



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



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:

“Sistemas de mecanización de suelos arroceros y sus efectos
degradativos sobre la producción de arroz”.

AUTOR:

Maycol Rosbel Valero Mora

TUTOR:

Ing. Agr. Ider Morán Caicedo, M.Sc.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



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:

“Sistemas de mecanización de suelos arroceros y sus efectos
degradativos sobre la producción de arroz”.

TRIBUNAL DE SUSTENTACION.

Ing. Ind. Carlos Castro Arteaga, MSc.

PRESIDENTE.

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, MSc.

PRIMER VOCAL.

Ing. Agr. Emilio Ramírez Castro, MSc.

SEGUNDO VOCAL.

DEDICATORIA.

Querido dedicar principalmente este trabajo de titulación a mi Dios por ser el quien me brinda sabiduría, conocimiento y entendimiento.

A mis padres, Rosbel Alfredo Valero Franco y Marcela Raquel Mora Espinoza, por ser el soporte en mi vida porque son ellos quien me han sabido guiar y apoyar a lo largo de este camino, quienes han sido una inspiración para seguir adelante y por darme las fuerzas de seguir un día a día.

También dedico este trabajo a todas las personas que me supieron apoyar a lo largo de mi carrera y creyeron que podía salir adelante.

AGRADECIMIENTO.

Agradezco eternamente a mi Dios por permitirme llegar a este punto de ser un Profesional de la República del Ecuador.

También a mi Madre, Padre, Hermanos, Abuelos, porque fueron ellos quienes estuvieron a mi lado a lo largo de mi carrera cuando más los necesite.

A la Universidad Técnica De Babahoyo y en especial a mi querida Facultad de Ciencias Agropecuarias por crear personas de bien con aptitudes y valores.

Mis sinceros agradecimientos al Ing. Agr. Ider Morán Caicedo quien me supo guiar en mi trabajo de titulación, para alcanzar el éxito y mi objetivo que es ser un Ingeniero Agrónomo.

La responsabilidad por la investigación, conclusiones, recomendaciones presentadas y sustentadas en este componente práctico del Examen Complexivo es exclusivamente del autor.

MAYCOL ROSBEL VALERO MORA.

RESUMEN.

La degradación de los suelos se le conoce como un proceso antrópico, en este se evidencian las modificaciones físicas, químicas y biológicas. Los procesos degradativos se manifiestan modificando las condiciones naturales del mismo. En la actualidad extensa áreas son utilizadas para la producción de arroz bajo condiciones de riego y de secano. El objetivo de esta investigación es determinar los efectos de degradación con el mal uso de maquinarias agrícolas. El suelo siendo un elemento de relación entre factores bióticos y abióticos, considerándose como un hábitat para el desarrollo vigoroso de las plantas. Por cuyas razones se toma en cuenta que el tránsito de maquinaria agrícola compacta el suelo y lo degrada, afectando la sostenibilidad y productividad del suelo y del cultivo por la pérdida de agua y aire, disminuyendo el desarrollo radical, como resultado se da a notar que la utilización de tecnologías muy intensivas son las que alteran las propiedades físicas, químicas y biológicas, factores importantes en el crecimiento de las plantas, convirtiéndose en un problema complejo de reparar. Es por ello que la implementación de nuevas alternativas mejora la conservación de los suelos arroceros, mencionadas como: la labranza reducida, uso de abonos verdes, rotación de cultivos y la aplicación de microorganismos benéficos directamente al suelo.

Palabras claves: mecanización agrícola, degradación, actividades antrópicas.

SUMMARY.

The degradation of soils is known as an anthropic process, in which physical, chemical and biological modifications are evident. The degradative processes are manifested by modifying the natural conditions of the same. Currently large areas are used for rice production under irrigated and rainfed conditions. The objective of this research is to determine the effects of degradation with the misuse of agricultural machinery. The soil being an element of relationship between biotic and abiotic factors, considering it as a habitat for the vigorous development of plants. For which reasons it is taken into account that the transit of agricultural machinery compacts the soil and degrades it, affecting the sustainability and productivity of the soil and the crop due to the loss of water and air, reducing radical development, as a result it is noted that The use of very intensive technologies are those that alter the physical, chemical and biological properties, important factors in the growth of plants, becoming a complex problem to repair. That is why the implementation of new alternatives improves the conservation of rice soils, mentioned as: reduced tillage, use of green manures, crop rotation and the application of beneficial microorganisms directly to the soil.

Keywords: agricultural mechanization, degradation, anthropic activities.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
RESUMEN.....	vi
SUMMARY.....	vii
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I.....	3
MARCO METODOLOGICO.....	3
1.1. Definición del tema caso de estudio.....	3
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Fundamentación Teórica.....	5
1.5.1. Cultivo de arroz.....	5
1.5.2. Manejo adecuado en la preparación de suelos arroceros.....	5
1.5.3. Operaciones básicas en la labranza.....	6
1.5.4. Métodos de preparación de suelos.....	7
1.5.5. Condiciones de secano.....	7
1.5.6. Mecanización.....	7
Emparejamiento del terreno.....	8
Rastra:.....	8
1.5.7. Preparación del suelo para el cultivo de arroz en condiciones de secano.....	8
1.5.8. Condiciones bajo riego.....	9
1.5.9. Mecanización.....	9
Rome-plow.....	9
1.5.10. Condiciones de fangueo o bajo inundación:.....	9
1.5.11. Equipo utilizado en la preparación de tierras por fangueo.	10
Rototiller:.....	10
Cuchilla o pala niveladora:.....	10
1.5.12. Preparación del suelo para el cultivo de arroz bajo condiciones de riego.....	11
1.5.13. Principios de la degradación de suelos agrícolas.....	11
1.5.14. Problemas que se presentan con la mala práctica de mecanización de suelos.....	13

