



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



**ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA,
PESCA Y VETERINARIA**

CARRERA DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente Practico del Examen de Grado de carácter Complexivo, presentado al Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

Diversificación agrícola, su importancia en el manejo de plagas en cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) para una agricultura sostenible

AUTOR:

David Anthony Marquínes Ortega

TUTOR:

Ing. Agr. Oscar Caicedo Camposano, PhD.

Babahoyo- Los Ríos - Ecuador

2022

RESUMEN

La diversificación de cultivos incluye la siembra de varios cultivos únicos, es decir, pertenecientes a familias exclusivas, en las tierras de la misma explotación. Su objetivo es evitar el agotamiento del suelo y proporcionar un mejor uso de los fertilizantes, además de promover el manejo de plagas (arvenses, insectos y otros). Los agricultores que practican el monocultivo en la producción de arroz descubren que es más difícil manejar las plagas de sus campos. Las plagas son más intensivas y perjudiciales en lugares de labranza que tienen un solo tipo de cultivo de forma anual. De hecho, no siempre es inesperado, porque las plagas tienen su habitación y hospedero en el mismo lugar durante mucho tiempo, por lo que se reproducen con mayor facilidad. La información obtenida fue efectuada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con la finalidad de que el lector conozca sobre la diversificación agrícola, su importancia en el manejo de plagas en cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) para una agricultura sostenible. Por lo anteriormente detallado se determinó que, en la producción de arroz, la rotación de cultivos y el manejo integrado de plagas permiten ayudar ampliamente a evitar algunos de los efectos terribles fundamentales del monocultivo. La rotación anual de cultivos interrumpe los ciclos de plagas y permite mantener el suelo en un estado más equilibrado en cuanto a su composición. La diversificación en el cultivo de arroz permite controlar las principales plagas como Chinche de la pata (*Tibraca limbativentris*), Langosta (*Spodoptera frugiperda*), Barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*), Chinche de la espiga (*Oebalus ornatus*), Virus de la Antorcha y *Pyricularia*.

Palabras claves: Diversificación agrícola, arroz, plagas, agricultura sostenible

ABSTRACT

Crop diversification includes the planting of several single crops, i.e., belonging to exclusive families, on the same farm's land. It aims to avoid soil depletion and provide better use of fertilizers, in addition to promoting pest management (weeds, insects and others). Farmers who practice monoculture in rice production find that it is more difficult to manage pests in their fields. Pests are more intensive and damaging on tillage sites that have only one type of crop on an annual basis. In fact, it is not always unexpected, because pests have their habitat and host in the same place for a long time, so they reproduce more easily. The information obtained was carried out through the technique of analysis, synthesis and summary, with the purpose of informing the reader about agricultural diversification, its importance in the management of pests in rice (*Oryza sativa* L.) for sustainable agriculture. From the above, it was determined that, in rice production, crop rotation and integrated pest management can greatly help to avoid some of the fundamental terrible effects of monoculture. Annual crop rotation interrupts pest cycles and keeps the soil in a more balanced state in terms of its composition. Diversification in rice cultivation allows the control of major pests such as Legworm (*Tibraca limbativentris*), Locust (*Spodoptera frugiperda*), Stem Borer (*Diatraea saccharalis*), Earworm (*Oebalus ornatus*), Torch Virus and *Pyricularia*.

Key words: Agricultural diversification, rice, pests, sustainable agriculture.

CONTENIDO

RESUMEN.....	II
ABSTRACT.....	III
I. CONTEXTUALIZACIÓN	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3. JUSTIFICACIÓN	2
1.4. OBJETIVOS.....	3
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.5. LINEA DE INVESTIGACIÓN	3
II. DESARROLLO.....	4
2.1. MARCO CONCEPTUAL	4
2.1.1. Diversificación agrícola.....	4
2.1.2. Beneficios de la diversificación agrícola.....	5
2.1.3. Diversificación de cultivos para una agricultura sostenible.....	7
2.1.4. Diversificación, protección alimentaria y sostenibilidad.....	7
2.1.5. Factores que afectan el manejo de plagas en el cultivo de arroz.....	10
2.1.5.1. Aplicación de monocultivo.....	10
2.1.5.1.1. Efectos negativos del monocultivo	11
2.1.5.1.1.1. Manejo de plagas	11
2.1.5.1.1.2. Uso de agrotóxicos en monocultivo	11
2.1.5.1.1.3. Degradación del suelo y pérdida de fertilidad	12
2.1.5.1.1.4. Aumento del uso de fertilizantes	12
2.1.5.1.1.5. Mayor uso del agua	12
2.1.5.1.1.6. Disminución de la biodiversidad	13
2.1.5.1.1.7. Riesgos económicos	13
2.1.6. Sistemas de diversificación agrícola en el control de plagas en el cultivo de arroz	14
2.1.6.1. Aplicación de la rotación de cultivos.....	14

2.1.6.2.	Manejo Integrado de Plagas (MIP)	14
2.1.6.2.1.	Principales plagas en el cultivo de arroz	16
2.1.6.2.1.1.	Langosta (<i>Spodoptera frugiperda</i> J. E. Smith)	16
2.1.6.2.1.2.	Barrenador del tallo (<i>Diatraea saccharalis</i> Fabricius, 1794)	16
2.1.6.2.1.3.	Chinche de la espiga (<i>Oebalus ornatus</i> Stal, 1872)	16
2.1.6.2.1.4.	Chinche de la pata (<i>Tibraca limbativentris</i> Stal, 1860)	16
2.1.6.2.1.5.	Control integrado de plagas	17
2.1.6.2.2.	Manejo integrado de enfermedades	17
2.2.	MARCO METODOLÓGICO	19
2.3.	RESULTADOS	19
2.4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	19
III.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	21
3.1.	CONCLUSIONES	21
3.2.	RECOMENDACIONES	21
IV.	REFERENCIAS	22
4.1.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

I. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

La agricultura sostenible comprende un sistema de prácticas agrícolas ecológicas relacionado en innovaciones tecnológicas, mediante las cuales se logra producir alimentos sanos, con prácticas agrícolas amigables en el recurso suelo, aire, agua, considerando la salud de los agricultores (Agustín 2016).

