



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONÓMICAS

CARRERA DE ECONOMÍA

MODALIDAD PRESENCIAL

TEMA:

**“PRÁCTICAS AGRÍCOLAS SOSTENIBLES Y LA RENTABILIDAD. CASO
DE ESTUDIO APAEC, COTACACHI”**

Trabajo de grado previo a la obtención del título de economista

Línea de investigación: Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socio
económico.

Autora:

Jessica Aracely Ayala Herrería

Directora:

MSc. Karina Maricela Jaramillo Mediavilla

Ibarra, 2024



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100509039-2		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Ayala Herrería Jéssica Aracely		
DIRECCIÓN:	Imbabura, Ibarra		
EMAIL:	jaayalah@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	2585846	TELÉFONO MÓVIL:	0997176458

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"PRÁCTICAS AGRÍCOLAS SOSTENIBLES Y LA RENTABILIDAD. CASO DE ESTUDIO APAEC, COTACACHI"
AUTOR (ES):	Jéssica Aracely Ayala Herrería
FECHA: DD/MM/AAAA	08/07/2024
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Economista
ASESOR /DIRECTOR:	MSc. Karina Maricela Jaramillo Mediavilla

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 08 días del mes de julio de 2024.

EL AUTOR:

Jéssica Aracely Ayala Herrería
C.I. 100509039-2

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 8 de julio del 2024

MSc. Karina Maricela Jaramillo Mediavilla
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f)
 Firmado electrónicamente por:
KARINA MARICELA
JARAMILLO
MEDIAVILLA

MSC. KARINA MARICELA JARAMILLO MEDIAVILLA
C.C.: 1003184601

Dedicatoria

A mis amados padres, Javier y Aracely:

Cuando más los necesité, ustedes estuvieron a mi lado sin descansar hasta verme lograr mis sueños. Su amor incondicional y su fe inquebrantable en mí fueron el pilar que me sostuvo en los momentos más difíciles. Siempre creyeron en que podría alcanzar el éxito, y nunca dudaron en brindarme su apoyo y motivación. Ustedes han sido mi roca, mi refugio en los momentos de incertidumbre. Su dedicación y sacrificio para asegurar un futuro mejor para mi hijo y para mí son un regalo que valoro más allá de las palabras. Esta tesis es un tributo a su amor, a su paciencia y a la fuerza que me han transmitido para perseverar hasta alcanzar este logro. Gracias por estar ahí, por no rendirse y por ayudarme a convertir mis sueños en realidad. Los amo profundamente.

Con todo mi corazón,

Jessica Aracely Ayala Herrería

Agradecimiento

A Dios, que ha sido mi guía y sostén en este camino. Su amor y misericordia han sido mi fuente de fortaleza para seguir adelante. Gracias por ser mi refugio y mi esperanza.

A mi hijo Martín, por ser la razón de mi vida. Gracias por enseñarme el verdadero significado del amor incondicional. Me haces sentir que todo tiene sentido y que todo es posible. ¡Gracias, mi pequeño compañero, por ser mi todo!".

A mis padres: Javier y Aracely, por su apoyo, fortaleza y guía invaluable. A pesar de los desafíos y obstáculos que la vida les ha presentado, siempre han encontrado la manera de brindarme lo mejor. Su sacrificio, amor y abnegada dedicación me han permitido llegar hasta aquí. Su ejemplo de trabajo arduo, perseverancia y resiliencia me han enseñado a nunca rendirme y a luchar por mis sueños. Gracias por creer en mí, incluso en los momentos más difíciles. Sin su amor y apoyo, este logro no habría sido posible.

A mi hermano Cristian, por su apoyo constante. Tu compañía, ánimo y sabios consejos han sido la fortaleza que me ha permitido superar cada desafío. Gracias por ser un pilar fundamental en mi vida y por compartir conmigo cada momento de este camino.

A mi novio Kevin, por su amor, paciencia y apoyo incondicional durante todo este proceso. Tu compañía, aliento y tu fe en mis capacidades me han brindado la serenidad que he necesitado a lo largo de estos años.

A mis abuelitos: Edgar y Margarita, por sus valores inquebrantables y su legado, mismo que ha dejado una huella imborrable en mi vida. Su amor y sabiduría me acompañan en cada paso que doy.

A mi amiga y compañera Ruth, quien siempre creyó en mí y estuvo en todo momento a mi lado. Tu amistad es lo más valioso que me llevo de esta experiencia.

A los miembros de APAEC por su paciencia y amabilidad. Gracias infinitas, hacen un trabajo inigualable.

A mi directora de tesis, Karina Jaramillo, por ser mi guía en todo este proceso. Gracias por su paciencia y apoyo.

¡Mil gracias a todos!

Jessica Aracely Ayala Herrería

RESUMEN

En esta investigación se examinó la relación de las prácticas agrícolas sostenibles en la rentabilidad del cultivo de aguacate en la Asociación Productores Agropecuarios Emprendedores del Campo (APAEC) durante el período 2020-2023, revelando un sistema estable con potencial de mejora (índice de sostenibilidad global de 0.67). A pesar de desafíos como la falta de diversificación en el riego y el uso excesivo de fertilizantes inorgánicos y plaguicidas, comunes en la agricultura tradicional, la implementación de prácticas agrícolas sostenibles mostró mejorar la rentabilidad del cultivo de aguacate al séptimo año, obteniendo un resultado positivo de \$33,724.75, un Valor Actual Neto (VAN) de \$5,792.78 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 16.83%. Además, se encontró una correlación significativa entre estas prácticas y la rentabilidad del cultivo, evidenciando su contribución tanto a la sostenibilidad ambiental como a la rentabilidad a largo plazo. En conclusión, la implementación de prácticas agrícolas sostenibles en la APAEC representó una oportunidad para mejorar la rentabilidad del cultivo de aguacate y fortalecer la sostenibilidad ambiental del sistema, abordando los desafíos identificados y promoviendo prácticas agrícolas más amigables con el medio ambiente.

Palabras clave: Prácticas agrícolas sostenibles, rentabilidad, ambiente, sostenibilidad, biodiversidad, agricultura.

ABSTRACT

This study examines the relationship between sustainable agricultural practices and the profitability of avocado cultivation in the Association of Entrepreneurial Agricultural Producers of the Campo (APAEC) during the period 2020-2023, revealing a stable system with potential for improvement (global sustainability index of 0.67). Despite challenges such as lack of diversification in irrigation and excessive use of inorganic fertilizers and pesticides, common in traditional agriculture, the implementation of sustainable agricultural practices showed improvement in avocado crop profitability by the seventh year, yielding a positive result of \$33,724.75, a Net Present Value (NPV) of \$5,792.78, and an Internal Rate of Return (IRR) of 16.83%. Additionally, a significant correlation was found between these practices and crop profitability, demonstrating their contribution to both environmental sustainability and long-term profitability. In conclusion, the implementation of sustainable agricultural practices in APAEC represented an opportunity to enhance avocado crop profitability and strengthen environmental sustainability, addressing identified challenges and promoting environmentally friendly agricultural practices.

Keywords: Sustainable agricultural practices, profitability, environment, sustainability, biodiversity, agriculture

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	12
Antecedentes.....	12
El problema.....	16
Objetivos.....	18
Objetivo general.....	18
Objetivos específicos	18
Pregunta de investigación	19
Justificación	20
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO	20
1.1 Objetivos de Desarrollo Sostenible - ODS	21
1.1.1 Los ODS y la agricultura	21
1.1.2 El Desarrollo Sostenible en el sector agrícola del Ecuador	23
1.2 Agricultura convencional.....	25
1.2.1 La agricultura convencional en Ecuador.....	28
1.3 Agricultura sostenible	29
1.3.1 Objetivos de la agricultura sostenible	32
1.3.2 Factores de prácticas agrícolas sostenibles	33
1.4 Rentabilidad en proyectos agrícolas	41

1.4.1	Indicadores de rentabilidad utilizados en el sector agrícola	41
CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO		44
2.1	Enfoque, alcance, modalidad, tipo de estudio y diseño de investigación.	44
2.2	Población y muestra.....	44
2.3	Técnicas e instrumentos de recolección de la información	44
2.3.1	Técnica de análisis de datos.....	46
2.4	Operacionalización de variables	48
CAPITULO III: ANÁLISIS y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		50
3.1	Zona de estudio.....	50
3.2	Medición de la sostenibilidad de los cultivos de APAEC.....	52
3.2.1	Dimensión sostenibilidad agrícola.....	52
3.2.2	Indicador factor agua	56
3.2.3	Indicador factor suelo	57
3.2.4	Indicador factor fertilizantes.....	59
3.2.5	Indicador factor diversidad de cultivos.....	60
3.2.6	Indicador factor manejo integrado de plagas	61
3.3	La rentabilidad de los cultivos de APAEC.....	63
3.4	Correlación de los datos de Sostenibilidad Agrícola y Rentabilidad.....	64
CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		67

4.1	Conclusiones	67
4.2	Recomendaciones	68
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
	ANEXOS	86

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Principales prácticas agrícolas convencionales	26
Tabla 2	Principales prácticas agrícolas sostenibles	30
Tabla 3	Escala de valoración para la variable sostenibilidad	47
Tabla 4	Matriz de Variables	48
Tabla 5	Índice de sostenibilidad.....	52
Tabla 6	Dimensión de sostenibilidad agrícola	53
Tabla 7	Cálculo del índice de sostenibilidad-factor agua.....	57
Tabla 8	Factor agua.....	57
Tabla 9	Cálculo del índice de sostenibilidad-factor suelo.....	58
Tabla 10	Nivel de sistema - factor suelo	58
Tabla 11	Cálculo de índice de sostenibilidad-factor fertilizantes	59
Tabla 12	Factor fertilizantes	60
Tabla 13	Cálculo del índice de sostenibilidad-factor diversidad de cultivos.....	60

Tabla 14 Factor diversidad de cultivos.....	61
Tabla 15 Cálculo del índice de sostenibilidad-factor manejo integrado de plagas y enfermedades	62
Tabla 16 Factor Manejo integrado de plagas y enfermedades-MIP	62
Tabla 17 Estimado de rentabilidad del cultivo de aguacate al 7mo año	63
Tabla 18 Correlación de la variable independiente e independiente.....	65

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Relación entre el desarrollo sostenible y la agricultura	22
Figura 2 Índice de Productividad Agrícola del Ecuador 2020-2022	24
Figura 3 Mapa Base de la Parroquia Rural 6 de Julio de Cuellaje.....	51
Figura 4 Biograma de indicadores sostenibilidad agrícola.....	53

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

La agricultura, desde tiempos inmemoriales, ha ocupado un lugar fundamental en la economía humana, siendo la responsable de la producción de alimentos para la población. A lo largo de la historia, la lucha contra el hambre ha impulsado el desarrollo de diversas técnicas agrícolas, predominando la Revolución Verde, un período que marcó un antes y un después en la productividad de la agricultura (Marroquín et al., 2020, p. 143). Sin embargo, el aumento en la producción ha tenido un alto costo ambiental. Si bien se ha logrado engendrar más alimentos, esto ha sido a expensas del deterioro del suelo, el agua y la diversidad genética, considerados como la base de la agricultura. Pues hace uso desmedido de recursos no renovables como los fertilizantes químicos y los combustibles fósiles, mismos que son cada vez más costosos y escasos, lo que convierte a la agricultura convencional en un sistema insostenible a largo plazo, poniendo en duda su capacidad para satisfacer las necesidades de las generaciones venideras (Gliessman, 2022) (citado en Salas Macías et al., 2018, p. 14). Se hace indispensable, por lo tanto, dirigir esfuerzos al desarrollo de la agricultura en las zonas rurales, impulsando la implementación de prácticas sostenibles que garanticen a la población el acceso a alimentos (Salas Macías et al., 2018).

En América Latina y el Caribe, se está experimentando un importante período de transformación hacia un nuevo enfoque de desarrollo. Este cambio está teniendo un impacto significativo en el sector agrícola, el cual se encuentra inmerso en un entorno laboral caracterizado por la desarticulación en la forma de entender y gestionar la agricultura y las zonas rurales, misma que dificulta la comprensión y valoración de la contribución que la actividad agrícola ejerce en el desarrollo sostenible (Salmerón & Valverde, 2016).

En Ecuador, el sector agrícola ha desempeñado un papel fundamental en la economía del país durante varios años. “Hasta 1970, aproximadamente el 30% del PIB estaba dedicado a la agricultura” (Chuncho et al., 2021, p. 13). En este contexto histórico resalta la importancia económica de la agricultura en nuestro país y subraya la necesidad de abordar los desafíos actuales que esta enfrenta para mantener su contribución significativa al desarrollo ecuatoriano.

Además, el sector agropecuario ha sido la piedra angular de la economía, siendo el principal generador de empleo. Según los datos proporcionados, el 29,8% de la población ocupada trabaja en este entorno agrícola y ganadero (MAG, 2023). Este aporte sustancial no solo estimula la expansión económica, sino que también favorece la generación de empleo y el bienestar social, contribuyendo especialmente al desarrollo de las comunidades rurales. En términos más específicos, la agricultura aporta un Valor Agregado del 8,8% al PIB en Ecuador, equivalente a 7,1 millones de dólares, lo que representa un aporte significativo al PIB real de 71.13 millones de dólares para el año 2022 (Banco Mundial, 2023). Además, las exportaciones agropecuarias durante el periodo 2015-2021 representaron una contribución al promedio del 32.3% de las exportaciones totales y el 49.5% de las exportaciones no petroleras (Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria, 2023).

Por otra parte, según los datos publicados, nuestro país cuenta con una superficie sembrada de 2,394,708 hectáreas y una producción agrícola de 23,103,203 toneladas para el año 2022 (MAG, 2023). Estos valores son válidos tanto para cultivos temporales como permanentes, revelando así la diversidad de los sembríos y la capacidad que posee el país para generar alimentos y materias primas de origen agrícola.

Si bien nuestro país cuenta con un gran potencial agrícola por poseer superficie sembrada considerable y una producción agrícola notable, es preciso reconocer que las prácticas agrícolas a

nivel nacional no están exentas de desafíos y problemas ambientales. En particular, se ejercen principalmente aquellas que tienen cualquier tipo de repercusión con el medio ambiente y que son características de la agricultura convencional. La ESPAC (2022), lo confirma al señalar que:

La quema de terreno, una práctica común en el 57,8% de la superficie sembrada, tiene repercusiones negativas. Esta práctica reduce la materia orgánica del suelo y produce GEI tales como el metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), que intensifican el problema del cambio climático. (p. 18) (Ver Anexo 2).

Otra práctica notable en la agricultura ecuatoriana es el uso de fertilizantes y plaguicidas, así lo corrobora la ESPAC (2022) argumentando que:

En 2022, se aplicaron fertilizantes en aproximadamente el 57.8% de los 1.433 millones de hectáreas dedicadas a cultivos permanentes, mientras que en el 64.4% de esa superficie se emplearon productos fitosanitarios. Asimismo, los fertilizantes se aplicaron en el 89.9% de las 962 mil hectáreas destinadas a cultivos transitorios (p. 23) (Ver Anexo 3).

Por lo tanto, se demuestra la importancia de estas prácticas para la agricultura ecuatoriana, puesto que en conjunto son las más notables. La última, en particular, se entrelaza con la estructura agraria del país. Esta estructura se caracteriza por una marcada división entre la Agricultura Familiar Campesina y la Agricultura Empresarial. Pues la FAO (2023), quien señala que:

La Agricultura Empresarial, que abarca el 80% de la extensión de tierra, se encuentra concentrada en apenas el 15% de las Unidades de Producción Agrícolas (UPA), ejerciendo un significativo dominio sobre los recursos agrícolas. Administra alrededor del 63% del agua de riego y hace un uso excesivo de agroquímicos y energía para la agroexportación. Por otro lado, la Agricultura Familiar Campesina, presente en el 84.5% de las UPA, controla

el 20% de la superficie de tierra en el país. A pesar de contar con una menor porción de tierra y recursos, esta forma de agricultura utiliza solo el 37% del agua destinada al riego. Su enfoque se centra en el mercado interno, con la finalidad de atender las necesidades fundamentales de la población en Ecuador. Este tipo de orientación hacia este mercado refleja su función crucial en la seguridad alimentaria y el abastecimiento de alimentos para la población local (Párr. 7).

El creciente requerimiento de alimentos implica una inmediata potenciación en los sistemas de cultivo. No obstante, Soulé et al. (2021) argumentaron que:

A pesar de que la producción agrícola aumenta con el manejo de fertilizantes, pesticidas y el empleo intensivo de lo que se refiere a la labranza, es posible que también deteriore significativamente las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo, provocando un alto incremento del impacto medioambiental de la agricultura en el entorno. En consecuencia, para "producir más con menos" (FAO), es crucial reconocer a aquellos sistemas que son sostenibles con la producción y que contemplen las limitaciones de los recursos, de manera que contribuyan a reducir la huella ambiental agrícola (como se citó en Raimondi et al., 2023, sección de introducción, párrafo 1).

Esto se debe a que uno de los principales desafíos en Ecuador radica en promover el desarrollo de la agricultura sostenible como un enfoque para gestionar los agroecosistemas. Este enfoque tiene la capacidad de abordar el hambre y la pobreza rural, ayudar a restaurar la soberanía alimentaria y mejorar las condiciones de vida de la población en general, sin comprometer la calidad de los recursos naturales (Estrada-Martínez, 2024, p. 139).

El problema

Las prácticas agrícolas sostenibles se definen como aquellas que aseguran el bienestar y la calidad de vida de los trabajadores agrícolas, al mismo tiempo que posibilitan la producción de alimentos de manera saludable para los consumidores. Esto se logra sin comprometer la viabilidad a largo plazo de la agricultura ni los procesos naturales que la sustentan, y sin poner en peligro la diversidad biológica de los ecosistemas donde se lleva a cabo la producción (Vega & Fundación Banco Santander, 2007).

En este contexto, las prácticas agrícolas sostenibles son de gran relevancia para el Ecuador, puesto que al ser la agricultura un sector clave en su economía y desarrollo, se vuelve esencial para promover el bienestar de la población ecuatoriana y el crecimiento económico del país. En especial, el manejo sostenible de la tierra contribuye a elevar el nivel de vida de la población rural, mitigar el hambre, el subempleo y el desempleo, además de desincentivar la migración de las zonas rurales a las urbanas (Guzmán Sarmiento, 2017).

Por esta razón, es importante recalcar que el 32,0% de la Población Económicamente Activa (PEA) está empleada en el sector agrícola (Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, 2023). Tomando en cuenta esta cifra, la agricultura se convierte en una actividad vital para el progreso de las localidades agrarias. De este modo, la adopción de prácticas agrícolas sostenibles tiene el potencial de generar un impacto considerable en el ámbito productivo, rentable y de sostenibilidad ambiental de los cultivos. Sin embargo, esto puede verse limitado por diversos factores como el acceso a financiamiento, la disponibilidad de tecnología y conocimientos, la falta de incentivos y políticas públicas; asimismo, la escasa conciencia ambiental por parte de los agricultores, quienes suelen preferir las prácticas convencionales.

