



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico del Examen de Grado de carácter  
Complejivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,  
como requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Cultivos asociados en la Agricultura Sustentable en el Ecuador”.

**AUTOR:**

Edwin Humberto Andrade Monar.

**TUTOR:**

Ing. Agr. Dalton Cadena Piedrahita, Ph.D.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2022

## RESUMEN

El presente documento refiere a los cultivos asociados en la Agricultura Sustentable en el Ecuador. La obtención de una mejor producción es un aspecto indispensable dentro del desarrollo de una agricultura sustentable. Los diferentes cultivos hacen referencia a la importancia del incremento de su producción mediante el uso de tecnología adecuada, con un manejo integrado de cultivos mediante productos amigables con el ambiente, lo que contribuyen a mejorar las condiciones del suelo, ambiente y mejoran las condiciones de salud de los seres humanos al consumir productos orgánicos. Las conclusiones determinan que es necesario asociar cultivos, con la finalidad de aprovechar diversos procesos como suelo, clima, manejo de los cultivos y mecanismos que permitan utilizar todos los recursos disponibles (fertilizantes, pesticidas, agua) de manera mancomunada, ahorrando costos de producción y aplicando productos que no contaminen el medio ambiente; en Ecuador, ha tomado importancia y actualmente existe una actitud favorable por parte de los agricultores para utilizar bioinsumos y reducir la aplicación de agroquímicos puesto que los resultados obtenidos ha permitido generar confianza y credibilidad en los agricultores sobre el uso de microorganismos en la agricultura como un componente del manejo integrado de cultivos que permite proteger el ambiente y ofertar productos limpios beneficiando la salud del consumidor y la asociación de cultivos permite satisfacer las necesidades humanas de fibra y alimentos; mejorar la calidad ambiental y la base de recursos naturales de los cuales depende la economía agrícola; hacer un uso eficiente de los recursos no renovables; sostener la viabilidad económica de las actividades agrícolas y aumentar la calidad de vida de los agricultores.

Palabras claves: sustentabilidad, cultivos, biodiversidad, agroecológicos.

## SUMMARY

This document refers to associated crops in Sustainable Agriculture in Ecuador. Obtaining better production is an essential aspect in the development of sustainable agriculture. The different crops refer to the importance of increasing their production through the use of adequate technology, with an integrated management of cultivars through environmentally friendly products, which contribute to improving soil conditions, environment and improve health conditions. of human beings when consuming organic products. The conclusions determine that it is necessary to associate crops, in order to take advantage of various processes such as soil, climate, cultivar management and mechanisms that allow the use of all available resources (fertilizers, pesticides, water) jointly, saving production costs and applying products that do not pollute the environment; In Ecuador, it has become important and there is currently a favorable attitude on the part of farmers to use bio-inputs and reduce the application of agrochemicals, since the results obtained have generated confidence and credibility in farmers about the use of microorganisms in agriculture as a integrated crop management component that allows protecting the environment and offering clean products benefiting the health of the consumer and the association of crops allows satisfying human needs for fiber and food; improve environmental quality and the natural resource base on which the agricultural economy depends; make efficient use of non-renewable resources; sustain the economic viability of agricultural activities and increase the quality of life of farmers.

Keywords: sustainability, crops, biodiversity, agroecological.

## CONTENIDO

RESUMEN .....	ii
SUMMARY .....	iii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	3
MARCO METODOLÓGICO .....	3
1.1. Definición del tema caso de estudio .....	3
1.2. Planteamiento del problema .....	3
1.3. Justificación .....	4
1.4. Objetivos .....	5
1.5. Fundamentación teórica .....	5
1.5.1. Importancia de la agricultura sustentable .....	5
1.5.2. Beneficios de los cultivos asociados para el desarrollo de una Agricultura Sustentable en Ecuador. ....	9
1.6. Hipótesis .....	18
1.7. Metodología de la investigación .....	18
CAPÍTULO II .....	19
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
2.1. Desarrollo del caso .....	19
2.2. Situaciones detectadas (hallazgo) .....	19
2.3. Soluciones planteadas .....	20
2.4. Conclusiones .....	20
2.5. Recomendaciones .....	21
IBIBLIOGRAFÍA .....	22

## INTRODUCCIÓN

A medida que se exploran las agriculturas indígenas, las que son reliquias modificadas de formas agronómicas más antiguas, se hace más notorio que muchos sistemas agrícolas desarrollados a nivel local, incorporan rutinariamente mecanismos para acomodar los cultivos a las variables del medio ambiente natural, y para protegerlos de la depredación y la competencia. Estos mecanismos utilizan insumos renovables existentes en las regiones, así como los rasgos ecológicos y estructurales propios de los campos, los barbechos y la vegetación circundante (Altieri 1999).

Un denominador común entre los elementos estratégicos para alcanzar la sustentabilidad de los agroecosistemas es el mejoramiento y conservación de la fertilidad y productividad del suelo. Para este fin, administradores de recursos investigadores, científicos y quienes toman decisiones requieren indicadores que proporcionen información sobre el curso que seguirá la evolución de las propiedades del suelo, cuando sea sometido a diferentes condiciones de manejo (Astier 2017).