El desarrollo agrícola sostenible, involucra grandes retos a escala global, los mismo que son: sistemas de producción y políticas que sustenten la seguridad alimentaria, promover ecosistemas saludables, apoyar la gestión sostenible con los recursos suelo y agua. La agricultura debe asegurar y satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras, protegiendo el medio ambiente (FAO 2017).

Dentro de la producción del cultivo de arroz existe una intensificación, que provoca una alta presión sobre los insectos plagas y enfermedades de importancia económica, en donde su control se realiza mediante la aplicación de productos químicos como los plaguicidas, con un uso indiscriminado que genera daños en el medio ambiente y en la salud de los productores (Montes *et al* 2021).

La diversificación agrícola se refiere a un tipo de agricultura en la cual se establecer diversos cultivos para obtener múltiples cosechas o productos en un mismo espacio, no alterando la diversidad de los ecosistemas naturales, aplicando sistemas de rotación de cultivos y multicultivos. Teniendo como referencia que al modificar el medio ambiente y el recurso suelo con el establecimiento de cultivos condicionan de forma permanente, es decir cada cultivo genera su medio ambiente para la prevención de plagas, de forma sostenible (Rivera *et al* 2020).

En el Ecuador los sistemas agrícolas para el cultivo de arroz es su establecimiento como monocultivo, lo cual genera muchos problemas negativos, como es el caso de la presencia de plagas, sequías, que pueden reducir la producción potencial del cultivo.

El presente trabajo se realizó para adquirir y mejorar los conocimientos sobre la diversificación agrícola, su importancia en el manejo de plagas en cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) para una agricultura sostenible.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante todo proceso de producción agrícola, se consideran varias alternativas de acuerdo al grado de importancia económica tales como: aumento de áreas de cultivo, intensificación del cultivo y aplicación de riego y drenaje, causando un cambio en el ecosistema.

La producción del cultivo de arroz esta basada en la siembra de grandes y pequeños productores, utilizando el sistema de monocultivo, con una o dos cosechas de forma anual, en la cual se presentan graves problemas fitosanitarios, mediante la presencia de plagas.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La diversificación de cultivos es integralmente un sistema de rotación y asociación de cultivos, alternando especies vegetales de diferentes familias, con necesidades nutritivas diferentes en un mismo especio durante diversos ciclos. Esto permite que el recurso suelo se desgaste y el control de insectos plagas y enfermedades, que pueden afectan la producción de los cultivos.

El sistema de diversificación agrícola en el cultivo de arroz permite la utilización de manera correcta de los recursos genéticos, constituyéndose en un factor importante en el manejo de plagas.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar información sobre la diversificación agrícola, su importancia en el manejo de plagas en cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) para una agricultura sostenible.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la importancia de la diversificación agrícola.
- Describir los sistemas de diversificación agrícola en el manejo de plagas en cultivo de arroz.

1.5. LINEA DE INVESTIGACIÓN

La diversificación de cultivo reduce la incidencia de plagas agrarias que generan reducción en la producción de cosechas, esto gracias a que se dentro del agroecosistema se genera un equilibrio natural, lo cual reduce la posibilidad de que existan pérdidas económicas para el productor agrícola.

II. DESARROLLO

2.1. MARCO CONCEPTUAL

2.1.1. Diversificación agrícola

La diversificación de cultivos incluye la siembra de varios cultivos únicos, es decir, pertenecientes a familias exclusivas, en las tierras de la misma explotación. Su objetivo es evitar el agotamiento del suelo y proporcionar un mejor uso de los fertilizantes, además de controlar las malas hierbas y reducir las plagas (Alteri *et al* 2017).

La diversificación puede producirse tanto por encima como por debajo del suelo en un tema cultivado, y se termina con prácticas de control que incluyen el cultivo de múltiples vegetales en una rotación, la plantación de franjas de flores dentro de los campos, la disminución de la labranza, la inclusión de enmiendas naturales que mejoren la vida del suelo y la organización o restauración de especies. -Hábitat rico en el panorama que rodea a los campos de cultivo (Alteri *et al* 2017).

La diversificación permite añadir una gama adicional a las estructuras de cultivo y el paisaje agrícola se ha advertido como una manera de hacer que la agricultura sea más sostenible. Tiene la capacidad de reducir las influencias negativas de la agricultura sobre el clima y el entorno. Se cree que el aumento de la biodiversidad mejora los rendimientos y los servicios de los ecosistemas, como la polinización, la regulación de las plagas por medio de enemigos naturales, la renovación de nutrientes, la calidad del agua y la mitigación del clima mediante el secuestro de carbono. Aunque se ha invertido una gran cantidad de estudios para descubrir esto, las consecuencias de la investigación sobre la diversificación no se han sintetizado. Además, la atención se ha centrado generalmente en la diversificación de los cultivos y de la vida vegetal (Alvarado 2020).

La diversificación de cultivos representa una excelente posibilidad para que los agricultores aumenten su producción, reduzcan el uso de pesticidas, disminuyan la degradación del suelo y obtengan numerosos alimentos (Alvarado 2020).

El aumento de la gama de sistemas de cultivo ofrece posibilidades alentadoras para mejorar y estabilizar el rendimiento de los cultivos: las estructuras ricas en especies muestran regularmente una mejor productividad que los monocultivos, con menos brotes de plagas y enfermedades, una mejor captación de recursos útiles y una mayor resistencia a las fluctuaciones ambientales y a las modificaciones de control (Agustín 2016).

