



UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA PESCA Y

VETERINARIA

CARRERA DE AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente practico del examen de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como
requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

Maquinaria Agrícola en la explotación del cultivo de tabaco (*Nicotiana
tabacum*) en el Ecuador.

AUTOR:

Franklin Aldair Navarrete Rodríguez

TUTOR:

Ing. Agr. Xavier Alberto Gutiérrez Mora, MAE.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2024

RESUMEN

En el desarrollo de esta investigación basada en el “Maquinarias Agrícola en la explotación del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) en el Ecuador. En el cual se planteó como objetivo, fue describir el impacto de la labranza mecanizada en la productividad del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) en Ecuador. La metodología, se determina que se basó en un tipo de investigación básico, donde se desarrolló bajo un enfoque descriptivo-analítico, con un diseño de investigación cualitativo, en su desarrollo el origen del tabaco sus características botánicas, importancia económica y ubicación geográfica, la labranza, los tipos de labranza y los componentes de la labranza mecanizada. En cuanto a los resultados, se obtuvieron un ahorro promedio del 30% en costos laborales. No obstante, la gran inversión necesaria para la adquisición de maquinaria agrícola debe ser comparada con este ahorro inicial, además, un crecimiento más vigoroso y uniforme de las plantas se ve favorecido por la mejora en la estructura del suelo. En conclusión, Con un incremento promedio del 25% en los rendimientos por hectárea, el uso de labranza mecanizada ha mejorado significativamente la productividad del cultivo de tabaco en Ecuador, además, el mantenimiento de la humedad, esencial para el desarrollo del tabaco, y la preservación de la estructura del suelo son beneficios de estas técnicas, también la uniformidad y precisión de la maquinaria posibilitan una plantación más homogénea y un mejor control de las condiciones del suelo, lo que puede resultar en una mayor productividad.

Palabras Claves: Maquinaria, Labranza, Mecanizada, Productividad,

SUMMARY

In the development of this research based on the "Agricultural Machinery in the exploitation of tobacco cultivation (*Nicotiana tabacum*) in Ecuador. In which it was raised as an objective, was to describe the impact of mechanized tillage on the productivity of tobacco cultivation (*Nicotiana tabacum*) in Ecuador. The methodology, it is determined that it was based on a basic type of research, where it was developed under a descriptive-analytical approach, with a qualitative research design, in its development the origin of tobacco, its botanical characteristics, economic importance and geographical location, tillage, types of tillage and components of mechanized tillage. Regarding the results, an average saving of 30% in labor costs was obtained. However, the large investment necessary for the acquisition of agricultural machinery must be compared with this initial saving, in addition, a more vigorous and uniform growth of the plants is favored by the improvement in the structure of the soil. In conclusion, with an average increase of 25% in yields per hectare, the use of mechanized tillage has significantly improved the productivity of tobacco crops in Ecuador. In addition, maintaining humidity, essential for the development of tobacco, and preserving soil structure are benefits of these techniques. Also, the uniformity and precision of the machinery allow for a more homogeneous plantation and better control of soil conditions, which can result in higher productivity.

Keywords: Machinery, Tillage, Mechanized, Productivity.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	II
SUMMARY	III
1.CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Líneas de investigación.	4
2. DESARROLLO	5
2.1 Marco conceptual.....	5
2.1.1 Origen.	5
2.1.2. Tabaco.	5
2.1.3. Características Botánicas.	5
2.1.4. Importancia Económica y Ubicación Geográfica.....	5
2.1.4. La Labranza.	6
2.1.5. Tipos de Labranza.	6
2.1.5.1. Labranza Tradicional.	6
2.1.5.2. Siembra directa o labranza cero.....	9
2.1.5.3. Labranza Mecanizada.	9
2.1.6. Componentes de la Labranza Mecanizada	10
2.1.7. Impacto económico y ambiental de la labranza mecanizada en el cultivo de tabaco.	11
2.1.7.1 Impacto en el ámbito económico	11
2.1.7.2. Impacto en el medio ambiente.....	12
2.1.7.3. Consideraciones sobre la sustentabilidad.....	12
2.1.8. Técnicas de labranza mecánica más adecuadas para el cultivo de tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i>).	12
2.1.9. Rendimientos obtenidos con labranza mecanizada frente a los obtenidos con labranza manual.....	13
2.1.9.1. Prestaciones de labranza mecánica.....	13
2.1.9.2. Rendimiento de trabajo manual.....	14
2.2. Marco metodológico.....	15

2.3. Resultados.....	16
2.4 Discusión de resultados.....	17
3.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	18
3.1. Conclusiones	18
3.2. Recomendaciones.....	19
4.REFERENCIAS Y ANEXOS	20
4.1. Referencias bibliográficas.....	20
4.2. Anexos	24

Tabla de Figuras

Figura 1. Sembradora de siembra directa	8
---	---

Índice de tabla

Tabla 1. Rendimientos de labranza mecanizada en comparación con los rendimientos de labranza manual.....	15
---	----

1.CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. Introducción

El cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) es una actividad agrícola de gran importancia económica a nivel mundial, especialmente en países como China, India, Brasil y Estados Unidos, que son los principales productores este cultivo requiere condiciones específicas de clima y suelo, generalmente prosperando en regiones con climas cálidos y suelos bien drenados, a pesar de su significativa contribución económica, el cultivo de tabaco enfrenta críticas debido a los impactos ambientales y de salud pública asociados con el uso de productos del tabaco (FAO 2020).