Dentro de los grandes desafíos para promover prácticas agrícolas sostenibles se encuentra el abordar las limitaciones de los métodos convencionales. Estos métodos, a menudo centrados en la producción de cultivos para la exportación y controlados por instituciones gubernamentales e internacionales, no logran adaptarse a las necesidades específicas de cada comunidad agrícola ni fomentar una diversificación adecuada de cultivos. Igualmente, el enfoque de desarrollo de sistemas agrícolas, que busca generar tecnologías locales adaptadas a las necesidades de los agricultores, enfrenta obstáculos causados por la lentitud y los altos costos asociados al sistema institucional existente (Altieri & Nicholls, 2000).

Por otra parte, se destaca el aporte de los pequeños productores, puesto que desempeñan un rol fundamental en la producción de alimentos, la creación de empleo y la preservación de la biodiversidad. A pesar de ello, estos campesinos enfrentan carencias en la adopción, uso e innovación de tecnologías avanzadas, lo que afecta negativamente la eficiencia económica de sus procesos productivos. Pues generalmente, la tecnología agrícola se concentra principalmente en los cultivos de exportación o agroindustriales, dejando a los pequeños productores con escasa o nula tecnología de producción, debido que las grandes empresas agrícolas, que dominan el mercado de exportación, tienen mayores recursos financieros para invertir en tecnología avanzada. (Landeró et al., 2016). Sin embargo, es importante poner énfasis en este tipo de inconvenientes puesto que es crucial considerar la aplicación adecuada de tecnología en los procesos de producción, lo que implica una programación precisa en términos de tiempo, cantidad y tipo de insumos utilizados.

En este contexto, cabe decir que estos productores locales suelen operar con una lógica de subsistencia, ya que los ingresos obtenidos a menudo no son suficientes para cubrir incluso las necesidades básicas del sector rural y se ven obligados a enfocarse en actividades de subsistencia,

lo que dificulta la optimización de recursos como el tiempo, el suelo y las condiciones climáticas, que podrían mejorar sus ingresos. Esto se traduce en costos de producción elevados, ya que la eficiencia productiva y la reducción de costos requieren tanto tecnología avanzada como prácticas de gestión adecuadas. Este es el caso de Ecuador, donde los pequeños productores representan el 80% del total de agricultores y han quedado al margen del desarrollo agrícola, por cuanto las opciones que se ofrecen para modernizar los sistemas agrícolas han sido inadecuadas a sus posibilidades económicas (Peña, 2022).

Dada la relevancia de fomentar técnicas respetuosas con el medio ambiente para garantizar la seguridad alimentaria y el empleo en zonas rurales, es crucial comprender el impacto de las prácticas agrícolas sostenibles implementadas por los productores de APAEC en la Parroquia 6 de Julio de Cuellaje en sus cultivos. En la presente investigación, nos centraremos en el cultivo de aguacate para conocer las prácticas agrícolas sostenibles que se adoptan en esta localidad y evaluar su rentabilidad.

Objetivos

Objetivo general

- Analizar las prácticas agrícolas sostenibles y la rentabilidad de los cultivos de la APAEC durante el período 2020-2023.

Objetivos específicos

- Identificar el índice de sostenibilidad del cultivo de aguacate al aplicar prácticas agrícolas sostenibles en la APAEC de 6 de Julio de Cuellaje, Cotacachi.
- Determinar la rentabilidad del cultivo de aguacate al aplicar prácticas agrícolas

sostenibles en APAEC.

- Analizar la relación existente entre las prácticas agrícolas sostenibles y la rentabilidad del cultivo de aguacate.

Pregunta de investigación

¿Existe relación entre prácticas agrícolas sostenibles y la rentabilidad de los cultivos en la APAEC (Asociación de Productores Agropecuarios Emprendedores del Campo, Cuellaje) en el período 2020-2023?

Justificación

Esta investigación tiene como objetivo analizar las prácticas agrícolas sostenibles y la rentabilidad en los cultivos de los productores de APAEC, dado que estas, aparte de promover la seguridad alimentaria local, regional y nacional, pueden generar empleo para diversos actores locales, así como mejorar los ingresos para los pequeños y grandes agricultores. Por otro lado, pero no menos importante, se enfoca en promover la salvaguarda de los recursos que posee la naturaleza para asegurar su disponibilidad futura, con el beneficio de que los agricultores puedan seguir produciendo de manera rentable, eficiente y sostenible tanto a corto como a largo plazo. En este sentido, se puede afirmar que la APAEC es un actor crucial en la incorporación de prácticas sostenibles, debido a que dentro de sus actividades en la agricultura se ha ido promoviendo, a lo largo del tiempo, la transición a la sostenibilidad, con el afán de disminuir el impacto en el entorno medioambiental y mejorar la eficiencia de los costos de producción.

De tal modo, este análisis se convertiría en un ensamble para la identificación de potencialidades y debilidades económicas y ambientales dentro de la asociación, para dar continuidad e incentivo a la producción de este sector de forma sostenible. Los resultados del estudio no solo beneficiarán a los miembros de la APAEC, sino también a otros actores del sector agrícola, brindándoles una base de conocimientos sólida sobre la importancia de los sistemas agrícolas sostenibles y su viabilidad económica. Esta información permitirá a los agricultores tomar decisiones eficientes y estratégicas en su producción, a la vez que orientará la creación de políticas y estrategias para prácticas agrícolas más eficientes y responsables con el medio ambiente. Asimismo, este enfoque contribuirá a optimizar los ingresos de los agricultores, la seguridad alimentaria y la protección del medio ambiente en la comunidad ecuatoriana, impulsando el desarrollo sostenible a nivel local.

CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Objetivos de Desarrollo Sostenible - ODS

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible fueron originados en el año 2015 por la Naciones Unidas como una Agenda Global que hacen un llamado a la atención y la acción universal inmediata de los desafíos urgentes, que abarca desde atenuar la pobreza y acabar con la hambruna, hasta el fomento y expansión de la paz, la justicia, la equidad social y el cuidado intensivo del medio en el que habita la humanidad.

Una de las formas de contrarrestar las tendencias ambientales negativas es implementar el enfoque del desarrollo sostenible, que persigue como propósito el concurrente cuidado del medio ambiente, conservando relaciones sociales que sean apropiadas y asegurando la rentabilidad económica de la actividad agrícola. En la misma línea, la investigación sobre agricultura respetuosa busca un exhaustivo cálculo de la productividad y la economía, el cual permitirá una evaluación integral de la eficiencia que posee una granja (Wrzaszcz & Prandecki, 2015).

1.1.1 *Los ODS y la agricultura*

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible buscan enfrentar y mitigar la pobreza, haciendo énfasis en las áreas rurales, mismas que se encuentran en estrecha relación con la agricultura. La meta es fomentar el acceso a recursos productivos para impulsar la integración económica de aquellos agricultores de pequeña escala, contribuyendo también a alcanzar la soberanía alimentaria y un desarrollo sostenible para elevar la forma de vida de los trabajadores agrícolas (FAO, 2018).

Adicionalmente, la persistente demanda alimentaria ha convertido a la agricultura en un factor que contribuye al agotamiento de los suelos. Esta presión por la abundante producción de

alimentos podría abordarse con la incorporación de hábitos agrícolas más sostenibles y con el mejoramiento de políticas ambientales de modo que la agricultura se posicione como un instrumento esencial para combatir el hambre y la desnutrición, requiriendo la regeneración y conservación de los ecosistemas (FAO, 2018).

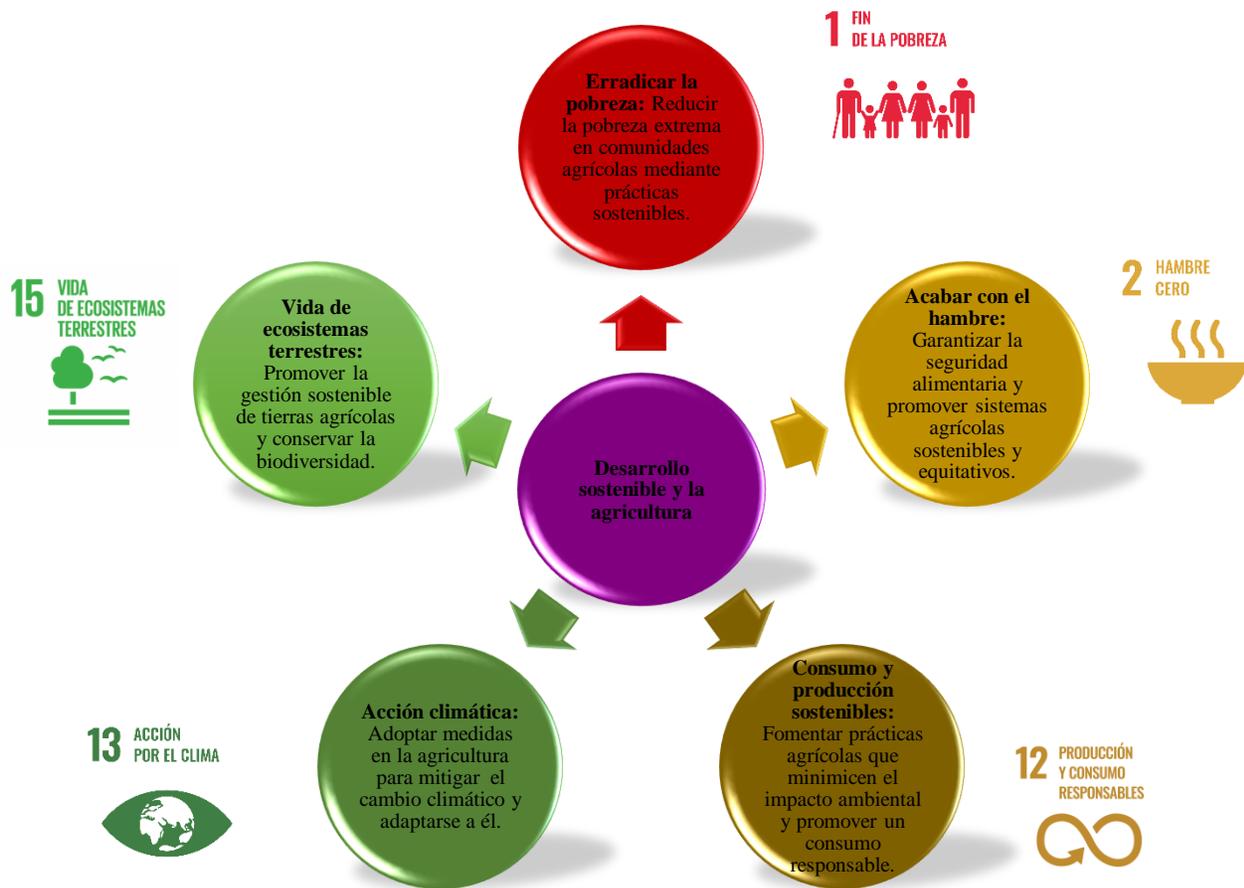
En un sentido más amplio, la producción y el consumo son factores en constante aumento, subrayando la necesidad de implementar modelos de producción eficientes y respetuosos con el entorno para reducir y detener su degradación. Bajo este enfoque la agricultura desempeña un papel crucial en el objetivo acción por el clima, ya que su gestión y funcionamiento han generado impactos significativos en los recursos naturales y en los ecosistemas. Es así como este sector económico presenta alternativas sostenibles que reduzcan y mitiguen el impacto de su actividad en la búsqueda de expandir su oferta para cubrir la demanda alimentaria (FAO, 2018).

Por otro lado, enfatiza la necesidad de reconstruir áreas que han sido destruidas en la intención de ampliar tierras para la agricultura, lo que ha llevado a sistemas agrícolas ineficaces y sin sensibilidad ambiental, tomando en cuenta que los bosques son la principal fuente de recursos naturales, lo que los convierte en actores en la regulación del clima y en la preservación de las cuencas hidrográficas y en la diversidad biológica (FAO, 2018).

La Figura 1 muestra cómo la agricultura puede contribuir a aumentar la productividad, mejorar el acceso a los mercados, diversificar las actividades económicas rurales, reducir la pobreza rural, mejorar la seguridad alimentaria, proteger los recursos naturales, reducir la huella ambiental de la agricultura y adaptarse al cambio climático.

Figura 1

Relación entre el desarrollo sostenible y la agricultura



Nota: Relación de la agricultura con seis de los ODS de las Naciones Unidas.

1.1.2 El Desarrollo Sostenible en el sector agrícola del Ecuador

Ecuador ha asumido el compromiso de seguir la agenda global 2030 y cumplir con los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, con el fin de asegurar un nuevo enfoque en la producción de alimentos con valor añadido, alineado con la meta de eliminar la pobreza y mitigar el hambre (FAO, 2018).

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (2022) menciona que en su informe técnico "El Plan Nacional Agropecuario" se utiliza modelos econométricos para identificar deficiencias territoriales y de esta manera acelerar la transformación agrícola y el desarrollo rural sostenible, con el fin de erradicar la pobreza en favor del ODS 1 (párr. 8). Se busca reducir la pobreza en un

25% y aumentar el empleo rural relacionado con la agricultura en un 40% durante los próximos 10 años. Para ello, se orientará la producción hacia zonas agroecológicas, teniendo en cuenta las necesidades específicas de cada cultivo (párr. 9).

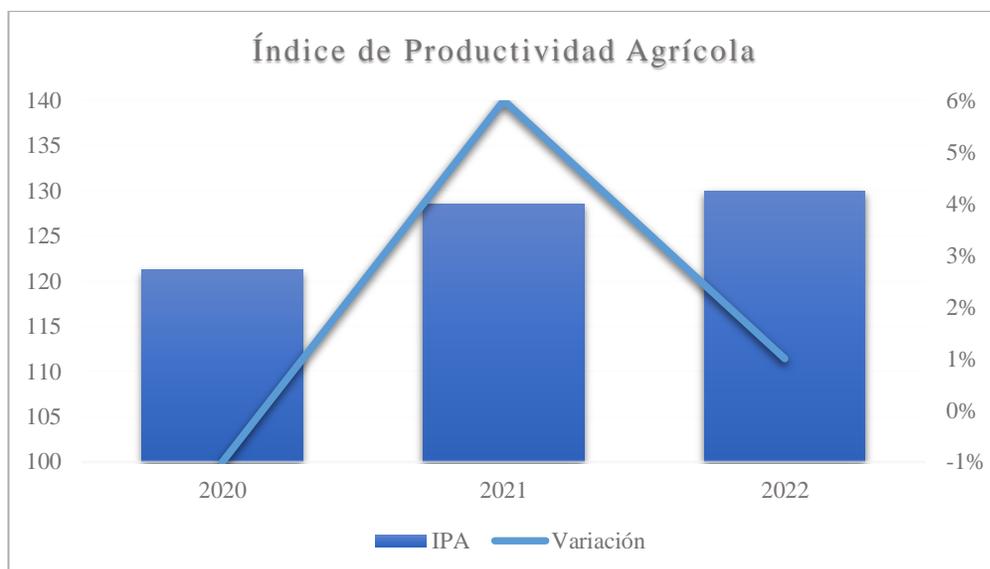
De esta forma, y dentro de la Constitución Política de la República del Ecuador, la alimentación se encuentra señalada como un derecho inalienable e irrenunciable, haciendo énfasis al buen posicionamiento que tiene la soberanía alimentaria ecuatoriana en el bienestar social y económico. Asimismo, “la CRE indica que la soberanía alimentaria (ODS 2) es un objetivo esencial y una obligación del Estado para asegurar que individuos, comunidades, pueblos y nacionalidades logren la autosuficiencia en alimentos saludables y culturalmente adecuados de manera continua” (Cajamarca-Carrasco et al., 2022).

Según lo menciona la Secretaría Técnica Planifica Ecuador (2020), se han alcanzado avances relevantes en la promoción de prácticas sostenibles en la producción agrícola y la garantía de seguridad alimentaria. Se ha hecho un esfuerzo para mejorar la accesibilidad a los medios de producción y fortalecer los programas que brindan apoyo técnico, formación y desarrollo de nuevas ideas para los agricultores (p. 48).

Así, el índice de productividad agrícola presentó avances entre 2020 y 2022, al pasar de 121,22 a 129,97. Dicha condición implicó un incremento de 9 puntos en el índice:

Figura 2

Índice de Productividad Agrícola del Ecuador 2020-2022



Nota: La figura muestra el Índice de Productividad Agrícola (IPA) del Ecuador de 2020 a 2022, ilustrando un aumento en la productividad en 2021 seguido de una disminución significativa en 2022, en base a Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria (2023).

Por otra parte, en materia ambiental, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2019) ha ratificado el compromiso del país con el “Acuerdo de París” por motivo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (ODS 13) (Párr. 1). Sobre aquello, se busca implementar medidas de mitigación, adaptación y resiliencia ante los efectos del calentamiento global, por lo que Ecuador trabajó de manera participativa en la definición de su “Primera Contribución Determinada a Nivel Nacional”, presentada en 2019 ante la ONU, y que plantea una reducción del 9% en la emisión de gases de efecto invernadero al 2025 en los sectores de energía, agricultura, procesos industriales y desechos. Sin embargo, si se logra un apoyo internacional efectivo, esta reducción alcanzaría el 20,9 % (Párr. 3).

1.2 Agricultura convencional

El término "agricultura convencional" se utiliza en tres situaciones distintas. El primer contexto es un escenario experimental y de análisis. Experimentar, relacionar y diferenciar

prácticas alternativas es posible con este tipo de agricultura, también conocido como "tratamiento de control" (Samberg & Giller 2022). En un segundo contexto, la agricultura convencional se transforma en agricultura industrial (Rosati et al., 2021). Cuando se menciona la palabra "industrial", se convierte en un término desfavorable, irresponsable, que tiene un impacto perjudicial e insostenible en el medio ambiente y las comunidades rurales. Por último, como tercer contexto, El término "agricultura convencional" se refiere a una práctica organizada y basada en principios. Por lo tanto, este tipo de agricultura se ha convertido en una práctica uniforme, notablemente conservadora, estática y obsoleta, lo que significa que debe ser reemplazada (Samberg & Giller 2022).

La agricultura convencional no aporta a mejorar y facilitar la soberanía alimentaria y la salubridad del suelo. Por consiguiente, ignora la inmensidad de la diversidad agrícola. Además de caracterizarse por el uso de maquinaria exclusiva, este tipo de agricultura usa semillas mejoradas y fertilizantes, así como pesticidas para el control de las plagas. Su objetivo principal es hacer frente a la gran cantidad de demanda de alimentos en el mercado, es decir, mejorar la productividad de sus cultivos. En general, es importante decir que alrededor del mundo la agricultura convencional se estima en un 98,5% de las tierras agrícolas, mientras que el 1,5% restantes son consideradas orgánica-convencional (Willer, et al., 2021).