Se ha diagnosticado que los sistemas agrícolas convencionales podrían aplicar normas ecológicas para reconocer las tendencias de las plantas y los mecanismos que promueven la productividad en diversas estructuras y asociaciones de cultivo. Los ecosistemas ricos en especies son eficientes en recursos útiles, increíblemente productivos y fuertes; por lo tanto, el conocimiento de estos sistemas puede utilizarse para optimizar las estructuras de cultivo multiespecíficas, ofreciendo soluciones prometedoras (Agustín 2016).

2.1.2. Beneficios de la diversificación agrícola

Una de las prácticas más seguidas por los agricultores en una de las partes del escenario es la diversificación de cultivos, que es uno de los componentes simples de la agricultura de conservación. Este ejercicio cumple muchas funciones, una de las cuales es ofrecer alternativas a los productores para adaptarse y mitigar los resultados del cambio climático, y contribuye a lograr la autosuficiencia alimentaria al tiempo que aumenta la rentabilidad de la actividad agrícola (Alcívar 2018).

Entre otros beneficios, permite interrumpir los ciclos orgánicos de plagas y enfermedades, promueve la presencia de insectos útiles dentro de las parcelas y, al facilitar el control de plagas a base de plantas, reduce el uso de agroquímicos, beneficiando la salud de los productores (Alcívar 2018).

El objetivo de la diversificación de cultivos es que los productores observen el comportamiento de cada uno de ellos y puedan incorporarlos (de acuerdo con sus deseos y preferencias) de forma cotidiana a su maquinaria de producción, no sólo para diversificar sus ingresos, sino también para aprovechar las bondades que las plantas, entre ellas las leguminosas, aportan al suelo (consistentes en la fijación de nitrógeno y la contribución de la cuenta natural, por ejemplo) y la recuperación de la variedad útil para el control agroecológico de plagas (Albarraciin *et al* 2018).

La diversificación de los cultivos independientemente de la oportunidad de generación de ingresos permite la diversificación de los recursos alimentarios y la incorporación de comidas nutritivas recientes en el plan de alimentación de los hogares productores (Albarraciin *et al* 2018).

La diversificación de cultivos representa una espléndida posibilidad para que los agricultores aumenten su producción, reduzcan el uso de insecticidas, disminuyan la degradación del suelo y cosechen una diversidad de alimentos (Betancourt *et al* 2021).

La interacción de diferentes especies vegetales en un mismo tema no sólo ayuda a mejorar la producción, sino que además permite que el cultivo funcione como un dispositivo conjunto. Para su implementación, se debe tener en cuenta en qué cantidad coincide el uso de los recursos de cada especie en el área y en el tiempo, para que haya un equilibrio entre las fuentes que se tienen y los requerimientos del cultivo. Las modalidades de estos sistemas son las siguientes, según Zambrano (2018):

- Cultivos intercalados o afines: es la siembra simultánea de dos o más vegetaciones dentro de la misma área, en la que los cultivos se mezclan o en hileras vecinas.
- Cultivo en franjas: consiste en la plantación simultánea de dos o más plantas dentro de la misma disciplina, pero en grandes franjas. Esto permite un manejo imparcial de cada cultivo.

- Plantas de relevo: consiste en la plantación de dos o más plantas en conjunto, sembrando el segundo cultivo antes de cosechar el primero.

2.1.3. Diversificación de cultivos para una agricultura sostenible

La agricultura sostenible debe garantizar la seguridad alimentaria en todo el mundo, al tiempo que promueve ecosistemas sanos y ayuda a la gestión sostenible de la tierra, el agua y los bienes naturales (Calvo 2018).

La diversificación de los cultivos permite una agricultura sostenible, en la que la agricultura debe satisfacer las necesidades de las generaciones actuales y futuras en cuanto a sus productos y servicios, al tiempo que garantiza la rentabilidad, la salud medioambiental y la justicia social y económica (Calvo 2018).

Para lograr la transición mundial hacia una agricultura y una alimentación sostenibles, es esencial mejorar la seguridad medioambiental, la resistencia de los sistemas y el rendimiento en el uso de los activos (Cifuentes *et al* 2017).

La agricultura sostenible requiere un dispositivo de gobernanza internacional que promueva la seguridad alimentaria en los regímenes y normas de intercambio, y que reexamine las directrices agrícolas para vender los mercados agrícolas locales y de proximidad (Cifuentes *et al* 2017).

2.1.4. Diversificación, protección alimentaria y sostenibilidad

El proceso de transición de monocultivo a la producción agrícola sustentable requiere de la aplicación de nuevos enfoques, tanto analíticos, holísticos y de indicadores. El propósito que persiguen de los científicos que desarrollan y promueven técnicas de manejo sustentables, es llegar a diseñar agroecosistemas con gran resistencia a plagas, buena capacidad de reciclaje y de retención de nutrientes, así como altos niveles de biodiversidad (Lichtfouse *et al* 2009).

Existe una relación entre la diversificación de los sistemas agrícolas, la protección de seguridad alimentaria y la sostenibilidad. Las estructuras de producción diversificadas son inmunes a las consecuencias del cambio climático y estables en términos de productividad. Entre los principales son la polinización, la manipulación de plagas y trastornos, el control de malezas y enfermedades, la alimentación, así como la regulación para mitigar las consecuencias del clima excesivo y variable. Una mayor diversificación en la producción de productos agrícolas puede estar relacionada con el progreso de la seguridad alimentaria (FAO 2017).

Es posible que el hecho de disponer de una mayor variedad de ingredientes para el consumo doméstico provoque también una mayor variedad dietética. Esto dependerá en gran medida de la comprensión y el tiempo para la formación en materia de comidas, además de los supuestos de la función de género que influyen en la toma de decisiones de los hogares sobre el uso y la disposición de los alimentos (FAO 2017).