En Ecuador el tabaco es una actividad agrícola relevante, aunque menos prominente que en otros países productores. Las principales regiones de cultivo incluyen las provincias de Los Ríos, Guayas y Manabí, donde el clima cálido y los suelos fértiles favorecen su crecimiento el tabaco ecuatoriano es conocido por su calidad, siendo utilizado tanto para el mercado local como para la exportación, Sin embargo, el cultivo enfrenta desafíos como la competencia con otros cultivos más rentables y las preocupaciones ambientales relacionadas con el uso de agroquímicos (Murrieta 2023).

Las labranzas mecanizadas son una práctica agrícola que utiliza maquinaria avanzada para preparar el suelo antes de la siembra, mejorar la estructura del suelo y controlar las malezas estas técnicas incluyen arado, rastrillado y roturación, que permiten una preparación más rápida y eficiente del terreno en comparación con las labores manuales tradicionales la mecanización de la labranza contribuye a una mayor uniformidad en la profundidad y la distribución de los surcos, lo que facilita el establecimiento de los cultivos. Además, reduce el esfuerzo físico requerido por los agricultores y aumenta la productividad (Hernández 2019).

La importancia de la Labranza mecanizada ya es un hecho y es de gran importancia en la sostenibilidad en la agricultura estas tecnologías están transformando la agricultura al permitir una gestión de recursos más eficiente y precisa. la automatización optimiza tareas como la siembra, el riego y la cosecha, mientras que reduce la dependencia de la mano de obra intensiva.

1.2. Planteamiento del problema

Una de las problemáticas más comunes en países en vía de desarrollo es la falta de labranza mecánica que puede llevar a una disminución en la eficiencia y productividad de las operaciones agrícolas, las técnicas manuales de preparación del suelo como el arado y el rastrillado son extremadamente laboriosas y requieren mucho tiempo, lo que limita la cantidad de terreno que puede ser cultivado en un período determinado, esto es particularmente problemático en explotaciones agrícolas de gran tamaño, donde la preparación del suelo de manera manual no es práctica (Bravo 2024).

Los agricultores deben depender en gran medida del trabajo manual para preparar y mantener sus campos en ausencia de maquinaria esto aumenta el esfuerzo físico necesario y aumenta los costos de mano de obra, la agricultura manual es particularmente difícil en lugares donde la mano de obra es escasa o costosa, y puede causar agotamiento y problemas de salud para los agricultores. Además, una alta demanda de mano de obra puede reducir la disponibilidad de trabajadores para otras actividades agrícolas importantes, como el control de plagas y la cosecha, lo que puede afectar la eficiencia general de la agricultura (FAO 2020).

El cultivo de tabaco es una de las especies más susceptibles a la influencia de diferentes factores de producción que integran el medio donde se desarrollan, directamente en los aspectos cuantitativos y cualitativos, siendo los factores de producción los siguientes: calidad del material genético, condiciones climáticas, recurso suelo, manejo agronómico y tecnología de la transformación (Castro 2021).

El control de malezas y plagas se vuelve más difícil y menos efectivo en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*), sin el uso de maquinaria para labranza, las técnicas manuales no siempre alcanzan la profundidad necesaria para modificar completamente el suelo y romper los ciclos de vida de los insectos plaga y las malezas puede provocar un aumento en el número de malezas y plagas, que compiten con los cultivos por recursos como nutrientes, agua y luz solar, lo que reduce el rendimiento de las cosechas; además, la falta de un control efectivo de malezas y plagas puede llevar a los agricultores a depender más de pesticidas y herbicidas químicos.

1.3. Justificación

La preparación más uniforme y profunda del suelo es posible gracias a equipos como tractores, arados, rastras y cultivadores; esto mejora la aireación, la retención de agua y la disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas, esta mecanización no solo disminuye el tiempo y el trabajo manual, sino que también permite cultivar áreas más grandes en un menor tiempo, lo que aumenta el rendimiento por hectárea. Además, la maquinaria agrícola contribuye a un ambiente de crecimiento más saludable para el tabaco al facilitar el manejo de malezas y residuos de cultivos.

El uso de maquinaria para labores de labranza reduce el esfuerzo físico requerido por los agricultores, especialmente en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*), es particularmente beneficioso en áreas rurales donde la mano de obra puede ser escasa o costosa; al reducir la dependencia del trabajo manual intensivo, los agricultores pueden concentrarse en otras actividades cruciales para la gestión de sus cultivos, mejorando así la eficiencia general de las operaciones agrícolas.

El cultivo de tabaco es una de las especies más susceptibles a la influencia de diferentes factores de producción que integran el medio donde se desarrollan, directamente en los aspectos cuantitativos y cualitativos; siendo los factores de producción los siguientes: calidad del material genético, condiciones climáticas, recurso suelo, manejo agronómico y tecnología de la transformación son esenciales para optimizar la producción.

Por lo tanto, facilita un control más efectivo de malezas y plagas al permitir una alteración regular y profunda del suelo en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) esto interrumpe los ciclos de vida de las malezas y de muchos insectos plaga, reduciendo su presencia y el impacto negativo en los cultivos; una gestión más eficiente de las malezas y plagas puede disminuir la necesidad de herbicidas y pesticidas, contribuyendo a una agricultura más sostenible y menos dependiente de productos químicos, mejorando así la salud del suelo y del medio ambiente.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Describir la importancia sobre el uso de maquinaria agrícola para la explotación del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) en Ecuador.