1.5.15. Tipos de degradaciones.	14
Degradación de la Fertilidad.	14
1.5.16. Alternativas a considerarse para el manejo de suelos arroceros degradados.	15
1.6. Hipótesis.	18
1.7. Metodología de la investigación.	18
CAPITULO II	20
RESULTADO DE LA INVESTIGACION.	20
2.1. Desarrollo del caso.	20
2.2. Situaciones detectadas.	20
2.3. Situaciones planteadas.	20
2.4. Conclusiones.	22
2.5. Recomendaciones.	23
BIBLIOGRAFÍA.	24

INTRODUCCION.

El cultivo de arroz tiene sus inicios en nuestro país en el siglo XVIII, pero se fortaleció su consumo y comercialización en el siglo XIX, este cultivo se desarrolló en un principio en las provincias del Guayas, Manabí, y Esmeraldas, con el tiempo este logró extenderse y comercializarse en la región Sierra.

Constituyéndose como el cereal de mayor importancia en la dieta de los ecuatorianos por su nivel nutricional. Durante los últimos diez años, la superficie cosechada ha variado entre 320 mil y 420 mil hectáreas de este total el 60 % corresponden a cultivos de secano y el 40 % a siembra bajo riego (Barcia 2015).

La mayoría de procesos que ocurren en los agrosistemas tienen al suelo como el centro regulador crítico, en esta percepción confluyen aspectos ligados con su vulnerabilidad, con su lenta formación y renovación y con el reconocimiento de los múltiples servicios que presta el suelo al ser humano. El suelo contiene no sólo una proporción grande de la biodiversidad de la tierra sino también proporciona el substrato físico para la mayoría de las actividades humanas resultando un componente crítico de la biosfera (Labrador 2016).

Siendo el suelo un elemento de relación entre factores bióticos y abióticos, considerándose como un hábitat para el desarrollo vigoroso de las plantas. Por cuyas razones se toma en cuenta que el tránsito de maquinaria agrícola compacta el suelo y lo degrada en el cultivo de arroz, afectando la sostenibilidad y productividad del suelo y el cultivo por la pérdida de agua y aire, disminuyendo el desarrollo radical, como resultado se da a notar que la utilización de tecnologías muy intensivas son las que alteran las propiedades físicas, químicas y biológicas, factores importantes en el crecimiento de las plantas, convirtiéndose en un problema difícil de reparar.

Manifestando que es de mucha importancia la preparación de suelos en los cultivares de arroz ya que de este depende todo el cultivo, es decir, el establecimiento de las plantas y todo el manejo cultural. Es por eso que asumiendo que en este cultivo las labores son constantes como la explotación

intensiva dando como resultado final una declinación de sus propiedades que limitan el funcionamiento de la relación de sistema planta, agua, suelo, atmosfera. Por lo que la irrigación, la fertilización, la mecanización agrícola y otras actividades desequilibradas en el cultivo generan compactación del suelo, erosión y malos drenajes (Rodríguez y Álava 2019).

CAPITULO I

MARCO METODOLOGICO.

1.1. Definición del tema caso de estudio.

El presente documento trata acerca de la temática de los sistemas de mecanización de suelos arroceros y sus efectos degradativos en la producción del cultivo de arroz tanto en condiciones bajo riego como en secano.

1.2. Planteamiento del problema.

El suelo constituye uno de los recursos más importantes para la vida en el planeta, ya que es la base fundamental para la explotación agropecuaria. La producción de alimentos depende en un alto porcentaje del uso que se les dé el mismo, concurriendo que es un sistema estructurado, heterogéneo y discontinuo, fundamental e irremplazable, desarrollado a partir de una mezcla de materia orgánica, minerales y nutrientes capaces de sostener el crecimiento de los organismos y los microorganismos.

En Ecuador los suelos actualmente están sometidos a procesos de degradación, considerándose la principal problemática en el desarrollo de los cultivos. Todo esto se ve afectado por las malas prácticas agrícolas desequilibradas tales como el inadecuado uso de fertilizantes y pesticidas directamente al suelo, mal uso de maquinarias agrícolas y monocultivos permanentes, generando la degradación como es la erosión, malos drenajes, deficiencia de nutrientes, y la toxicidad de los suelos afectando la producción y la economía del agricultor.

La superficie de la cuenca del río guayas es una importante zona productora de arroz, la degradación edafológica está relacionada a la pérdida de nutrientes influenciadas por las crecidas de río Guayas y sus afluentes y la intensiva actividad agrícola que se desarrolla a lo largo de sus cuencas (León y Amores 2017).