Entre tanto, es preciso indicar que “el modelo de la agricultura convencional se cimienta sobre seis prácticas distintas. Para identificar a cada una de ellas, a continuación, se presentan los siguientes conceptos (Guzmán Sarmiento, 2017):

Tabla 1

Principales prácticas agrícolas convencionales

Definición	Concepto
Labranza intensiva	Consiste en el arado de suelo de manera profunda y constante, que llega a fragmentar la estructura del suelo para favorecer un mejor drenaje; dar vuelta a la tierra para erradicar las malas hierbas que proliferan en las parcelas, con el fin de maximizar la eficiencia productiva de estas.
Monocultivos	Plantación de gran extensión de una sola especie.
Irigación	Explica que incrementar la producción, es esencial contar con agua proveniente de las capas subterráneas.
Aplicación de fertilizantes inorgánicos	Aplicación de compuestos sintéticos al suelo para mejorar su capacidad de producción y aumentar el rendimiento de los cultivos.
Manipulación genética de los cultivos	Se basa en una técnica que implementa sustancias previstas a prevenir, deshacer o controlar cualquier tipo de plaga o enfermedad que generan pérdidas o que entorpecen de cualquier manera en la producción.

Nota. La tabla presenta una descripción de las prácticas agrícolas convencionales, incluyendo su definición en base a Guzmán Sarmiento (2017).

Como efectos ambientales de la adopción de este tipo de prácticas es la alta resistencia de insectos, ácaros y hongos patógenos que se han desarrollado resistencia a uno o más pesticidas, mismos que también han afectado a polinizadores y otros insectos beneficiosos. Además, la transformación de tierras silvestres en zonas de cultivo ha causado el deterioro del hábitat, afectando a una gran cantidad de ecosistemas. La conexión entre la agricultura y la transformación del entorno climático se evidencia en la destrucción de vegetación nativa para actividades agrícolas, provocando una considerable emisión de dióxido de carbono y otro tipo de GEI debido a que los suelos son grandes reservas de carbono (Fisher, 2017).

1.2.1 La agricultura convencional en Ecuador

En Ecuador, se ha promovido la agricultura tradicional a través de instituciones gubernamentales y no gubernamentales desde mediados de los años 70. Los ecosistemas y agroecosistemas del país tuvieron efectos casi irreversibles, incluida la disminución de la diversidad de plantas y de la vida silvestre, la aparición de nuevas plagas y enfermedades en los cultivos, y los desafíos de salud para las personas. (Intriago & Gortaire, 2016).

Como resultado, la agricultura tradicional en su forma actual no es una solución sostenible para la seguridad alimentaria y el desarrollo rural en Ecuador.

Estrada-Martínez (2024) apoya esta idea al afirmar que el manejo actual del suelo en Ecuador es insostenible, las razones detrás de este problema son complejas. Por un lado, la dependencia excesiva de fertilizantes químicos, la falta de análisis de suelos y la aplicación indiscriminada de plaguicidas por parte de algunos agricultores, son prácticas que sin duda están degradando el suelo y acelerando la pérdida de biodiversidad.

Por otro lado, una gran parte de los productores agrícolas no implementan buenas prácticas de conservación debido a la falta de conocimiento y capacitación en estas áreas. Así lo sostiene Quimis et al. (2018) mencionando que “las labores de una gran parte de los productores están más enfocadas en la agricultura convencional, esto se debe a la falta de capacitación y a que desconocen de la importancia y beneficios de las buenas prácticas agrícolas” (p. 32).

Si bien el uso de prácticas agrícolas convencionales, como el riego, la aplicación de fertilizantes y fitosanitarios, ha permitido un aumento en la producción agrícola en Ecuador (Pérez-Consuegra, 2018). Este enfoque tiene un alto costo ambiental y social. El monocultivo, como modelo predominante, es un ejemplo claro de esta problemática.

La dependencia del monocultivo, intensificada por la uniformidad genética y ecológica de los cultivos, aumenta la susceptibilidad a plagas, enfermedades y malezas. Esto, a su vez, promueve la utilización de pesticidas químicos, con los riesgos asociados para la salud humana y el entorno ambiental (Martínez Valle, 2013).

La situación se agrava por las condiciones socioeconómicas que enfrentan los agricultores ecuatorianos. La baja tecnificación y mecanización, el limitado acceso a créditos y la falta de conocimiento en el manejo integrado de plagas y enfermedades generan un círculo vicioso de baja producción, bajos ingresos y degradación ambiental (Martínez Valle, 2013).

1.3 Agricultura sostenible

La agricultura sostenible va más allá de los límites convencionales y se destaca por la producción segura para el consumo humano mediante el uso óptimo de recursos respetuosos con el medio ambiente. La agricultura sostenible se diferencia de la agricultura convencional por utilizar tecnologías agrícolas sostenibles basadas en principios ecológicos, evitando el uso de pesticidas, fertilizantes químicos sintéticos, aditivos en los alimentos y organismos genéticamente modificados. La demanda y el valor de los productos orgánicos o sostenibles han aumentado como resultado de esta transición (Giampieri et al., 2022).

El desafío de la sostenibilidad a nivel mundial, como señalan Sarkar et al. (2020), implica la necesidad de lograr eficiencia en la producción de alimentos para satisfacer la creciente demanda y a la vez reducir el uso de recursos y mitigar la degradación del suelo. En este sentido, la conservación del suelo emerge como un aspecto crucial, dado que este actúa como un sistema vivo y dinámico que proporciona servicios esenciales para la agricultura, como la conservación del agua, el soporte para el crecimiento de las plantas y la descomposición de nutrientes. La salud del

suelo, como destaca Tahat (2020), está estrechamente relacionada con la sostenibilidad agrícola, que se define como la capacidad de los sistemas de producción de cultivos para generar alimentos de manera continua sin afectar negativamente al medio ambiente. En este contexto, la adopción de prácticas de labranza de conservación se presenta como una herramienta clave para mejorar la rentabilidad de los agricultores al reducir los costos de insumos y mano de obra.

La agricultura sostenible busca un equilibrio entre la productividad, la rentabilidad y la protección del medio ambiente. Con el fin de lograr esta meta, la FAO (2012) plantea un conjunto de acciones, como la instalación de sistemas de monitoreo para la calidad del agua, la optimización de los residuos generados y la reducción del uso de agroquímicos.

La FAO (2012) propone medidas para la agricultura sostenible como la instalación de sistemas de monitoreo para la calidad de agua, planes diseñados para evitar impactos adversos derivados de la actividad agrícola, mejorar la gestión de los residuos generados, disminuir el uso de productos químicos agrícolas, prevenir riesgos asociados con la escorrentía y la erosión del suelo, tratar las aguas residuales, controlar las plagas, fomentar la producción de compost y proporcionar educación ambiental en las comunidades sobre los efectos de los productos químicos agrícolas, como pesticidas, fungicidas y herbicidas.

Tabla 2

Principales prácticas agrícolas sostenibles

Definición	Concepto
Rotación de cultivos	Es una práctica que persigue la máxima producción posible por cada área, optimizando el uso de los recursos disponibles. La rotación de cultivos implica alternar diferentes cultivos dentro de una misma parcela durante distintos ciclos.

Labranza mínima	Se considera a aquella técnica que interviene limitadamente en la capa superior del suelo (entre 10 y 15 cm), con maquinaria especializada, que ayude a mejorar la estructura de este a largo plazo.
Manejo integrado de plagas (MIP)	Aborda el manejo de plagas desde un enfoque integral donde combina a diversas técnicas de control tanto físicas como químicas, culturales y biológicas que se caractericen por ser accesibles, razonables con el medio ambiente y socialmente viables.
Agricultura de conservación	Se basa en la disminución o eliminación completa de la labranza y el mantenimiento permanente de la cubierta vegetal del suelo. Este tipo de agricultura mejora la estructura del suelo, la capacidad para retener el agua en el suelo e incrementa la diversidad biológica.
Uso de cultivos de cobertura	Es aquella práctica donde se implementa la siembra de plantas no comestibles, que se denominan “cultivos de cobertura”, con el objetivo de controlar el esparcimiento de malas hierbas, la productividad de los cultivos y la protección del medio.
Sistema de riego eficiente	Esta práctica se basa en la utilización de sistemas de riego eficientes desde un enfoque sostenible, que disminuyan el uso del recurso hídrico. Su implementación permite minimizar la demanda de agua por parte del sector agrícola y optimiza la rentabilidad de los pequeños y grandes productores.

Nota. La tabla presenta una descripción de las prácticas agrícolas convencionales, incluyendo su definición en base a Lagreze (2023), Silva, Vergara y Acevedo (2015) y Agroavances (2019).

Los principios de la agricultura sostenible buscan incentivar un enfoque más resiliente, equilibrado y responsable hacia la producción agrícola, que permita crear sistemas agrícolas productivos con gran capacidad para preservar los recursos de la tierra y, asimismo, generar viabilidad económica para los pequeños y grandes productores agrícolas. A continuación, se mencionan los cinco principios expuestos por la Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación [FAO] (2014):

- **Principio 1.** Contribuir con la eficiencia en el uso de los recursos como agua, tierra y fertilizantes es esencial para la sostenibilidad agrícola.
- **Principio 2.** La agricultura sostenible busca promover medidas eficaces que se comprometan a preservar, proteger y optimizar la utilización de los recursos de la naturaleza para comprometer a las futuras generaciones.
- **Principio 3.** No se considera sostenible a aquel tipo de agricultura que no se compromete en salvaguardar las condiciones de vida en las comunidades rurales y el bienestar comunitario de estas.
- **Principio 4.** La sostenibilidad agrícola precisa incrementar la resiliencia ante el cambio climático y la volatilidad del mercado, colaborando así con la adaptación de los ecosistemas y de las comunidades.
- **Principio 5.** La gestión eficiente es esencial para la continuidad de la sostenibilidad en los ecosistemas naturales y en las comunidades humanas.

1.3.1 Objetivos de la agricultura sostenible

La agricultura sostenible pretende proteger el ambiente, incrementar los recursos naturales y usar de una manera adecuada los recursos no renovables. En otras palabras, la agricultura sostenible consiste en un sistema que combina prácticas para la producción eficiente y cuidados de plantas y animales dentro de un periodo de tiempo, un lugar determinado y una aplicación específica, que por criterio del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (2023), está comprometida a cumplir los siguientes objetivos:

- Proveer al ser humano de alimentos y fibra; regenerar el ambiente y recursos naturales para la economía agrícola.

- Utilizar eficientemente recursos no renovables y agrícolas donde se deben íntegras ciclos y revisiones biológicas naturales; permitir que las actividades agrícolas sean realizables.
- Mejorar la condición de vida de las personas individual y colectivamente.

1.3.2 Factores de prácticas agrícolas sostenibles

Dentro de la dimensión de sostenibilidad agrícola de esta investigación se toman en consideración los siguientes temas con sus respectivos parámetros para ser considerados como indicadores. Así tenemos factores: agua, suelo, fertilización, cultivo sostenible, y manejo integrado de plagas y enfermedades.

Factor Agua. El agua desempeña un rol esencial en la disminución de la pobreza, la bonanza de las condiciones de vida y la consecución de la sostenibilidad alimentaria (Zúniga & Mendoza, 2021).

- ❖ **Calidad de agua.** La calidad del agua en una cuenca hidrográfica refleja la eficacia de la gestión ambiental en esa zona (Zúñiga y Mendoza, 2021). En la producción de alimentos, es crucial que el agua cumpla con los estándares de la OMS, libre de componentes tóxicos, solo así se podrá asegurar la salud de las personas, la categoría de los productos agrícolas y la salud del suelo (Vera, 2012).
- ❖ **Cantidad de agua.** El agua dulce, pilar fundamental del sistema alimentario, enfrenta una amenaza crítica debido a la disminución global de este recurso vital (UNESCO, 2021). Esta escasez representa un peligro para la agricultura, reduciendo la producción de los cultivos entre un 20% y un 50% (Shrivastava & Kumar, 2015). Para afrontar este desafío, Melo-Sabogal & Contreras-Medina (2022) proponen diversas estrategias

como: el uso de cultivos genéticamente modificados resistentes a la sequía, mejores prácticas agrícolas en el riego y técnicas de riego deficitario que permitan un ahorro significativo de agua en la producción de alimentos, asegurando su sostenibilidad (p. 20).

❖ ***Fuente de agua para riego.*** El agua para riego se obtiene de dos maneras: la precipitación natural y el riego. Si bien la primera escapa del control humano, el riego se convierte en herramienta indispensable para suplir sus deficiencias (CONGOPE, 2016). Este último elemento se convierte en el eje central del sistema de riego, definiendo el área a regar y las características del sistema a implementar. La captación del agua se realiza mediante estructuras sencillas que la conducen hacia pequeñas pilas de almacenamiento, conocidas como acueductos (Briceño, et al., 2012). Estos acueductos representan una oportunidad para la gestión sostenible del agua y la escasez hídrica, permitiendo aumentar la producción agrícola, sembrar todo el año y garantizar las cosechas (Cárdenas Henao, 2015).

❖ ***Conflictos por el uso de agua.*** En un contexto de escasez y competencia por el agua, una buena gestión del recurso se vuelve aún más crucial. Esta gestión debe contemplar acciones para cuidar su calidad, promover su uso eficiente, prevenir la contaminación y proteger los ecosistemas acuáticos, patrimonio de las generaciones futuras (Mirassou, 2009).

Si bien el agua es un recurso vital de todos, su valor varía según las circunstancias. Es por ello que su cuidado y uso responsable son fundamentales. La gestión del agua para riego, en particular, es compleja y conflictiva, ya que implica la disputa por recursos

productivos esenciales para la economía de las familias campesinas (Sánchez et al., 2014).

- ❖ ***Requerimientos hídricos del cultivo.*** Entregar al cultivo la cantidad precisa de agua que necesita es fundamental para su desarrollo óptimo, puesto que al aplicar menos agua reduce el rendimiento del cultivo, mientras que un exceso trae consigo el desperdicio de agua, el lavado de nutrientes y fertilizantes, la erosión causada por el escurrimiento superficial y la falta de oxígeno en las raíces. (CONGOPE, 2016).

Sin embargo, el escaso conocimiento que poseen los agricultores sobre la necesidad hídrica que los cultivos requieren, se suma a la problemática del uso ineficiente del agua (Melo-Sabogal & Contreras-Medina, 2022). Dentro de este tipo de conocimiento es importante familiarizarse con los elementos externos que impactan en el consumo de agua de la planta: la temperatura, la humedad ambiental y la velocidad del viento (Briceño et al., 2012). Es así como la consideración del clima y el uso del pluviómetro se convierten en alternativa que permite optimizar el uso del agua, asegurando la aplicación de cantidades precisas y la mejora de la planificación de recursos para optimizar los recursos.

- ❖ ***Protección y conservación del recurso hídrico.*** La falta de protección y conservación del agua es una problemática ambiental de gran magnitud, generada principalmente por la disposición final inadecuada de residuos y el uso de productos químicos no biodegradables (Torre Marín et al., 2009; Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria, 2016). Ante este escenario, el reúso del agua tratada en la agricultura emerge como una alternativa viable para la gestión sostenible de los recursos hídricos. Sin embargo, para que esta práctica sea exitosa y segura, es

fundamental contar con sistemas sépticos adecuados que garanticen la calidad del agua reutilizada (IMTA y Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia, 2018).

En cuanto al uso de productos químicos en la agricultura, es crucial evitar aquellos no biodegradables, ya que estos actúan como contaminantes (Grijalva Endara et al., 2020).

En su lugar, se recomienda optar por productos químicos biodegradables, los cuales representan una alternativa más sostenible que reduce la necesidad de agua, fertilizantes y pesticidas (Ulloa Loor, 2020).

- ❖ ***Manejo de envases químicos.*** Los envases vacíos de plaguicidas, a pesar de parecer inofensivos, pueden ser una fuente de peligro si no se gestionan adecuadamente. La reutilización de estos es riesgosa (FAO, 2008). Y si, por otro lado, se abandonan en el medioambiente, estos envases contaminan los suelos y las fuentes subterráneas de agua a través de diferentes mecanismos, como la aplicación directa en cursos de agua para controlar plagas, la infiltración en mantos freáticos o el escurrimiento superficial desde zonas agrícolas (Álvarez Garzón, 2022).

Para romper este ciclo de contaminación, es fundamental que los agricultores y usuarios de plaguicidas adopten prácticas responsables en el manejo de los envases vacíos como: el triple lavado de los envases, el cual reduce significativamente la cantidad de residuos químicos, minimizando el riesgo de que contaminen las fuentes de agua. Además, es fundamental contar con un lugar adecuado en la finca para almacenar los envases lavados y perforados hasta que sean recolectados por un gestor autorizado (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2023).

Factor Suelo. “El suelo presenta características biológicas, químicas y físicas que almacenan micro y macronutrientes, cuyo objetivo es almacenar carbono, reciclar materiales, filtrar agua y regular el clima” (Arias et al., 2021).

- ❖ **Escorrentía.** La escorrentía, definida como el flujo de agua que ocurre cuando la precipitación cae sobre el suelo, pero no se infiltra en él, es un proceso natural que se intensifica cuando la cantidad de lluvia o riego supera la capacidad de retención del suelo (Rivera y González, 2013).

Sin embargo, este proceso natural puede tener un impacto ambiental considerable. La escorrentía arrastra consigo sedimentos, nutrientes y, en ocasiones, contaminantes como algas tóxicas, pesticidas y desechos industriales hacia los cuerpos de agua (Paz-González y Vázquez, 2004).

- ❖ **Erosión.** Cuando el agua fluye en forma laminar, no causa problemas. Sin embargo, las irregularidades del terreno y el aumento del caudal pueden concentrarlo, dando lugar a la erosión por surcos y cárcavas. Los surcos, de tamaño centimétrico, pueden desaparecer al labrar, mientras que las cárcavas, de mayor tamaño, son difíciles de eliminar con el laboreo ordinario (Paz-González y Vázquez, 2004).

Y como bien indica Cotler (2020), “Los suelos erosionados son de baja calidad y no pueden realizar todas sus funciones, como retención de humedad, conservar nutrientes, mantener profundidad de enraizamiento, entre otros” (p. 5).

- ❖ **Prácticas de conservación de los suelos.** Labranza de conservación y siembra directa se trata de plantar los cultivos anuales utilizando la menor cantidad posible de labranza o mediante siembra manual, aprovechando los residuos de la cosecha anterior. Para que esta tecnología tenga éxito, necesita suelos libres de obstáculos o restricciones

químicas, físicas y biológicas; estos suelos ayudan a reducir la compactación del suelo, conservan el agua y almacenan carbono para ayudar a contrarrestar las emisiones de GEI (Caicedo Guerrero, 2004). Por otra parte, Espinoza, et al. (2007) y Altieri & Nicholls (2007), recomiendan que “el agricultor lleva a cabo la rotación de cultivos para optimizar la fertilidad del suelo, ya que esta práctica ha demostrado elevar el contenido de materia orgánica y, en ciertos casos, se observa un aumento en los nutrientes.” (Como está citado en Caldas Mejía, 2013, p. 70). Por último, la agricultura de transición pretende pasar de un nivel a otro disminuyendo progresivamente el uso de insumos sintéticos y reduciendo las prácticas convencionales como la labranza intensiva en los sistemas de producción (Clavijo et al., 2006).