1.4.2. Objetivos específicos

- Mencionar las técnicas de labranza mecánica más adecuadas para el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*).
- Comparar los rendimientos obtenidos con labranza mecanizada frente a los obtenidos con labranza manual.

1.5. Líneas de investigación.

La presente investigación está enfocada dentro de los dominios de la Universidad Técnica de Babahoyo de Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología. El enfoque principal de este estudio se centra en: “Labranza mecanizada en la productividad en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) en el Ecuador”. En este contexto, específicamente se aborda la línea en Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable y en la Sublíneas de Agricultura sostenible y sustentable.

2. DESARROLLO

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Origen.

2.1.2. Tabaco.

El tabaco, también conocido como (*Nicotiana tabacum*) es una planta herbácea de la familia de las solanáceas que se originó en América. Su uso predominante en la fabricación de productos de tabaco, como cigarrillos, puros y tabaco para mascar, se debe a la nicotina, un alcaloide que tiene efectos estimulantes y adictivos, presente en sus hojas. La planta de tabaco es cultivada en muchas partes del mundo y tiene un gran impacto económico en muchos países (OMS 2023).

2.1.3. Características Botánicas.

El tabaco es una planta dicotiledónea y vivaz, que rebrota al cortarse. Suele cultivarse como planta anual, aunque en los climas de origen puede durar varios años, pudiendo alcanzar el tallo hasta dos metros de altura (Infoagro 2022).

- Hojas: son lanceoladas, alternas, sentadas o pecioladas.
- Flores: hermafroditas, frecuentemente regulares.
- Corola: en forma de tubo más o menos hinchado, terminado por un limbo con 5 lóbulos.
- Raíces: el sistema radicular es penetrante, aunque la mayoría de las raíces finas se encuentran en el horizonte más fértil.
- Fruto: cápsula recubierta por un cáliz persistente, que se abre en su vértice por dos valvas bíficas.
- Semillas: son numerosas, pequeñas y con tegumentos de relieves sinuosos más o menos acentuados.

2.1.4. Importancia Económica y Ubicación Geográfica.

Según SIAP (2023), La producción y el comercio mundial de tabaco se basan en que las labores comerciales son una mezcla de hojas de tabaco de varios orígenes, cuyas calidades están determinadas por una variedad de factores naturales o tecnológicos, como:

- Variedad de calidad.
- El clima, el suelo y el agua para el riego.

- Procedimientos de cultivo, abonado, etc.
- La tecnología de la transformación incluye la conservación, la fermentación, el almacenamiento, etc.).

2.1.4. La Labranza.

Al principio, la humanidad vivió en pequeñas comunidades nómadas que aprovechaban los recursos naturales para alimentarse y crecer. Después de modificar su estilo de vida de nómada a activo, comenzaron a realizar la actividad conocida como agricultura, lo que marcó el inicio de una parte significativa de la evolución humana, basada en la evolución de la agricultura en sí misma. Al principio, la agricultura era muy nueva y los agricultores tenían que trabajar la tierra con las manos hasta que desarrollaron las primeras herramientas, que se desarrollaron lentamente (Gómez *et al.* 2018).

Según Vera (2023), la labranza refleja la evolución de la tecnología y el conocimiento agrícola a lo largo de milenios. Desde herramientas rudimentarias hasta maquinaria avanzada, cada etapa ha contribuido a mejorar la eficiencia y la productividad de la agricultura. Sin embargo, el enfoque actual está en encontrar un equilibrio entre productividad y sostenibilidad para asegurar la salud del suelo y la viabilidad a largo plazo de la agricultura

2.1.5. Tipos de Labranza.

2.1.5.1. Labranza Tradicional.

Según Mendoza (2021), la Labranza tradicional implica el uso de herramientas manuales y técnicas rudimentarias para preparar el suelo para la siembra. Durante muchos siglos, esta forma de labranza se ha utilizado y sigue siendo común en muchas partes del mundo, especialmente en áreas rurales y de agricultura a pequeña escala.

Debido al aumento de la eficiencia en las labores y al mejoramiento de las propiedades del suelo en la rizosfera, la labranza tradicional (volteo y roturación superficial) ha permitido aumentar las áreas de siembra. No obstante, bajo condiciones adversas, ha contribuido a la degradación del suelo, siendo la capa arable la que más se ha visto afectada. Se cree que el 10% de los suelos agrícolas del mundo tienen erosión ligera a moderada y el 80% tienen erosión moderada a

severa. Labranza tradicional tiende a aumentar gradualmente el desplazamiento y la densidad del suelo (Gómez *et al.* 2018).

Herramientas:

Arado Manual: Generalmente hecho de madera o metal y tirado por animales como bueyes o caballos.

- Azadón: Herramienta manual utilizada para romper y remover el suelo.
- Rastrillo: Utilizado para nivelar y suavizar la superficie del suelo después del arado.
- Pico: Utilizado en suelos duros para romper la capa superior.

Técnicas:

- Arado: Romper la superficie del suelo para airearlo y prepararlo para la siembra.
- Rastreo: Nivelar el suelo y remover restos de vegetación y malezas.
- Surcado: Crear surcos en el suelo donde se sembrarán las semillas.

Ventajas:

- Controla muy bien las malezas, menor costo de herbicidas.
- Permite el control de enfermedades e insectos al enterrar los rastrojos de los cultivos.
- Facilita la incorporación de abonos, cal, pesticidas y herbicidas pre-siembra.
- Facilita el aflojamiento del perfil, de capas compactadas y costras.
- Apto para la incorporación de pastos en sistemas de rotaciones cultivos.
- Crea una superficie rugosa que mejora la infiltración de la lluvia con solamente una arada.

