of Cleaner Production*, 283, 124620.

<https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.124620>

Mazvimavi, K., & Twomlow, S. (2009). Socioeconomic and institutional factors influencing

adoption of conservation farming by vulnerable households in Zimbabwe. *Agricultural*

Systems, 101(1–2), 20–29. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2009.02.002>

Menalled, F., Bass, T., Buschena, D., Cash, D., Malone, M., Maxwell, B., ... & Weaver, D. (2008).

An introduction to the principles and practices of sustainable farming. Montana State

University, 1-4.

Minagricultura. (2019). *Política Agropecuaria y de Desarrollo Rural, Insumos Agropecuarios* .

[https://sioc.minagricultura.gov.co/Documentos/5. LINEAMIENTOS DE LA POLÍTICA DE INSUMOS AGROPECURIOS.pdf](https://sioc.minagricultura.gov.co/Documentos/5.LINEAMIENTOS%20DE%20LA%20POLÍTICA%20DE%20INSUMOS%20AGROPECURIOS.pdf)

Minagricultura. (2020). *El Sector Agropecuario Creció e Impulsó la Economía Colombiana* .

<https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/El-sector-agropecuario-creció-6,8-e-impulsó-la-economía-colombiana-en-el-primer-trimestre-de-2020-.aspx>

Minagricultura. (2021, August 17). *El sector agropecuario creció 3,8% en el PIB del segundo trimestre de 2021*. <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/El-sector-agropecuario-creció-3,8-en-el-PIB-del-segundo-trimestre-de-2021.aspx>

<https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/El-sector-agropecuario-creció-3,8-en-el-PIB-del-segundo-trimestre-de-2021.aspx>

Mogaka, B. O., Bett, H. K., & Ng'ang'a, S. K. (2021). Socioeconomic factors influencing the

choice of climate-smart soil practices among farmers in western Kenya. *Journal of*

Agriculture and Food Research, 5, 100168. <https://doi.org/10.1016/J.JAFR.2021.100168>

Morales, W. B. (2019). *Análisis contextual de los posibles efectos en la deforestación de Cartagena*

del Chairá, Caquetá, luego del acuerdo de paz firmado con las Farc-EP a partir de.

<https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/7627>

Muchane, M. N., Sileshi, G. W., Gripenberg, S., Jonsson, M., Pumariño, L., & Barrios, E. (2020).

Agroforestry boosts soil health in the humid and sub-humid tropics: A meta-analysis.

Agriculture, Ecosystems & Environment, 295, 106899.

<https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2020.106899>

Mucheru-muna, M., Mucheru-muna, M., Mucheru-muna, M., Achieng, M., Mugwe, J., Mugi-

ngenga, E., Mairura, F., Zingore, S., Mutegi, J.K., County, E., Ahmat, F., Ndumurumyi, A.,

2021. Heliyon Socio-economic predictors, soil fertility knowledge domains and strategies

for sustainable maize intensification in Embu County, Kenya. *Heliyon* 7, e06345.

<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06345>

Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe*.

https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf

Nkomoki, W., Bavorová, M., & Banout, J. (2018). Adoption of sustainable agricultural practices and food security threats: Effects of land tenure in Zambia. *Land Use Policy*, 78, 532–538.

<https://doi.org/10.1016/J.LANDUSEPOL.2018.07.021>

OCDE-FAO. (2021). OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2021-2030. *Publishing, Paris*, , 362.

<https://doi.org/10.1787/47a9fa44-es>

Olomola, A. (2013). Policy options for agricultural investments and governance of markets: In support of small-scale agriculture in Nigeria. *Oxfam Research Report*., 39. https://oi-files-d8-prod.s3.eu-west-2.amazonaws.com/s3fs-public/file_attachments/rr-tipping-balance-nigeria-220813-en_0.pdf

ONU. (2021). La pandemia del COVID-19 acelera la desigualdad y frena el desarrollo sostenible . Noticias ONU. Mirada Global Historias Humanas .