Factor Fertilización. Los fertilizantes son insumos clave en la producción agraria, por lo que su uso eficiente es crucial para ahorrar costos y minimizar el impacto ambiental. (García-Serrano Jiménez et al., 2008).

❖ **Fertilizantes.** Los abonos orgánicos, presentes desde siempre en la naturaleza, son un pilar fundamental de la agricultura ecológica. Su uso favorece tanto la productividad del suelo como la salud de las plantas, aspectos cruciales para la sostenibilidad del medio (BBVA, 2024). En este sentido, los fertilizantes organominerales combinan los beneficios tanto de los abonos orgánicos y como de los minerales. Por un lado, proporcionan niveles elevados de materia orgánica que mejoran las cualidades del suelo y por otro, la adición de nutrientes minerales asegura un suministro para las plantas, compensando la falta de disponibilidad inmediata de los abonos orgánicos (Cáceres & Marfà, 2008).

En contraste, la frecuente aplicación de fertilizantes químicos en la agricultura plantea posibles riesgos de contaminación por la filtración de nutrientes, junto con su costo elevado, lo cual podría incidir en la rentabilidad de los sistemas de producción (Torres-Lozada et al., 2021, p. 198). A largo plazo, el uso excesivo de estos fertilizantes ha resultado en una disminución del contenido de materia orgánica y nutrientes del suelo, lo que ha deteriorado su calidad, acidificado y contaminado (Chuan-chuan et al., 2017).

Diversidad de cultivos. La variedad de plantas cultivadas en un mismo espacio durante un período extenso define dos sistemas: el monocultivo, donde se produce una sola especie, y el policultivo, que combina dos o más.

❖ **Tipo de cultivo.** Los monocultivos, al ser ecosistemas simplificados, son más sensibles a cambios externos como plagas o variaciones climáticas, por carecer los mecanismos de defensa ecológica son esenciales para prevenir o resistir los efectos de brotes o ataques de agentes patógenos, los cuales pueden afectar la producción de alimentos y ocasionar considerables pérdidas de rendimiento. Por otro lado, los policultivos, al contar con una mayor variedad de especies, son más resistentes y estables (Avilés & Federico, 2017; Fortín & González, 2022).

Factor Manejo Integrado de plagas. Es un sistema que utiliza diversas técnicas compatibles para controlar las poblaciones de plagas. Su objetivo es mantener estas poblaciones por debajo de un umbral que pueda causar daños económicos (Jiménez, 2009).

❖ **Manejo de malezas y arvenses.** El manejo adecuado de arvenses, mediante la selección de coberturas nobles, no solo permite la conservación del suelo, sino que también trae

consigo diversos beneficios. Entre estos beneficios se incluyen la preservación del suelo frente a la erosión, el control de la fluidez de las aguas de escorrentía, la salvaguarda de la diversidad genética y la disminución de los gastos relacionados con el deshierbe en un 85% (Altieri, 1996).

Los métodos tradicionales de deshierbe empleados por agricultores en diversas regiones del mundo han buscado dejar los suelos completamente libres de vegetación. Estos métodos han implicado el uso de herramientas como el azadón, la pala, la gambia, el machete, la guadañadora y, en los últimos dos decenios, herbicidas (Blanco & Leyva, 2007). Este enfoque de gestión, combinado con el uso de productos químicos en la agricultura, conlleva una reducción continua en la productividad del suelo, pérdidas por escorrentía debido a la falta de regulación del agua y una escasez en la diversidad genética, lo que ocasiona desequilibrios ecológicos y una agricultura que no es sostenible (Labrada, 1996).

❖ ***Manejo de plagas y enfermedades.*** A lo largo de la evolución de la agricultura, se han desarrollado diversas metodologías para afrontar la presencia de plagas y enfermedades que afectan a los sembríos. Entre ellos, se encuentran el control biológico, el control químico y el control mixto, cada uno con sus ventajas y desventajas.

El control biológico se basa en el uso de seres vivos, como animales, insectos, bacterias, hongos o virus, para combatir plagas y enfermedades. Este método se fundamenta en la interacción natural entre las especies, donde algunas se alimentan o completan su ciclo de vida a costa de otras (Jiménez, 2009).

El control químico, por otro lado, emplea productos sintéticos o químicos para eliminar las plagas y enfermedades. Este método se recomienda solo en casos de alta gravedad,

ya que puede tener consecuencias adversas para el medio ambiente, la salud humana y la fauna benéfica. Entre sus desventajas se encuentran la generación de resistencia en las plagas, la contaminación ambiental y la posibilidad de afectar la calidad de los productos agrícolas (Jiménez, 2009).

El control mixto, como su nombre lo indica, combina el uso de métodos de control biológico y químico. Esta estrategia busca aprovechar las ventajas de ambos métodos, minimizando al mismo tiempo sus desventajas.

1.4 Rentabilidad en proyectos agrícolas

Dentro del proceso de la producción agrícola, los costos se distinguen como aquella herramienta que preocupa a los agricultores, al tener que confrontar realidades nuevas y distintas a causa de riesgos ambientales, sociales y económicos, que afecten en la planificación y manejo de decisiones para salvaguardar o potenciar la rentabilidad de los cultivos (Molina, 2017).

1.4.1 Indicadores de rentabilidad utilizados en el sector agrícola

Dentro de la dimensión económica de esta investigación se toma en consideración los siguientes indicadores: El costo total de producción, ingresos de venta del producto, rendimiento del cultivo, factor de rentabilidad y utilidad bruta.

Costo total de producción. El costo total (CT) de producción es todo lo que se invierte para producir un producto. Este se forma de costos fijos y costos variables. Los costos fijos (CF) son constantes a corto plazo, puesto que son independientes de los cambios en la producción. Los costos fijos representan la utilización de los recursos como la tierra, las construcciones, la maquinaria y equipo, los laboratorios de uso agrícola y sus avances. Los costos variables (CV) son

aquellos costos relacionados que se vinculan de forma directa con el grado de producción; estos costos permiten reflejar fertilizantes, abonos, combustibles, medicamentos, mano de obra temporal, entre otros (Emerson, 2019).

$$CT= CF + CV \quad (1)$$

Ingreso total. Los ingresos totales (It) son los ingresos que genera una organización empresa por la venta de sus productos. Lo calculamos multiplicando el precio del producto (P) por la cantidad de producción (Y) (Hutchinson, 2016).

$$It = P*Y \quad (2)$$

Rentabilidad del cultivo. El objetivo de una empresa es obtener ganancias. Esta ganancia se conoce como rentabilidad (Hutchinson, 2016).

$$\text{La rentabilidad} = It - ct \quad (3)$$

Valor actual neto (VAN). El Valor Actual Neto es considerado como un indicador que permite identificar, examinar y evaluar la viabilidad de un proyecto. Bajo este enfoque, se considera que, si el Valor Actual Neto es positivo, el proyecto es aceptable, lo que implica que generará beneficios económicos en el futuro. En caso de que el Valor Actual Neto sea negativo, el proyecto se descarta debido a que sus gastos superan sus ingresos. Si el Valor Actual Neto es igual a cero, significa que los ingresos apenas cubren los gastos, lo que indica que el proyecto no es muy rentable (Vázquez y otros, 2017).

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FE_t}{(1+k)^t} - FE_0 = 0 \quad (4)$$

En donde:

FE0 = Inversión Inicial

FEt = Flujo de entrada de Efectivo del período

K = Tasa de interés equivalente al costo de capital de la empresa o TMAR

t = Período actual.

Tasa de inversión de retorno (TIR). Guarda una estrecha relación con el Valor Presente Neto (VAN). La TIR busca determinar una única tasa de rendimiento para el proyecto, y, de acuerdo con Mete (2014), se establece que una inversión es aceptable si la TIR supera el rendimiento que requiere; de lo contrario, se desaprueba. Es decir, si la TIR es mayor que la rentabilidad esperada, el proyecto se considera rentable; si es menor, se genera incertidumbre, aconsejando no invertir. En caso de que la TIR sea igual a la rentabilidad esperada y se recomienda llevar a cabo la inversión, siempre y cuando se busca fortalecer la posición de competencia del proyecto y en caso no existan otras opciones viables (Westerfield, 2014).

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FE_t}{(1+TIR)^t} - FE_0 = 0 \quad (5)$$

En donde:

FE0 = Flujo de efectivo inicial

FE = Flujo neto de efectivo del período

n = Número total del proyecto

CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO

2.1 Enfoque, alcance, modalidad, tipo de estudio y diseño de investigación.

La presente investigación presenta un enfoque cuantitativo – cualitativo, con un diseño de investigación exploratoria, correlacional, no experimental y descriptiva. Esto se debe a que este trabajo se dedica a la recolección de datos para su posterior descripción, interpretación y análisis, tomando en cuenta una muestra poblacional. Además, la temporalidad presenta un carácter transversal, ya que los datos de campo se recogen en un solo momento. De acuerdo con el objetivo general, este trabajo analiza prácticas agrícolas sostenibles y su rentabilidad. Como ejemplo de este análisis se toma en cuenta al cultivo del aguacate en la “APAEC” de 6 de Julio de Cuellaje, Cotacachi”.

2.2 Población

La asociación elegida como caso de estudio representa una situación común entre muchos productores en la actualidad. Cada vez más agricultores están considerando la viabilidad de cultivar de manera sostenible y amigable con el medio ambiente. Se consideró como universo a los miembros de la APAEC que se dedican a la producción de aguacate “Hass”. Esta elección se hizo con el propósito de obtener información precisa y relevante sobre las prácticas agrícolas relacionadas, es así como, se obtiene información de 61 agricultores.

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de la información

Para la revisión teórica se utilizó las plataformas: Dialnet, RefSeek, Google académico, SciELO, entre otras, tomando como criterio en la selección de artículos enfocados en las ciencias

económicas y agrícolas. Además, se lleva a cabo la investigación de campo, lo que posibilita abordar directamente el problema de investigación y contribuye a la recopilación de información primaria para el progreso del estudio. El enfoque metodológico utilizado en la investigación se basó en el método empírico, utilizando técnicas de observación directa, así como la recolección de información a través de dos encuestas, permitiendo la realización de un análisis estadístico concreto sobre los datos obtenidos.

Para la recolección de datos, se aplicarán dos encuestas a una población de 61 agricultores de la provincia de Imbabura, Ecuador, entre el 15 y 18 de enero del 2024.

Las encuestas, de carácter individual, buscan determinar la relación entre las prácticas agrícolas sostenibles y la rentabilidad en los cultivos. La primera encuesta, sobre prácticas agrícolas sostenibles, tiene 14 preguntas; mientras que la segunda, sobre rentabilidad, tiene 8 preguntas. Ambas se realizarán de forma presencial para permitir una mayor interacción con los participantes y reducir el riesgo de errores en las respuestas.

Las variables abordadas en esta investigación están vinculadas a las prácticas agrícolas sostenibles en el cultivo de aguacate y la rentabilidad. Para llevar a cabo el análisis de la relación entre ambas variables, resulta crucial contar con información detallada sobre el Índice de Sostenibilidad y Rentabilidad.

En este contexto, la evaluación del Índice de Sostenibilidad para la variable "Prácticas agrícolas sostenibles" implica la consideración de indicadores relacionados con factores como el agua, el suelo, la fertilización, el cultivo sostenible y el manejo integrado de plagas y enfermedades.

Por otro lado, para obtener la Rentabilidad en la variable "rentabilidad del cultivo", se analizan aspectos como el costo total de producción, los ingresos totales, la rentabilidad del cultivo y la proyección de rentabilidad del cultivo a siete años.

En cuanto a la técnica de normalización empleada en este proyecto para la variable de “Prácticas agrícolas sostenibles”, se utiliza la "Escala categórica", donde asignamos un puntaje a cada valor observado, ya sea cuantitativo o cualitativo, dependiendo de si el valor se encuentra por encima o por debajo de un nivel predefinido (Monsalve, 2021).

2.3.1 Técnica de análisis de datos

La técnica de análisis de datos para esta investigación es la estadística descriptiva, previo a la correspondiente validación de la información. Se usarán tablas de frecuencias, tablas de datos, a partir de las cuales se realizarán conclusiones y recomendaciones. Este análisis estadístico descriptivo estará conformado por cuadros donde se manifiesta cada opción presentada en una distribución de frecuencia.

Para cada indicador de la variable de “Prácticas agrícolas sostenibles” se usa la escala de Likert de 0, 0.5, y 1. Con una valoración e indicación baja o nunca, media o a veces, y alta o siempre, respectivamente. Seguidamente se saca el promedio de cada factor con la escala antes mencionada, y después el promedio de cada unidad de análisis, para obtener finalmente el índice de sostenibilidad global de la APAEC, donde se usa una escala propuesta por Sepúlveda et al. (1988) compuesta de la siguiente frecuencia: alta posibilidad de colapsar, nivel crítico, sistema inestable, sistema estable, nivel óptimo, los cuales tiene valores entre 0 y 1.

Por lo tanto, para el análisis de “Prácticas agrícolas sostenibles”, se considerará la adaptación realizada por Sepúlveda et al., 1998.

Tabla 3*Escala de valoración para la variable sostenibilidad*

Valor del índice	Interpretación	
< 0,2	Alta posibilidad de colapsar	
0,2-0,4	Nivel crítico	
0,4-0,6	Sistema inestable	
0,6-0,8	Sistema estable	
> 0,8	Nivel óptimo	

Nota. La tabla indica la escala en la que serán calificados los valores de sostenibilidad de cada factor. Adaptada de Pérez et al. (2005).

Con el fin de visualizar de forma gráfica los índices, se utilizó el Biograma, también conocido como diagrama de telaraña. Esta representación visual muestra el "estado de un sistema", ilustrando el grado de sostenibilidad del objeto de análisis, las discrepancias evidentes entre sus dimensiones y, en consecuencia, los potenciales niveles de conflictos presentes (Gamero, 2011).

Además, en la variable "Rentabilidad" solo se tomarán en cuenta los valores reales de la encuesta para obtener la rentabilidad por cada una y luego el promedio de todas estas con el fin de obtener el VAN y TIR a siete años de producción del cultivo.

Luego de haber obtenido los valores de los índices de cada variable mediante la aplicación de un promedio y para analizar la correlación de las dos variables, se aplica la prueba no paramétrica Kolmogorov-Smirnova para analizar si los datos cuentan con una distribución normal o no normal. Si los datos presentan una distribución normal, se aplica la prueba paramétrica de Pearson. En cambio, si los datos presentan una distribución no normal, se aplica la prueba no

paramétrica de Rho de rangos Spearman. Este análisis de estadística descriptiva se la realiza usando SPSS.

2.4 Operacionalización de variables

De acuerdo con el marco teórico referencial y contemplando las investigaciones anteriores que toman en cuenta las variables de sostenibilidad y rentabilidad, la operacionalización de esta investigación se describe de la siguiente manera:

Tabla 4

Matriz de Variables

Variable	Dimensión	Indicadores (Factores)	Instrumento	Ítems (Preguntas)	Posibilidades de respuesta	Niveles y rangos de la variable
Prácticas agrícolas sostenibles Permiten el uso eficiente de recursos naturales, mitigando el impacto de la agricultura en el ambiente.	Sostenibilidad agrícola	Agua	Encuesta de prácticas agrícolas sostenibles	1,2,3,4,5,6,7	Escala de medición Likert Bajo = 0 Medio = 0.5 Alto = 1	Escala Likert
		Suelo		8, 9, 19		< 0,2 Alta posibilidad de colapsar
		Fertilización		11		0,21-0,4 Nivel crítico
		Diversidad de cultivos		12		0,41-0,6 Sistema inestable
		Manejo integrado de plagas (MIP)		13, 14		0,61-0,8 Sistema estable

						> 0,81 Nivel óptimo
Rentabilidad del cultivo Es la capacidad para crear beneficios económicos a partir de sus actividades agrícolas.	Económica	Costos de producción fijos	Encuesta de rentabilidad del cultivo de aguacate	1, 2	Se usará los datos directamente para obtener rentabilidad del cultivo.	
		Costos de producción variables		3,4,5,6,7		
		Ingresos totales		8		

CAPITULO III: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 Zona de estudio

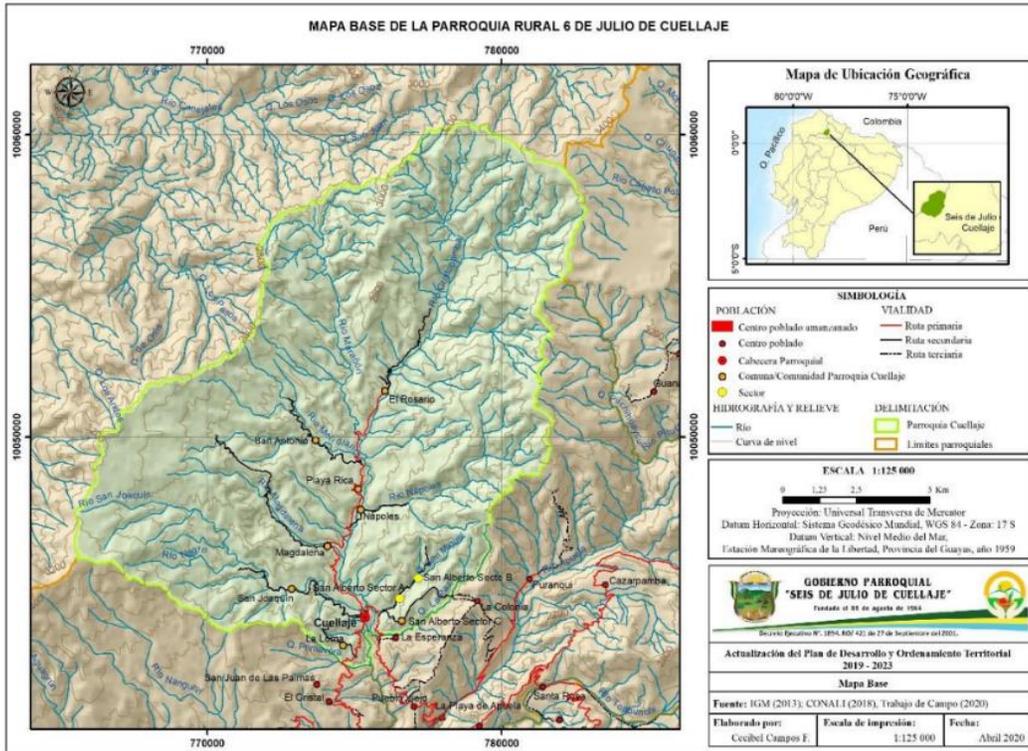
El estudio se realiza en la parroquia rural 6 de Julio de Cuellaje, ubicada en el sector nororiental del cantón Cotacachi, en la provincia de Imbabura. Esta área es parte integrante de las parroquias rurales de la Zona de Intag. Se caracteriza, principalmente, por su fuerte vínculo con la actividad agrícola y ganadera, lo cual crea una dependencia significativa entre la actividad económica y los recursos naturales, y ello, a su vez, le da un enfoque en el buen manejo de estos.