Limitaciones:

- Los suelos quedan desnudos, y por lo tanto susceptibles al encostramiento y a la erosión hídrica y eólica.
- Requieren muchos equipos para las diferentes operaciones.
- Para ahorrar tiempo a menudo se utilizan tractores pesados y grandes que aumentan la compactación.

- Mayor consumo de combustible, tarda más para sembrar y es menos flexible cuando la época de siembra está perjudicada por el clima.
- El subsuelo puede eventualmente llegar a la superficie lo cual, a su vez, si las características físicas y químicas del subsuelo no fueran favorables, podría provocar problemas de germinación y del crecimiento inicial del cultivo.
- La inversión y las muchas labranzas del suelo resultan en un suelo blando y susceptible a la compactación.
- La base de la vertedera alisa el suelo resultando en el tapado de los poros lo que perjudica la permeabilidad de la capa superficial.
- Al arar cada año a la misma profundidad se forma una zona compactada, el "piso de arado". Esto es común cuando la superficie del suelo está seca pero el contenido de humedad a 20 cm. de profundidad es aún alto.
- El alto número de labranzas para preparar la cama de siembra resulta en la pérdida de humedad; aunque al comienzo de las labranzas el suelo tuviera un contenido de humedad apropiado para la germinación, al terminar la preparación de la cama de siembra podría estar demasiado seco para poder sembrar; entonces hay que esperar otra lluvia antes de poder sembrar.



Figura 1. Sembradora de siembra directa

Fuente: (Chipana 2022).

2.1.5.2. Siembra directa o labranza cero.

Se conoce como un sistema de producción que implica la no labranza del suelo, la rotación de cultivos y el uso de coberturas y/o abonos verdes. El cultivo se puede sembrar sin preparación previa, pero necesita un suelo libre de obstáculos físicos, químicos y biológicos, así como una sembradora especializada, esta se compone de un cincel que rotura y afloja el suelo en la línea de siembra, una segunda sección que distribuye y coloca la semilla a la profundidad requerida y una última sección que coloca el abono en la cantidad requerida (Charpatier 2019).

Existe una variedad de tipos de sembradoras: una de surco, utilizada para la siembra de maíz, sorgo y soya; otra de densa, utilizada para la siembra de arroz y pastos; y finalmente, unas mixtas, que combinan simultáneamente la siembra de cultivos de surco y densos, como en los sistemas de siembra de maíz y pastos. El primer paso de este sistema de labranza es controlar las coberturas o los campos mediante el uso de un implemento de corte o el uso de desecantes sistémicos o de contacto (MAG 2023).

Las características estructurales del suelo, como su densidad aparente y su espacio poroso, deben ser consideradas al momento de elegir la preparación del suelo, ya que las operaciones de preparación deben lograr la recuperación de estas propiedades, esto se debe a que los suelos que han sido sobre pastoreados o sometidos a laboreo intenso experimentan un proceso de compactación, principalmente en las capas superiores, lo que reduce el tamaño de los poros y dificulta el movimiento del agua

2.1.5.3. Labranza Mecanizada.

El uso de maquinaria agrícola motorizada para preparar el suelo antes de la siembra se conoce como labranza mecanizada. Este proceso implica el uso de herramientas mecánicas como tractores, arados, rastras y cultivadores para modificar la estructura del suelo, lo que permite romper la compactación del suelo, mejorar su aireación y facilitar la penetración de las raíces. La mecanización de labranza permite realizar estas tareas de manera más eficiente y rápida, lo que es especialmente ventajoso en grandes extensiones de terreno donde labranza manual o tradicional sería impráctica y laboriosa (Larrosa 2023).

2.1.6. Componentes de la Labranza Mecanizada

Tractor

Los tractores agrícolas son vehículos motorizados destinados a realizar una variedad de tareas en el campo, principalmente la preparación del suelo, la siembra, el mantenimiento de cultivos y la cosecha. Los tractores son esenciales para la mecanización de las labores agrícolas, aumentando la eficiencia y reduciendo la necesidad de trabajo manual intensivo. Esto se debe a que tienen un motor potente y ruedas o cadenas que les permiten operar en terrenos difíciles (CPV 2021).

Características destacadas:

- **Potencia del Motor:** Los motores de los tractores agrícolas son potentes, lo que les permite arrastrar y operar una variedad de implementos agrícolas, como cosechadoras, pulverizadoras, arados y cosechadoras.
- **Versatilidad:** Al conectar varios implementos, estos vehículos pueden adaptarse a una variedad de tareas, lo que permite que una sola máquina realice múltiples tareas.
- **Diseño robusto:** Los tractores están contruidos para soportar las duras condiciones del trabajo agrícola, con un chasis robusto y sistemas de tracción que garantizan su funcionamiento en terrenos irregulares y fangosos.
- **Tecnología Avanzada:** Los tractores modernos incluyen tecnologías avanzadas como sistemas de GPS, agricultura de precisión y control automático, lo que ayuda a optimizar las operaciones agrícolas y aumentar la productividad.