Un mayor número de estructuras diferentes facilita la satisfacción de las necesidades alimentarias y nutricionales de la población. Además, hacen un uso eficiente de las fuentes vegetales y estabilizan los sistemas de fabricación, lo que los convierte en sistemas de fabricación sostenibles. Las ventajas que ofrecen estos sistemas constituyen una herramienta esencial que contribuye a una fantástica reacción ante el desastre agroalimentario y agroclimático contemporáneo. Entre los principales beneficios están el crecimiento y el equilibrio del rendimiento de los cultivos y el control eficaz de las plagas y enfermedades que los atacan. Esto permite reducir el uso de insumos agrícolas, lo que favorece el sistema financiero de los agricultores (Vásquez *et al* 2020).

Las intervenciones para la implementación y el fortalecimiento de la diversificación agrícola deben no olvidar todos los pilares de la protección alimentaria. Principalmente, los de la ingesta sostenible de alimentos y la utilización biológica, el empoderamiento de las mujeres en la toma de decisiones

sobre la elección de alimentos y el entrenamiento para la ventaja en sus hogares. El uso biológico es relevante ya que incluye el mejor uso de las vitaminas contenidas en los alimentos consumidos y está influenciado con la ayuda de los estilos de ingesta (Faiton 2016).

La expansión y la intensificación de la agricultura son las principales causas de la degradación y pérdida de los recursos naturales. Por lo tanto, se necesita un nuevo modelo de producción de cultivos para enfrentar los desafíos que supone lograr la seguridad alimentaria, mientras se minimizan los impactos negativos en el medio ambiente. Asimismo, las incertidumbres a las que se enfrentan los agricultores están relacionadas con factores climáticos, plagas y enfermedades, la variación en los precios y políticas relativas a la producción agrícola, la comercialización y el comercio. Una respuesta para reducir el impacto de esta problemática es la diversificación de los cultivos y la aplicación de prácticas agroecológicas, como el mantenimiento de la diversidad genética local, la integración de los animales, la adición de materia orgánica al suelo y la cosecha de agua, entre otras (FAO 2020).

La diversificación agrícola, una opción amigable con el medio ambiente, está dirigida a reducir los efectos negativos del monocultivo, que se ha expandido de forma dramática en todo el mundo (Uphoff 2015).

El aumento en la superficie de monocultivos es un riesgo porque estos carecen de los mecanismos de defensa ecológica necesarios para prevenir o tolerar el impacto de los brotes o ataques de agentes patógenos, comprometiendo así la producción de alimentos y aumentando las pérdidas sustanciales de rendimientos (Fortín y González 2022).

La diversificación de cultivos evita la dependencia de un solo cultivo, a fin de que la variabilidad en los precios, el mercado, el clima, las plagas y enfermedades no tengan efectos tan drásticos en la economía de los productores. A través de la diversificación, los agricultores pueden producir una amplia variedad de productos, además de los cultivos alimenticios, dependiendo del tipo y la

complejidad de los sistemas de cultivo diversificados, reduciendo los gastos e incrementando el acceso a nuevos mercados y ganancias económicas (Styger 2015).

En la selva peruana se conoce que para que un sistema de producción agrícola sea rentable (tomando en cuenta que el cultivo principal es el arroz), el área para la cual se diseña esta estrategia debe estar en fusión a la siguiente expresión matemática (Huerta 2018):

$$SMV = \frac{CF}{(R_L - R_R)P}$$

Donde:

SMV= Superficie Mínima Viable

CF= Costo Fijo

R_L= Rendimiento promedio local (kg/ ha)

R_R= Rendimiento promedio regional (kg/ ha)

P= Precio (\$/ kg)

2.1.5. Factores que afectan el manejo de plagas en el cultivo de arroz

2.1.5.1. Aplicación de monocultivo

En la producción del cultivo de arroz el monocultivo es una forma de agricultura basada principalmente en la plantación de un solo tipo de cultivo en una zona. En evaluación, un dispositivo de policultivo implica que dos o más plantas se cultivan en un área en el mismo tiempo (FEDEARROZ 2017).

Al hablar de monocultivo, es vital observar que, aunque un cultivo específico se planta en una parcela determinada cada 12 meses, el concepto de mejor un cultivo dentro de la disciplina a la vez sigue siendo conocido como "monocultivo" FEDEARROZ 2017).

El monocultivo maximiza el uso de la tierra y las situaciones climáticas locales. En la mayoría de los casos, los agricultores eligen el cultivo que crece bien en el entorno local. Los efectos negativos del monocultivo se observan habitualmente en las plantaciones de arroz (cultivado en condiciones similares a las de los humedales) y el trigo (cultivado en zonas llanas con mucha luz solar). Las plantas que pueden hacer frente o prosperar en condiciones climáticas particulares (por ejemplo, en la sequía, en regiones con vientos fuertes o con una temperatura media más fría que la ordinaria) se convierten en el punto central del dispositivo de monocultivo agrícola. Un agricultor tradicional suele preocuparse por la variedad de cultivos y aplica un complicado calendario de plantación, renovación y cosecha para maximizar la producción de las diversas plantas plantadas; a pesar de este intento ampliado, la productividad y la eficiencia del monocultivo suelen ser mejores (Gómez 2018).

2.1.5.1.1. Efectos negativos del monocultivo

2.1.5.1.1.1. Manejo de plagas

Los agricultores que practican el monocultivo en la producción de arroz descubren que es más difícil manejar las plagas de sus campos. Las plagas son más intensivas y perjudiciales en lugares de labranza que tienen un solo tipo de cultivo de forma anual. De hecho, no siempre es inesperado, porque las plagas tienen su comida favorita en el mismo lugar durante mucho tiempo, por lo que se reproducen con más éxito. Además, en el contexto de la protección contra las plagas, el monocultivo carece de un componente importante del que puede presumir el policultivo: la diversidad genética de las plantas. El policultivo, por ejemplo, puede proporcionar algunas variedades de vida vegetal que repelen las plagas y sirven de barrera natural en las tierras de cultivo (Guzmán 2016).