<https://news.un.org/es/story/2021/03/1490032>

Oyetunde-Usman, Z., Olagunju, K. O., & Ogunpaimo, O. R. (2021b). Determinants of adoption of multiple sustainable agricultural practices among smallholder farmers in Nigeria.

International Soil and Water Conservation Research, 9(2), 241–248.

<https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2020.10.007>

Page, K. L., Dang, Y. P., & Dalal, R. C. (2020). The Ability of Conservation Agriculture to

Conserve Soil Organic Carbon and the Subsequent Impact on Soil Physical, Chemical, and

Biological Properties and Yield. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 31.

<https://doi.org/10.3389/FSUFS.2020.00031/BIBTEX>

Peña, K., Rodríguez, J. C., Olivera, D., Fuentes, P. F., Melendrez, J. F., Peña, K., Rodríguez, J. C.,

Olivera, D., Fuentes, P. F., & Melendrez, J. F. (2016). Prácticas agrícolas sostenibles que incrementan los rendimientos de diferentes cultivos en Sancti Spíritus, Cuba. *Agronomía Costarricense*, 40(2), 117–127. <https://doi.org/10.15517/RAC.V40I2.27391>

Perfetti, J. J., Balcázar, Á., Hernández, A., & Leibovich, J. (2013). *Políticas para el desarrollo de la agricultura en Colombia*. www.bancoagrario.gov.co

Pham, H. G., Chuah, S. H., & Feeny, S. (2021). Factors affecting the adoption of sustainable agricultural practices: Findings from panel data for Vietnam. *Ecological Economics*, 184, 107000. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2021.107000>

PNUD. (2018). *Agenda 2030 Transformando Colombia*. Asamblea General de Naciones Unidas. <https://www.undp.org/es/colombia/publications/agenda-2030-transformando-colombia>

PNUD. (2019). *La gran transformación. Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www1.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

Portafolio. (2020). *El panorama de la agricultura en Colombia en su día Internacional*. <https://www.portafolio.co/economia/el-panorama-de-la-agricultura-en-colombia-en-su-dia-internacional-de-la-agricultura-544437>

Porter, J.R., Xie, L., Challinor, A.J., Cochrane, K., Howden, S.M., Iqbal, M.M., Lobell, D.B. & Travasso, M.I. (2014). Food security and food production systems. In IPCC. 2014. *Climate Change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, pp. 485–533. Cambridge, UK and New York, USA, Cambridge

University Press.

- Quimbayo Ruiz, G. A., Kotilainen, J., & Salo, M. (2020). Reterritorialization practices and strategies of campesinos in the urban frontier of Bogotá, Colombia. *Land Use Policy*, 99. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105058>
- R Development Core Team, 2013. A language and environment for statistical computing. Version 3.0.1. R Foundation for Statistical computing, Vienna, Austria. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2008.01.002>
- Ranjan Dash, S., Dev Mukhopadhyay, S., Jit Mishra, P., Kumar Swain, S., & Vigyan Kendra, K. (2022). Identifying and Understanding Factors Influencing the Knowledge Level of Farmers in Watershed Development Programme Using Principal Components Analysis. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology*, 893–908. <https://doi.org/10.9734/AJAEES/2022/V40I1031157>
- Reddy, B. S. (2010). Organic Farming: Status, Issues and Prospects-A Review . In *Agricultural Economics Research Review* (Vol. 23). <https://ageconsearch.umn.edu/record/97015/>
- Restrepo Ibiza, J. (2021). Hacia la Transformación del Agro en Colombia . In Frieddrich Ebert Stiftung (Ed.), *Apuntes de la Catedra: Repensar el futuro de América Latina y el Caribe. Alternativas para la transformación social-ecológica* (pp. 1–13).
- Rigolot, C., & Quantin, M. (2022). Biodynamic farming as a resource for sustainability transformations: Potential and challenges. *Agricultural Systems*, 200, 103424. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2022.103424>
- Robert, M., Thomas, A., Sekhar, M., Badiger, S., Ruiz, L., Willaume, M., Leenhardt, D., & Bergez, J. E. (2017). Farm Typology in the Berambadi Watershed (India): Farming Systems Are Determined by Farm Size and Access to Groundwater. *Water* 2017, Vol. 9, Page 51, 9(1),

