



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



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico del Examen de Grado de carácter Complexivo,  
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito  
previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGRONOMO**

**TEMA:**

"Eficiencia del Subsolador para la preparación de suelo, y su beneficio en los  
cultivos de siembra directa".

**AUTOR:**

Kevin Emanuel Cabrera Aguilera

**TUTOR:**

Ing. Agr. Adolfo Emilio Ramírez Castro, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2022

## RESUMEN

En este trabajo de investigación se logró generar información de la eficiencia del subsolador para manejar suelos compactados por diferentes factores entre ellos el uso intensivo de maquinaria agrícola sin tener en cuenta las recomendaciones técnicas para cada tipo de suelo y sus texturas. La disminución de los macroporos del suelo impide el paso de oxígeno y agua que son esenciales para el desarrollo de las raíces y nutrición de toda la planta y su efecto aumenta por lo cual la aplicación del subsoleo es la solución técnica ante este problema que se da en todos los suelos agrícolas pero que puede ser mejorado con precisión en el uso de maquinaria.

La labor de preparación de suelos es diferente en cada cultivo ya que unos necesitan el pase de arado según la zona, topografía, pero esto no se da de esa manera los agricultores utilizan un solo implemento para remover, pulverizar, descompactar y nivelar, pero cada uno cumple su función específica y deber ser usado para lo que se especifica. Existen Subsoladores con 5 y 7 brazos con grosores de 60 mm, 50 mm, 40 mm lo cual nos indica y especifica la función que queremos darle ya que es el brazo el que nos permite fisurar el suelo compactado y a su vez evita la inversión de su estructura.

Sin el suelo no existiría la agricultura ni la producción de alimentos en esta superficie, por lo tanto, la rizosfera debe ser manejada y tratada con precaución porque su desgaste no es regenerativo, al contrario, se deteriora sin recuperación. Los elementos químicos del suelo no se recuperan una vez perdido.

**Palabras clave:** Subsolador, compactación, arado.

## SUMMARY

In this research work, it was possible to generate information on the efficiency of the subsoiler to handle soils compacted by different factors, including the intensive use of agricultural machinery without taking into account the technical recommendations for each type of soil and its textures. The reduction of the macropores of the soil prevents the passage of oxygen and water that are essential for the development of the roots and nutrition of the entire plant and its effect increases, for which the application of the subsoil is the technical solution to this problem that occurs. in all agricultural soils but which can be accurately improved by the use of machinery.

The work of soil preparation is different in each crop since some need the plowing depending on the area, topography, but this does not happen that way, farmers use a single implement to remove, pulverize, decompact and level, but each one fulfills its specific function and must be used for what is specified. There are Subsoilers with 5 and 7 arms with thicknesses of 60 mm, 50 mm, 40 mm, which indicates and specifies the function that we want to give it, since it is the arm that allows us to crack the compacted soil and, in turn, avoids the investment of its structure.

Without the soil, there would be no agriculture or food production on this surface, therefore, the rhizosphere must be managed and treated with caution because its wear is not regenerative, on the contrary, it deteriorates without recovery. The chemical elements of the soil are not recovered once lost.

**Keywords:** Subsoiler, compaction, plow.

# CONTENIDO

RESUMEN .....	ii
SUMMARY .....	iii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	2
<b>1.1. Definición del tema caso de estudio</b> .....	2
<b>1.2. Planteamiento del problema</b> .....	2
<b>1.3. Justificación</b> .....	3
<b>1.4. Objetivos</b> .....	3
<b>General</b> .....	3
<b>Específicos</b> .....	4
<b>1.5. Fundamentación teórica</b> .....	4
<b>1.6. Hipótesis</b> .....	9
<b>1.7. Metodología de la investigación</b> .....	9
CAPÍTULO II .....	10
<b>2.1. Desarrollo del caso</b> .....	10
<b>2.2. Situaciones detectadas</b> .....	10
<b>2.3. Soluciones planteadas</b> .....	11
<b>2.4. Conclusiones</b> .....	11
<b>2.5. Recomendaciones</b> .....	12
BIBLIOGRAFÍA .....	13

## INTRODUCCIÓN

El subsolador es un implemento de tractor de uso agrícola que se emplea para la preparación de suelos compactados, con el cual se logra remover las capas profundas de un terreno comprimido, sin voltear ni mezclar la estructura física del suelo. El subsolador en el arado optimiza la preparación del suelo aflojándolos ya que su alcance se da a profundidades superiores a 30 cm que a diferencia de el arado de discos o vertedera este no provoca el “pie de arado” (“pie de arado” es la compactación del suelo que se da a partir de los 30 cm) y esto dificulta la distribución de oxígeno y agua en el suelo limitando el crecimiento de las raíces (Altamirano 2015).