2.1.5.1.1.2. Uso de agrotóxicos en monocultivo

El monocultivo es mucho más propenso a ser afectados por las plagas, ya que estas amenazas pueden pasar con mayor rapidez por la región debido a su menor biodiversidad. Como resultado, los agricultores aplican más cantidades de

pesticidas y herbicidas para proteger el cultivo. Estos compuestos químicos se filtran en el suelo, contaminando tanto la tierra como las aguas subterráneas. Además, las explotaciones de monocultivo tienden a acentuar de forma similar el uso de insecticidas, ya que algunos tipos de plagas viven utilizando productos químicos, creciendo la resistencia a los mismos y resultando que transmiten esta inmunidad recién adquirida a su descendencia, si quiere desarrollarse aún más en la parcela en cuestión, ya que su fuente de alimentación más importante sigue permaneciendo en una región (Helmuth 2017).

2.1.5.1.1.3. Degradación del suelo y pérdida de fertilidad

El monocultivo perturba la estabilidad herbácea de los suelos. Demasiadas unidades de la misma planta dentro del mismo lugar del campo disiparán las vitaminas que necesita, lo que reduce el tipo de microorganismo y los microorganismos necesarios para mantener la fertilidad del suelo, por esta razón el período de agotamiento del suelo de monocultivo. La producción de una sola especie de planta tiene un efecto terrible en la forma del suelo subyacente, ya que la manera que handiest un tipo de raíz será que se tenía que atraer a la humedad y le ahorrará la erosión del suelo, una actividad que normalmente requiere un par de tipos de raíces (Hernández *et al* 2017).

2.1.5.1.1.4. Aumento del uso de fertilizantes

El uso de fertilizantes de forma intensiva en los campos de monocultivo está relacionado con la degradación del suelo y pérdida de fertilidad. Dado que el cultivo de un solo tipo de planta en una sola parcela agota el suelo al privarlo de biodiversidad, los agricultores tienden a aumentar artificialmente la fertilidad de la esfera mediante el uso de fertilizantes químicos. El uso de estas vitaminas sintéticas tiene un impacto negativo en la composición herbácea del suelo y en la atmósfera, como es bien sabido. se debe tomar en consideración que cuando más tiempo tiene una explotación de monocultivo, más fertilizantes químicos hay que utilizar, ya que cada año la tierra se va desgastando y agotando (Holdredge 2017).

2.1.5.1.1.5. Mayor uso del agua

Un solo tipo de cultivo en un terreno, repercute en que las estructuras radiculares de esta especie no son suficientes para mantener la estructura del suelo alrededor de las plantas, lo que podría causar erosión y pérdida de captación de agua. Por ello, el suelo que rodea al monocultivo suele carecer de una gran capa de tierra vegetal, lo que provoca un desequilibrio en la retención de agua en esas tierras de cultivo. Para luchar contra esta pérdida de agua, los agricultores tienen que utilizar más porciones de este recurso útil crítico. Esta mayor necesidad de agua hace que los recursos de la zona, como los lagos, los ríos y los embalses, se vean sometidos a un exceso de demanda, lo que tiene consecuencias negativas para los ecosistemas cercanos a estos recursos hídricos (Sanabria 2018).

2.1.5.1.1.6. Disminución de la biodiversidad

El factor clave de la naturaleza es su diversidad biológica, y la zona agrícola no es una excepción. Cuanto mayor sea la variedad de especies orgánicas en una zona determinada, más fuerte y rico será el entorno. Uno de los principales problemas del monocultivo es la eliminación de la variedad biológica. Un tipo suficiente de flora, animales e insectos en un entorno determinado permite controlar la proliferación inmoderada de plagas, enfermedades de las plantas y diferentes manifestaciones negativas debido a la perturbación de la estabilidad natural de los suelos en las tierras de monocultivo (Landis *et al* 2017).

2.1.5.1.1.7. Riesgos económicos

Cuando un agricultor basa su disciplina en el monocultivo en la producción de arroz, pone en juego toda su capacidad de cosecha por un simple motivo. Si algo fuera mal a lo largo del desarrollo de los cultivos (sequía, lluvias torrenciales, plagas, etc.) no hay posibilidad de que algunos cultivos vivan para contarlos con la ayuda de demostrar una mayor resistencia que otros, viendo que definitivamente no hay otros. Así, las explotaciones de monocultivo pueden perder de repente toda su cosecha y, en consecuencia, los ingresos de toda la temporada, lo que supone un tremendo peligro desde el punto de vista financiero (Monzote *et al* 2020).

2.1.6. Sistemas de diversificación agrícola en el control de plagas en el cultivo de arroz

2.1.6.1. Aplicación de la rotación de cultivos

En la producción de arroz, la alternancia de variedades de plantas en un tema determinado puede ayudar ampliamente a evitar algunos de los efectos terribles fundamentales del monocultivo. La rotación anual de cultivos interrumpe los ciclos de plagas y permite mantener el suelo en un estado más equilibrado en cuanto a su composición. Hay muchos tipos de esquemas de rotación de cultivos y la mayoría de las explotaciones agrícolas optan por los que son más convenientes para las condiciones ambientales del vecindario (Medina 2017).

2.1.6.2. Manejo Integrado de Plagas (MIP)

El manejo integrado de plagas es un método que hace uso de una expansión de técnicas corporales, mecánicas, químicas, biológicas, genéticas y culturales complementarias para manipular las plagas. Estas estrategias se aplican en tres niveles: prevención, observación y aplicación. Se trata de una técnica ecológica que es fundamental en la diversificación agrícola, cuyo objetivo es reducir o eliminar el uso de plaguicidas y limitar su impacto en el medio ambiente (Montes *et al* 2021).

El uso indiscriminado de plaguicidas enormemente contaminantes ha provocado: resistencia de los insectos a las plagas, contaminación del agua, infección del suelo, enfermedades cancerígenas en los seres humanos y aumento de los gastos de producción (Rivera *et al* 2019).