51. <https://doi.org/10.3390/W9010051>

Santacoloma-Varón, L. E. (2015). Importancia de la economía campesina en los contextos contemporáneos: una mirada al caso colombiano. *Entramado*, 11(2), 38–50.

<https://doi.org/10.18041/entramado.2015v11n2.22210>

Sarkodie, S. A. (2018). The invisible hand and EKC hypothesis: what are the drivers of environmental degradation and pollution in Africa? *Environmental Science and Pollution Research* 25:22, 25(22), 21993–22022. <https://doi.org/10.1007/S11356-018-2347-X>

Schulte, L. A., Dale, B. E., Bozzetto, S., Liebman, M., Souza, G. M., Haddad, N., Richard, T. L., Basso, B., Brown, R. C., Hilbert, J. A., & Arbuckle, J. G. (2021). Meeting global challenges with regenerative agriculture producing food and energy. *Nature Sustainability* 2021 5:5, 5(5), 384–388. <https://doi.org/10.1038/S41893-021-00827-Y>

Shayaa Al-Shayaa, M., Al-Wabel, M., Herab, A. H., Sallam, A., Barjees Baig, M., & Usman, A. R. A. (2021). Environmental issues in relation to agricultural practices and attitudes of farmers: A case study from Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(1), 1080–1087. <https://doi.org/10.1016/J.SJBS.2020.11.026>

Sihem, E. (2019). Economic and socio-cultural determinants of agricultural insurance demand across countries. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18(2), 177–187. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2017.04.004>

Srinivasa Rao, C., Kareemulla, K., Krishnan, P., Murthy, G. R. K., Ramesh, P., Ananthan, P. S., & Joshi, P. K. (2019). Agro-ecosystem based sustainability indicators for climate resilient agriculture in India: A conceptual framework. *Ecological Indicators*, 105, 621–633. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.06.038>

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R.,

Carpenter, S. R., De Vries, W., De Wit, C. A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G. M., Persson, L. M., Ramanathan, V., Reyers, B., & Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223).

https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1259855/SUPPL_FILE/STEFFEN-SM.PDF

Tanumihardjo, S.A., McCulley, L., Roh, R., Lopez-Ridaura, S., Palacios-Rojas, N., Gunaratna, N.S., 2020. Maize agro-food systems to ensure food and nutrition security in reference to the Sustainable Development Goals. *Glob. Food Sec.* 25, 100327.

<https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100327>

Tatis Diaz, R., Pinto Osorio, D., Medina Hernández, E., Moreno Pallares, M., Canales, F. A., Corrales Paternina, A., & Echeverría-González, A. (2021). Socioeconomic determinants that influence the agricultural practices of small farm families in northern Colombia.

Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences.

<https://doi.org/10.1016/J.JSSAS.2021.12.001>

Teklewold, H., Kassie, M., & Shiferaw, B. (2013). Adoption of multiple sustainable agricultural practices in rural Ethiopia. *Journal of Agricultural Economics*, 64(3), 597–623.

<https://doi.org/10.1111/1477-9552.12011>

Terlau, W., Hirsch, D., & Blanke, M. (2019). Smallholder farmers as a backbone for the implementation of the Sustainable Development Goals. *Sustainable Development*, 27(3), 523–529. <https://doi.org/10.1002/sd.1907>

Tzouramani, I., Mantziaris, S., & Karanikolas, P. (2020). Assessing Sustainability Performance at the Farm Level: Examples from Greek Agricultural Systems. *Sustainability*, 12(7), 2929.