Es preciso recalcar que la agricultura representa una fuente económica importante de empleo y sustento para los cuellajeños, así como también la crianza de ganado vacuno ha logrado desempeñar un rol significativo en la economía local. Por otro lado, la parroquia cuenta con vías de acceso que facilitan la conexión con otras localidades cercanas y la comercialización de los productos agrícolas. Además, se ha observado un incremento en el acceso a servicios básicos, aunque es posible que aún existan desafíos y carencias en algunas áreas importantes que cubren la estabilidad social, económica y ambiental de la parroquia.

En cuanto a las características ambientales, la parroquia cuenta con un entorno propicio para generar la producción agrícola. La topografía y el clima favorecen el cultivo de diferentes productos, como el aguacate, que se ha convertido en uno de los cultivos más importantes de la zona.

Figura 3

Mapa Base de la Parroquia Rural 6 de Julio de Cuellaje



Nota. Tomada del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de la Parroquia Santa Rosa, elaborado por el Gobierno Parroquial Seis de Julio de Cuellaje (2018)

Dentro de los sistemas de producción agrícola, los productores asociados a APAEC enfrentan desafíos notables, de manera particular en relación con la rentabilidad de sus cultivos. Tradicionalmente, su enfoque se centraba en prácticas de agricultura convencional, las cuales, aunque comunes, a menudo resultaban perjudiciales para el ambiente. Conscientes de la necesidad de abordar estos problemas, los agricultores de APAEC han iniciado una transición hacia prácticas agrícolas sostenibles. Consecuentemente a través de los resultados de esta investigación se busca confirmar dos tipos de hipótesis: una de causalidad y otra correlacional.

La investigación pretende verificar si las prácticas adoptadas son realmente sostenibles de manera que aporten a la salud de los agrosistemas y si al mismo tiempo estas han influido positivamente en la rentabilidad del cultivo.

3.2 Medición de la sostenibilidad de los cultivos de APAEC

A continuación, se realiza el análisis de la información obtenida y validada de 55 agricultores en torno a los 5 factores del cultivo para estimar el nivel del sistema de sostenibilidad al aplicar prácticas agrícolas sostenibles:

3.2.1 Dimensión sostenibilidad agrícola

En cuanto a la dimensión de sostenibilidad agrícola, adquiere un índice global de 0,67 lo que sugiere que la sostenibilidad ambiental del cultivo se encuentra en un nivel estable y con potencial para mejorar en algunos aspectos: la gestión del agua, el manejo del suelo pero mayor atención en la administración de fertilizantes y el MIP. La implementación de prácticas de diversificación de cultivos contribuye positivamente a la sostenibilidad ambiental del sistema (Tabla 5). De forma específica, cabe recalcar que la 1 UPA de la APAEC posee un nivel de sistema inestable y las 54 UPA restantes resultan en sistemas estables (Tabla 6), considerando que los agricultores del sector están buscando sostenibilidad en el medio, mediante la utilización de herramientas sostenibles que mejoran las características del suelo agrícola, la rentabilidad de cultivos, y la calidad de alimentos (López, 2022).

Tabla 5

Índice de sostenibilidad

Indicador	Situación actual	Índice de sostenibilidad
Agua	0,66	0,67
Suelo	0,73	
Fertilizantes	0,50	
Diversidad de cultivos	1,00	
Manejo integrado de plagas	0,47	

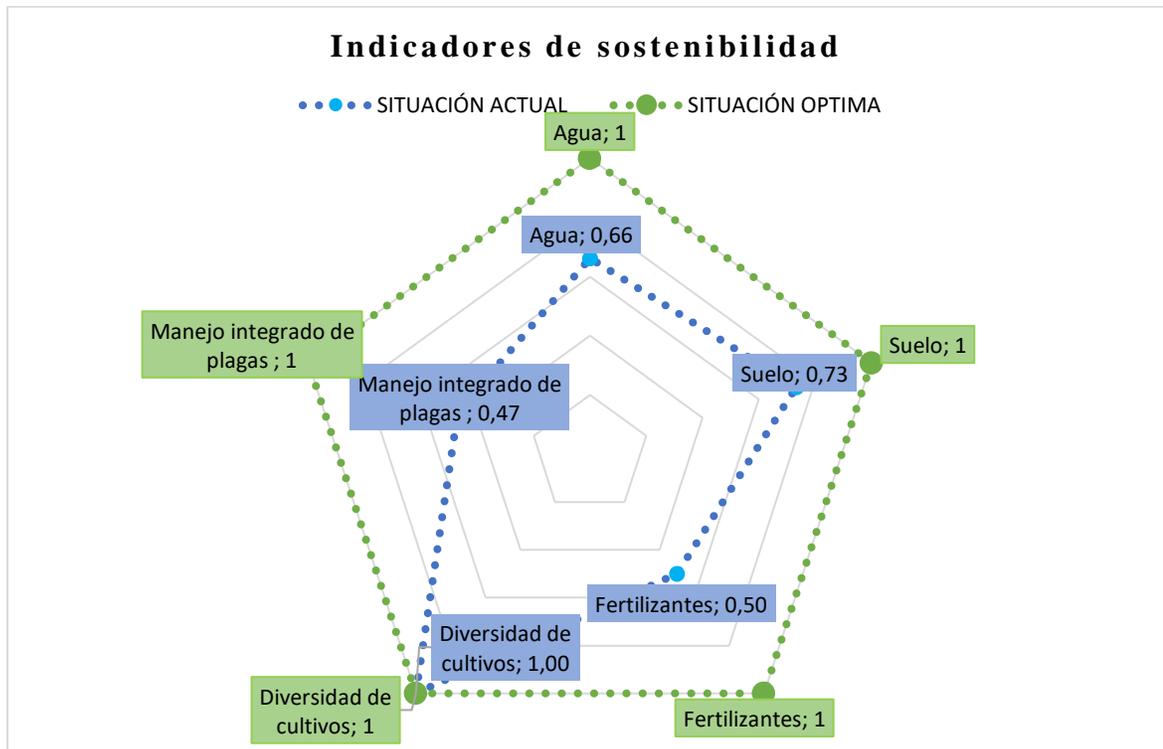
Tabla 6

Dimensión de sostenibilidad agrícola

Nivel	fi	%
Sistema inestable	1	1.8
Sistema estable	54	98.2
Total	55	100.0

Figura 4

Biograma de indicadores sostenibilidad agrícola



En la Figura 4 el biograma muestra el análisis representativo de los cinco indicadores: agua, suelo, fertilizantes, diversidad de cultivos y manejo integrado de plagas. Además, compara dos situaciones: la situación actual y la situación óptima. La situación actual muestra el nivel de sostenibilidad que tiene el sistema agrícola en la actualidad, mientras que la situación óptima muestra el nivel de sostenibilidad que se podría alcanzar si se aplicaran las mejores prácticas agrícolas en favor del cultivo.

Según este, podemos observar que la situación actual tiene un nivel de sostenibilidad medio. El área en azul es más pequeña que el área en verde, lo que indica que hay un margen de mejora en todos los indicadores. Los indicadores que presentan una mayor disparidad entre el escenario actual y el óptimo son los indicadores: fertilizantes y manejo integrado de plagas, lo que sugiere que son los aspectos que requieren una mayor atención y acción. Los indicadores que presentan una menor diferencia son el agua y el suelo, lo que indica que son los aspectos que se están manejando mejor, pero que aún se pueden optimizar mediante la aplicación y el conocimiento de prácticas que ayuden a una mejor conservación de todos estos factores que han sido investigados, a continuación, se hace una breve síntesis sobre la situación actual de los sistemas:

- **Agua.** La situación actual del agua está cerca de tener un nivel estable, lo que indica que no existe un riesgo de escasez o contaminación del agua.
- **Manejo integrado de plagas.** El manejo integrado de plagas está por debajo del nivel crítico, lo que indica que se están utilizando métodos de control de plagas no sostenibles que pueden tener un impacto negativo en el medio ambiente y la salud humana.
- **Suelo.** La salud del suelo está ligeramente por debajo del nivel óptimo, lo que

indica que se está produciendo cierta degradación del suelo.

- **Fertilizantes.** El uso de fertilizantes está en el nivel inestable, lo que indica que se está utilizando una cantidad excesiva de fertilizantes que pueden contaminar las aguas superficiales y subterráneas.
- **Diversidad de cultivos.** La diversidad de cultivos está en el nivel óptimo, lo que indica que se está utilizando más de una especie en el sembrío, lo que ayuda a conservar la salubridad del suelo y la resiliencia del sistema agrícola.

Esto es consistente con los hallazgos de Pulgarín Marín (2020), quien en su estudio aplicado bajo la metodología de “El biograma” encontró que, si bien las unidades de análisis mantienen un nivel estable en sus sistemas, el factor de manejo integrado de plagas presenta un índice de sostenibilidad bajo. Esto se atribuye al desconocimiento por parte de los agricultores del manejo óptimo y eficiente que requiere el cultivo. También señala la importancia de una comprensión más profunda de las técnicas agronómicas, un manejo eficaz de malezas, plagas y enfermedades contribuirá a la sostenibilidad a largo plazo de las parcelas. Los antecedentes resaltan que el uso de métodos químicos para el manejo integrado de plagas y enfermedades en la agricultura, junto con la manipulación manual y química para el control de malezas, está vinculado al deterioro de las propiedades del suelo, reconociendo la importancia que tienen los posibles impactos negativos de estas prácticas en el medio ambiente y la sostenibilidad agrícola.

El futuro del cultivo del aguacate demanda un enfoque integral que aborde la disponibilidad de agua, las plagas y enfermedades, la diversificación varietal y la rentabilidad. Contrario a mi análisis que categoriza el agua como estable, el estudio de Hormaza & González Fernández (2023), lo presenta como un factor limitante, lo que sugiere que la disponibilidad de agua podría ser un factor crítico para la sostenibilidad del cultivo en la región estudiada. No obstante, ambos estudios

coinciden en la necesidad de estrategias sostenibles para controlar las plagas y enfermedades del aguacate. Aunque mi investigación no profundiza en la diversificación varietal, se reconoce su importancia crucial para la sostenibilidad, respaldada por el estudio mencionado.

3.2.2 *Indicador factor agua*

El factor agua, que corresponde a la dimensión de sostenibilidad ambiental, presenta características relacionadas con la frecuencia de calidad, cantidad, fuente, conflictos por su uso, requerimientos hídricos del cultivo y su protección. Al analizar mediante la metodología de Sepúlveda et al. (2005), el valor promedio obtenido del indicador de sostenibilidad ambiental "agua" es de 0.66 (Tabla 7). El cálculo de los sistemas de agua identifica a 12 de estos como sistemas inestables, lo que se cree que se debe a la acumulación y drenaje del agua de escorrentía sobre la superficie del suelo, provocando la erosión de este, lo que a su vez reduce su fertilidad natural y productividad biológica.

Los 43 sistemas restantes se presentan como estables, lo que significa que en su mayoría APAEC cuenta con un sistema hidrológico eficiente, el cual “facilita el aumento de la productividad agrícola y garantiza una producción planificada” (Zúñiga y Mendoza, 2021), logrando así mantener favorablemente ciertas acciones como: la preservación y protección del suelo mediante el buen manejo de envases agroquímicos, el uso de fertilizantes biodegradables y la distribución equitativa de este recurso entre las áreas productivas, a pesar de que requiere pequeñas mejoras en ciertos aspectos como por ejemplo, la construcción de un acueducto traería consigo un manejo del agua más eficiente y sostenible. Permitiría captar agua de fuentes naturales como ríos, embalses o acuíferos subterráneos de manera controlada y planificada, evitando la

sobreexplotación y la sequía. Además, el agua se distribuiría de forma equitativa a todas las áreas productivas, sin importar su ubicación o las condiciones climáticas (Tabla 8).

Tabla 7

Cálculo del índice de sostenibilidad-factor agua

Indicador	Componente	Valor medido del componente	Valor medido del indicador
Agua	Calidad de agua	0,60	
	Cantidad de agua	0,82	
	Fuente de agua para riego	0,00	
	Conflictos por el uso de agua	0,79	0,66
	Requerimientos hídricos del cultivo	0,43	
	Protección y conservación del recurso hídrico	1	
	Manejo de envases químicos	1	

Tabla 8

Factor agua

Nivel	fi	%
Sistema inestable	12	21.8
Sistema estable	43	78.2
Total	55	100.0

3.2.3 *Indicador factor suelo*

El factor suelo, que corresponde a la dimensión de sostenibilidad ambiental, presenta características relacionadas con la frecuencia de escorrentía, erosión y prácticas de conservación de los suelos. Al analizar mediante la metodología de Sepúlveda et al. (2005), el valor promedio obtenido del indicador de sostenibilidad ambiental "suelo" es de 0.73 (Tabla 9). El cálculo de los

sistemas de suelo identifica a 7 de estos como sistemas inestables, lo cual se interpreta que existe erosión por la acumulación y drenaje del agua de escorrentía sobre la superficie del suelo donde reside la mayor fertilidad, reduciendo significativamente la materia orgánica y los nutrientes esenciales para la agricultura, volviéndose vulnerable a la erosión futura y afectando negativamente a sus demás funciones, como la retención de agua y la infiltración (Alba Alonso et al., 2023). Por otro lado, 28 de los sistemas se encuentran como estables, lo que significa que esta proporción cuenta con una calidad de suelo que está siendo conservada por la adopción de diversas prácticas de conservación que evitan el deterioro de la calidad del agua, la vida acuática (puesto que la lluvia transporta el suelo degradado hasta ríos y lagos), riesgo de deslizamiento e inundación, pérdidas considerables de biodiversidad, etc. (Tarakanov, V, 2022). Las 20 UPA restantes poseen un nivel de sistema óptimo debido a que no se presentan, escorrentía, erosión y se aplican prácticas que promueven la protección y conservación de los suelos, lo que asegura la preservación de sus atributos físicos, químicos y biológicos a lo largo del tiempo, sin ocasionar su deterioro, lo que promete fertilidad, resistencia, estabilidad y productividad sostenidas. (Laishram et al. 2012; SEMARNAT 2015) (Tabla 10).

Tabla 9

Cálculo del índice de sostenibilidad-factor suelo

Indicador	Componente	Valor medido del componente	Valor medido del indicador
Suelo	Escorrentía	0,67	0,73
	Erosión	0,79	
	Prácticas de conservación de suelos	0,74	

Tabla 10

Nivel de sistema - factor suelo

Nivel	fi	%
Sistema inestable	7	12.7
Sistema estable	28	50.9
Nivel óptimo	20	36.4
Total	55	100.0

3.2.4 *Indicador factor fertilizantes*

El factor fertilizante, que corresponde a la dimensión de sostenibilidad ambiental, presenta características relacionadas con la frecuencia del uso de estos. Al analizar mediante la metodología de Sepúlveda et al. (2005), el valor promedio obtenido del indicador de sostenibilidad ambiental "fertilizantes" es 0.50 (Tabla 11). El cálculo del sistema de fertilizantes identifica a todos los 55 de estos como sistemas inestables, lo cual indica que el empleo de fertilizantes sintéticos ha resultado en una notable degradación de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que puede tener repercusiones en la salud tanto de los agricultores como de los consumidores. Esto se debe al manejo inapropiado de los residuos derivados de estos productos, que incluyen materiales de relleno y ciertos metales pesados, entre otros. Por esta razón, al no utilizar abonos orgánicos en su totalidad, las condiciones ambientales óptimas para el cultivo no se generan, ya que el abono orgánico o la materia orgánica mejora las características del suelo, mientras que el suministro de fertilizantes minerales proporciona los nutrientes esenciales para las plantas (FAO, 2023) (Tabla 12).

Tabla 11

Cálculo de índice de sostenibilidad-factor fertilizantes

Indicador	Componente	Valor medido del componente	Valor medido del indicador
Fertilizantes	Uso de fertilizantes	0,50	0,50

Tabla 12

Factor fertilizantes

Nivel	Fi	%
Sistema inestable	55	100.0
Total	55	100.0

3.2.5 *Indicador factor diversidad de cultivos*

El factor diversidad de cultivos, que corresponde a la dimensión de sostenibilidad ambiental, presenta características relacionadas con la frecuencia de tipos de cultivos. Al analizar mediante la metodología de Sepúlveda et al. (2005), el valor promedio obtenido del indicador de sostenibilidad ambiental "diversidad de cultivos" es 1 (Tabla 13). El cálculo del sistema de cultivos identifica a todos los 55 cultivos de APAEC como sistemas óptimos, lo que deduce que la aplicación del policultivo se encuentra en favor de la mejora la eficiencia biológica del sistema agrícola, de modo que mantiene la capacidad de producción del agroecosistema, siendo capaces de conservar la biodiversidad y generar condiciones estables y favorecedoras para que el sistema se autoregule (LEISA, 2000). Que atribuye importante mencionar que “la rentabilidad económica neta de este tipo de cultivos (policultivos) puede ser mayor que la de los monocultivos que crecen en áreas equivalentes” (Liebman, M, s.f) (Tabla 14).

Tabla 13

Cálculo del índice de sostenibilidad-factor diversidad de cultivos

Indicador	Componente	Valor medido del componente	Valor medido del indicador
Diversidad de cultivos	Tipo de cultivo	1	1

Tabla 14

Factor diversidad de cultivos

Nivel	fi	%
Nivel óptimo	55	100.0
Total	55	100.0

3.2.6 *Indicador factor manejo integrado de plagas*

El factor manejo integrado de plagas, que corresponde a la dimensión de sostenibilidad ambiental, presenta características relacionadas con la frecuencia de tipos de cultivos. Al analizar mediante la metodología de Sepúlveda et al. (2005), el valor promedio obtenido del indicador de sostenibilidad ambiental " manejo integrado de plagas " es 0,47 (Tabla 15). El cálculo del sistema MIP identifica a 1 de estos como un sistema con altas posibilidades de colapso y 29 en estado crítico. Esto se debe a la falta de conocimiento de los agricultores sobre los agentes causales de plagas y enfermedades y los diferentes tipos de daños que producen en el cultivo, restringiéndoles a lograr un nivel económico aceptable a través de variados métodos de control, ya sean estos naturales, culturales, biológicos, etológicos y químicos (Cifuentes, 2022). Que además, el intento de aumentar la producción de alimentos a menudo resulta en un exceso de uso de plaguicidas, lo que puede ocasionar nuevos brotes de plagas, el desarrollo de poblaciones resistentes de plagas (como insectos, bacterias y malas hierbas), mayores riesgos para la salud humana y el medio ambiente, y dificultades en el comercio debido a la presencia de residuos de plaguicidas (Del

Puerto Rodríguez et al., 2014, p. 377). Seguidamente, se presenta 1 sistema inestable, que se encuentra aún en transición para obtener la sostenibilidad de los cultivos mediante diferentes tipos de prácticas, como el combate de malezas a través de métodos mixtos y por manipulación manual. Por último, los 24 sistemas restantes logran establecer los límites económicos para el uso de plaguicidas, siendo capaces de reducir a la mitad la presión de los agroquímicos sobre los ecosistemas y previniendo en gran parte las plagas mediante métodos biológicos (Badii et al., 2007) (Tabla 16).