INIAP (2017) expresa que el Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIP) contempla una cadena de indicadores que promueven la estabilidad de los enemigos herbales y las condiciones perjudiciales para el desarrollo de las plagas, sin afectar el desarrollo y la productividad del cultivo. Entre ellos señalamos:

- Rotación de cultivos para romper el ciclo reproductivo de insectos y enfermedades, disminuyendo en consecuencia su población y agresividad.
- Incorporación de los residuos de los cultivos al suelo.

- Evaluación de la población y de los daños inducidos a la plantación (seguimiento: observando la población, la presencia, el estado de los daños, el seguimiento o no de las medidas de gestión con repelentes, orgánicos, comercializadores químicos, etc.).
- Selección y utilización de tipos tolerantes o resistentes al ataque de insectos y enfermedades. Liberación de bichos y microorganismos útiles.
- Gestión de las malas hierbas, para evitar que sirvan de huéspedes a las plagas y enfermedades. Práctica adecuada del suelo para romper los huevos, las larvas y los bichos adultos, las estructuras fúngicas y bacterianas que están ocultas o presentes en el suelo.
- Uso de trampas (ligeras, coloreadas y pegajosas), cebos y materiales para atraer, atraer y matar a las plagas.
- Uso de caldos y combinaciones de mercancías permitidas en la agricultura ecológica.
- Uso de productos repelentes y fungistáticos, entre otros. Cumplimiento de las medidas de cuarentena y prohibiciones legítimas.
- Utilización de la lucha orgánica mediante el uso de parasitoides, depredadores y entomopatógenos, bioplaguicidas.
- Alternabilidad en el uso de productos químicos (uso de varias moléculas) para evitar la llegada de resistencias a los mismos.
- Promover la diversidad orgánica en la máquina, lo que permite ganar servicios del entorno y lograr el equilibrio entre las poblaciones presentes, favoreciendo el desarrollo del cultivo.
- Sembrar en instancias adecuadas para cada vecindad en desarrollo y con el mejor tejido preciso.
- Algunos de los factores que favorecen la llegada y desarrollo de enfermedades y que deben evitarse son: variedades propensas, densidades de siembra excesivas, pésima instrucción del suelo, pésima manipulación de las malezas, malas vitaminas del cultivo, lluvias comunes, toxicidad de los insecticidas, etc.

Actualmente, existen tipos de arroz resistentes o tolerantes a los insectos y a las enfermedades. Sin embargo, por medio de muestreos es fundamental determinar los grados de daño y las poblaciones de insectos y que estos no motiven pérdidas de producción, en cualquier otro caso es importante tomar medidas para su control integrado (INIAP 2017).

2.1.6.2.1. Principales plagas en el cultivo de arroz

2.1.6.2.1.1. Langosta (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith)

En el cultivo se estudian 10 macollos cercanos en 10 sitios y se observan las 3 hojas finales. El umbral 40 % de hojas masticadas hasta 20 días de edad 25 % de hojas masticadas si el arroz está en hinchazón o floración (Montes *et al* 2021).

Dentro del manejo mientras se descubran larvas menores de tres cm, se puede aplicar insecticida biológico a base de *Bacillus thuringiensis* (Montes *et al* 2021).

2.1.6.2.1.2. Barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis* Fabricius, 1794)

En el cultivo de arroz se observan 10 sitios al azar y en cada uno se deben verificar 10 macollos cercanos. El umbral es del 15% de corazones muertos y del 10% de tallos afectados (Moreira 2017).

Dentro del control, los insectos benéficos deben ser preservados, para que la manipulación biológica pueda tener lugar. Reflexionar para el próximo ciclo evitando la aplicación de pesticidas para proteger a los parasitoides de huevos y larvas de ciliados de esta plaga de insectos (Moreira 2017).

2.1.6.2.1.3. Chinche de la espiga (*Oebalus ornatus* Stal, 1872)

En el cultivo de arroz, se debe verificar en un 1 m² al azar en 10 sitios únicos en parcelas de 1 a 5 hectáreas. El umbral es de 4 insectos por metro cuadrado, en parcelas de producción industrial (Nicholls *et al* 2017).

2.1.6.2.1.4. Chinche de la pata (*Tibraca limbativentris* Stal, 1860)

En un cultivo de arroz, se muestrean 10 metros cuadrados al azar, con mayor énfasis en los bordes o lugares con poca agua. El umbral es de 2 chinches o ninfas adultas en línea con el metro rectangular, es decir, 20 chinches en los 10 metros cuadrados observados (Pla 2017).

2.1.6.2.1.5. Control integrado de plagas

Según Penichet *et al* (2018) para el control integrado de insectos plagas se debe ejecutar las siguientes recomendaciones:

- Eliminar las estancias del cultivo anterior e incluirlas en el suelo.
- Utilizar semillas autorizadas de tipos con resistencia a las plagas de insectos y enfermedades. Esto evitará la aplicación innecesaria de pesticidas.
- Realice una buena rotación de cultivos: Arroz - Soja, Arroz - Frejol.
- Realizar un buen manejo de malezas
- Realizar una fertilización equilibrada y oportuna acorde con el análisis de suelo.
- A partir de los 30 días de la siembra, realizar dictámenes semanales en el cultivo, lo que determinará el umbral de acción (cantidad de larvas o porcentaje de daño precipitado).
- Preservar los insectos beneficiosos.
- Si el umbral indica que es necesario observar un producto para manipular las larvas (gusanos) dentro de los rangos vegetativo y de maduración, utilizar el siguiente insecticida biológico: *Bacillus thurigiensis*.
- En la etapa de floración y llenado de grano, hacer la evaluación o muestreo. Si los efectos o poblaciones son superiores a 20 insectos (*Oebalus ornatus*) en 10 metros rectangulares, aplicar Diazinon, a la dosis de setecientos cc de producto, en doscientos L de agua/ha.