En estas condiciones la agricultura involucra la administración de otros recursos además del cultivo propio. Estos sistemas de producción fueron desarrollados para disminuir riesgos ambientales y económicos y mantienen la base productiva de la agricultura a través del tiempo. Si bien estos agroecosistemas pueden abarcar infraestructuras tales como trabajos en terrazas, zanjas e irrigación, el conocimiento agronómico descentralizado y desarrollado localmente es de importancia fundamental para el desarrollo continuado de estos sistemas de producción (Altieri 1999).

Hasta hace 4 décadas, los rendimientos de los cultivos en los sistemas agrícolas dependían de los recursos internos, el reciclaje de materia orgánica, los mecanismos de control biológico y el patrón de lluvia. Los rendimientos agrícolas eran modestos pero estables. La producción era asegurada, sembrando más de un cultivo o variedad en el espacio y el tiempo como seguro

en contra de la explosión de plaga o de la severidad del clima. La introducción de nitrógeno se lograba con la rotación de los mayores cultivos con legumbres. Al mismo tiempo las rotaciones suprimían los insectos, las plagas y las enfermedades al romper efectivamente el ciclo de vida de las plagas (Altieri 2009).

La asociación de cultivos constituye una alternativa para este propósito por poseer varias ventajas frente a sistemas basados en una sola especie. Varios estudios han demostrado las bondades de la diversidad en los campos agrícola, en relación con el incremento de la productividad vegetal y animal, mejoramiento de ingresos, atenuación del cambio climático, optimización del agua, incremento de fertilidad del suelo y bienestar familiar (Tamayo y Alegre 2022).

La presente investigación permitió estudiar los cultivos asociados en el desarrollo de una Agricultura Sustentable.

# CAPÍTULO I

## MARCO METODOLÓGICO

### 1.1. Definición del tema caso de estudio

El presente documento refiere a los cultivos asociados en la Agricultura Sustentable en el Ecuador.

La obtención de una mejor producción es un aspecto indispensable dentro del desarrollo de una agricultura sustentable. Los diferentes cultivos hacen referencia a la importancia del incremento de su producción mediante el uso de tecnología adecuada, con un manejo integrado de cultivares mediante productos amigables con el ambiente, lo que contribuyen a mejorar las condiciones del suelo, ambiente y mejoran las condiciones de salud de los seres humanos al consumir productos orgánicos.

### 1.2. Planteamiento del problema

Los agroecosistemas tienen varios grados de resiliencia y de estabilidad, pero estos no están estrictamente determinados por factores de origen biótico o ambiental. Factores sociales, tales como el colapso en los precios del mercado o cambios en la tenencia de las tierras, pueden destruir los sistemas agrícolas tan decisivamente como una sequía, explosiones de plagas o la disminución de los nutrientes en el suelo (Norgaard *et al.* 2012)

En la medida en que la modernización agrícola avanzó, la relación entre la agricultura y la ecología fue quebrada en la medida en que los principios ecológicos fueron ignorados y/o sobrepasados. De hecho, muchos científicos agrícolas han llegado al consenso de que la agricultura moderna enfrenta una crisis ambiental. Un gran número de personas está preocupándose acerca de la sostenibilidad a largo plazo de los actuales sistemas de producción de comida. Se ha acumulado evidencia que muestra que cuando el actual sistema agrícola intensivo de capital y tecnología ha sido extremadamente productivo y

competitivo, éste también trae consigo una serie de problemas económicos, sociales y ambientales (Altieri 2009).

En la actualidad, la producción agropecuaria se sustenta en un modelo que simplifica los agroecosistemas con monocultivos; a pesar de que la biodiversidad es necesaria para la seguridad alimentaria de la población. La consolidación de este enfoque reduccionista y altamente dependiente de insumos químicos ha contribuido al deterioro del suelo, contaminación del agua e incluso a la salud humana (Tamayo y Alegre 2022).

Es por eso necesario evidenciar la importancia de los cultivos asociados en el desarrollo de una agricultura sustentable.

### **1.3. Justificación**

La agroecología entrega las pautas para un manejo cuidadoso de los agroecosistemas sin provocar daño innecesario o irreparable. Simultáneamente con el esfuerzo por combatir a las plagas, enfermedades o deficiencias del suelo, el agroecólogo lucha por devolver al agroecosistema su elasticidad y fuerza. Si la causa de las enfermedades, plagas, degradación del suelo, etc. se atribuye a un desequilibrio, entonces la meta del tratamiento agroecológico será de recobrar el equilibrio (Norgaard *et al.* 2012).

A pesar de existir un avance significativo en el campo de la investigación en cultivos múltiples, es necesario evidenciar las bondades de este tipo de innovación de manera integral; así como también, los principales tipos de arreglos que se pueden identificar en el sector rural y que sean de gran beneficio para la agricultura sustentable (Tamayo y Alegre 2022).

Por lo expuesto se justifica la presente investigación, a fin de compilar información sobre cultivos asociados en el desarrollo de una agricultura sustentable.

## **1.4. Objetivos**

### **General**

Sistematizar información referente a los cultivos asociados en la Agricultura Sustentable en el Ecuador.

### **Específicos**

- Detallar la importancia de la agricultura sustentable.
- Establecer los beneficios de los cultivos asociados para el desarrollo de una Agricultura Sustentable en Ecuador.