<https://doi.org/10.3390/su12072929>

UPRA. (2019). *Unidad de Planeación Rural Agropecuaria*. <https://sites-google->

com.ezproxy.cuc.edu.co/a/upra.gov.co/presentaciones-upra/departamental

- Van der Ploeg, J. D., Barjolle, D., Bruil, J., Brunori, G., Costa Madureira, L. M., Dessen, J., Drag, Z., Fink-Kessler, A., Gasselin, P., Gonzalez de Molina, M., Grolach, K., Jürgens, K., Kinsella, J., Kirwan, J., Knickel, K., Lucas, V., Marsden, T., Maye, D., Migliorini, P., ... Wezel, A. (2019). The economic potential of agroecology: Empirical evidence from Europe. *Journal of Rural Studies*, 71(September), 46–61.
<https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.09.003>
- Villanueva-Mejía, D. F., & Villanueva-Mejía, D. F. (2018). Modern Biotechnology for Agricultural Development in Colombia. *Ingeniería y Ciencia*, 14(28), 169–194.
<https://doi.org/10.17230/INGCIENCIA.14.28.7>
- Viteri-Salazar, O., Toledo, L., 2020. The expansion of the agricultural frontier in the northern Amazon region of Ecuador, 2000–2011: Process, causes, and impact. *Land use policy* 99, 104986. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104986>
- Ward, P. S., Bell, A. R., Droppelmann, K., & Benton, T. G. (2017). *Early adoption of conservation agriculture practices: Understanding partial compliance in programs with multiple adoption decisions* ☆ *ARTICLE IN F O*.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.10.001>
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L. J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J. A., De Vries, W., Majele Sibanda, L., ... Murray, C. J. L. (2019). Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *Lancet (London, England)*, 393(10170), 447–492.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)

- Xavier, A., Costa Freitas, M. de B., Fragoso, R., & Rosário, M. do S. (2022). Analysing the Recent Dynamics of Agricultural Sustainability in Portugal Using a Compromise Programming Approach. *Sustainability* 2022, Vol. 14, Page 12512, 14(19), 12512.
<https://doi.org/10.3390/SU141912512>
- Yahaya I. (2015). Essays On Sustainable Agricultural Intensification Practices: The Case Of Two West African States. In *Tesis Doctoral* (p. 158). file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/Tesis compañeras/SAP.pdf
- Yue, K., Fornara, D. A., Heděnc, P., Wu, Q., Peng, Y., Peng, X., Ni, X., Wu, F., & Peñuelas, J. (2023). No tillage decreases GHG emissions with no crop yield tradeoff at the global scale. *Soil and Tillage Research*, 228, 105643. <https://doi.org/10.1016/J.STILL.2023.105643>
- Zeweld, W., Huylenbroeck, G. Van, Tesfay, G., & Speelman, S. (2016). *Smallholder farmers' behavioural intentions towards sustainable agricultural practices*.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.11.014>
- Zeweld, W., Van Huylenbroeck, G., Tesfay, G., & Speelman, S. (2017). Smallholder farmers' behavioural intentions towards sustainable agricultural practices. *Journal of Environmental Management*, 187, 71–81. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2016.11.014>
- Zhou, L., Huang, X., Zhao, C., Pu, T., & Zhang, L. (2022). Regional landscape transformation and sustainability of the rural homegarden agroforestry system in the Chengdu Plain, China. *Regional Sustainability*, 3(1), 68–81. <https://doi.org/10.1016/J.REGSUS.2022.04.001>
- Zugravu-Soilita, N., Kafrouni, R., Bouard, S., & Apithy, L. (2021). Do cultural capital and social capital matter for economic performance? An empirical investigation of tribal agriculture in New Caledonia. *Ecological Economics*, 182(December 2020).
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106933>