2.1.6.2.2. Manejo integrado de enfermedades

Según Rivera *et al* (2020) las enfermedades más cruciales en el cultivo de arroz, son las causadas por el Virus de la Antorcha y por el uso del hongo *Pyricularia*, en la cual se debe aplicar las siguientes recomendaciones:

- Implementar una rotación de cultivos, para cortar el ciclo de las enfermedades.
- Incorporar con antelación la confianza orgánica para una correcta descomposición.
- Utilizar semillas autorizadas.
- Limpiar el equipo después de preparar el campo.
- El uso de cien a 120 kg/ha de semilla o de 70 a 84 kg/cuadra, permite tener una ligera densidad de plantas.
- Un mayor número de plantas en función de la región del suelo aumenta la infestación de enfermedades.
- Haga un uso equilibrado de los fertilizantes nitrogenados, el exceso atrae a los insectos y las enfermedades.
- El fósforo, el potasio y los micronutrientes ayudan a tolerar los insectos y las enfermedades.
- Para otras enfermedades como el tizón de la vaina y la podredumbre de la vaina, observar el fungicida Silvacur de forma preventiva a una dosis de 700 cc/ha, a los cuarenta días de edad de la vaina. A los cuarenta días de edad del cultivo, y si es vital, seguir de nuevo 20 días después de la primera utilidad.

2.2. MARCO METODOLÓGICO

Para la elaboración del presente documento se recopiló información actualizada extraída de libros, páginas web, tesis de grado, bibliotecas virtuales y artículos de revistas de alto impacto, que contribuirán al desarrollo de la investigación planteada.

La información obtenida fue parafraseada, resumida y analizada a fin de obtener información relevante sobre la diversificación agrícola, su importancia en el manejo de plaga en arroz (*Oryza sativa* L.) para una agricultura sostenible.

2.3. RESULTADOS

La diversificación de cultivos incluye la siembra de varios cultivos únicos, es decir, pertenecientes a familias exclusivas, en las tierras de la misma explotación. Su objetivo es evitar el agotamiento del suelo y proporcionar un mejor uso de los fertilizantes, además de promover el manejo de plagas (arvenses, insectos y otros).

Los agricultores que practican el monocultivo en la producción de arroz descubren que es más difícil manejar las plagas de sus campos. Las plagas son más intensivas y perjudiciales en lugares de labranza que tienen un solo tipo de cultivo de forma anual. De hecho, no siempre es inesperado, porque las plagas tienen su habitad y hospedero en el mismo lugar durante mucho tiempo, por lo que se reproducen con mayor facilidad.

2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La diversificación de cultivos representa una excelente posibilidad para que los agricultores aumenten su producción, reduzcan el uso de pesticidas, disminuyan la degradación del suelo y obtengan numerosos alimentos

El aumento de la diversidad de sistemas de cultivos ofrece posibilidades alentadoras para mejorar y estabilizar el rendimiento de los cultivos: las

estructuras ricas en especies muestran regularmente una mejor productividad que los monocultivos, con menos brotes de plagas y enfermedades, una mejor captación de recursos útiles y una mayor resistencia a las fluctuaciones ambientales y a las modificaciones de control

Es importante establecer la diversificación sean estos sistemas agrosilvopastoriles o sistemas donde se combinen la gramínea, árboles frutales, maderables y leguminosas que potencialicen la fertilidad del suelo, permitiendo una rotación de cultivos en la cual se debe establecer una alternancia de plantaciones, evitando la degradación del suelo, pérdida de fertilidad, plagas resistentes, disminución de la biodiversidad, mayor uso de fertilizantes y agua, que afectan directamente la producción del cultivo de arroz. Esto permite alcanzar la sostenibilidad del cultivo de arroz controlando la presencia de plagas.

III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. CONCLUSIONES

Entre las conclusiones se detallan:

La diversificación de cultivos representa una excelente posibilidad para que los agricultores aumenten la producción de arroz, reduzcan el uso de pesticidas, disminuyan la degradación del suelo y obtengan diversos productos agrícolas.

La diversificación en el cultivo de arroz contribuye favorablemente a la conservación de la biodiversidad y favorecen la distribución de insectos benéficos.

En la producción de arroz, la rotación de cultivos y el manejo integrado de plagas permiten ayudar ampliamente a evitar algunos de los efectos terribles fundamentales del monocultivo. La rotación anual de cultivos interrumpe los ciclos de plagas y permite mantener el suelo en un estado más equilibrado en cuanto a su composición.

La diversificación en el cultivo de arroz atrae un sin número de insectos benéficos y ayudan en el control biológico y así controlar las principales plagas como Chinche de la pata (*Tibraca limbativentris* Stal, 1860), Langosta (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith), Barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis* Fabricius, 1794), Chinche de la espiga (*Oebalus ornatus* Stal, 1872), Virus de la Antorcha y *Pyricularia*.

3.2. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones expuestas son:

Integrar la diversificación de cultivos en la producción arroceras para generar un equilibrio ecológico en el ecosistema.

Es importante establecer la asociación de cultivos en plantaciones de arroz para reducir la presencia de plagas de importancia económica, como alternativa de la diversificación.

IV. REFERENCIAS

4.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alteri, M., Ponti, L., Nicholls, C. 2017. El manejo de las plagas a través de la diversificación de las plantas. *Revista de Agroecología* 22(4): 23-36.
- Alvarado, R. 2020. Rotación De Cultivos: Un Aumento Del Rendimiento. *Investigación Agrícola* 8(3): 12-26.
- Agustín, J. 2016. Diversificación de Cultivos y Agricultura Orgánica: Dos Alternativas Para el Desarrollo de la Agricultura Michoacana. Universidad Autónoma Chapingo, Morelia. 59 p.
- Alcívar, L. 2018. Diversificación de cultivos: estrategias para mejorar tu rentabilidad. *Producción Agrícola* 11(8): 1-22.
- Albarracín, M., Mendoza, L., Monroy, R. 2018. Modelo para la diversificación y sofisticación del sector arrocero en el área metropolitana de Cúcuta. *Agroecología* 12(5): 1-22.
- Betancourt, I., Valdez, M., Monroy, O. 2021. Diversificación agrícola para el enfrentamiento al cambio climático en el Municipio de Consolación del Sur. *Avances* 23(2): 1-15.
- Caicedo-Camposano, O., Díaz-Romero, O., Cadena-Piedrahita, D., & Galarza-Centeno, G. 2019. Diseño de un sistema de producción de arroz sostenible en Babahoyo, provincia de Los Ríos, Ecuador. *Killkana Técnica*, 3(1), 19-24.
- Calvo, A. 2018. Lecciones aprendidas sobre agricultura resiliente al cambio climático para contribuir a la seguridad alimentaria y al derecho a la alimentación en América y el Caribe. Agencia española Internacional para el Desarrollo (AECD). Madrid, España. 1-22 p.