La preparación de suelo realizada con labranza mecanizada es la practica agrícola que busca modificar la estructura física del suelo, disminuyendo el desgaste de energía de las plantas, ya que un suelo compactado aumenta la resistencia de un suelo a ser penetrado por las raíces. Pero a su vez la preparación constante e intensiva de suelos con maquinaria agrícolas provocan la compactación, lo cual para la agricultura representa un problema y tiene un efecto directo a las plantas, desde su germinación y se prolonga hasta la cosecha manifestándose con bajos rendimientos debido a la poca infiltración lo cual también afecta el balance hídrico que debe mantener el suelo (Martínez y Gómez 2012).

La mecanización agrícola para cultivos de siembra directa como el Maíz (*Zea mays*), Soya (*Glycine max*), trigo (*Triticum aestivum*), sorgo (*Sorghum bicolor*), girasol (*Helianthus annuus*), Alfalfa (*Medicago sativa*), es utilizada para las preparaciones de suelo pero a su vez esta práctica aumenta el deterioro del suelo debido a su constante cambio físico y también químico que se realiza mientras aramos la tierra, por el transporte de estas maquinarias pesadas, y a largo plazo tiene como consecuencia daños graves y difíciles de reparar en el suelo, por ello el uso del subsolador se lo utiliza para corregir el daño que va acumulando el suelo. (Valero 2020).

# CAPÍTULO I

## MARCO METODOLÓGICO

### 1.1. Definición del tema caso de estudio

El presente trabajo práctico de modalidad del examen Complexivo previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo es el siguiente:

“Eficiencia del Subsolador para la preparación de suelo, y su beneficio en los cultivos de siembra directa”.

### 1.2. Planteamiento del problema

El suelo es la fuente de micro y macroelementos que las plantas necesitan, seguido de la necesidad hídrica y de minerales para su óptimo desarrollo y luego producción, pero al verse afectado por el intensivo manejo mediante maquinaria agrícola e implementos que aceleran los suelos para que sufran problemas de erosión, el suelo va sufriendo cambios en su estructura física y se llega al punto de compactarse aumentando de esta forma su densidad y disminuyendo de la macro porosidad (Alzugaray et al. 2008).

Todo esto lleva a que los suelos se vuelvan duros impidiendo la penetración de agua y de las raíces de las plantas incluso los intercambios gaseosos y la capacidad de intercambio catiónico según Calderón et. al. (2017). La compactación a nivel mundial lo tenemos presentes en los suelos y su reparación conlleva un gran problema y a su vez esto su impacto al ambiente, pero esta puede evitarse al mejorar los sistemas de labranza empleando métodos que mitiguen el exceso de frenaje e infiltración y conservar los recursos del suelo (Zúñiga 2018).

### **1.3. Justificación**

Los suelos para el manejo de la agricultura son afectados por el constante uso de maquinaria agrícola, tales como tractores con implementos de arado que aumentan el deterioro del suelo pero este impacto puede ser tratado con el subsolador porque es específicamente utilizado para descompactar los suelos y mejorar su estructura física, química y biológica, debido a que los suelos apretados disminuyen la vida de organismos benéficos y los requerimientos que tienen los cultivos para su óptimo desarrollo y producción.

El subsolador debe ser utilizado para que se preparen los suelos compactados, donde se siembran cultivos de ciclo corto y a su vez para reparar el efecto que eso conlleva. Por ello tiene como objetivo descompactar obteniendo fisuras de las capas poco profundas y las profundas las cuales permitirán que las raíces puedan desarrollarse, absorber nutrientes y agua disponible esto sin tener desgaste de energía que sufre la planta en busca de los recursos que puede tomar del suelo.

Este trabajo de investigación beneficiará al productor agrícola que siembra cultivos de ciclo corto y de siembra directa y al ser compartida y aplicada se obtendrán buenos resultados al aplicarlo y también será de beneficio para la vida de los suelos debido a que se estaría mitigando el efecto de las labranzas intensivas que no preservan los recursos de los suelos.