Tabla 15

Cálculo del índice de sostenibilidad-factor manejo integrado de plagas y enfermedades

Indicador	Componente	Valor medido del componente	Valor medido del indicador
Manejo integrado de plagas	Manejo de malezas y arvenses	0,40	0,47
	Manejo de plagas y enfermedades	0,54	

Tabla 16

Factor Manejo integrado de plagas y enfermedades-MIP

Nivel	fi	%
Alta posibilidad de colapsar	1	1.82
Nivel crítico	29	52.73
Sistema inestable	1	1.82
Sistema estable	24	43.64
Total	55	100.0

3.3 La rentabilidad de los cultivos de APAEC

En el análisis de la rentabilidad del cultivo en cada encuesta, se calcularon los costos de producción, donde se distinguió entre costos variables, que comprenden gastos como insumos y mano de obra directamente relacionados con la producción agrícola, y costos fijos, que incluyen la adquisición o arrendamiento de tierras y servicios básicos, obteniendo la rentabilidad por hectárea. Se consideró la producción de aguacate, la cual se cuantifica en toneladas por hectárea, lo cual es esencial para calcular los ingresos totales hasta el séptimo año, proyectando con base en Roldán et al. (2021), un aumento del 33% del tercer al cuarto año y una estabilización aproximada del 25% hasta el séptimo año, lo cual impacta tanto en los ingresos como en los costos. Se promediaron estas rentabilidades para obtener un flujo de caja neto. Además, para validar la rentabilidad, se aplicaron el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) de manera individual, promediando los resultados en la Tabla 17.

Los valores en la tabla indican que el proyecto es rentable, con un promedio de rentabilidad del 33724.75 (Efectivo neto). El Valor Actual Neto (VAN) es de 5792.78, lo que significa que el proyecto tiene un valor positivo después de descontar los flujos de efectivo futuros. La Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto es del 16.83%, indicando que la inversión en el cultivo es más rentable que cualquier otra inversión que tenga una tasa de retorno inferior al 16.83%, tomando en cuenta el cultivo genera un retorno anual superior a la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR) del 12,7% (Tabla 17).

Tabla 17

Estimado de rentabilidad del cultivo de aguacate al 7mo año

Promedio de Rentabilidad (Efectivo neto)	\$33724.75
Valor Actual Neto (VAN)	\$ 5792.78
Tasa Interna de Retorno (TIR)	16.83%
Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR)	12.7%

Estos hallazgos están en línea con los resultados de Mora Flores (2019), quien al calcular la rentabilidad en suelos recuperados de uso agrícola para el cultivo de aguacate en el cantón Pimampiro, obtuvo un Valor Actual Neto de \$5,659.89 USD. Esto indica que la plantación de aguacate no solo proporciona una rentabilidad constante del 6.27% anual, sino que también tiene un valor actualizado significativo a los 8 años. Además, se destaca que, a pesar de los esfuerzos realizados por los agricultores para recuperar el suelo agrícola, incluyendo la labranza, el rastrado y la fertilización orgánica, los beneficios económicos son considerables.

3.4 Correlación de los datos de Sostenibilidad Agrícola y Rentabilidad

Durante la prueba de correlación de los datos de campo de la variable independiente "Prácticas agrícolas sostenibles" y la variable dependiente "Rentabilidad", se realizó la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov, indicando una distribución no normal de los datos. Por ello, se aplicó la prueba no paramétrica Rho de Spearman, obteniéndose una correlación significativa de 0.810 entre las variables. Además, la variable "Prácticas agrícolas sostenibles" correlacionada con la variable "Rentabilidad" mostró un coeficiente de correlación significativo de 1.000, indicando una correlación significativa al nivel de 0.01 (bilateral). De los datos de correlación obtenidos en

esta investigación, se deduce que las Prácticas Agrícolas Sostenibles tienen una fuerte relación con la rentabilidad del cultivo de aguacate al séptimo año (Tabla 18).

Tabla 18

Correlación de la variable independiente e independiente

		Sostenibilidad agrícola	Rentabilidad del cultivo de aguacate al 7mo año
Spearman's Rho	Sostenibilidad agrícola	Coefficiente de correlación	1.000
		Sig. (bilateral)	.810**
		N	55
	Rentabilidad del cultivo de aguacate al 7mo año	Coefficiente de correlación	.810**
		Sig. (bilateral)	.000
		N	55

** . La correlación es significativa al nivel de 0,01 (bilateral).

Estos resultados contrastan con los de la investigación de Alcón et al. (2021), quien a través de su estudio “procedimiento de evaluación para un programa de implementación de medidas agrícolas destinadas a mitigar la contaminación”, indica que la contaminación es un problema importante en muchos agroecosistemas de alto valor ecológico. Las políticas de reducción de la contaminación implican la modificación de las medidas agrícolas y suelen ser rechazadas por los agricultores debido a su impacto en la rentabilidad de las explotaciones. Los resultados de esta investigación muestran que la introducción de un sistema de reducción de nitratos en los efluentes desalinizados es rentable. De la misma manera, el estudio del cultivo de naranjilla en la vereda Los Ídolos Municipio de Isnos Huila, que se encuentra bajo los parámetros de las BPA (Buenas Prácticas Agrícolas), donde Tovar y Naranjo (2021), aseguraron que se observa una gran relación

entre la rentabilidad y la agricultura sostenible, pues indica que el rendimiento promedio del cultivo de naranjilla en Colombia es de 8,4 T/Ha. Sin embargo, gracias al empleo de buenas prácticas agrícolas en este proyecto, se alcanzó un rendimiento promedio de 13,76 t/ha. Esto destaca la importancia de llevar un control de actividades y realizar una evaluación y examen detallado de suelos, así como brindar asistencia técnica permanente al agricultor para lograr mayores ventajas a lo largo de todo el proceso productivo, incentivando así la implementación de las BPA.

CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

En conclusión, la evaluación de la sostenibilidad confirma la eficacia de las prácticas agrícolas sostenibles en la APAEC para mantener altos índices de en sus unidades productivas. El índice global de 0.67, con un sistema estable, evidencia la eficiencia de este tipo de prácticas por mantener la sostenibilidad de los diversos factores del cultivo. Sin embargo, si bien este resultado indica un equilibrio entre la actividad productiva y el entorno, también revela la necesidad de seguir mejorando y optimizando las prácticas, puesto que aún existe un amplio margen para alcanzar un nivel óptimo del sistema.

Además, se pudieron identificar diversos desafíos que afectan la sostenibilidad de los cultivos de la APAEC a largo plazo. Estos desafíos incluyen la falta de diversificación en las fuentes de riego, lo que conduce a la sobreexplotación de recursos naturales, así como el uso excesivo de fertilizantes inorgánicos y plaguicidas, que amenaza la fertilidad del suelo y promueve la resistencia de plagas. Estos factores pueden contrarrestar los esfuerzos de intensificación agrícola y afectar negativamente la rentabilidad y la salud ambiental con el pasar del tiempo. En consecuencia, la implementación de medidas para abordar estos desafíos es crucial para mejorar la rentabilidad agrícola y promover una agricultura más equilibrada y sostenible.

También se ultimó mediante el estudio financiero que la rentabilidad del cultivo de aguacate mediante la implementación de prácticas agrícolas sostenibles en la APAEC demuestra resultados alentadores. Tras una proyección a siete años, se ha determinado una rentabilidad de \$33,724.75, donde los ingresos superan los costos durante dicho período. Además, el Valor Actual Neto (VAN) de \$5,792.78 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 16.83% indican un retorno

positivo y sostenido de la inversión. Estos hallazgos confirman que el cultivo de aguacate bajo prácticas sostenibles en la APAEC es una opción rentable a largo plazo.

Por último, el estudio determinó que existe una relación fuerte entre la implementación de prácticas agrícolas sostenibles y el aumento de la rentabilidad del cultivo. En otras palabras, los agricultores que adoptan prácticas sostenibles tienen buenas probabilidades de obtener mayores ganancias de sus cultivos de aguacate al séptimo año.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda implementar sistemas de riego por goteo, la cosecha de agua de lluvia y la búsqueda de alternativas no convencionales como la reutilización de aguas residuales tratadas para optimizar el uso del agua y asegurar su disponibilidad a largo plazo.

Se recomienda implementar programas de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIP), utilizar biofertilizantes y abonos orgánicos para reducir el impacto ambiental del cultivo y mejorar la salud del suelo.

Se recomienda brindar capacitación a los agricultores sobre prácticas agrícolas sostenibles y ofrecer asistencia técnica personalizada para facilitar la adopción de estas prácticas y mejorar su eficiencia.

Se recomienda incluir programas educativos que aborden la importancia de la sostenibilidad ambiental y económica para motivar un cambio de mentalidad entre los agricultores.

Se recomienda implementar programas de certificación para el aguacate sostenible que tengan incentivos comerciales para expandir la producción bajo este tipo de prácticas agrícolas e informar a los consumidores sobre los beneficios de la agricultura sostenible para fomentar la demanda de productos responsables con el medio ambiente.

Se recomienda implementar un sistema de monitoreo y evaluación para medir el impacto de las prácticas sostenibles en la rentabilidad del cultivo y el medio ambiente, y ajustar las estrategias y recomendaciones en función de los resultados para asegurar la mejora continua.

Es importante realizar un seguimiento continuo de los costos de producción, el volumen de producción y los precios de mercado del aguacate para actualizar el análisis financiero.

Se recomienda realizar estudios de sensibilidad para evaluar el impacto de diferentes escenarios sobre la rentabilidad del cultivo.

Es importante considerar los riesgos asociados a la producción agrícola, como las condiciones climáticas y las plagas, en la evaluación de la rentabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria. (2016). Estrategia Nacional de Calidad del Agua ENCA 2016-2030. Quito: Ministerio de Salud Pública.
https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/05/Estrategia-Nacional-de-Calidad-del-Agua_2016-2030.pdf
- Alba Alonso, S., Alcázar Torralba, M., Cermeño Martín, F. I., & Barbero Abolafio, F. (2023). Erosión y manejo del suelo. Importancia del laboreo ante los procesos erosivos naturales y antrópicos. Soil erosion and soil management. Importance of tillage in the natural and anthropogenic processes of soil erosion. *Instituto de Geociencias (CSIC-UCM). Dpto. Geodinámica, Universidad Complutense de Madrid.*
- Alcón, F., De Miguel, M., Martínez, J. (2021). Assessment of real and perceived cost-effectiveness to inform agricultural diffuse pollution mitigation policies. Copyright © 2024 Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104561>
- Altieri, M. A. (1996). Ecología y manejo de malezas. En Módulo 2 para Diplomado de Posgrado en Agroecología y Agricultura Sostenible (pp. 125-146). La Habana: CEAS-ISCAH.
- Altieri Soto, M. A., & Nicholls, C. I. (2000). Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable.
- Altieri, M.A. & C.I. Nicholls. (2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción, teoría, estrategias y evaluación. *Ecosistemas*. 16 (1): 3-12.

Álvarez Garzón, J. J. (2022). Diagnóstico del manejo de envases de agroquímicos en pequeños palmicultores de la vereda El Guaimaro, municipio de Aguazul-Casanare [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás].

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/48212/2022jhonalvarez.pdf?sequence=1>

Arias, J., Rodríguez, A., Besduschi, L. (2021). Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas Una mirada hacia América Latina y el Caribe. INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA.

<https://repositorio.iica.int/handle/11324/1850>

Avilés, V., & Federico, D. (2017). Biodiversidad intraespecífica varietal para mejorar ambientes degradados por monocultivos en Musáceas, como medida de control de plagas y enfermedades.

Badii, M. H., Landeros, J., & Cerna, E. (2007). Manejo sustentable de plagas o manejo integral de plagas: Un apoyo al desarrollo sustentable. *Cultura Científica y Tecnológica*, 4(3), 1-18. Recuperado de: <https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/423>

Banco Mundial (2021). Agua. Panorama general. <https://www.bancomundial.org/es/topic/water/overview#1>

Banco Mundial. (2023). Valor Agregado Bruto del sector agropecuario, % del PIB (NV.AGR.TOTL.KN) [Conjunto de datos]. Washington, DC: Banco Mundial. <https://datos.bancomundial.org/indicador/NV.AGR.TOTL.KN?locations=EC>

- BBVA. (2023, 15 de marzo). Abonos orgánicos, aliados de la agricultura sostenible. BBVA. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/abonos-organicos-aliados-de-la-agricultura-sostenible/>
- Blanco, Y., & Leyva, Á. (2007). Las arvenses en el agroecosistema y sus beneficios agroecológicos como hospederas de enemigos naturales. *Cultivos Tropicales*, 28(2), 21-28. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193217731003>
- Briceño, M., Álvarez, F., & Barahona, U. (2012). *Manual de Riego y Drenaje* (1ª ed.). Escuela Agrícola Panamericana, Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, El Zamorano, Honduras. 115 p.
- Cáceres, R., & Marfà, O. (2008). Los organominerales y su interés en el mundo de la fertilización. *3tres3*. https://www.3tres3.com/latam/articulos/los-organominerales-y-su-interes-en-el-mundo-de-la-fertilizacion_10567/
- Caicedo Guerrero, S. (2004). *Labranza de conservación: Por una agricultura sostenible*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19070/44210_56459.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cajamarca-Carrasco, D. I., Baño-Ayala, D. J., & Arboleda-Alvarez, L. F. (2022). Soberanía alimentaria, un derecho constitucional ecuatoriano de producción sostenible agroindustrial. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 7(6), 688-712. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9042542.pdf>
- Cárdenas Henao, J. H. (2015). Acueductos comunitarios alternativos para el manejo sostenible del agua y la sequía. *Revista Semillas. Experiencias Locales*.

<https://www.semillas.org.co/es/acueductos-comunitarios-alternativos-para-el-manejo-sostenible-del-agua-y-la-sequ>

Caldas Mejía, R. F. (2013). Análisis de la estructura de capital y su impacto en el valor de la empresa: caso de estudio de las empresas colombianas listadas en la bolsa de valores de Colombia BVC en el periodo 2007-2011 (Tesis de maestría). Universidad de La Sabana, Facultad de Ciencias Económicas, Chía, Colombia. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12482/CaldasMejiaRobertoFelipe2013.pdf?sequence=3>

Chuan-chuan, N., Peng-dong, G., Bing-qing, W., Wei-peng, L., Ni-hao, J., & Kun-zheng, C. (2017). Impacts of chemical fertilizer reduction and organic amendments supplementation on soil nutrient, enzyme activity and heavy metal content. *Journal of Integrative Agriculture*, 16(8), 1819-1831. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61476-4](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61476-4)

Chuncho, L., Riguen, P., y Apolo, N. (2021). Ecuador: análisis económico del desarrollo del sector agropecuario e industrial en el período 2000-2018. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 8(1), 08-17. doi:10.26423/rctu.

Cifuentes, E. (2022). Manejo integrado de plagas y enfermedades. Santa Rosa S.A., Grupo HAME. <https://starosa.com.gt/wp-content/uploads/2022/06/Plan-Manejo-Integrado-de-Plagas-y-Enfermedades-Ed.-10.pdf>

Clavijo, N., Prins, C., Sánchez, V., Soto, G., & Staver, C. (2006). Calendarización, uso racional, sustitución y rediseño: Una comparación entre horticultores orgánicos y convencionales en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*.

CONGOPE. (2016). Hablemos de riego (2ª ed.). Quito, Ecuador: El Telégrafo EP. <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/HABLEMOS-DE-RIEGO-LOW.pdf>

Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria. (2023). Panorama Agroeconómico 2022. Quito: Sistema de Información Pública Agropecuaria.

<http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/panorama-agroeconomico-del-ecuador/2022-panorama-agroeconomico>

Cotler, Helena (2020). Manual para evaluar la erosión de los suelos en zonas forestales. Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México.
https://fmcn.org/uploads/publication/file/pdf/Manual_de_Suelos_v1.5_dobles_opt.pdf

Del Puerto Rodríguez, AM, Suárez Tamayo, S., & Palacio Estrada, DE (2014). Efectos de los Plaguicidas Sobre el Ambiente y La Salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52 (3), 372-387.

Emerson, P. (2019). Intermediate Microeconomics. “Module 8: Cost Curves”. Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.
<https://open.oregonstate.education/intermediatemicroeconomics/open/download?type=pdf>

ESPAC. (2022). Módulo de Información Ambiental y Tecnificación Agropecuaria. INEC.
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Modulo_Ambiental_2022/PPT_MOD_AMB_ESPAC_2022_04.pdf

Espinoza, Yusmary, Lozano, Zenaida, & Velásquez, Lorenzo. (2007). Efecto de la rotación de cultivos y prácticas de labranza sobre las fracciones de la materia orgánica del suelo. *Interciencia*, 32(8), 554-559. Recuperado en 11 de marzo de 2024, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442007000800012&lng=es&tlng=es.

Estrada-Martínez, M. E. (2024). Consideraciones sobre la pertinencia de la carrera Ingeniería en Agroecología en la provincia de El Oro. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 7(1), 134-144.

FAO. (2008). Código internacional de conducta sobre la distribución y utilización de plaguicidas. Directrices sobre opciones de manejo de envases vacíos de plaguicidas. https://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/Announced_Guidelines_SP.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2014, diciembre). *Agricultura sostenible: alimentar al mundo, cuidar el planeta*. Roma: FAO. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/post-2015/14_themes_Issue_Papers/SP/14_themes_december_2014/12_agricultura_es-1.pdf

FAO. (2012). *Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos. Riego y drenaje-55*.

FAO. (2018). *Marco de programación País 2018 – 2021 – Ecuador*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/FAO-countries/Ecuador/MPP_2018-2021__2_.pdf

FAO (2023). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. <https://www.fao.org/ecuador/fao-en-ecuador/ecuador-en-una-mirada/es/>

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2023). *Manejo de fungicidas Campo Limpio*. [PDF]. <https://federaciondefcafeteros.org/static/files/ManejofungicidasCampoLimpio.pdf>

- Fisher, M. (2017). Environmental Biology. Conventional Agriculture Copyright © by Matthew R. Fisher and Editor is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License. <https://openoregon.pressbooks.pub/envirobiology/>
- Fortín, M. T., & González, M. (2022). Manual de capacitación 2: Diversificación productiva. San José, C.R.: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Recuperado de <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/20744/BVE22088367.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gamero, E. (2011). Análisis de la Sostenibilidad de la agricultura en el Altiplano de Danlí, Municipio de Danlí, Honduras, 2009-2010 [Tesis de Maestría, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica]. <https://mrdr-una.org/index.php/servicios/tesis/category/6-tesis-2011?download=14:gameroelvia-honduras>.
- García-Serrano Jiménez, P., Lucena Marotta, J. J., Ruano Criado, S., & Nogales García, M. (2008). Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Madrid: Mundi-Prensa.
- Giampieri, F., Mazzoni, L., Cianciosi, D., Alvarez, J., Regolo, L., Sánchez, C., Capocasa, F., Xiao, J., Mezzetti, B., y Battino, M. (2022). Organic vs conventional plant-based foods: A review. Copyright © 2023 Elsevier B.V. Food Chemistry. Volume 383, 30 July, 132352. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132352> <https://www.nal.usda.gov/farms-andagricultural-production-systems/sustainableagriculture#:~:text=Sustainable%20agriculture%20is%20farming%20in,best%20use%20of%20nonrenewable%20resources>.