- Cifuentes, Y., Castillo, L., Suarez, J. 2017. Manejo Integrado de Plagas en cultivos de arroz, una práctica amigable con el ambiente. Asociación Calidris. Cali, Colombia. 22 p.
- FEDEARROZ (Federación Nacional de Arroceros, Colombia). 2017. Rotación de cultivos en la producción de arroz. Colombia. 35 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 2017. Las cadenas Agroindustriales y la diversificación agrícola en el Salvador. México. 82 p.
- Faiton, L. 2016. La incorporación de la biodiversidad agrícola en sistemas alimentarios sostenibles. Biodiversity internacional, Colombia. 32 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2020. Fomento de la agricultura y del desarrollo rural sostenibles. Colombia. 35 p.
- Fortín, M., González, M. 2022. Manual de capacitación Diversificación productiva. IICA, San José, Costa Rica. 32 p.
- Gómez, G. 2018. Diseño de un programa social para la diversificación de cultivos para fortalecer la seguridad alimentaria y nutricional del grupo de agricultura sostenible de la comunidad el centro del municipio de san juan atitán, Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Santa Cruz. URL. 154 p.
- Guzmán, B. 2016. Manejo agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) Sembrado bajo riego en finca ranchos Horizonte; cañas, guanacaste, Costa Rica. Tesis Ing. Agr. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 111 p.
- Helmuth, R. 2017. Manejo integrado de plagas en cultivos tropicales. Ediciones Abya-Yala, Quito, Ecuador. 117 p.
- Hernández, L., Pino, M., Calves, E., Dominí, M., Ramírez, A., Terán, Z. 2017. Caracterización de los agricultores, biodiversidad y tecnologías de cultivos en el consejo popular norte y sur del municipio de San José de las Lajas, provincia La Habana. Cultivos Tropicales 26(3): 11-16.

- Holdredge, L. 2017. *Ecología basada en Zonas de vida*. IICA. San José, Costa Rica. 216 p.
- Huerta, P. 2018. "Rentabilidad agrícola: Mínima superficie de siembra.
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2017. *Manejo integrado de plagas en el cultivo de arroz*. Ecuador. 12 p.
- Landis, D., Wratten, S., Gurr, M. 2016. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology* 45: 175-201.
- Lichtfouse, E., Navarrete, M., Debaeke, P., Souchère, V., Alberola, C., & Ménessieu, J. 2009. Agronomy for sustainable agriculture: a review. *Sustainable agriculture*, 1-7.
- Monzote, F., López, S., Tttonell, P. 2020. Diversidad y eficiencia: elementos clave de una agricultura ecológicamente intensiva. *Revista de Agroecología* 25(1): 25-36.
- Medina, A. 2017. *Manejo Integrado de plagas en el cultivo de arroz*. ICA, FEDEARROZ. Colombia. 52 p.
- Montes, E., Licea, J., Romero, F. 2021. Diversificación de ingresos de los productores como estrategias de desarrollo rural. *Entramado* 16(2): 48-59.
- Moreira, M. 2017. *Sistema Intensivo del Cultivo del Arroz (SRI)*. Fontagro. 44 p.
- Nicholls, C., Parrilla, P., Altieri, M. 2017. The effects of a vegetational corridor on the abundance and dispersal of insect biodiversity within a northern California organic vineyard. *Landscape Ecology* 16: 133-146.
- Pla, I. 2017. Degradación y conservación de suelos, conceptos básicos. In *Reunión Bienal de la Red Latinoamericana de labranza Conservacionista*. Guanare, Acarigua, FONAIAP. 13-41 p.
- Penichet, M., Saucedo, O., Ztevez, G., Hernández, R. 2018. Estrategia de diversificación en la agricultura cubana actual. *Agrotecnia* 8(6): 1-12.

- Rivera, L., Estrada, H., Quiñones, R., Moreno, R. 2020. Interrelación entre el desarrollo sostenible y la diversificación de cultivos mediante el modelo integrador de dimensiones en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas, República del Ecuador. *Revista Espacios* 41(19): 1-14.
- Rivera, M., Estrada, J., Quiñonez, R., Moreno, R. 2019. Diversificación integral de cultivos para el desarrollo agrícola y económico. *Mikarimin Revista Científica Multidisciplinaria* 9(2): 242-258.
- Sanabria, A. 2018. Guía técnica para la producción de Arroz Bajo Riego. SENARA. Guanacaste, Costa Rica. 40 p.
- Styger, E. 2015. Fundamentos del sistema intensivo del cultivo de arroz. IICA. San José, Costa Rica. 45 p.
- Uphoff, N. 2015. Sistema de Intensificación del Cultivo del Arroz. San José, Costa Rica, IICA, SRI-Rice. 55 p.
- Vásquez, E., Retes, R., Hernández, A. 2020. Diversificación agrícola, sostenibilidad y seguridad alimentaria y nutricional en el occidente de Honduras. *INNOVARE Revista de Ciencia y Tecnología* 9(3): 1-3.
- Zambrano, A. 2018. Diversificación de cultivos. *Producción agrícola* 15(5): 25-38.