### **1.4. Objetivos**

#### **General**

Caracterizar la eficiencia del Subsolador para la preparación de suelo, y su beneficio en los cultivos de siembra directa.

## **Específicos**

- Generar información que sustente la eficiencia del subsolador para la preparación de suelo.
- Describir los beneficios que tiene el uso del subsolador en los cultivos de siembra directa.

### **1.5. Fundamentación teórica**

#### **Preparación de suelos agrícolas con maquinaria**

Los suelos agrícolas en nuestra actualidad expresan que los sistemas intensivos de labranza están causando que el proceso de voltear y causar rupturas superficiales en la capa arable deteriore los suelos, para ello es necesario mejorar la eficiencia de estas acciones.

Existen estudios que nos muestran el efecto de la degradación de la rizosfera disminuya sus recursos y del 80% de las zonas agrícolas ya muestran erosión y poca vida microbiana hasta un 10% y pérdida de agua, aumentando la densidad en el suelo (Salvador et al. 2019).

#### **Los suelos agrícolas y el efecto que tiene la labranza convencional**

Los suelos que contienen un alto porcentaje de limo, pero con poco porcentaje de materia orgánica son susceptibles a endurecerse después de cada pase de arado, y la reacción de las capas finas superficiales se ven afectadas dándose un desequilibrio total entre sus estructuras y esto causa que las condiciones para los cultivos disminuyan y no sea adecuadas para la siembra y producción ya que estaríamos expuestos a tener resultados negativos y poco rentables.

Uno de los casos que podemos poner por ejemplo es el arroz *Oryza sativa* sembrada en estación de secano la cual disminuye la infiltración del agua proveniente de la lluvia el cual aumenta el proceso de erosión de manera considerable y esto es debido al escurrimiento agresivo que se genera cuando los suelos son tratados con alta frecuencia de maquinaria agrícola para su preparación (Mon 2008).

## **Factores que inducen los suelos agrícolas a la compactación**

### **Factores naturales**

#### **Lluvia**

Las fuertes y constantes lluvias sobre los suelos agrícolas provocan la disminución de la infiltración del agua reteniéndola y provocando encharcamientos que formarán láminas de agua en los terrenos que luego la intensidad del suelo evapora y empieza el proceso de escurrimiento y a su vez la erosión(López 2018).

#### **Textura**

La arcilla y el limo son texturas finas que hacen que la permeabilidad disminuya lo cual imposibilita el paso de agua y aire al interior del suelo perjudicando a las plantas su desarrollo por la falta de absorción de agua, aire, minerales y nutrientes que las plantas requieren (Tamayo 2017).

### **Factores antropogénicos**

El movimiento de maquinarias agrícolas acelera el proceso de compactación y degradación de los suelos a corto y largo plazo. Los suelos que han sufrido estos cambios no pueden recuperarse naturalmente, necesita la intervención del hombre para volver a manipularla y darle las condiciones necesarias ya sea de aireación soltura para que retome su proceso vital para los ciclos de los cultivos y su disponibilidad (Cueto 2009).

## **Riego**

El agua total de riego más las lluvias afectan el rendimiento de los cultivos debido a que la capacidad de infiltración disminuye por ello es necesario manejar el sistema de riego con las respectivas normas conserven la física del suelo y su estructura para el desarrollo de las plantas. Si tenemos suelos compactados por el riego disminuye la fuerza de penetración de las raíces y de absorción de los nutrientes ya que la disponibilidad se ve afectada debido a las modificaciones que sufre el suelo (Rosales 2020).

## **Mecanización**

El 20 % de la degradación de los suelos le corresponde al tráfico de maquinaria agrícola en los suelos, se registra en Sudamérica 25 millones de hectáreas que son aradas y que tienen como efecto la degradación de su estructura y el porcentaje de compactación aumenta al punto de volver los suelos no óptimos para los cultivos ( Botta 2006).