Gliessman, S. (2002). Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.

Gobierno Parroquial Seis de Julio de Cuellaje. (2018). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de la Parroquia Santa Rosa*. Parroquia Rural 6 de Julio de Cuellaje.

Grijalva Endara, A. M., Jiménez Heinert, M. E., & Ponce Solórzano, H. X. (2020). Contaminación del agua y aire por agentes químicos [Water and air pollution by chemical agents] [Poluição da água e do ar por agentes químicos]. *RECIMUNDO*, 4(4), 79-93.
[https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(4\).octubre.2020.79-93](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.79-93)

Guzmán Sarmiento, A. M. (2017). *Agricultura convencional y agricultura agroecológica: un análisis teórico y empírico [trabajo de titulación]*. Universidad Técnica Particular de Loja.
<http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/20480>

Hormaza, J.I., & González Fernández, J.J. (2023). El futuro de un cultivo sostenible del aguacate en España. *Revista de Fruticultura*, 54(2), 163-174.

Hutchinson, E. (2016). *Principles of Microeconomics*. University of Victoria. Creative Commons Attribution 4.0 International License. Downloads\Documents\Principles-of-Microeconomics-1646431374.pdf

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia. (2018). *Guía técnica para el reúso de aguas residuales en la agricultura (2da ed.)*. Ciudad de México.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/429934/guia_reuso_aguas_residuales.pdf

- Intriago, R., & Gortaire, R. (2016). Agroecología en el Ecuador, Proceso histórico, logros y desafíos. Obtenido de <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/330131>
- Jiménez M., E. (2009). Métodos de control de plagas. Nicaragua: Universidad Nacional Agraria, Carrera de Ingeniería en Sistemas de Protección Agrícola y Forestal. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10J61me.pdf>
- Labrada, R. (1996). Weed management: A component of IPM. In Proceedings, International Workshop “Weed Management of Asia and the Pacific Region” (Special supplement no. 7, pp. 5-14). IAST (Taegu, Korea): FAO.
- Laishram, J., Saxena, K.G., Maikhuri, R.K., Rao, K.S. (2012). Soil quality and soil health: A review. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences* 38 (1): 19-37.
- Landero, B., Vivas Viachica, E. A., López Carrión, N. O., y otros. (2016). Agricultura sostenible para enfrentar los efectos del cambio climático en Nicaragua. (1a ed.). Managua: Fundación Friedrich Ebert. 99 p.
- LEISA América Latina. (2000). LEISA Revista de Agroecología Vol. 16 N° 4 [PDF]. LEISA América Latina. <https://leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol16n4.pdf>
- Liebman, M. (s/f). *Sistemas de policultivos*. Motril.es. Recuperado el 29 de enero de 2024, de <http://www.motril.es/fileadmin/areas/medioambiente/ae/IOPolicultivos.pdf>
- López, J. (2022). 9 practicas sostenibles de la nueva Política Agrícola Común (PAC). La agricultura de conservación como presente y futuro del sector. *Agricultura, revista*

- agropecuaria. Separata del número 1067. https://www.mapa.gob.es/es/pac/pac-2023-2027/practicas-sostenibles-priman-nueva-pac_tcm30-652647.pdf
- Martínez Valle, L. (2013). La Agricultura Familiar en El Ecuador. Serie Documentos de Trabajo N°147. Grupo de Trabajo: Desarrollo con Cohesión Territorial. Programa Cohesión Territorial para el Desarrollo. Rimisp, Santiago, Chile.
- Melo-Sabogal, D. V., & Contreras-Medina, L. M. (2022). Cómo afecta la escasez de agua a la producción de alimentos y qué estrategias agrícolas se han implementado para reducir su impacto? *Revista de Agricultura Sostenible*, 15(1), 20-28. <https://doi.org/10.2395/8847>
- Mete, Marcos Roberto. (2014). VALOR ACTUAL NETO Y TASA DE RETORNO: SU UTILIDAD COMO HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN. *Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 7(7), 67-85. Recuperado en 06 de febrero de 2024, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2014000100006&lng=es&tlng=es.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2022). Plan Nacional Agropecuario generará espacios para nuevos productores y productos. <https://www.agricultura.gob.ec/plan-nacional-agropecuaria-generara-espacios-para-nuevos-productores-y-productos/>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2023). Ecuador promueve la transición hacia una producción agropecuaria sostenible y libre de deforestación en la Amazonía. [Comunicado de prensa]. <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-promueve-la-transicion-hacia-una-produccion-agropecuaria-sostenible-y-libre-de-deforestacion-en-la-amazonia/>

Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG. (2023). Panorama Agroestadístico. Ministerio de agricultura. SIPA.

http://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/panorama_agroestadistico/2023/panorama_agroestadistico_diciembre.pdf

Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. (2023, diciembre). Boletín de cifras del SECTOR PRODUCTIVO. DICIEMBRE 2023. (2da ed.). Quito, Ecuador. Recuperado de <https://www.produccion.gob.ec/boletines-de-cifras-del-sector-productivo-2023/>

Mirassou, Susana Beatriz (2009). La gestión integral de los recursos hídricos: aportes a un desarrollo conceptual para la gobernabilidad del agua. Tesis de Doctorado. FLACSO. Sede Académica Argentina, Buenos Aires.

Molina, R. (2017). Rentabilidad de la producción agrícola desde la perspectiva de los costos reales: municipios Pueblo Llano y Rangel del estado Mérida, Venezuela. Revista Visión Gerencial, 16(2), 217-233. doi:<https://doi.org/10.53766/VIGEREN>

Monsalve, O. (2021). Evaluación de la sostenibilidad orientada a experimentos agrícolas asociados al suelo. Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/79401/80221019.2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mora Flores, M. J. (2019). Valoración de suelos recuperados de uso agrícola en cultivo de aguacate. Ibarra. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/270101719.pdf>

- Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2014). La FAO y los documentos temáticos de la agenda para el desarrollo después de 2015. Naciones Unidas.
- Paz-González, A., & Vázquez, V. (2004). Erosión y escorrentía. [Documento en línea]. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/314658817_EROSION_Y_ESCORRENTIA
- Peña, Roberto. (2022). Estrategias agroecológicas para una agricultura sostenible: Agroecological strategies for a sustainable agriculture. REVISTA CIENTÍFICA ECOCIENCIA. 9. 138-150. 10.21855/ecociencia.90.758.
- Pérez-Consuegra, N. (2018). Alternativas a los plaguicidas altamente peligrosos en América Latina y el Caribe (Informe de investigación). IPEN/ACTAF/RAPAL. La Habana, Cuba: Editora Agroecológica. (60 p.)
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2019). Ecuador reducirá sus emisiones de gases de efecto invernadero hasta 2025. <https://www.undp.org/es/ecuador/noticias/ecuador-reducira-sus-emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-hasta-2025>
- Pulgarin Marin, G. A. Evaluación de la sostenibilidad ambiental del cultivo de aguacate hass (Persea americana Miller) de exportación por medio de indicadores ambientales, socioeconómicos y agronómicos en Apía, Risaralda.
- Quimis, A., Jaramillo, J., Álvarez, Y., & Rodríguez, A. (2018). Calidad del suelo empleado con fines agrícolas en el Valle de Joa, Cantón Jipijapa. Polo del Conocimiento, 3(5), 31-45.
- Raimondi, G., Maucieri, C., Squartini, A., Stevanato, P., Tolomio, M., Toffanin, A., y Borin, M. (2023). Soil indicators for comparing medium-term organic and conventional agricultural

- systems. *European Journal of Agronomy*. Copyright © 2023 Elsevier B.V. Volume 142, January, 126669. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126669>
- Rivera, W.L., González, C.T. (2013). Manejo y control de las aguas de escorrentía para mantener la calidad del agua. Manual para instructores. Universidad de Puerto Rico en Mayagüez. Mayagüez, Puerto Rico. Disponible en: <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-917/aguamanualescorrentia.pdf> SEGOB 1989. Acuerdo p
- Roldan Giraldo, M. A., Vergara Bermúdez, K. J., & Rojas Barrera, A. D. (2021). Modelo de sistema de costeo aplicable a la industria aguacatera del Municipio de Lejanías (Meta).
- Rosati, A., Borek, R. y Canali, S. (2021). Agroforestry and organic agriculture. *Agroforest Syst* 95, 805–821. <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00559-6>
- Salas Macías, C. A., Pinoargote Chang, M. A., García Mera, G., Ruiz Carreira, C., Pico Mendoza, J. N., Corozo Quiñónez, L., ... Yglesias González, M. (2018). Agricultura sostenible: Generalidades y casos prácticos. Ediciones Uleam (Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí).
- Sánchez, P., Hopfgartner, K., & Herrera, S. (2014). Análisis sobre conflictividad en torno al riego para el Plan Provincial de Riego. Instituto de Estudios Ecuatoriano.
- Sarkar, D., Kar, S. K., Chattopadhyay, A., Shikha, Rakshit, A., Tripathi, V. K., Dubey, P. K., Abhilash, P. C., & Chirakkuzhyil, A. P. (2020). Low input sustainable agriculture: A viable climate-smart option for boosting food production in a warming world. *Ecological Indicators*, 115, 106412. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106412>

- Secretaría Técnica Planifica Ecuador. (2020). Examen Nacional Voluntario 2020. Quito, Ecuador.
https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/26393VNR_2020_Ecuador_Spanish.pdf
- SEMARNAT 2015. Suelos, bases para su manejo y conservación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable, Tlalpan, México.
- Sepúlveda, S., A. Castro, y P. Rojas. 1998. Metodología para estimar el Nivel de Desarrollo Sostenible en Espacios Rurales. Cuadernos Técnicos 4. IICA. Costa Rica. 76 pp.
<http://repositorio.iica.int/handle/11324/7696>
- Shrivastava, P., & Kumar, R. (2015). Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. Saudi Journal of Biological Sciences, 22(2), 123–131. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2014.12.001>
- Soulé, E., Michonneau, P., Michel, N., y Bockstaller, C. (2021). Environmental sustainability assessment in agricultural systems: A conceptual and methodological review. Journal of Cleaner Production. Copyright © 2023 Elsevier B.V. Volume 325, 20 November, 129291. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129291>
- Tahat, M., Alananbeh, M., Othman, Y., y Leskovar, D. (2020). Soil Health and Sustainable Agriculture. MDPI journals. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/12/4859>
- Tarakanov, V. (2022). Erosión del suelo: estudio y mitigación con técnicas nucleares. OIEA.org. <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-es-la-erosion-del-suelo>

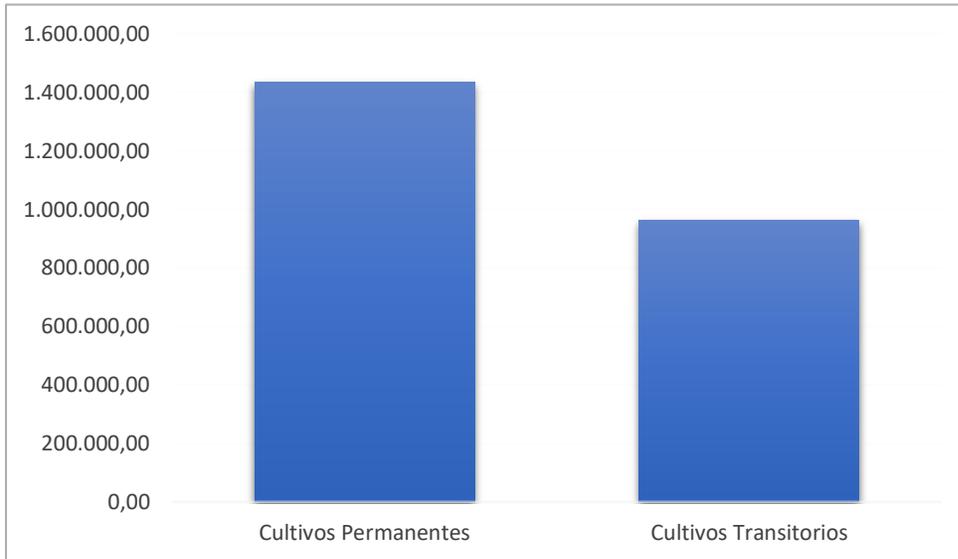
- Torre Marín, C., Granados, S., Rodríguez, G., & Robles, F. (2009). Ecología industrial y desarrollo sustentable. *Ingeniería Revista Académica*, 63-70.
- Torres-Lozada, Luz Karime, Escobar-Medina, Duvan, Soto-Paz, Jonathan, Daza-Torres, Martha Constanza, & Torres-Lozada, Patricia. (2021). Evaluación de la mineralización del nitrógeno en un suelo ácido bajo fertilización inorgánica y orgánica. *Ingeniería*, 26(2), 197-212. Epub October 05, 2021. <https://doi.org/10.14483/23448393.16954>
- Tovar, H. M., & Naranjo, L. W. (2021). *Evaluación de los costos de producción de una hectárea de Lulo (Solanum quitoense), bajo los parámetros de las buenas prácticas agrícola (BPA) en la vereda los ídolos Municipio de Isnos Huila [tesis de grado]*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/47667>
- Ulloa Loor, K. F. (2020). Creación de una empresa dedicada a la producción de envases biodegradables para la comercialización de yogurt en la ciudad de Ambato (Tesis de pregrado). Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31012/1/765%20MKT.pdf>
- UNESCO. (2021). The United Nations World Water Development Report 2021: Valuing Water. UNWATER. Obtenido de <https://digitallibrary.un.org/record/3905489/files/Waterspa.pdf>
- Vázquez, A., Matus, J., Cetina, V., Sangerman, D., Rendón, G., & Caamal, I. (2017). Análisis de rentabilidad de una empresa integradora de aprovechamiento de madera de pino. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(3), 649-659. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/2631/263150932013.pdf>

- Vega, A., & Fundación Banco Santander. (2007). Manuales de Desarrollo Sostenible: 5. Prácticas para la sostenibilidad agraria. (Ed. digital). Alicante: Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes. (Obra original publicada en 2007 por Fundación Banco Santander).
<https://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmc0v905>
- Vera, M. C. (2012). Análisis de la directiva europea: paradigma de la justificación y establecimiento de los valores paramétricos. el caso concreto de los plaguicidas. *Revista Española de Salud Pública*, 86(1)21-35.
- Willer, H., Travnicek, J., Meier, C., Schlatter, B. (2021). *The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends*. Research Institute of Organic Agriculture FiBL and IFOAM - Organics International, Frick and Bonn (2021). ISBN: Print Version 978-3-03736-393-5; PDF Version 978-3-03736-394-2.
<https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1150-organic-world-2021.pdf>
- Wrzaszcz, W., & Prandecki, K. (2015). Environmentally sustainable agriculture in Poland - economic assessment. *European Journal of Sustainable Development*, 4(2), 429.
<https://doi.org/10.14207/ejsd.2015.v4n2p429>
- Zúniga, D., y Mendoza, R. (2021). *Gestión y manejo del agua en la agricultura*. Siguatepeque, Comayagua, Honduras, C.A. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/19866/CDHN22038298e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

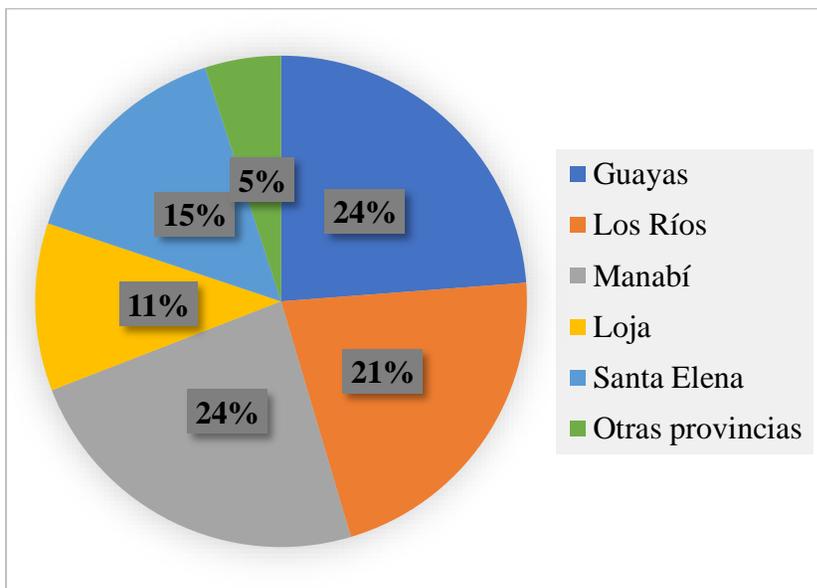
Anexo 1

Superficie sembrada en el Ecuador (2022)



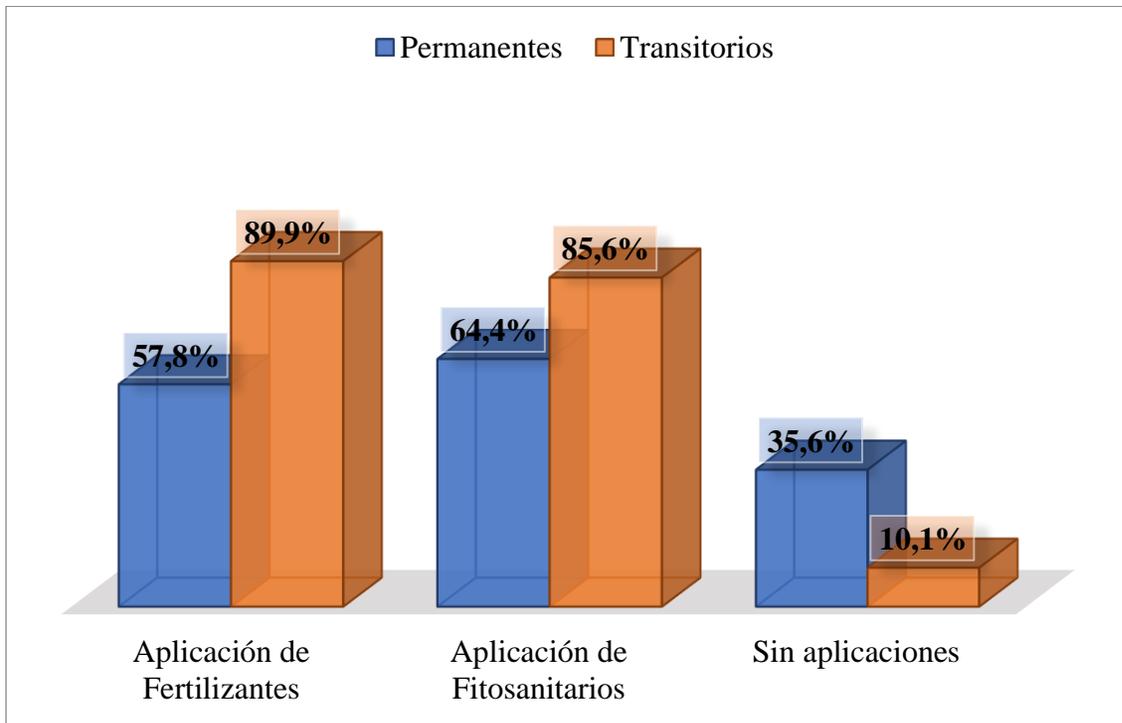
Anexo 2

Superficie donde se realizó la quema de terreno por provincia



Anexo 3

Superficie de cultivos donde se ha usado insumos para la producción



Anexo 4

Formato de encuesta semiestructurada-Prácticas agrícolas sostenibles



UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
CARRERA DE ECONOMÍA



Objetivo: Evaluar el impacto ambiental de las prácticas agrícolas sostenibles implementadas en los cultivos de la Asociación de Productores Agropecuarios Emprendedores del Campo (APAEC).