1.3. Justificación.

La importancia en la actualidad sobre la conservación del medio ambiente nos conlleva a la revisión de los sistemas de labranza de los suelos con relación a los niveles de afectación de este recurso. La labranza tradicional o convencional no debe constituir la única alternativa que poseen los agricultores a la hora de realizar la preparación de sus terrenos, surgida esta preocupación se han desarrollado sistemas de labranza conservacionistas como lo es la labranza reducida, la cual ayuda a disminuir los costos de producción y mantener las características del suelo, favoreciendo el desarrollo y producción de los cultivos.

Ciertos factores como el uso inapropiado del suelo, monocultivo e implementos de labranzas inadecuadas dejan al suelo totalmente desnudo y pulverizado afectando su estructura física y en condiciones propicias para ser arrastrados por precipitaciones o por el viento.

En este estudio de investigación se identificará el sistema de labranza que los agricultores practican con respecto a la mecanización de los suelos arroceros, tanto en condiciones de secano como en condiciones bajo riego. Al mismo tiempo conoceremos nuevas alternativas para la mejora en suelos, que por la inadecuada mecanización están degradados o se encuentran en proceso de degradación.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Establecer el manejo adecuado de la preparación de los suelos en cultivos de arroz bajo riego y secano para evitar en lo máximo la acelerada e irreversible degradación.

1.4.2. Objetivos específicos

- Describir los principales problemas que se presentan en el proceso de preparación de suelos arroceros.
- Generar nuevas alternativas de labranzas sobre la producción del cultivo de arroz.

1.5. Fundamentación Teórica.

1.5.1. Cultivo de arroz.

Acevedo *et al.* (2010) manifiestan que:

El cultivo del arroz, *Oryza sativa* L., comenzó hace casi 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Este cultivo es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial. A nivel mundial, ocupa el segundo lugar después del trigo con respecto a superficie cosechada. El arroz proporciona más calorías por hectárea que cualquiera de los otros cereales cultivados.

Delgado (2015) indica que:

La producción de arroz en el Ecuador depende de la estación climática, las zonas de cultivo y los grados de tecnificación. Además, debido a las características climatológicas la producción se suele dividir en dos ciclos: Época lluviosa “Enero-Abril” y época seca “Mayo-Diciembre”.

1.5.2. Manejo adecuado en la preparación de suelos arroceros.

SAG (2017) manifiesta que:

Una adecuada preparación del suelo, favorece la reducción de las pérdidas de agua y de nutrientes por lixiviación, percolación o infiltración y también se logra un mejor control de las malezas y se reduce la incidencia de plagas y enfermedades, impidiendo así el desarrollo agresivo de estas plagas y por lo tanto lograr que estos factores compitan menos con el cultivo de arroz y se obtengan mejores rendimientos.

1.5.3. Operaciones básicas en la labranza.

Voltear.

Según Martin (2018):

Esta operación consiste en voltear el suelo en el horizonte labrado, es decir incorpora las capas superficiales y lleva capas inferiores a la superficie. Las necesidades de meter materiales de la superficie dentro del suelo y llevar horizonte profundo a la superficie son más limitadas a casos muy especiales.

Mezclar.

Espín (2018) manifiesta que:

Esta operación homogeniza y mezcla todos los materiales de suelo hasta una profundidad determinada. En algunas circunstancias puede ser justificada, por ejemplo, para facilitar la descomposición de rastrojos en zonas de clima templado. La profundidad de mezcla es generalmente poca, alrededor de 10 cm.

Pulverizar.

Delgado *et al.* (2019) indica que:

Esta operación desmenuza terrones y grumos más grandes al formar un horizonte de gránulos finos del tamaño de la semilla; es necesaria para preparar la cama de semilla. De esta forma tiene sentido solamente en una superficie muy delgada. Por ningún motivo se justifica la pulverización de horizontes profundos. Hoy existe la tecnología para sembrar la mayoría de los cultivos agrícolas sin necesidad de pulverizar la cama de semilla. Solo en muy pocos casos en horticultura, sobre todo, se requiere todavía una preparación fina de la cama de semilla.

1.5.4. Métodos de preparación de suelos.

Según Pérez y Rodríguez (2018) indican que la preparación del suelo para el desarrollo del cultivo de arroz se puede realizar de dos formas, en seco y en terreno húmedo (secano o bajo riego) dependiendo de las condiciones en que se encuentre.

En la presente documentación de investigación nos enfocamos en la labranza tradicional o convencional ya que es la más utilizada en la mayoría de los cultivos por los agricultores, y dando a conocer cuáles serían las problemáticas que se ocasionarían con el mal uso de las maquinarias agrícolas implementadas en los sistemas de mecanización de los suelos arroceros. En sentido general, los métodos de preparación del suelo para la siembra de arroz en condiciones de secano y bajo riego.

1.5.5. Condiciones de secano.

Moquete (2017) indica que:

“Arroz de secano es aquel que depende enteramente de la lluvia para su normal desarrollo, sin muros en el campo y que, por lo tanto, no puede retener una lámina de agua sobre la superficie”. En términos generales, el rendimiento del arroz de secano es mucho menor que el de riego.

1.5.6. Mecanización.

Según Moreno (2014) informa que:

Rome-plow. Este es el implemento más generalizado y utilizado para la preparación de tierras en el cultivo del arroz y se debe a la versatilidad de este implemento en la preparación de tierras. Sin embargo, debe de tenerse en cuenta que la humedad del suelo es determinante para obtener una buena preparación del suelo.