## **Impacto de los cultivos de siembra directa sobre el suelo**

### **Ventajas**

- Se aprovecha el agua
- Mitiga la erosión de suelo
- Mejora la estabilidad del rendimiento de producción
- Reduce la necesidad del uso de los tractores
- Reduce los costos de producción que generan la preparación de suelo
- Reduce el impacto sobre el suelo que sufre por la maquinaria agrícola

### **Desventajas**

- El desarrollo de las malezas es mayor ya que no sufren daño por el paso de la maquinaria
- Se acumula humedad

## Ficha técnica del subsolador

Descripciones técnicas (dimensiones )	Parámetros
Largo (m)	3
Ancho (mm)	20
Altura (mm)	15
Ancho de trabajo (cm)	30
Numero de subsoladores (u)	2-3
Ancho entre subsoladores(cm)	60
Profundidad de trabajo (cm)	120

Elaborado por Kevin Carrera 2022.

## Modo de trabajo del subsolador

El arado que necesita el subsuelo para descompactar consiste en la fragmentación de los horizontes existentes en el suelo. El paso del arado con el subsolador debe ser lenta la marcha del tractor debido a que está ejerciendo fuerza sobre el suelo, la profundidad que se le dará dependiendo del cultivo que se va a manejar en el terreno (Almaraz 2017).

La profundidad promedio que se debe alcanzar al pase del subsolador debe ser de 0.40 m teniendo precaución con la capacidad de fuerza del tractor. Se debe procurar la descompactación sin destruir las estructuras del suelo, solo se debe remover sin causar mezclas ni alteraciones físicas (Marino 2008).

## **Partes del subsolador**

1. Barra porta herramientas
2. Sujetadores superiores
3. Sujetadores inferiores
4. Tornillos de unión de sujetadores
5. Cuerpo lateral
6. Cuerpo central
7. Perno pivote
8. Perno fusible

## **Función del Subsolador y su beneficio para la preparación de cultivos de ciclo Corto:**

El subsolador optimiza la estructura del suelo convirtiendo en fragmentos las capas profundas mejorando de esta forma la condición que va obteniendo el suelo, que con el paso de los años y el alto índice de humedad de agua no adecuados han acelerado los procesos de degradación de la biomasa.

El subsolador nos ayuda a restaurar el equilibrio que debe tener el suelo entre aire y agua, a su vez exista una respuesta natural ante los excesos de agua que se da en el proceso de percolación que transcurre después del riego o las inundaciones (Pérez et al. 2020).

Los beneficios que obtenemos de utilizar el subsolador empiezan desde la aireación del suelo hasta la recuperación de la biomasa, que al recibir mejores condiciones se pueden desarrollar y vivir en constante simbiosis con las plantas de tal manera que esto representativamente nos llevará a obtener plantas más robustas y con menos problema de crecimiento debido a los factores edafoclimáticos (Mon 2008).

## **Beneficio del subsolador para cultivos de siembra directa**

El uso del subsolador para la preparación de suelo ayuda a que la estructura física del suelo mejore mitigando el efecto que ha formado el arado convencional y es de ayuda para la siembra directa ya que facilita a la maquina sembradora a que la tasa de emergencia de semillas sea homogénea (Ortega y Altamirano 2015).

### **1.6. Hipótesis**

**Ho:** La eficiencia del Subsolador para la preparación de suelo, y su beneficio para los cultivos de siembra directa no tiene mucha importancia para el desarrollo de las plantas y la preparación del suelo.

**Ha:** La eficiencia del Subsolador para la preparación de suelo, y su beneficio para los cultivos de siembra directa tiene mucha importancia para el desarrollo de las plantas y la preparación del suelo.

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

Este trabajo de investigación se lo realizará con información extraída de artículos científicos, tesis de grado, la cual será revisada y comprobada que sea puntual en su contenido sobre la Eficiencia del Subsolador para la preparación de suelo, y su beneficio para los cultivos de siembra directa.

## **CAPÍTULO II**

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

Este documento tiene como propósito recopilar información referente a la eficiencia del Subsolador para la preparación de suelo, y su beneficio para los cultivos de siembra directa.

El uso del subsolador en la preparación de suelo es considerado una práctica que ayudara a mejorar los graves problemas que sufre el agricultor en cultivos de ciclo corto, el cual constantemente se mantiene cambiando la estructura del suelo sumado a ello la extracción de las propiedades del suelo por medio de las plantas aceleran el deterioro. Con esto se busca el bienestar del medio ambiente al conservar los suelos agrícolas y garantizar la rentabilidad del campo en suelos sanos y fértiles.