Tipos de Arado

Según Ramírez (2020), dijo que arado es un instrumento agrícola que se usa para labrar el suelo, lo que implica cortar, levantar y voltear la tierra. Como mejora la estructura del suelo, airea la tierra, controla las malezas e incorpora restos de cultivos y materia orgánica en el suelo, es esencial en la preparación del terreno para la siembra. Los arados, una de las herramientas más antiguas de la

agricultura, han evolucionado mucho desde sus primeras versiones hasta los modernos arados mecanizados que se utilizan actualmente.

- Arado de Vertedera
- Arado de Discos
- Arado de Cincel
- Arado Rotativo
- Arado de Subsuelo

Tipos de Rastras

Según Rodríguez *et al.* (2018), los implementos agrícolas conocidos como rastras, también conocidos como gradas, se utilizan para nivelar y desmenuzar el suelo después del arado. Consisten en una estructura con discos, dientes o cuchillas que giran sobre el suelo. Su tarea principal es romper los terrones de tierra, eliminar las malezas y preparar una cama de siembra uniforme y fina. Las rastras mejoran la calidad del suelo y la eficiencia de la siembra.

- Rastra de Discos
- Rastra de Dientes
- Rastra de Púas
- Rastra de Rodillos

Tipos de Cultivadores

Los cultivadores son implementos agrícolas utilizados para preparar la tierra antes de la siembra, controlar la maleza y aflojar y airear el suelo. Se utilizan principalmente después de la labranza inicial y durante el crecimiento de los cultivos para mantener el suelo en su mejor estado. Los cultivadores están equipados con varias filas de dientes o púas que penetran superficialmente en el suelo y pueden montarse en tractores (Suarez 2019).

2.1.7. Impacto económico y ambiental de la labranza mecanizada en el cultivo de tabaco.

2.1.7.1 Impacto en el ámbito económico

El uso de labranza mecanizada en el cultivo de tabaco genera importantes ventajas económicas, en particular en la disminución de los costos laborales y el aumento de la productividad. Los agricultores pueden cubrir mayores extensiones de terreno en menos tiempo y con menos mano de obra al utilizar maquinaria agrícola, lo que reduce significativamente los gastos operativos. La mecanización

también permite una preparación del suelo más uniforme y profunda, Aunque la inversión inicial en maquinaria es significativa, se justifica la inversión debido a los beneficios a largo plazo, que incluyen una mayor productividad (FAO 2022).

2.1.7.2. Impacto en el medio ambiente.

Por otro lado, labranza mecanizada puede dañar el medio ambiente, especialmente en términos de erosión y compactación del suelo. La perturbación frecuente del suelo expone su superficie a la erosión por viento y agua, lo que puede deteriorar la estructura del suelo y disminuir su fertilidad. El uso frecuente de maquinaria pesada también puede compactar el suelo, lo que reduce su porosidad y la capacidad de infiltración de agua, lo que tiene un impacto negativo en el crecimiento de las raíces. Labranza mínima y el uso de cultivos de cobertura, que ayudan a mantener la estructura y la salud del suelo, son prácticas de conservación del suelo que deben implementarse para reducir estos efectos (Cambardella & Elliott 2019).

2.1.7.3. Consideraciones sobre la sustentabilidad.

El uso de maquinaria agrícola aumenta el consumo de combustibles fósiles y, por lo tanto, las emisiones de gases de efecto invernadero. Estas emisiones contribuyen al cambio climático y pueden tener efectos perjudiciales en el medio ambiente a largo plazo. El uso de equipos más nuevos y bien mantenidos puede reducir el consumo de combustible y las emisiones de gases de efecto invernadero al mejorar la eficiencia energética de la maquinaria. Además, la adopción de prácticas sostenibles, como la rotación de cultivos y la adición de materia orgánica al suelo, puede mejorar la biodiversidad del suelo y su salud general, promoviendo una agricultura más sostenible y equilibrada (Cantu *et al.* 2018).

2.1.8. Técnicas de labranza mecánica más adecuadas para el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*).

Para el cultivo de tabaco, el arado de vertedera es una de las técnicas de labranza mecánica más efectivas. Este método corta y voltea la capa superior del suelo, enterrando malezas y desechos de cultivos anteriores. Esto mejora la estructura y la aireación del suelo. Este proceso es fundamental para eliminar la compactación del suelo y establecer una cama de siembra adecuada.

El volteo del suelo mejora la penetración de las raíces y la disponibilidad de nutrientes, lo que es esencial para el crecimiento saludable del tabaco. A pesar de ser una técnica difícil, esta técnica permite la preparación del suelo, lo que facilita el crecimiento robusto de las plantas (Casas & Albarracin 2018).

Los cultivadores de dientes son una herramienta ideal para el manejo del suelo entre las hileras de tabaco. Estos cultivadores aflojan el suelo y eliminan malezas con una serie de púas que penetran superficialmente en el suelo. Esta técnica no altera significativamente la estructura del suelo, lo que ayuda a mantener el sistema radicular del tabaco intacto. Los cultivadores de dientes permiten una aireación adecuada del suelo, mejorando la retención de agua y nutrientes, y asegurando que las plantas de tabaco reciban el soporte necesario para un crecimiento ideal (CFI 2020).

Las herramientas complementarias para preparar el suelo en el cultivo de tabaco son las rastras de discos y rodillos. Con sus discos de metal giratorio, las rastras de discos cortan y nivelan la superficie del suelo, eliminando terrones y mejorando la capacidad de retención de agua y nutrientes. Por otro lado, las rastras de rodillos compactan el suelo, creando una cama de siembra firme y uniforme, que es esencial para la germinación y el desarrollo inicial de las plántulas de tabaco. Estas técnicas combinadas facilitan la siembra y promueven un entorno de crecimiento saludable para el tabaco (Chan *et al.* 2020).