Emparejamiento del terreno: Es necesario nivelar o emparejar el terreno para realizar una buena distribución de la semilla y lograr una profundidad apropiada de siembra y tapado de la misma. El emparejamiento se puede realizar con un riel, un trozo de madera, o bien palas mecánicas de tiro acopladas al tractor.

Rastra: Apero acoplado al tractor útil para tapar la semilla cuando se realiza el método de siembra al voleo en seco, realizando un pase superficial que favorece la germinación óptima del cultivo.

1.5.7. Preparación del suelo para el cultivo de arroz en condiciones de seco.

Factores de Acondicionamientos.	Labores a Realizarse.			Observaciones.
	Arada	Romplow	Rastra	
Suelo franco arenoso.	-	+	+	No pulverizado.
Suelo con alta M.O	+	-	+	Incorporar bien la materia organica.
Suelo franco.	-	+	+	Compactar el suelo con un madero después del pase de rastra.
Suelo arcilloso.	+	-	+	Pulverizar bien.
Suelo enmalezado	+	+	+	Realizar las labores con Romplow.
Rotación con Maiz	+	-	+	Incorporar bien el rastrojo.
Rotación con soya	-	+	+	Minimizar las labores.
Suelo erosionado.	-	+	+	Dejar en reposo, cambiar a cultivos perennes o ganadería.
+ se realiza la labor.	- No se realiza la labor.			M.O. Materia organica.

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP).

1.5.8. Condiciones bajo riego.

Ruiz *et al.* (2016) manifiestan que:

El cultivo de arroz tiene la particularidad de ser una planta semi-acuática y se siembra tradicionalmente en inundación continua durante la mayor parte de su ciclo de crecimiento, se plantea que tiene relativamente pocas adaptaciones a las condiciones de agua limitada y es extremadamente sensible a la sequía.

Según Andrade (2016):

En la primera etapa de mecanización se usan labores como romeplo y rastra, y para la segunda, a más de las mencionadas se realiza la actividad del Fangueo que consiste en batir el suelo previamente inundado con un tractor provisto de unas canastas de hierro que reemplazan a las llantas convencionales. Preferiblemente mantener la lámina de agua no mayor a 10 cm desde la etapa de transplante hasta 15 días antes de la cosecha.

1.5.9. Mecanización.

Rome-plow. Labor principal y el más utilizado al momento de la preparación de tierras en el cultivo del arroz. Generalmente como se menciona en condiciones de secano es el mismo método al realizar la primera fase de la labranza.

1.5.10. Condiciones de fangueo o bajo inundación:

La preparación de tierras bajo condiciones de inundación o de fangueo, se recomienda cuando se cuenta con el equipo necesario de fangueo y se tiene un sistema de riego o infraestructura necesaria para mantener una lámina de agua permanente en el cultivo de arroz. O sea que, para la preparación de tierras por este sistema se requiere que el terreno cuente con una infraestructura de melgas a cero-desnivel para el control y manejo del agua de riego.

1.5.11. Equipo utilizado en la preparación de tierras por fangueo.

Rototiller: Es un arado rotatorio que se engancha a los tres puntos del tractor y lo acciona la toma de fuerza del mismo. Consiste en una barra rotatoria protegida, con cuchillas para cortar y mullir el suelo, es preferible utilizar el rototiller diseñado para trabajar en campos fangosos con cojinetes y transmisión totalmente sellados.

Zambrano (2015), **Ruedas Fangueadoras:** Consiste en ruedas de acero que se adaptan a los tractores o motocultores para batir (preparar) el suelo antes de la siembra de arroz.

Cuchilla o pala niveladora: Consiste en una hoja metálica montada en el enganche de tres puntos del tractor y cuya profundidad de corte se regula con el levante hidráulico del tractor. Se utiliza para mover el suelo de las partes altas a las partes bajas del terreno, ya que aún en lotes nivelados en seco, los terrenos presentan partes (altas) que no se logran inundar completamente, para lo cual se utiliza la pala niveladora efectuando pequeños cortes y acarreando el suelo a las partes más bajas del terreno. Esto se debe de hacer inmediatamente después del fangueo antes, de que el lodo o las arcillas se asienten (sedimenten) y se vuelvan pegajosas.

1.5.12. Preparación del suelo para el cultivo de arroz bajo condiciones de riego.

Factores de Acondicionamientos.	Labores a Realizarse.				Observaciones.
	Arada	Romplow	Rastra	Fanguero	
Suelos con alta M.O.	-	+	-	+	Después de realizar el primer pase de fanguero. Dejar 15 días con agua para que se descomponga la materia orgánica. Posteriormente, realizar el pase definitivo y nivelarlo
Suelo franco - arcilloso	-	+	-	+	Para mejorar la retención de agua.
Suelo arcilloso.	+	-	-	+	Después del tercer ciclo con fanguero, arar.
Suelo con problema de sales.	+	-	-	+	Arar. Dar riegos corridos y fanguear.
Suelo con mal drenaje.	+	-	-	+	Dejar secar el suelo para prepararlo.
Suelos nivelados.	+	-	+	+	Pase de madero para nivelar.
Suelos mal nivelados.	-	+	-	+	Es necesario usar pala acoplada al tractor en la labor de fanguero.
+ se realiza la labor.	- No se realiza la labor.				M.O. Materia orgánica.