## **1.5. Fundamentación teórica**

### **1.5.1. Importancia de la agricultura sustentable**

La agricultura atraviesa una crisis mundial, la productividad y la sostenibilidad son dos factores que los agricultores están desafiando para producir más alimentos, preservar el medio ambiente y la salud de los seres vivos. Los países desarrollados y subdesarrollados necesitan adoptar nuevas alternativas productivas, que mejoren la calidad de los alimentos, preservando el medio ambiente y los ecosistemas (Viera *et al.* 2020).

Altieri y Nicholls (2001) afirman que:

Durante “la década perdida” y los años 90s, América Latina pasó por periodos de crisis económica caracterizada por extraordinarios costos ambientales y sociales, en la mayoría de los casos no contabilizados por la economía neoliberal. A pesar de numerosos proyectos internacionales/nacionales de desarrollo rural, la pobreza, la inseguridad alimentaria, el deterioro de la salud y la degradación ambiental fueron problemas que continuaba aquejando a la población rural. Cada vez se

hacía más evidente que los modelos convencionales de modernización de la agricultura, basados en monocultivo dependientes de un alto nivel de insumos agroquímicos, eran un modelo no viable desde el punto de vista social y ecológico.

El concepto de agricultura sustentable dependen de muchos factores como son la experiencia que se tenga en actividades de la agricultura de diversos cultivos, el conocimiento sobre las tecnologías y formas de organización social que la distinguen, la escala de estudio y la localidad, el conocimiento sobre temas de nutrición y abasto, entre otros. En general, las expresiones que intentan aclarar el concepto de agricultura sustentable tienen relación con las tres dimensiones que abarca el concepto de sustentabilidad, es decir, con las dimensiones social, económica y ambiental (Salgado 2017).

Viera *et al.* (2020) argumentan que:

Actualmente, el abuso y mal uso de los productos químicos ha causado una serie de problemas como contaminación (suelo y agua) y resistencia de las plagas a los ingredientes activos. El cambio climático y otras transformaciones por las que atraviesa la agricultura, generaron hace décadas la aparición de la industria de insumos biológicos, que son productos amigables con el medio ambiente y la salud humana.

En la medida que los países Latinoamericanos se insertaban en el orden económico internacional, el modelo agroexportador se expandía en ausencia de una distribución efectiva de las tierras, beneficiando en primer lugar a los productores más ricos que controlaban los mejores terrenos. Estos cambios acentuaron la brecha entre campesinos y agricultores empresariales desencadenando una serie de procesos y tendencias preocupantes que se reflejaban en el aumento de la pobreza rural, la inseguridad alimentaria y la degradación de los recursos naturales (Altieri y Nicholls 2001).

Arriaga (2017) comenta que:

Después de la revolución verde parece imposible la práctica agrícola sin fertilizantes químicos, plaguicidas o grandes cantidades de combustibles. Sin embargo, hay manejos agrícolas alternativos. Los primeros ejemplos son los incontables casos de agricultura tradicional, distribuidos en todo el mundo, es decir, esa actividad que se ha generado mediante el desarrollo de "ciencias campesinas" que le proporcionan adaptabilidad ambiental y eficiencia energética.

Desde que el nuevo siglo empezó y aun constituye un desafío inmenso para científicos, políticos y agricultores para articular una visión de una agricultura que sea económicamente viable y más competitiva pero que a la vez sea socialmente más justa y ecológicamente más sana. Hay que reconocer que a pesar de las deficiencias internas, fuerzas externas a la región como la globalización, la emergencia de la biotecnología y el creciente control corporativo del sistema alimentario han jugado un papel clave en determinar el paupérrimo estado del arte de la agricultura Latinoamericana a comienzos del siglo XXI (Altieri y Nicholls 2001).

“El suelo constituye un componente fundamental del sistema suelo-agua-cultivo-hombre-ambiente-clima para el logro del Bienestar humano, y medio ambiente hospitalario y sano, que constituye uno de los objetivos de la Agricultura Sustentable” (Delgado y Casanova 2017).

Los agricultores que hacen uso intensivo de insumos modernos, como los plaguicidas, que han experimentado las limitaciones fundamentales de la agricultura convencional (resistencia de las plagas a los productos químicos, surgimiento de otras). También exigen el desarrollo de nuevas estrategias tecnológicas que les permitan obtener niveles estables de producción y con costos razonables. Este movimiento ambientalista ha contribuido a resaltar la necesidad de una agricultura sustentada ecológicamente (Arriaga 2017).

De acuerdo a Delgado y Casanova (2017):

La importancia del suelo para la sustentabilidad de la vida en el planeta se puede visualizar del análisis de las funciones o relaciones que el mismo mantiene con los otros componentes del sistema suelo-cultivo-clima-ambiente-hombre (ej. suplencia de nutrimentos y agua para los cultivos, hábitat y/o nicho de la biota en el suelo, diversidad biológica, ciclos biogeoquímicos de elementos de importancia para la nutrición mineral de cultivos y otros como CO<sub>2</sub>, metano).

El mercado provee incentivos a los agricultores y asociado al consumo urbano influye en el tipo de tecnología que se aplica en la agricultura. Si los consumidores tomaran decisiones de abasto en interacción con los agricultores y sus decisiones de producción, sería posible favorecer la reproducción de sistemas de agricultura sustentable (Salgado 2017).