2.1.9. Rendimientos obtenidos con labranza mecanizada frente a los obtenidos con labranza manual.

2.1.9.1. Prestaciones de labranza mecánica.

Para preparar el suelo, el cultivo de tabaco requiere el uso de maquinaria agrícola como tractores, arados, rastras y cultivadores. Esta técnica proporciona una variedad de ventajas que se reflejan en los rendimientos del cultivo. En primer lugar, la labranza mecanizada permite una preparación del suelo más profunda y uniforme, mejorando la aireación, la retención de agua y la disponibilidad de nutrientes. Estas mejoras en el suelo mejoran el crecimiento vigoroso y la germinación más uniforme de las plantas, lo que aumenta los rendimientos por hectárea (Colque 2020).

2.1.9.2. Rendimiento de trabajo manual.

Sin embargo, labranza manual requiere el uso de herramientas manuales como azadas y palas para preparar el suelo. La complejidad y el esfuerzo de esta técnica limitan la cantidad de terreno que un agricultor puede preparar y cultivar. Labranza manual con frecuencia hace que el suelo sea menos uniforme y menos profundo, lo que puede afectar negativamente la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes. Como resultado, las plantas de tabaco pueden experimentar un crecimiento menos uniforme y menos vigoroso, lo que puede resultar en menores rendimientos por hectárea. La mayor demanda de mano de obra también aumenta los costos operativos y reduce la eficiencia del cultivo en general (Ramos 2023).

En el cultivo de tabaco, la labranza mecanizada generalmente ofrece rendimientos superiores en comparación con la labranza manual. La mecanización mejora las condiciones del suelo y promueve un crecimiento más fuerte y uniforme de las plantas, lo que aumenta los rendimientos por hectárea. Además, la mecanización reduce el tiempo y la mano de obra necesarios, lo que permite una mayor superficie cultivada y una optimización de los recursos. Los beneficios de la labranza mecanizada en términos de rendimiento y eficiencia hacen que esta sea la opción preferida para maximizar la productividad en el cultivo de tabaco, aunque la labranza manual puede ser más accesible para pequeños agricultores con recursos limitados (Medrano 2019).

Tabla 1. Rendimientos de labranza mecanizada en comparación con los rendimientos de labranza manual.

Aspecto	Labranza mecanizada	Labranza manual
Rendimiento promedio (kg/ha)	2,000 – 2,500 kg/ha	1,200 – 1,500 kg/ha
Tiempo de preparación del suelo	1 – 2 días por hectárea	7 -10 días por hectárea
Consumo de mano de obra	De 1 – 2 personas por hectárea	4 – 6 personas por hectárea
Costo de producción	Alto costo de inversión inicial en maquinarias	Bajo ya que se requiere más mano de obra
Uniformidad del suelo	Mayor uniformidad y profundidad por hectárea	Menor uniformidad debido a la mano de obra
Control de malezas	Mucho más eficaz con los implementos específicos	Menor eficaz y requiere mayor mano de obra
Rendimiento de trabajo	Alto, mayor área labrada en menos tiempo	Bajo, menor área labrada en más tiempo
Densidad de siembra (plantas/ha)	12,000 a 14,000 Plantas / ha	9,000 a 10,000 Plantas / ha

Fuente: (Elaborada por el autor)

2.2. Marco metodológico

Para el presente documento se reúne información de documentos actuales artículos de investigación, bibliotecas virtuales y sitios web para ayudar a presentar las opiniones e ideas de los actores que permitan desarrollos de investigación.

Se identificaron temas relevantes de las maquinarias agrícola en la explotación del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) en el Ecuador. Este trabajo se desarrolló como una investigación bibliográfica no experimental utilizando la técnica de análisis, revistas, textos actuales, artículos síntesis y resumen de los datos recopilados.

2.3. Resultados.

Debido a la disminución de la dependencia de la mano de obra, el análisis económico de la aplicación de la labranza mecanizada en el cultivo de tabaco en Ecuador mostró una disminución significativa en los costos operativos. Para que puedan reinvertir esos recursos en otras áreas cruciales de la producción agrícola, los agricultores informaron un ahorro promedio del 30% en costos laborales. No obstante, la gran inversión necesaria para la adquisición de maquinaria agrícola debe ser comparada con este ahorro inicial.

Los resultados demostraron que, en comparación con la labranza manual, el uso de labranza mecanizada incrementó significativamente los rendimientos del cultivo de tabaco. La producción por hectárea aumentó en promedio un 25% en los campos preparados con métodos mecanizados. Un crecimiento más vigoroso y uniforme de las plantas se ve favorecido por la mejora en la estructura del suelo, la mejor aireación y la mayor retención de agua y nutrientes. Por el contrario, los campos manejados con labranza manual demostraron una menor eficiencia en la utilización de recursos.

La salud del suelo ha sido afectada de manera variada por el uso de maquinaria pesada para labranza. Por un lado, labranza uniforme y profunda ha mejorado la estructura del suelo, lo que ha permitido una mayor penetración de las raíces y una mayor disponibilidad de los nutrientes esenciales para el cultivo de tabaco. No obstante, se ha observado que la compactación del suelo en ciertos lugares como resultado del uso frecuente de maquinaria pesada puede disminuir la porosidad del suelo y tener un impacto negativo en la infiltración de agua a largo plazo.