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP).

1.5.13. Principios de la degradación de suelos agrícolas

Labranza del suelo.

Según (Zamorano *et al.* 2015) indica que:

En las últimas décadas como consecuencia de la desigual distribución de la tierra, los agricultores realizan prácticas de laboreo del suelo reduciendo el período de barbecho en los campos y alterando el ciclo normal de recuperación. El resultado de estos cambios en la intervención del suelo, se refleja en un marcado incremento de la tasa de erosión superficial y en la disminución de los nutrientes, lo cual, sumado a la excesiva preparación, aplicación intensiva de

fertilizantes, aguas para riego y uso indiscriminado de agroquímicos, ha afectado la productividad de los cultivos y la estabilidad de los sistemas de producción.

Sánchez (2016), La degradación del suelo se puede entender como la pérdida de equilibrio de sus propiedades, limitando su productividad. Lo cual tiene expresión en aspectos físicos (erosión), químicos (déficit de nutrientes, acidez, salinidad) y biológicos (microorganismos).

El principal efecto mecánico de máquinas se encuentra en la estructura del suelo, es la movilización o la compresión. La movilización intensiva genera siempre una parte de finos en el suelo, causando un recorrido de estas partículas a las capas más profundas, dando lugar a la compresión y la formación de charcos. La estructura se debilita por rotura o compactación de áridos. Como una consecuencia, hay una disminución de la porosidad y la reducción de la velocidad de infiltración de agua en el suelo.

La interrelación entre los factores físicos o naturales y los factores culturales o humanos señalados, incide directamente sobre las características de los suelos, provocando consecuencias en los niveles de acidez, alcalinidad, nutrientes, materia orgánica y otros, que alteran el equilibrio entre sus propiedades y conllevan a su degradación. Esto disminuye su potencial productivo, limitando la rentabilidad de los sistemas agroproductivos, haciéndolos no sostenibles.

Tomando como referencia la labranza convencional.

El sistema de labranza mecanizada ha permitido aumentar las áreas de siembra debido al incremento de la eficiencia en las labores y al mejoramiento de las propiedades del suelo en la rizosfera. Sin embargo, en condiciones desfavorables, ha contribuido con la degradación del suelo, siendo la capa arable la más afectada. Se estima que el 80 % de los suelos agrícolas en el mundo, presentan erosión moderada a severa y 10% erosión ligera a moderada.

Gómez-Calderón *et al.* (2018) indican que:

La labranza convencional tiende paulatinamente a aumentar el desplazamiento y la densidad de los suelos, induciendo a la compactación, desestructuración y aumento de la erodabilidad, especialmente en prácticas agrícolas de nivelación, laboreo y tráfico de maquinaria pesada en condiciones de humedad alta.

- **Arado, Rome-plow y Rastreo:** se realiza tanto para la siembra en seco como en condiciones de inundación.
- **Fanguero:** posterior al rastreo se realiza el fanguero con la finalidad de crear una capa compacta a 15-20 cm de profundidad, que impida la infiltración del agua. Es el más utilizado en este cultivo, por las características del arroz de desarrollarse adecuadamente en condiciones de inundación.

Teniendo como consecuencia.

- Descenso más rápido en los contenidos de materiales orgánico del suelo.
- Degradación de la estructura del suelo.
- Requerimiento de tractores e implemento de labranza más pesados.
- Uso alto de combustible.
- Pérdida de residuos que ayudan a conservar el agua.

1.5.14. Problemas que se presentan con la mala práctica de mecanización de suelos.

De acuerdo a Suquilanda (2018):

El uso indebido de la mecanización agrícola y de las malas prácticas agronómicas son las que ocasionan impactos negativos donde el mayor problema es la degradación del suelo, que conlleva al desgaste físico, pérdida de la base nutrimental, húmica y de la actividad microbiana, comprometiendo su fertilidad y productividad.

Causa del deterioro de los suelos.

- Uso intensivo de la mecanización agrícola (incluyendo la utilización de aperos de labranzas inadecuados).
- Desprotección de la cobertura vegetal.
- Prácticas de las quemas.
- Practicas sostenidas de monocultivos.
- Uso inadecuado del agua de rio.

Efectos causados por el deterioro de los suelos.

- Pérdida progresiva de la capacidad productiva de los suelos.
- Incremento de la susceptibilidad erosiva.
- Incremento de los costos de producción.
- Pérdida del valor económico de las tierras.
- Disminución de los ingresos de los productores.

1.5.15. Tipos de degradaciones.

Degradación de la Fertilidad.

Es cuando se producen modificaciones en sus propiedades físicas, químicas, fisicoquímicas y biológicas que conllevan a su deterioro, que al degradarse el suelo pierde capacidad de producción y cada vez hay que añadirle más cantidad de fertilizantes para producir siempre cosechas muy inferiores a las que produciría el suelo si no se presentase degradado.

Degradación Química.

Se puede presentar por varias causas.

- Perdidas de nutrientes.
- Acidificación.
- Salinización.
- Aumento de la toxicidad por liberación o concentración de determinados elementos químicos.

Degradación Física.

Esto se da por la pérdida de la estructura, aumento de la densidad aparente, disminución de la permeabilidad y disminución de la capacidad de retención de agua.

Degradación Biológica.