ENCUESTA DE PRÁCTICAS AGRÍCOLAS SOSTENIBLES
CULTIVO DE AGUACATE

DATOS GENERALES

Provincia:

Parroquia:

Cantón:

Comunidad:

DATOS SOBRE EL AGRICULTOR

Instrucción: Sin instrucción Primaria Secundaria Superior

Género: Masculino Femenino

Edad: años

Hectáreas que posee de cultivo de aguacate

Plantas de aguacate por hectárea

SOSTENIBILIDAD DEL CULTIVO DE AGUACATE

Marque con una x el casillero que usted considere necesario de acuerdo a su realidad.

Agua

1

Calidad del Agua	Buena	Regular	Mala
Percepción por parte del agricultor			

2

Cantidad de agua	Buena	Regular	Mala
Percepción por parte del agricultor			

3

Fuente de agua para riego de la organización	Acueducto más fuente natural	Acueducto	Fuente natural
Origen del agua para regar los cultivos			

4

Conflictos por el uso del agua	Buena	Regular	Mala
Relación con sus vecinos por el suministro del agua			

5

Requerimientos hídricos del cultivo	Considera el clima y tiene pluviómetro	Considera el clima	No considera
Conocimiento sobre la necesidad hídrica del cultivo			

6

Realiza actividades para la protección y/o conservación del recurso hídrico en la finca	Use y desecha los materiales nocivos de manera adecuada	Mantiene adecuadamente su sistema séptico.	Usa químicos de granja biodegradables.
Protección de fuentes de agua			

7

Manejo de envases agroquímicos	Triple lavado y guardado en finca	Triple lavado y cualquier disposición	Ninguna de los anteriores
Disposición			

Suelo

8

Escorrentía	Alta	Moderada	Baja
Pérdida de suelo por el efecto de drenaje la lluvia tomando en cuenta inclinación y textura del terreno			

9

Erosión	Sin presencia de erosión	Presencia de cárcavas	Presencia de surcos
Pérdida de la capa vegetal			

10

Prácticas de conservación de los suelos	Labranza de conservación y siembra directa	Rotación de cultivos	Abandono de fertilizantes y pesticidas sintéticos
Implementa prácticas que protegen el deterioro de los suelos			

Fertilizantes

11

Fertilización	Fertilizantes orgánicos	Abonos orgánico-minerales	Fertilizantes inorgánicos
Uso de fertilizantes			

Cultivos

12

Tipo de cultivo	Policultivo	Monocultivo	Ninguno
Cultivo dentro de la explotación			

Manejo Integrado de Plagas

13

Manejo de malezas y arvenses	Coberturas Vegetales	Manipulación manual	Aplicación de Herbicidas
Métodos de control de malezas y arvenses			

14

Manejo de plagas y enfermedades	Integrado	Biológico	Químico
Métodos de control			

Anexo 5

Encuesta semiestructurada-rentabilidad



UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS
CARRERA DE ECONOMÍA
ENCUESTA DE RENTABILIDAD



Objetivo: El presente documento tiene como objetivo obtener información sobre los costos de producción e ingresos del cultivo del aguacate en la Asociación de Productores Agropecuarios Emprendedores del Campo de (APAEC).

DATOS GENERALES

Provincia: Parroquia:
Cantón: Comunidad:

DATOS SOBRE EL AGRICULTOR

Instrucción: Sin instrucción Primaria Secundaria Superior
Género: Masculino Femenino
Edad: años

EXTENSIÓN Y TENENCIA DE LA TIERRA

¿Cuántas hectáreas han sido destinadas para el cultivo de aguacate?

Ha

COSTOS FIJOS DEL CULTIVO DE AGUACATE

INSTRUCCIONES

Complete las tablas indicando según lo requerido en cada pregunta.

Agua

1. ¿Cuál es el costo anual de agua usa para cultivo de aguacate por ha?

Servicio	Período	Litros/ha	Costo
Agua	Año 1		
	Año 2		
	Año 3		
Costo total			

Terreno

1. ¿Cuánto ha sido el gasto por alquiler y/o adquisición de terreno por ha para el cultivo de aguacate durante los primeros 3 años?

Servicio	Período	Hectárea	Costo
Terreno	Año 1		
	Año 2		
	Año 3		
Costo total			

COSTOS VARIABLES DEL CULTIVO DE AGUACATE

Preparación del Terreno:

2. ¿Cuánto cuesta la preparación del terreno para el cultivo de aguacate en una hectárea?

Actividad/ha	Jornales	Insumos	Materiales	costo
Limpieza				
Trazado				
Hoyado				
Rastra (Opcional)				
Fertilización inicial				
Tutoraje				
Costo total				

Siembra:

3. ¿Cuánto cuesta la siembra para el cultivo de aguacate en una hectárea?

Actividad/ha	Jornales	Insumos	Materiales	Costo
Adquisición de planta				
Trasplante				
Desinfección de hoyos				
Reposición de plantas				
Costo total				

Labores Culturales:

4. ¿Qué costo tienen las labores culturales para el cultivo de aguacate en una hectárea?

Actividad/ha	Periodo	Jornales	Insumos	Materiales	Costo
Limpieza	Año 1				
	Año 2				
	Año 3				
Poda	Año 1				

	Año 2				
	Año 3				
Coronado	Año 1				
	Año 2				
	Año 3				
Fertilización	Año 1				
	Año 2				
	Año 3				
Costo total					

Control de plagas y enfermedades:

1. ¿Cuánto cuesta el control de plagas y enfermedades para el cultivo de aguacate en una hectárea?

Actividad/ha	Periodo	Jornales	Insumos	Materiales	Costo
Control de plagas y enfermedades	Año 1				
	Año 2				
	Año 3				
Costo total					

Cosecha:

2. ¿Cuáles son los costos asociados con la cosecha de aguacate en una hectárea en el tercer año?

Actividad/ha	Periodo	Jornales	Insumos	Materiales	
Cosecha	Año 3				
Costo total					

INGRESOS DEL CULTIVO DE AGUACATE

Producción

3. ¿Cuántos kilogramos por hectárea produce su cultivo y cuál es el precio de venta por kg al 3 año?

Producción	Periodo	Kg/ha	Precio de venta/kg	Total
	Año 3			

Anexo 6

Base de datos de Encuesta de Sostenibilidad

Sostenibilidad Agricola																				
	Agua							Suelo			Fer	Cul	MIP		\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	TotalS
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	SA	SS	SF	SC	SM	TotalS
1	0.5	1	0	1	0.5	1	1	0.5	1	1	0.5	1	0.5	0	0.7	0.8	0.5	1	0.3	0.66
2	0.5	1	0	1	0.5	1	1	1	1	1	0.5	1	0.5	0	0.7	1	0.5	1	0.3	0.69
3	0.5	1	0	1	0.5	1	1	1	1	0.5	0.5	1	0.5	0	0.7	0.8	0.5	1	0.3	0.66
4	0.5	1	0	1	0.5	1	1	1	1	1	0.5	1	0.5	0	0.7	1	0.5	1	0.3	0.69
5	1	0.5	0	0.5	0.5	1	1	1	1	0.5	0.5	1	0	0	0.6	0.8	0.5	1	0	0.60
6	1	1	0	0.5	0.5	1	1	1	0.5	0.5	0.5	1	0	0.5	0.7	0.7	0.5	1	0.3	0.63
7	1	1	0	0.5	0.5	1	1	1	0.5	0.5	0.5	1	0	0.5	0.7	0.7	0.5	1	0.3	0.63
8	0.5	1	0	1	0.5	1	1	1	1	1	0.5	1	0.5	0	0.7	1	0.5	1	0.3	0.69
9	0.5	0.5	0	0.5	0	1	1	1	0.5	1	0.5	1	0.5	0	0.5	0.8	0.5	1	0.3	0.62
10	0.5	1	0	1	0.5	1	1	0	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.7	0.5	0.5	1	0.8	0.69
11	0.5	0.5	0	0.5	0	1	1	1	0.5	1	0.5	1	0.5	0	0.5	0.8	0.5	1	0.3	0.62
12	1	1	0	0.5	0.5	1	1	1	0.5	0.5	0.5	1	0	0.5	0.7	0.7	0.5	1	0.3	0.63
13	0.5	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0.5	1	0.5	0	0.6	1	0.5	1	0.3	0.68
14	1	1	0	0.5	1	1	1	1	0.5	0.5	0.5	1	0	0.5	0.8	0.7	0.5	1	0.3	0.64
15	0.5	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0.5	1	0.5	0	0.6	1	0.5	1	0.3	0.68
16	1	1	0	0.5	0.5	1	1	1	0.5	0.5	0.5	1	0	0.5	0.7	0.7	0.5	1	0.3	0.63
17	0.5	1	0	1	0.5	1	1	0	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.7	0.5	0.5	1	0.8	0.69
18	0.5	0.5	0	0.5	0	1	1	1	0.5	1	0.5	1	0.5	0	0.5	0.8	0.5	1	0.3	0.62
19	0.5	0.5	0	0.5	0.5	1	1	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	1	0.6	0.7	0.5	1	0.8	0.70
20	0.5	0.5	0	0.5	0	1	1	1	0.5	1	0.5	1	0.5	0	0.5	0.8	0.5	1	0.3	0.62
21	0.5	1	0	1	0.5	1	1	0	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.7	0.5	0.5	1	0.8	0.69
22	1	1	0	0.5	0.5	1	1	1	0.5	0.5	0.5	1	0	0.5	0.7	0.7	0.5	1	0.3	0.63
23	0.5	0.5	0	0.5	0.5	1	1	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.6	0.7	0.5	1	0.5	0.65
24	0.5	0.5	0	1	0.5	1	1	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	1	0.6	0.7	0.5	1	0.8	0.71
25	1	1	0	0.5	1	1	1	1	0.5	0.5	0.5	1	0	0.5	0.8	0.7	0.5	1	0.3	0.64
26	0.5	0.5	0	0.5	0.5	1	1	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	1	0.6	0.7	0.5	1	0.8	0.70
27	0.5	0.5	0	0.5	0	1	1	1	0.5	1	0.5	1	0.5	0	0.5	0.8	0.5	1	0.3	0.62
28	1	1	0	0.5	1	1	1	1	0.5	0.5	0.5	1	0	0.5	0.8	0.7	0.5	1	0.3	0.64
29	0.5	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0.5	1	0.5	0	0.6	1	0.5	1	0.3	0.68
30	0.5	0.5	0	0.5	0.5	1	1	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	1	0.6	0.7	0.5	1	0.8	0.70
31	0.5	0.5	0	0.5	0.5	1	1	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	1	0.6	0.7	0.5	1	0.8	0.70
32	1	1	0	0.5	0.5	1	1	1	0.5	0.5	0.5	1	0	0.5	0.7	0.7	0.5	1	0.3	0.63
33	0.5	0.5	0	0.5	0	1	1	0.5	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.5	0.7	0.5	1	0.8	0.68
34	0.5	1	0	1	0.5	1	1	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	1	0.7	0.7	0.5	1	0.8	0.73
35	0.5	1	0	1	0.5	1	1	0	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.7	0.5	0.5	1	0.8	0.69
36	0.5	0.5	0	0.5	0.5	1	1	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	1	0.6	0.7	0.5	1	0.8	0.70
37	0.5	1	0	1	0.5	1	1	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	1	0.7	0.7	0.5	1	0.8	0.73
38	0.5	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0.5	1	0.5	0	0.6	1	0.5	1	0.3	0.68
39	0.5	0.5	0	1	0.5	1	1	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	1	0.6	0.7	0.5	1	0.8	0.71
40	0.5	1	0	1	0.5	1	1	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	1	0.7	0.7	0.5	1	0.8	0.73
41	0.5	0.5	0	1	0.5	1	1	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	1	0.6	0.7	0.5	1	0.8	0.71
42	0.5	1	0	1	0.5	1	1	0.5	1	1	0.5	1	0.5	0	0.7	0.8	0.5	1	0.3	0.66
43	0.5	0.5	0	1	0.5	1	1	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	1	0.6	0.7	0.5	1	0.8	0.71
44	1	1	0	0.5	1	1	1	1	0.5	0.5	0.5	1	0	0.5	0.8	0.7	0.5	1	0.3	0.64
45	0.5	0.5	0	1	0.5	1	1	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	1	0.6	0.7	0.5	1	0.8	0.71
46	0.5	1	0	1	0.5	1	1	0	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.7	0.5	0.5	1	0.8	0.69
47	0.5	1	0	1	0.5	1	1	0	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.7	0.5	0.5	1	0.8	0.69
48	0.5	1	0	1	0.5	1	1	0	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.7	0.5	0.5	1	0.8	0.69
49	0.5	1	0	1	0.5	1	1	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	1	0.7	0.7	0.5	1	0.8	0.73
50	0.5	0.5	0	1	0.5	1	1	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	1	0.6	0.7	0.5	1	0.8	0.71
51	0.5	1	0	1	0.5	1	1	0.5	1	1	0.5	1	0.5	0	0.7	0.8	0.5	1	0.3	0.66
52	0.5	1	0	1	0.5	1	1	0.5	1	1	0.5	1	0.5	0	0.7	0.8	0.5	1	0.3	0.66
53	0.5	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0.5	1	0.5	0	0.6	1	0.5	1	0.3	0.68

54	0.5	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0.5	1	0.5	0	0.6	1	0.5	1	0.3	0.68
55	0.5	0.5	0	1	1	1	1	0.5	1	0.5	0.5	1	1	1	0.6	0.7	0.5	1	0.8	0.71
														\bar{X}	0.7	0.7	0.5	1	0.5	0.67

Anexo 7

Base de datos Encuesta de Rentabilidad

Encuestas	Rentabilidad estimada al 7mo año			Van 7mo	TIR
1	29973.25	29973.25	207.20%	179.22	12.84%
2	31334.18	62668.36	213.23%	4027.48	15.84%
3	30058.83	90176.50	210.60%	1973.32	14.28%
4	31219.15	124876.60	209.44%	1913.83	14.16%
5	32976.21	164881.04	213.18%	4404.16	15.96%
6	28760.13	172560.80	201.50%	-2161.90	11.00%
7	30262.38	211836.65	205.94%	-112.82	12.61%
8	35236.68	281893.44	224.73%	9929.72	20.17%
9	29515.83	265642.51	206.79%	573.46	13.16%
10	33115.38	331153.79	218.05%	573.46	13.16%
11	28491.10	313402.15	203.63%	6431.16	17.61%
12	28278.36	339340.35	201.10%	-9.58	12.69%
13	36253.91	471300.88	228.04%	10784.80	20.82%
14	31698.79	443783.09	216.06%	4701.56	16.41%
15	31860.76	477911.47	211.75%	2720.05	14.77%
16	30876.19	494019.06	215.26%	3927.89	15.87%
17	37954.31	645223.22	236.06%	14904.96	24.09%
18	29248.75	526477.46	210.10%	2148.74	14.46%
19	43568.97	827810.48	235.61%	18567.84	24.92%
20	32165.82	643316.44	212.78%	3514.30	15.37%
21	40110.10	842312.07	231.90%	15421.67	23.42%
22	30364.69	668023.21	211.70%	2345.98	14.58%
23	31067.91	714561.84	214.50%	3595.32	15.57%
24	39689.46	952546.97	222.24%	11247.78	20.04%
25	31618.09	790452.32	213.12%	3663.22	15.54%
26	38707.00	1006381.93	230.34%	13827.02	22.56%
27	30275.46	817437.48	215.30%	3282.03	15.41%
28	27815.52	778834.55	196.82%	-4001.04	9.55%
29	33243.55	964062.98	215.89%	5281.07	16.66%
30	33877.92	1016337.69	217.04%	5357.31	16.69%
31	33657.24	1043374.49	219.14%	7244.62	18.18%
32	29998.98	959967.30	204.14%	-36.37	12.67%
33	31130.38	1027302.51	204.98%	-210.49	12.54%
34	39994.92	1359827.13	217.11%	8845.24	18.22%
35	31382.82	1098398.76	207.60%	955.94	13.42%
36	37775.91	1359932.79	229.60%	11950.30	21.44%
37	40495.27	1498325.01	231.30%	15257.56	23.16%
38	33605.11	1276994.12	217.25%	5088.99	16.53%
39	33090.80	1290541.38	208.66%	2030.79	14.15%
40	41744.17	1669766.86	231.92%	15763.04	23.24%
41	35192.29	1442883.94	217.10%	6188.33	17.12%
42	31722.38	1332339.92	208.88%	2116.82	14.28%
43	44355.87	1907302.58	233.65%	17801.13	24.04%
44	30537.69	1343658.47	205.84%	589.59	13.15%
45	41476.69	1866450.84	232.86%	15737.75	23.39%
46	31412.15	1444958.90	210.74%	2068.59	14.29%
47	34276.39	1610990.29	222.72%	8120.48	18.91%
48	32761.74	1572563.35	214.73%	4312.46	15.96%
49	43180.27	2115833.37	233.51%	17294.03	24.00%

50	39448.60	1972429.92	228.07%	12820.50	21.53%
51	29251.96	1491850.07	208.02%	907.88	13.43%
52	28566.12	1485438.21	202.13%	-1324.32	11.65%
53	32329.87	1713482.86	210.28%	2940.43	14.88%
54	34087.12	1840704.64	218.38%	6228.73	17.34%
55	33767.92	1857235.74	218.63%	6898.60	17.89%
		53051752.05	11887.14%	318602.63	925.60%
	\bar{X}	964577.31	216.13%	5792.78	16.83%

Anexo 8

Análisis estadístico de las respuestas a la encuesta de sostenibilidad