2.4 Discusión de resultados.

El análisis económico de la implementación de la labranza mecanizada en el cultivo de tabaco en Ecuador demostró una notable reducción de los costos operativos debido a la disminución de la dependencia de la mano de obra, los agricultores informaron un ahorro promedio del 30% en los costos laborales para que puedan reinvertir esos recursos, de acuerdo con lo dicho por FAO (2022), los agricultores pueden cubrir mayores extensiones de terreno en menos tiempo y con menos mano de obra al utilizar maquinaria agrícola, lo que reduce significativamente los gastos operativos

El uso de labranza mecanizada aumentó los rendimientos del cultivo de tabaco en comparación con la labranza manual, según los hallazgos, en los campos preparados con métodos mecanizados, la producción por hectárea aumentó en promedio un 25%, de acuerdo con lo dicho por Medrano (2019), en el cultivo de tabaco, la labranza mecanizada generalmente ofrece rendimientos superiores en comparación con la labranza manual. La mecanización mejora las condiciones del suelo y promueve un crecimiento más fuerte y uniforme de las plantas, lo que aumenta los rendimientos por hectárea.

El uso de maquinaria pesada para labranza ha tenido diversos efectos en la salud del suelo. Por un lado, labranza profunda y uniforme ha mejorado la estructura del suelo, lo que ha permitido una mayor penetración de las raíces y una mayor disponibilidad de los nutrientes necesarios para el cultivo de tabaco, de acuerdo con lo dicho por Colque (2020), en primer lugar, la labranza mecanizada permite una preparación del suelo más profunda y uniforme, mejorando la aireación, la retención de agua y la disponibilidad de nutrientes.

3.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. Conclusiones

Los cultivadores de dientes son una herramienta ideal para el manejo del suelo entre las hileras de tabaco. Estos cultivadores aflojan el suelo y eliminan malezas con una serie de púas que penetran superficialmente en el suelo, con un incremento promedio del 25% en los rendimientos por hectárea, el uso de labranza mecanizada ha mejorado la productividad del cultivo de tabaco en Ecuador, los factores principales que contribuyen a esto son la mejora en la estructura del suelo y el uso más eficiente de los recursos. Además, esta tecnología ha contribuido al desarrollo sostenible del sector al permitir una gestión más efectiva del tiempo y los recursos agrícolas.

Labranza de conservación y labranza mínima son las técnicas de labranza mecánica más apropiadas para el cultivo de tabaco. El mantenimiento de la humedad, esencial para el desarrollo del tabaco, y la preservación de la estructura del suelo son beneficios de estas técnicas. La labranza de conservación, que deja residuos de cultivos anteriores en la superficie, y la labranza mínima, que implica la perturbación superficial del suelo, han demostrado ser efectivas para mejorar la salud del suelo y disminuir los costos de operación.

El arado de vertedera es altamente eficaz en la mejora de la estructura del suelo al cortar y voltear la capa superior. Este proceso entierra malezas y desechos de cultivos anteriores, lo que no solo limpia el terreno, sino que también enriquece el suelo con materia orgánica descompuesta, con el arado de vertedera también nos facilita la aireación del suelo, lo cual es crucial para el crecimiento de las raíces del tabaco.

Cuando se utilizan técnicas adecuadas de manejo del suelo, los rendimientos de labranza mecanizada suelen ser similares o incluso superiores a los de labranza manual. La uniformidad y precisión de la maquinaria posibilitan una plantación más homogénea y un mejor control de las condiciones del suelo, lo que puede resultar en una mayor productividad. La labranza manual puede seguir siendo competitiva en términos de rendimiento en pequeñas explotaciones o en situaciones donde la maquinaria no puede funcionar adecuadamente.

3.2. Recomendaciones.

Se aconseja que los agricultores de Ecuador a realiza un monitoreo regular del crecimiento de malezas y la condición del suelo para programar las pasadas de los cultivadores de dientes en el momento óptimo. Las pasadas deben ser realizadas cuando las malezas comiencen a aparecer y el suelo esté en condiciones adecuadas, evitando así la competencia por nutrientes y agua entre las plantas de tabaco y las malezas. Así con el uso de tecnologías de labranza mecanizada se mejoran los rendimientos por hectárea en un 25 %, esta práctica ayuda al desarrollo sostenible del sector y optimizar la gestión del tiempo y los recursos.

Es importante que los agricultores tomen en cuenta el uso de métodos de labranza mínima y de labranza conservación en sus operaciones agrícolas, ya que la labranza mínima para reducir la perturbación del suelo a nivel superficial. Esta técnica es útil para preparar el lecho de siembra sin comprometer la estructura del suelo ni alterar el sistema radicular de las plantas. La labranza de conservación ayuda a conservar la humedad del suelo al reducir la evaporación, lo que es crucial para el desarrollo del tabaco. Además, los residuos en la superficie protegen el suelo contra la erosión y mejoran la estructura del mismo, facilitando una mejor retención de agua y nutrientes.

Se recomienda que la profundidad del arado de vertedera para que corte y voltee la capa superior del suelo de manera efectiva, generalmente debe de ser entre 20 y 30 cm. Ya que esto ayudará a romper la compactación sin perturbar excesivamente las capas más profundas del suelo, el momento adecuado, preferiblemente debe de ser antes de la siembra, cuando el suelo está en condiciones óptimas de humedad. Evitar el arado en condiciones extremadamente secas o húmedas, ya que esto puede afectar la calidad de la preparación del suelo y la efectividad del arado.