La modificación y el uso del territorio, son unas de las causas más importantes de esta situación y la agricultura es, quizás, la principal actividad de cambio de uso de la tierra. En la mayoría de los países, la mayor parte de los ecosistemas han sido transformados en agroecosistemas, por lo que las características en cuanto a extensión e intensidad de la agricultura generan impactos directos sobre la biodiversidad (Sarandón 2010).

Las funciones que se le asignan al suelo para el logro de una agricultura sustentable, se define como “el rol que se le da al suelo de acuerdo a sus capacidades, características, o atributos que posee, y procesos que se desarrollan en el, que pueden ser modificables o alterables por condiciones de manejo” (Delgado y Casanova 2017).

Meza y Julca (2015) definen que:

Las condiciones evaluadas para la sustentabilidad ambiental, económica y social, refieren un nivel de sustentabilidad intermedio por la preponderancia de indicadores que se orientan a la conservación y mejor aprovechamiento de los recursos productivos con prácticas agroecológicas, la diversificación de las actividades productivas y la

comunicación intergeneracional de prácticas sustentables locales al involucrar a la familia en las labores agrícolas cotidianas.

### **1.5.2. Beneficios de los cultivos asociados para el desarrollo de una Agricultura Sustentable en Ecuador.**

Ortiz (2018) destaca que:

La oferta mundial de alimentos tendrá que incrementarse significativamente para el 2050. Se calcula que un 80% de este crecimiento futuro será en tierras actualmente en uso ya que el potencial de expansión de tierras para la agricultura es limitado. A fines del siglo XIX un agricultor alimentaba a 2,5 personas, mientras que a fines del siglo XX alimentaba a 130 seres humanos.

Por lo tanto, los cultivos del siglo XXI deberán ser resistentes a patógenos y pestes, tener resistencia a herbicidas y adaptación a estreses abióticos, poseer una mejor calidad nutritiva, y mostrar un mayor potencial de rendimiento para poder alimentar a la población del futuro y con casi una misma superficie agrícola (Ortiz 2018).

Los defensores de la Revolución Verde sostienen que los países de América Latina deberían optar por un modelo industrial basado en variedades mejoradas y que permanezcan asociados los diferentes cultivos (en especial transgénicos) y en el creciente uso de fertilizantes y pesticidas a fin de proporcionar una provisión adicional de alimentos a sus crecientes poblaciones y economías (Altieri y Nicholls 2001).

Cuenca *et al.* (2017) determinan que:

El manejo agrícola conlleva a varias dificultades ambientales entre los que destacan la excesiva aplicación de fertilizantes químicos que terminan contaminando los cuerpos de agua y causando su eutroficación. La adición de fertilizantes sin el análisis previo de las condiciones del suelo, además, puede conducir a un desbalance iónico de los mismos, con los consiguientes problemas para las plantas que

viven en dicho suelo y sus micorrizas asociadas.

“La agricultura moderna enfrenta nuevos desafíos, integrando enfoques ecológicos y moleculares, para lograr mayores rendimientos de los cultivos y reducir al mínimo los impactos sobre el ambiente” (Moreno *et al.* 2018).

Los objetivos de la agricultura y de la tecnología que emplea ya no son sólo producir volúmenes suficientes para satisfacer las demandas de alimentos, materias primas y divisas en monocultivos. También es fundamental conservar los recursos naturales en los que se sustenta, así como garantizar su continuidad mediante la sustitución de insumos derivados de recursos no renovables y con cultivos asociados. (Arriaga 2017).

Una estrategia de desarrollo agrícola sostenible que mejora el medio ambiente debe estar basada en principios agroecológicos y en un método participativo en el desarrollo y difusión de tecnología. La agroecología se basa en los principios ecológicos para el diseño y manejo de sistemas agrícolas sostenibles y de conservación de recursos, y que ofrece muchas ventajas para el desarrollo de tecnologías más favorables para el agricultor en cuanto al manejo de los cultivos, especialmente si están asociados, para aprovechamiento de los insumos (Altieri y Nicholls 2001).

En las últimas décadas se ha intentado cambiar en el ámbito global los paradigmas de la producción agrícola que implicaban el uso intensivo de energía, maquinaria y sustancias químicas (la llamada revolución verde) por un nuevo concepto, el de la agricultura sustentable (Cuenca *et al.* 2017).

Los mismos autores manifiestan que la agricultura sustentable es un “sistema integrado de prácticas de producción vegetal y animal que a largo plazo debe satisfacer las necesidades humanas de fibra y alimentos; mejorar la calidad ambiental y la base de recursos naturales

de los cuales depende la economía agrícola; hacer un uso eficiente de los recursos no renovables; sostener la viabilidad económica de las actividades agrícolas y aumentar la calidad de vida de los agricultores y de la sociedad como un todo” (Cuenca *et al.* 2017).

Moreno *et al.* (2018) estiman que:

Para generar mayores rendimientos se han incrementado significativamente las dosis de fertilizantes sintéticos por unidad de superficie, los cuales pueden provocar contaminación, daños a la salud y pérdida de la fertilidad de los suelos, convirtiéndose en una de las preocupaciones más importantes en la producción agrícola.