Es cuando se produce una disminución de la materia orgánica y pérdida de la actividad microbiana.

Degradación por Erosión.

La erosión es la pérdida selectiva de materiales del suelo, por la acción del agua o del viento, materiales de las capas superficiales que van siendo arrastrados, si el agente es el agua se habla de erosión hídrica, y en caso del viento se denomina erosión eólica.

1.5.16. Alternativas a considerarse para el manejo de suelos arroceros degradados.

Según López y Carlos (2015) manifiestan que:

Al momento de realizar la preparación de suelos se debe tener presente parámetros adecuados vinculados a una buena mecanización para evitar la degradación del mismo. Para la introducción de un nuevo sistema de labranza al ecosistema de arroz es necesario aportar materia orgánica procedente de fuentes vivas como (leguminosas) o de abonos orgánicos de origen animal o vegetal cuyo fin primordial es mejorar la estructura del suelo, incrementar su porosidad, reactivar la actividad microbiana y mejorar el nivel de retención del agua para optimizar la absorción de nutrientes.

Alternativas.

Labranza reducida.

mecanización del suelo que busca la utilización mínima de implementos y amenorar el número de pases de maquinarias. La labranza reducida se hace con arado de cinceles y en seco, buscando el acondicionamiento del suelo para el establecimiento de un cultivo sin dañar su estructura.

A pesar de ser un método de preparación, contribuye mucho en la conservación del mismo.

Abonos verdes.

El uso de abonos verdes implica devolver al suelo nutrientes que se encuentran en cualquier tipo de vegetación, desde plantas cultivadas especialmente leguminosas, fijadoras de nitrógeno hasta cualquier tipo de vegetación espontánea sea herbácea.

García-Hernández *et al.* (2016), difunden que los abonos verdes generalmente son incorporadas al suelo, cuya finalidad es enriquecer el contenido de nutrientes y mejorar la estructura del suelo.

El manejo de abonos verdes a base de leguminosas y forrajes, puede proveer al suelo de entre 10 – 15 tm/ha de biomasa, que al incorporarse se convierte por la acción de la humedad y la actividad microbiana en humus, fijándose entre 80 a 300 kg Nitrógeno/ha/año.

Estudios recientes llevados a cabo por la ESPOL, han puesto en evidencia la importancia del uso de la asociación Azolla-Anabaena como abono verde o bioabono nitrogenado alternativo para el cultivo de arroz. Señalándose que es factible la incorporación al suelo de hasta 108 kg de Nitrógeno/ha/mes, con un promedio de 800 kg de Nitrógeno/ha/año.

El Azolla es un diminuto helecho acuático que alberga en las cavidades de sus hojas a la bacteria Anabaena. Esta bacteria cumple con la función de fijar del aire sobre los 1 200 kg de nitrógeno por hectárea por año en condiciones

óptimas de temperatura, luz y composición química del suelo y agua.

Rotación de cultivos.

Las rotaciones de cultivos ejercen impactos importantes sobre los suelos, los cuales son vehiculizados por la intercalación de especies vegetales, dentro de la secuencia especies como soya, maíz y sorgo, las que difieren en el aporte y cobertura por residuos vegetales. El efecto beneficioso de las rotaciones se relaciona probablemente con aumentos en la materia orgánica del suelo, mejoras en las propiedades físicas y con la interrupción del ciclo de muchos patógenos del suelo y ciclos de malezas, los cuales pueden ser responsables de la depresión del rendimiento con monocultivo continuo.

Los residuos de los cultivos (o rastrojos) poseen un rol significativo en la conservación de la capacidad productiva de los suelos, puesto que son su principal fuente de materia orgánica. El mantenimiento de una cantidad suficiente de residuos de cultivos en la superficie del suelo (al menos 30% de cobertura) conjuntamente con siembra directa, o la incorporación parcial por labranza mínima, disminuyen el riesgo de erosión hídrica y eólica.

Incorporación de microorganismos.

Para Espín (2018):

El uso de microorganismos edáficos en la agricultura, constituye una alternativa promisorio frente a los fertilizantes minerales. Desde el punto de vista ecológico, la utilización y/o aplicación correcta de estos microorganismos permite reducir el uso de energía, la degradación del agro-ecosistema y las pérdidas de nutrientes de los suelos agrícolas.

Microorganismos asociados a plantaciones de arroz.

Las micorrizas son asociaciones mutuamente benéficas entre las raíces no leñosas de las plantas y un número importante de especies de hongos altamente especializados.

Las micorrizas abastecen a sus anfitriones con nutrientes minerales (especialmente Fósforo) a cambio de compuestos energéticos. En la naturaleza esta simbiosis se produce espontáneamente. Se estima que entre el 90 y el 95 % de las plantas superiores presentan micorrizas de forma habitual.

Las rizobacterias favorecen el crecimiento de las plantas a través de diferentes mecanismos, que incluyen la secreción de fitohormonas, fijación biológica del nitrógeno, la solubilización del fosforo, entre otros. A demás contribuyen a las plantas con efectos indirectos asociados con la reducción del daño causado por patógenos, funcionando como agentes de control biológico porque pueden actuar directamente sobre el patógeno o inducir resistencia sistémica en la planta.