### **2.2. Situaciones detectadas**

Lo esencial que es el suelo como un recurso que aporta todas las necesidades que tiene una planta para desarrollarse, pero al verse afectado por los factores antropogénicos y que a lo largo de los años esto se vuelve más agresivo, debemos ver opciones que nos ayuden a preservar las fuentes naturales de nutrientes, minerales, y agua que encontramos en los suelos agrícolas (Gonzales 2009).

Los sistemas de labranza son uno de los factores que aceleran la degradación del suelo y necesita que sea mitigado y por tanto se presenta de esta manera el subsolador el cual si es muy útil y necesario para la mejora de la preparación del suelo. Que es un paso inicial para poder establecer los cultivos, los cuales nos benefician de forma económica y socialmente, pero debemos sostener el equilibrio que necesita el suelo sin perjudicar su ecosistema y la rentabilidad de los costos de producción ( Pagliai et al. 2008).

### **2.3. Soluciones planteadas**

Que la agricultura debe mejorar y esto implica la aceptación de nuevas técnicas innovadoras que junto a las herramientas e implementos para el sistema de labranza puede optimizar la capacidad de los suelos sin causar efectos que los deterioren, por esta razón los agricultores que producen cultivos de siembra directa deben implementar las prácticas de subsoleo, llevando de esta forma mejores resultados al producir y a su vez establecer la conservación del suelo para que se mantenga vivo y sano para continuar con la agricultura.

La degradación de los suelos agrícolas va en aumento por falta de labores que implementen prácticas que conserven el suelo y su estructura debido a que es la fuente que provee a las plantas alimentos y los recursos que necesita para sobrevivir y desarrollarse. Por tanto, el uso del subsolador se muestra muy eficiente al cumplir con la descompactación y preparación de los terrenos a cultivar.

### **2.4. Conclusiones**

La conservación de los suelos y su recuperación son posibles si utilizamos las herramientas correctas que ayuden a mejorar el sistema agrícola que cada vez sufre un nuevo desafío debido a los múltiples factores que atraviesa para poder producir alimentos.

El subsolador es un arado que está diseñado para penetrar las capas del suelo y así disminuir la presión del suelo hasta un 70 % lo cual representa una gran solución ante un problema que cada vez se vuelve mayor si no se lo maneja de forma correcta.

Los macroporos y microporos con el efecto de la compactación son los que disminuyen impidiendo el paso de luz, aire y agua a la capa que las raíces rodean para absorber nutrientes y minerales.

## **2.5. Recomendaciones**

Realizar evaluaciones de los suelos donde haya plantaciones de siembra directa y ciclo corto, los cuales son los que causan degradaciones de suelos por los intensivos arados para la preparación o el transporte de maquinaria para cosechas y otras labores.

La actividad microbiana es una función muy importante para los cultivos y su producción ya que sin esta interacción la vida del suelo nos lleva a que los procesos biológicos y sus ciclos sean deficientes porque por la reducción de esta actividad nos da como resultado obtener un suelo muy susceptible a la compactación .

Entender que para la eficiencia del subsolador se recomienda una preparación en tanto a la humedad del suelo para así obtener una adecuada labor del arado y así evitar la degradación acelerada del suelo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Altamirano. 2015. Evaluación técnica de la eficiencia del subsoleo y su efecto en el rastreo en texturas franco arcillosa y franco arcillo arenosa: (Tesis). Honduras. 20 de Mayo del 2022. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4537/1/CPA-2015-006.pdf>
- Altamirano. 2015. Evaluación técnica de la eficiencia del subsuelo y su efecto en el rastreo en texturas franco arcillosa y franco arcillo arenosa: (Tesis). Honduras. 4 de septiembre del 2022. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/726c4082-3793-41d6-8414-9fe203c3ea30/content>
- Almaraz. 2017. Subsoladores, los implementos agrícolas para labores primarias: (Revista). Colombia. 26 de agosto del 2022. Disponible en [https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/Subsolad-Descompact\\_tcm30-58106.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/Subsolad-Descompact_tcm30-58106.pdf)
- Alzugaray et al. 2008. Labor profunda en siembra directa: Efecto sobre la condición biológica del suelo: (Artículo científico). Córdoba. Argentina. 20 de Mayo del 2022. Disponible en <https://www.scielo.cl/pdf/ciagr/v35n3/art04.pdf>
- Bota. 2006. Compactación por el tráfico de la maquinaria agrícola: su efecto sobre el esfuerzo cortante del suelo y el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*): (Revista). Buenos aires. Argentina. 22 de agosto del 2022. Disponible en <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/256>
- Calderón et al. 2017. La labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo: (Artículo científico). Costa Rica. 23 de Mayo. Disponible en <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v31n1/0379-3982-tem-31-01-167.pdf>