Los cultivos múltiples son más productivos que los monocultivos respectivos. Al establecerlos se usa con mayor intensidad la superficie disponible, pues se suele cosechar el producto principal en volúmenes similares a los del monocultivo correspondiente, más el volumen de un segundo, un tercero y hasta un cuarto cultivo. Con frecuencia los cálculos de la superficie equivalente indican que se necesitarían 1,5 ha de monocultivo para obtener el mismo volumen que se logra en una hectárea de policultivo. Esta estrategia es particularmente importante en el caso del minifundio (Arriaga 2017).

Salgado (2017) indica que:

En el monocultivo se provoca el crecimiento de una sola especie de planta sobre una misma superficie de tierra, generalmente sin descanso, a fin de conseguir el mayor volumen de la especie sobre la que existe un interés económico. La producción de alimentos en monocultivo favorece intereses comerciales, pero, al mismo tiempo, desplaza y destruye la diversidad biológica local, ya que el monocultivo implica suprimir o eliminar la vida de otras especies ya sean plantas, animales, insectos u otras formas de vida que puedan disminuir el volumen del cultivo principal y el interés económico.

Para mejorar la producción sin el uso de fertilizantes de origen sintético,

las investigaciones se han orientado hacia el desarrollo de nuevas biotecnologías: provocando que exista un interés creciente en los microorganismos benéficos del suelo ya que éstos pueden promover el crecimiento de las plantas y, en algunos casos, evitar infecciones del tejido vegetal por patógenos (Moreno *et al.* 2018).

Se conocen sistemas de producción plenamente exitosos, cuyo insumo principal es el conocimiento ecológico. En el caso de la agricultura orgánica, este saber se utiliza de manera consciente. En el de la agricultura indígena forma parte de una tradición de hondas raíces (Arriaga 2017).

Salgado (2017) informa que:

La pérdida de diversidad biológica que provoca el monocultivo está considerada como el problema ambiental más importante relacionado con la sustentabilidad y la producción de alimentos y ocasiona perturbaciones como: 1) mayor cantidad de plagas, 2) agotamiento del suelo y pérdida de fertilidad, 3) erosión del suelo descubierto, 4) contaminación del agua, 5) interrupción de los ciclos biogeoquímicos, entre otros.

Para compensar la pérdida de diversidad biológica y la esterilidad de los recursos productivos que ocurre en el monocultivo se hace necesario el uso de una gran cantidad de insumos externos como son las semillas mejoradas y las transgénicas, los fertilizantes químicos, los herbicidas, los insecticidas, la maquinaria agrícola, entre otros, que caracterizan una tecnología industrial (Salgado 2017).

Los alimentos hechos a base de cultivos genéticamente modificados que están disponibles en la actualidad (principalmente maíz, soja y arroz) han sido juzgados seguros para comer, y los métodos utilizados para examinarlos han sido considerados apropiados. Los científicos recomiendan que la evaluación de la seguridad alimentaria debe hacerse caso por caso y antes de introducir alimentos en base a cultivos

transgénicos en el mercado. En estas evaluaciones, los alimentos derivados de plantas genéticamente modificadas se comparan a sus homólogos convencionales, generalmente considerados inocuos o seguros debido a su larga tradición de uso (Ortiz 2018).

Salgado (2017) manifiesta que.

Un sistema de agricultura se divide en los subsistemas suelo, cultivos, arvenses, plagas y enfermedades; la sustentabilidad adquiere significados distintos a través de diversas acciones y mecanismos en cada subsistema. Un sistema de agricultura se considera sustentable cuando el agricultor lleva a cabo actividades que le permiten reducir o eliminar el uso de insumos químicos sintéticos -y externos- para aprovechar el potencial biológico de los recursos naturales, en cualquier medida y continúe desarrollando actividades adicionales y progresivas. Se trata de considerar medidas más ecológicas al tomar decisiones de uso de recursos internos y externos en los sistemas de agricultura

Debido a que las características o propiedades del suelo asociadas a las funciones del mismo, son alterables por condiciones de manejo (ej. labranza, manejo de residuos de cosechas, sistemas de producción), es necesario conocer, evaluar, y cuantificar el impacto de éstas en las características, propiedades, y cualidades importantes del suelo y, de manera interactiva, el impacto de estos cambios en los otros componentes del sistema (Delgado y Casanova 2017).

La ingeniería genética también puede usarse para mejorar cultivos que pueden mitigar el cambio climático. Más de la mitad del fertilizante aplicado al campo se volatiliza como óxido nitroso (que es aproximadamente el 6% de las emisiones de gases invernaderos en países industrializados), es consumida por la presencia de microorganismos o se pierde por escorrentía, de modo tal que contaminan las aguas y causan zonas muertas. A través de la agrobiotecnología se pueden producir cultivos transgénicos que utilizan más eficientemente el nitrógeno y reducen la cantidad de fertilizante que

pierden cada año los agricultores (Ortiz 2018).

Mazuela (2016) menciona que:

Hoy no se entiende un cultivo y su producción desligados de las consideraciones medio ambientales y sus efectos sobre la salud de consumidores y productores. Es común utilizar una serie de términos descriptivos o indicativos de una normativa o "etiqueta" que regula los procesos de producción y comercialización.

La agricultura sustentable tiene como objetivo producir una cantidad suficiente de alimentos para satisfacer la demanda actual y futura mediante el uso eficiente de los recursos naturales, con la finalidad de generar ingresos para el agricultor, producir productos limpios y con menor impacto al medio ambiente (Viera-Arroyo 2020).