La aplicación conjunta de micorrizas o de bacterias solubilizadoras de fósforo con Azotobacter permite que las cantidades fijadas de nitrógeno atmosférico sean mayores, porque las bacterias disponen de mayores cantidades de fósforo (elemento esencial para la fijación) suministrado por la actividad de los organismos solubilizadores.

1.6. Hipótesis.

Ho= No es de gran importancia los Sistemas de mecanización de suelos arroceros y sus efectos degradativos sobre la producción de arroz.

Ha= Es de gran importancia los Sistemas de mecanización de suelos arroceros y sus efectos degradativos sobre la producción de arroz.

1.7. Metodología de la investigación.

Este trabajo de investigación se lo pudo realizar mediante la recopilación de diferentes tipos de documentación, por lo cual fue necesario el análisis crítico de lecturas realizadas de páginas y documentos bibliográficos, tales como: artículos científicos y páginas web.

La información documentada fue efectuada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con el propósito de que el lector conozca sobre la importancia de la adecuada mecanización y de la misma manera inducirle conciencia al momento de hacer uso de maquinarias agrícolas y mostrándole alternativas para la conservación de los suelos arroceros.

CAPITULO II

RESULTADO DE LA INVESTIGACION.

2.1. Desarrollo del caso.

El propósito de esta investigación tuvo como finalidad recolectar información referente acerca de la importancia de los sistemas de mecanización y sus efectos degradativos con el mal uso de maquinarias agrícolas en suelos arroceros.

De manera importante en la investigación se mencionan las alternativas a tomar que de manera consciente conllevan a la mejora y conservación de los suelos arroceros.

2.2. Situaciones detectadas.

Los agricultores como dueños y propietarios de sus terrenos establecen su propio sistema de labranza con el que han venido trabajando desde hace mucho tiempo atrás.

Por eso ellos tienen presente el temor de implementar otro sistema de labranza de suelo por la falta de conocimiento, bajos recursos económicos y el no recibir asesorías por parte de entidades profesionales.

La mayoría de los agricultores de sectores rurales que cuentan con poca superficie de tierra son los que más impactos negativos le están causando al suelo, por la escasez de conocimientos actualizados, malas prácticas de mecanización que realizan al momento de introducir maquinarias agrícolas, ocasionando problemas como es la alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas, conllevando al aumento de la degradación del suelo.

2.3. Situaciones planteadas.

La necesidad por parte de los agricultores de adquirir mejores niveles de conocimientos tecnológicos ayudaría en gran manera en las mejoras de las

prácticas de mecanización agrícola. Induciéndole nuevos conocimientos y cambiándole la mentalidad que con la reducción de pases de maquinaria agrícola estaría ayudando al suelo en mejorar sus condiciones de productividad.

Una adecuada selección de labranza mecanizada en suelos arroceros reduciría los efectos de degradación del mismo, regulando los niveles de compactación y erosión.

Para la implementación de nuevas alternativas en la mejora y la conservación de suelos arroceros están, la labranza reducida, uso de abonos verdes, rotación de cultivos y la aplicación de microorganismos benéficos directamente al suelo. Todo esto concientizando en que el agricultor se dé cuenta y cambie de mentalidad que con las practicas tradicional o convencional están logrando desgastar el suelo, y usen alternativas que van a mejorar tanto las condiciones del suelo como su productividad.

2.4. Conclusiones.

El presente trabajo concluye.

Los procesos de degradación del suelo pueden originar la disminución de la productividad de los cultivos, tales procesos pueden ser regulados por causas antrópicas y naturales, que se traduce en la aplicación de sistemas de alternativas capaces de reducir paulatinamente estas alteraciones.

No hay máquinas que causen mal al suelo, hay máquinas mal gestionadas". El uso continuado de la materia orgánica en el sistema reduce considerablemente los efectos negativos de la mecanización.

No es la mecanización de los suelos lo que causa su deterioro, sino el uso de implementos inapropiados, la época en que se realizan las labores, la falta de uso de técnicas de conservación, así como el cultivo en terrenos no aptos para la agricultura.

Una medida para disminuir los procesos degradativos del suelo es el uso de sistemas de labranzas conservacionistas.

Las prácticas de manejo que se fundamentan en la labranza reducida mejoran la calidad del suelo y la productividad del cultivo de arroz.

2.5. Recomendaciones.

Se recomienda lo siguiente.

Al Implementar el sistema de labranza reducida es necesario que los técnicos agrícolas capaciten a los agricultores para realizar un manejo adecuado del cultivo tanto como el uso de maquinarias al momento de realizar la preparación del terreno, con el propósito de reducir el impacto degradativo del suelo.

La implementación de nuevas alternativas para suelos arroceros que están degradados o están en proceso de degradación con el fin de mejorar sus condiciones edáficas conllevando a la conservación del mismo.

Alternativas que se encuentran en nuestro medio que no surgen por falta de conocimiento o por partes de técnicos que no inducen mejora a los agricultores. Alternativas como:

- Labranza reducida (minimizar los pases de maquinaria agrícola).
- Abonos verdes: Leguminosas; habas (*Vicia faba*) frijol gandul (*Cajanus cajan*).
- Rotación de cultivos: secuencia de especies como Arroz, Soya, Maiz.
- Incorporación de microorganismos asociados a plantaciones de arroz: (Micorrizas y Rizobacterias). Por lo general se recomienda el uso de micorrizas en plantaciones de arroz en condiciones de secano.