- Cueto. 2009. Análisis de los factores que provocan compactación del suelo agrícola: ( Artículo científico). Habana. Cuba. 10 de agosto del 2022. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/932/93215937011.pdf>
- Gómez et al. 2018. La labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo (revisión literaria) Soil tillage and its impact on soil conservation (review): (Artículo científico). Costa Rica. 30 de Julio del 2022. Disponible en <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v31n1/0379-3982-tem-31-01-167.pdf>
- Gonzales. 2009. Análisis de los factores que provocan compactación del suelo agrícola Analysis of the factors that cause soil compaction: (Revista). Habana. Cuba. 18 de Julio del 2022. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/932/93215937011.pdf>
- López. 2018. Diagnóstico de la compactación en suelos cultivados con maíz en la Región Fraylesca, Chiapas: (Artículo científico). México. 7 de Julio del 2022. Disponible en <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v9n1/2007-0934-remexca-9-01-65.pdf>
- Marino. 2008. Perdurabilidad del subsolado en huertos frutales: (Artículo científico). Argentina. 30 de agosto del 2022. Disponible en [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S03652807200000100006](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S03652807200000100006)
- Martínez y Gómez. 2012. Elección de los agricultores en la adopción de tecnologías de manejo de suelos en el sistema de producción de algodón y sus cultivos de rotación en el valle cálido del Alto Magdalena: (Artículo científico). Valle del alto Magdalena. Colombia. 20 de Mayo del 2022. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/4499/449945032008.pdf>

- Mon. 2008. Ampliación del perfil de suelos erosionados y compactados mediante subsolado con enmienda cálcica profunda: (Tesis). Buenos Aires. Argentina. 17 de Julio del 2022. Disponible en [https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/1175/Mon\\_Rodolfo\\_TD\\_2008.pdf](https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/1175/Mon_Rodolfo_TD_2008.pdf)
- Ortega y Altamirano. 2015. Evaluación técnica de la eficiencia del subsoleo y su efecto en el rastreo en texturas franco arcillosa y franco arcillo arenosa: (Artículo científico). Honduras. 1 de septiembre del 2022. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/726c4082-3793-41d6-8414-9fe203c3ea30/content>
- Pagliai et al. 2008. Cambios en algunas propiedades físicas de un suelo arcilloso en el centro de Italia tras el paso de tractores de orugas y ruedas de caucho de potencia media: (Artículo científico). Florencia. Italia. 18 de Julio del 2022. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/932/93215937011.pdf>
- Pérez et al. 2020. Carbono de la biomasa microbiana de los suelos como indicador de cambios en sistemas productivos locales: (Tesis). Argentina. 12 de mayo del 2022. Disponible en [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_carbono\\_de\\_la\\_biomasa\\_microbiana\\_de\\_los\\_suelos\\_como\\_indicador\\_de\\_cambios\\_en\\_sistemas\\_productivos\\_locales.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_carbono_de_la_biomasa_microbiana_de_los_suelos_como_indicador_de_cambios_en_sistemas_productivos_locales.pdf)
- Rosales. 2022. Efecto del manejo del suelo sobre la infiltración en un suelo Ferralítico Rojo compactado: (Revista). Cuba. 15 de agosto del 2022. Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/5862/586264983003/html/>
- Salvador et al. 2019. Desempeño de un subsolador integral biocinética para laboreo sustentable de suelos agrícolas: (revista científica). Zacatecas.

México. 11 de Julio del 2022. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/au/v29/2007-9621-au-29-e1968.pdf>

Valero. 2020. "Sistemas de mecanización de suelos arroceros y sus efectos degradativos sobre la producción de arroz": (Tesis). Babahoyo. Ecuador. 20 de Mayo del 2022. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8420/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000270.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Zúñiga. 2018. Efecto de la mecanización con diferentes implementos agrícolas sobre descompactación en suelos dedicados al cultivo de sandía: (Tesis). Costa Rica. 23 de Mayo del 2022. Disponible en <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/7507/1/44060.pdf>