“En los sistemas de agricultura sustentable se aplican tecnologías naturales que implican mayores esfuerzos para los agricultores, el trabajo manual, de observación y reflexión que requieren es mayor que en los sistemas de tecnología industrial” (Salgado 2017).

Los pequeños agricultores del mundo, especialmente los de países en desarrollo, enfrentan problemáticas relacionadas a la actividad de la agricultura, como el bajo valor que obtiene por los productos cosechados, el aumento de los costos de producción, la falta de mano de obra calificada en el campo y la degradación de recursos naturales, debido al uso excesivo del suelo y los productos químicos, e incluso los efectos causados por el cambio climático. Sin embargo, este tipo de agricultores pueden brindar la clave para un futuro mejor, con la generación de productos agrícolas en base a una agricultura limpia que permita cuidar su salud y la de los consumidores, así como el entorno en el cual lleva acabo su actividad productiva (Viera-Arroyo 2020).

Para Salgado (2017):

El mercado provee incentivos a los agricultores y, asociado al consumo -

particularmente al urbano-, influye en el tipo de tecnología que se aplica en los sistemas de agricultura. La responsabilidad de producir alimentos en formas más sustentables no es exclusiva de los agricultores, los consumidores somos igualmente responsables por el tipo de tecnologías que se aplican en la agricultura y por sus efectos en el ambiente y en la sociedad.

El uso de microorganismos benéficos como hongos, bacterias o virus, constituye una herramienta básica, y de gran utilidad para el desarrollo de una agricultura limpia y amigable con el entorno productivo. Se han realizado muchos estudios científicos que han justificado los beneficios de los microorganismos benéficos en distintos cultivos de seguridad alimentaria como papa, arroz, maíz, entre otros, y cultivos perennes, como frutales que poseen cualidades nutraceuticas por lo cual son muy apreciados (Viera-Arroyo 2020).

Con la exigencia de los consumidores por el cuidado del medio ambiente se han generado una serie de normativas que obligan a la producción sostenible. Sin embargo, la sustentabilidad de una agricultura de zonas secas está muy vinculada a la viabilidad económica, pues si un agricultor no tiene la rentabilidad esperada a su esfuerzo puede reestructurar o abandonar la actividad agrícola (Mazuela 2016).

“Se denomina asociación de cultivos a la utilización de dos o más especies diferentes en forma simultánea y sirve para una mejor utilización del terreno, menor riesgo de pérdida por plagas y enfermedades en una de las especies” (Montiel *et al.* 2017).

Los agricultores requieren del desarrollo de nuevas tecnologías e instrumentos de medición para la optimización de los recursos naturales que genere un buen resultado económico (mejorando la productividad y la rentabilidad); procesos de producción estandarizados y certificados; el desarrollo de una industria anexa (insumo, transporte, servicios) y mejores estrategias de comercialización (marca, denominación de

origen, alimentos funcionales) (Mazuela 2016).

Meza y Julca (2015) plantean que:

Los sistemas de cultivo, son diversificados por el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias que se enmarcan en una lógica de manejo agroforestal, conservación de recursos fitogenéticos, seguridad alimentaria y disposición para acceder, innovar y revalorar tecnologías sustentables de producción

La creciente habilitación de superficie cultivada, la menor disponibilidad de agua para el riego y la progresiva exigencia en calidad y sanidad de los cultivos, especialmente las de consumo en fresco, demandan la búsqueda constante de alternativas que potencien el desarrollo productivo (Mazuela 2016).

Montiel *et al.* (2017) relatan que:

El fréjol con el maíz es la forma de asociación más común entre los pequeños agricultores. Por lo general cuando el fréjol se siembra bajo este sistema, se lo hace durante los meses de mayo a junio y de forma simultánea. Se ha definido a las épocas de siembra de los cultivos asociados como los días transcurridos a partir de la siembra de un cultivo con respecto a otro, tratando con ello de buscar un equilibrio en el crecimiento de ambos cultivos.

“Los cultivos asociados se consideran como una forma de aumentar la producción de alimentos sin incrementar el área sembrada (4), razón por la cual su importancia crece conforme el tamaño de las unidades de producción disminuye” (Contreras *et al.* 2016).

Se habla de equilibrio, porque pueden haber situaciones de competencia, ya sea por luz, agua y nutrientes, así como de complementación, como es el caso del soporte prestado por un cultivo a otro; el concepto fundamental es minimizar la competencia y maximizar la complementación y/o transferencia entre ellos. La

asociación de cultivos permite el aprovechamiento de la tierra y un mejor rendimiento (Montiel *et al.* 2017).

Los cultivos asociados favorecen las poblaciones de organismos benéficos, sirven como barrera para impedir que un organismo nocivo se desplace hacia su hospedero y aumentan la diversidad. La idea es, utilizar plantas de diferentes familias que por lo general tienen diferentes exigencias acerca del lugar y son sensibles o resistentes contra diferentes tipos de plagas y enfermedades. Además en un cultivo mixto las plantas hospederas de una plaga se encuentran a más distancia. Algunos experimentos han demostrado que por todos estos efectos se puede reducir la incidencia de plagas desde un 30 hasta un 60 % (Brechtel 2018).