Estas alternativas mejorarán su estructura, incrementan su porosidad, reactivan la actividad microbiana y mejoran el nivel de retención del agua para optimizar la absorción de nutrientes.

BIBLIOGRAFÍA.

Acevedo, MA; Castrillo, WA; Belmonte, UC. 2010. Origen, evolución y diversidad del arroz. *Agronomía Tropical* 56(2):151-170.

Andrade, E. 2016. Creación de una empresa agrícola en la zona de Samborondón a la producción y comercialización del arroz y sus subproductos para el mercado de Cuenta (en línea). Guayaquil, s.e. 187 p. Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3833/1/6360.pdf>.

Barcia, W. 2015. La Producción de Arroz en el Ecuador (en línea, sitio web). Consultado 6 ago. 2020. Disponible en <http://ambitoeconomico.blogspot.com/2012/10/la-produccion-de-arroz-en-el-ecuador.html>.

Delgado, C; Palomeque, J; Veliz, D. 2019. tesis de grado - Repositorio UTM - Universidad Técnica de Manabí (en línea, sitio web). Consultado 4 sep. 2020. Disponible en <https://www.yumpu.com/es/document/read/28100402/tesis-de-grado-repositorio-utm-universidad-taccnica-de-manaba>.

Delgado, F. 2015. ARROZ DEL ECUADOR (en línea). s.l., s.e. Disponible en http://ecuanoticias.com.ec/info_tecnica_arroz.pdf.

Espín, A. 2018. Tipos de labranza - Agricultura de Conservación ACEP (en línea, sitio web). Consultado 8 sep. 2020. Disponible en <https://sites.google.com/site/agriculturadeconservacionacep/5-avisos-o-anuncios/tiposdelabranza>.

Espín, M. 2018. Variabilidad poblacional de microorganismos en suelos agrícolas bajo sistema de manejo convencional en arroz (*Oryza sativa* L.). s.l., s.e.

García-Hernández, JL; Murillo-Amador, B; Nieto-Garibay, A; Fortis-Hernández, M; Márquez-Hernández, C; Castellanos-Pérez, E; Quiñones-Vera, J de J; Avila-Serrano, NY. 2016. Avances en investigación y perspectivas del aprovechamiento de los abonos verdes en la agricultura. *Terra Latinoamericana* 28(4):391-399.

Gómez-Calderón, N; Villagra-Mendoza, K; Solórzano-Quintana, M. 2018. La labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo (revisión literaria). Revista Tecnología en Marcha 31(1):170. DOI: <https://doi.org/10.18845/tm.v31i1.3506>.

Labrador, J. 2016. MANEJO DEL SUELO EN LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS DE PRODUCCIÓN ECOLÓGICA. :47.

León, VML; Amores, RER. 2017. LAS PYMES ARROCERAS EN EL CANTÓN SAMBORONDÓN. :91.

López, A; Carlos, S. 2015. Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el recinto Las Maravillas, cantón Daule – Provincia del Guayas. s.l., s.e.

Martin, J. 2018. Labranza en la Agricultura - EcuRed (en línea, sitio web). Consultado 4 sep. 2020. Disponible en https://www.ecured.cu/Labranza_en_la_Agricultura.

Moquete, C sar. 2017. Guía Técnica El Cultivo de Arroz. Santo Domingo, República Dominicana, CEDAF, (Cultivos No. 37). 166 p.

Moreno, A. 2014. EL ESTABLO: EL ROME PLOW (en línea, sitio web). Consultado 4 sep. 2020. Disponible en <http://elestablo-blogdelcampo.blogspot.com/2012/05/el-rome-plow.html>.

Pérez, H; Rodríguez, I. 2018. Cultivos Tropicales de Importancia Económica en Ecuador (Arroz, Yuca, Caña de azúcar y Maíz). Machala, UTMACH. 242 p.

Rodríguez, HAB; Álava, GEV. 2019. CALIDAD DE SUELOS DEDICADOS A LA PRODUCCIÓN DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) BAJO INUNDACIÓN EN LA PARROQUIA CANUTO, CHONE, MANABÍ. :64.

Ruiz, M; Muñoz, Y; Dell'Amico, JM; Polón, R. 2016. Manejo del agua de riego en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) por trasplante, su efecto en el rendimiento agrícola e industrial. Cultivos Tropicales 37(3):178-186. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2649.8800>.

SAG. 2017. MANUAL TÉCNICO PARA EL CULTIVO DE ARROZ. (ORYZA SATIVA) (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf>.

Sánchez, GC. 2016. Degradación de Suelos Agrícolas y el SIRSD-S. :6.

Suquilanda, M. 2018. El deterioro de los suelos en el Ecuador y la producción agrícola. s.l., s.e.

Zambrano, R. 2015. Los Mera ponen su sello en ruedas para 'fangueo' (en línea, sitio web). Consultado 4 sep. 2020. Disponible en <https://www.eluniverso.com/noticias/2014/08/30/nota/3601416/mera-ponen-su-sello-ruedas-fangueo>.

Zamorano, A; Velasco, R; Mosquera, MP. 2015. Efecto de cinco sistemas de manejo del suelo en las propiedades físicas de un typic distrandept en Piendamó, Cauca. Acta Agronómica 51(1-2):61-67.