Los mayores valores de rendimiento en granos se dieron en los monocultivos, siendo el de la leguminosa superior a los de las asociaciones. Aunque los valores fueron mayores en las asociaciones, las diferencias no fueron estadísticamente significativas y, en consecuencia, no hubo ventajas claras de los cultivos asociados sobre los monocultivos. La biomasa aérea del material postcosecha fue mayor en el monocultivo, al cual correspondió también el mayor aporte de proteína y fibra (Contreras *et al.* 2016).

Los trabajos recientes que revisan el estado de la investigación de cultivos asociados, sistema tradicional en zonas de explotación no comercial de países tropicales, concluyen en la necesidad de promover evaluaciones cuantitativas para explotarlos sobre una base científica. Los ajustes del rendimiento en función de las densidades ensayadas permiten concluir que las mejores respuestas para la asociación maíz-caraota se obtienen con poblaciones que oscilan entre 68.4 y 42.7 miles de plantas por hectárea de caraota y entre 42.9 y 26.8 miles de plantas por hectárea de maíz (Plá y Elizondo 1987).

La combinación de especies hortícolas tiene un fuerte impulso en diversos sistemas productivos caracterizados como agroecológicos. Los arreglos implementados se basan en la siembra de varias especies mediante mezclas, rotaciones, intercalamientos y/o cultivos en franjas. Además, es frecuente el establecimiento de barreras vivas a fin de impulsar efectos repelentes contra insectos y control de la erosión (Tamayo y Alegre 2022).

Los mismos autores indican que la combinación de cultivos perennes o semiperennes, orientados a mercados locales e incluso internacionales, es una práctica tradicional en sistemas productivos campesinos de áreas tropicales. Arreglos con base en el cacao (*Theobroma cacao*), café (*Coffea arabica*) o plátano (*Musa ABB*), en asocio con otros cultivos, se pueden identificar en predios de pequeños productores de Colombia, Ecuador y Perú (Tamayo y Alegre 2022).

## **1.6. Hipótesis**

Ho= no son importantes los cultivos asociados en la Agricultura Sustentable en el Ecuador.

Ha= son importantes los cultivos asociados en la Agricultura Sustentable en el Ecuador.

## **1.7. Metodología de la investigación**

Para el desarrollo de la presente investigación se recopiló información de textos, revistas, bibliotecas virtuales y artículos científicos que mejoren la redacción del documento.

La información obtenida fue parafraseada, resumida y analizada en función de los cultivos asociados en el desarrollo de una Agricultura Sustentable en Ecuador.

## **CAPÍTULO II**

### **RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. Desarrollo del caso**

La presente investigación trata sobre los cultivos asociados en la Agricultura Sustentable en el Ecuador.

La agricultura sustentable a la actividad agrícola, pecuaria y silvícola que se basa en un sistema de producción que tenga la capacidad de mantener su productividad y rentabilidad generando desarrollo en sus comunidades a largo plazo, cumpliendo los requisitos de abastecer adecuadamente alimentos de calidad a precios justos y al mismo tiempo promover ecosistemas saludables y apoyar la gestión sostenible de la tierra, el agua y los recursos naturales (Soto 2018).

#### **2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)**

Las situaciones detectadas son:

El uso de tecnologías de la tendencia actual no reduce el uso de agroquímicos ni aumenta los rendimientos. Tampoco beneficia a los consumidores ni a los agricultores pobres. Dado este escenario, un creciente número de agricultores, ONGs y otros propulsores de la agricultura sostenible propone que en lugar de este enfoque intensivo en capital e insumos, los países de la región deberían propiciar un modelo agroecológico que de énfasis a la biodiversidad, el reciclaje de los nutrientes, la sinergia entre cultivos, animales, suelos y otros componentes biológicos, así como a la regeneración y conservación de los recursos.

La agricultura comercial y de exportación ha conllevado al incremento en el uso de agroquímicos. La región consume el 9,3% de los pesticidas utilizados en el mundo.

Las políticas agrícolas que ignoran la productividad y calidad de los recursos naturales contribuyen a disminuir la sustentabilidad y a causar pérdidas económicas significativas. Cuando se incluyen los costos de la degradación ambiental en el cálculo de la rentabilidad agrícola, las prácticas agroecológicas se perfilan competitivas con las de corte convencional.

### **2.3. Soluciones planteadas**

Entre las soluciones planteadas tenemos:

La maximización de los rendimientos y de la rentabilidad no se puede lograr sin considerar los límites ecológicos de la producción, ni tampoco sin considerar la equidad de como los beneficios de la producción serán distribuidos entre los que participan en el proceso de producción y consumo.

La asociación de cultivos, conjuntamente con la diversidad biológica se hace necesario el uso de una menor cantidad de insumos externos como son las semillas mejoradas y las transgénicas, los fertilizantes químicos, los herbicidas, los insecticidas, la maquinaria agrícola, entre otros.

### **2.4. Conclusiones**

Las conclusiones se detallan continuación:

Es necesario asociar cultivos, con la finalidad de aprovechar diversos procesos como suelo, clima, manejo de los cultivares y mecanismos que permitan utilizar todos los recursos disponibles (fertilizantes, pesticidas, agua) de manera mancomunada, ahorrando costos de producción y aplicando productos que no contaminen el medio ambiente.

En Ecuador, ha tomado importancia y actualmente existe una actitud favorable por parte de los agricultores para utilizar bioinsumos y reducir la aplicación de agroquímicos puesto que los resultados obtenidos ha permitido generar confianza y credibilidad en los agricultores sobre el uso de

microorganismos en la agricultura como un componente del manejo integrado de cultivos que permite proteger el ambiente y ofertar productos limpios beneficiando la salud del consumidor.

La asociación de cultivos permite satisfacer las necesidades humanas de fibra y alimentos; mejorar la calidad ambiental y la base de recursos naturales de los cuales depende la economía agrícola; hacer un uso eficiente de los recursos no renovables; sostener la viabilidad económica de las actividades agrícolas y aumentar la calidad de vida de los agricultores.

## **2.5.Recomendaciones**

Las recomendaciones son:

Implementar los cultivos asociados, para aprovechamiento de los recursos que permitan mantener a través del tiempo una agricultura sustentable.

Incentivar el uso de productos orgánicos en los cultivos, para evitar la degradación de suelos y daño ambiental, logrando cosechas de buena calidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M. 1999. Bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo: Nordan Comunidad.
- Altieri, M. 2009. La agricultura moderna: Impactos ecológicos y la posibilidad de una verdadera agricultura sustentable. University of California, Berkeley, Department of Environmental Science, Policy and Management. Berkeley, CA, USA.
- Altieri, M. A., Nicholls, C. 2001. Agroecología: principios y estrategias para una agricultura sustentable en la América Latina del siglo XXI. *Disponible en la página www. agroeco. org.*
- Arriaga, J. T. 2017. Desarrollo de una agricultura sustentable en México. *Comercio Exterior*, 40(10).
- Astier-Calderón, M., Maass-Moreno, M., Etchevers-Barra, J. 2017. Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable. *Agrociencia*, 36(5), 605-620.
- Brechelt, A. 2018. El manejo ecológico de plagas y enfermedades. Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (RAP-AL). Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA). *RD.*
- Contreras, E., Marín, C. D., & Viera, J. 1989. Evaluación ecofisiológica de cultivos asociados. II. Canavaliamaíz. *Agronomía Tropical*, 39(1-3), 45-61.
- Cuenca, G., Cáceres, A., Oirdobro, G., Hasmy, Z., & Urdaneta, C. 2017. Las micorrizas arbusculares como alternativa para una agricultura sustentable en áreas tropicales. *Interciencia*, 32(1), 23-29.
- Delgado, R., Casanova, E. 2017. El rol del suelo en el desarrollo de la agricultura sustentable: la necesidad de integración de procesos del sistema suelo-cultivo-hombre-ambiente. *Venesuelos*, 15(1), 7-14.
- Mazuela Águila, P. C. 2016. Agricultura sustentable. *Idesia (Arica)*, 29(3), 3-5.
- Meza, Y., & Julca Otiniano, A. 2015. Sustentabilidad de los sistemas de cultivo con yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en la subcuenca de Santa Teresa, Cusco. *Ecología Aplicada*, 14(1), 55-63.

- Montiel, L. G., Osorio, B. G., Defaz, E. D., Coronel, T. G. D., & Montúfar, G. H. V. 2017. Evaluación de dos variedades de fréjol durante tres épocas de siembra bajo sistema de cultivo asociado con maíz. *Ciencia y Tecnología*, 4(1), 5-11.
- Moreno Reséndez, A., Carda Mendoza, V., Reyes Carrillo, J. L., Vásquez Arroyo, J., Cano Ríos, P. 2018. Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 20(1), 68-83.
- Norgaard, R., Sikor, T. O., Altieri, M. A., Magdoff, F., Hecht, S., Liebman, M. 2012. *Agroecología "Bases científicas para una agricultura sustentable"*. Nordan–Comunidad.
- Ortiz, R. 2018. La adopción de la biotecnología moderna y su compatibilidad con una agricultura sustentable. *Idesia (Arica)*, 30(3), 3-10.
- Plá, L., & Elizondo, L. 1987. *Metodología para el estudio de cultivos asociados* (Doctoral dissertation, Tesis Doctoral. Facultad de Agronomía, UCV Maracay. Venezuela).
- Salgado Sánchez, R. 2017. Agricultura sustentable y sus posibilidades en relación con consumidores urbanos. *Estudios sociales (Hermosillo, Son.)*, 23(45), 113-140.
- Sarandón, S. J. 2010. Biodiversidad, agrobiodiversidad y agricultura sustentable. Análisis del Convenio sobre Diversidad Biológica. León Sicard, TE y Altieri, M., Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones, edit. Instituto de Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA), Medellín, Colombia, 105-129.
- Soto, G. O. 2018. Agricultura sustentable. Una alternativa de alto rendimiento. *CIENCIA-UANL*, 11(1), 12.
- Tamayo Ortiz, C. V., Alegre Orihuela, J. C. 2022. Asociación de cultivos, alternativa para el desarrollo de una agricultura sustentable. *Siembra*, 9(1).
- Viera-Arroyo, W. F. 2020. Rol de los microorganismos benéficos en la Agricultura Sustentable. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(2), 67.
- Viera-Arroyo, W. F., Tello-Torres, C. M., Martínez-Salinas, A. A., Navia-

Santillán, D. F., Medina-Rivera, L. A., Delgado-Párraga, A. G., ... & Jackson, T. 2020. Control Biológico: Una herramienta para una agricultura sustentable, un punto de vista de sus beneficios en Ecuador. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(2), 128-149.