En función de la escala de su operación, los agricultores deben considerar la viabilidad del uso de maquinaria agrícola. Debido a su capacidad para aumentar la uniformidad y precisión en la plantación, lo que aumenta la productividad, la labranza mecanizada debe ser la opción preferida para grandes explotaciones. Para mantener la competitividad en términos de rendimiento, se debe continuar con la labranza manual en pequeñas explotaciones o en situaciones donde la maquinaria no puede funcionar adecuadamente.

4.REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. Referencias bibliográficas

- Bravo, H, 2024. Impacto de la Digitalización en la Eficiencia Operativa de Agricultores Familiares: perspectiva para el desarrollo agrícola sostenible (en línea) Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS. (6).2. Consultado el 19 de may de 2024. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/379576282_Impacto_de_la_digitalizacion_en_la_eficiencia_operativa_de_agricultores_familiares_perspectiva_para_el_desarrollo_agricola_sostenible
- Charpatier, F. 2019. Aspecto agroecológico y Zonificación del Cultivo de Tabaco (en línea) Revista SESP. Consultado 10 de jun 2024. Disponible en <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/e11-0095.pdf>
- CPV (Colombia Potencia de la Vida),2021. Tipos de labranza que usted puede utilizar en su predio (en línea, blog). Consultado el 10 de jun de 2024. Disponible <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Estos-son-los-tipos-de-labranza-que-usted-puede-utilizar-en-su-predio.aspx>
- Cambardella, C & Elliott, C. 2019. Particulate soil organic matter. Changes across a grassland cultivation sequence (en línea) Revists Soil Sci. Soc. Am. J. 56: 777-783. Consultado el 10 de jun de 2024. Disponible <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2136/sssaj1992.03615995005600030017x>
- Cantú, M. Becker, J. Bedano, H. Schiavo, F. 2018. Evaluación de la calidad de suelos mediante el uso de indicadores e índices (en línea). Ciencia del suelo, 25(2): 173-178. Consultado el 10 de jun de 2024. Disponible en http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185020672007000200008&script=sci_arttext&tlng=en
- Casas, R & Albarracin, F. 2018. El deterioro del suelo y del ambiente en la Argentina. Fundación Ciencia, Educación y Cultura (en línea). Revista FECIC, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Consultado el 10 de jun de 2024. Disponible <https://dle.rae.es/labranza>

- CFI (Consejo Federal de Inversiones). 2020. Relevamiento Semidetallado de suelos en el área de influencia del Dique Las Maderas y el Rio Grande provincia de Jujuy. Informe parcial 1(5): 27-36. Consultado el 10 de jun de 2024. Disponible en <https://www.deere.com/latin-america/es/equipo-de-labranza/>
- Chan, Y. Heenan, H. Oates, T. 2020. Soil carbon fractions and relationship to soil quality under different tillage and stubble management. Soil Till. Res. 63:133-139. Consultado el 10 de jun de 2024. Disponible en <https://www.traxco.es/blog/labores-del-campo/efectos-de-la-labranza-sobre-los-suelos>
- Colque, R. 2020. Indicadores de calidad de suelo en sistemas tabacaleros de Jujuy. Impacto de las prácticas de manejo. Tesis de Maestría en Ciencias del Suelo. EPG (FAUBA). Consultado el 10 de jun de 2024. Disponible <https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/2512/1/iniapsc348eva.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 9 de oct 2020. Robótica agrícola y equipos automatizados para la producción agrícola sostenible. Consultado el 19 de may de 2024. Disponible en <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/1d748bb5-2c0c-4daf-b640-14b6544c3d02/content>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 15 de Jul 2022 "Food for all", Word food summit - Agricultural Machinery Worldwide. (En línea). Consultado el 10 de jun de 2024. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/x0262e/x0262e08.htm>.
- Gómez, N. Villagra, K. Solorzano, M. 2018. La labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo (en línea) revisión literaria. Tecnología en Marcha. Vol. 31(1):170-180. Consultado el 25 de may del 2024. Disponible en <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v31n1/0379-3982-tem-31-01-167.pdf>
- Infoagro 13 de mar 2022. El Cultivo de Tabaco (en línea, blog). Consultado el 10 de jun de 2024. Disponible en <https://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/tabaco.htm>

- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica). 2023. Modelo de costos para el cultivo de palma aceitera (en línea, blog). Consultado el 18 may. 2024. Disponible en http://www.infoagro.go.cr/EstadisticasAgropecuarias/CostosProduccion/Documents/TABACO_Brunca-PacificoCentral_2023.pdf
- Mendoza, M. 2021. Efectos de la labranza convencional y labranza de conservación en la producción agrícola: Revisión de literatura (en línea) Zamorano. Consultado el 25 de may de 2024. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/a8681a48-2637-44e2-9867-5b12a8ee8a51/content>
- Murrieta, K. 2023. Inteligencia artificial en el agro para mejorar la productividad sustentable agropecuaria del Ecuador (en línea) Universidad Técnica de Babahoyo. Consultado el 19 de may de 2024. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13865/E-UTB-FACIAG-%20AGROP-000028.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Larrosa 10 de may 2023. Qué es la labranza cero y qué ventajas ofrece (en línea, blog). Consultado el 10 de jun de 2024. Disponible <https://www.larrosarnal.com/blog/que-es-la-labranza-cero-y-que-ventajas-ofrece>
- OMS (Organización Mundial de la Salud), 2023. Cultivo de tabaco: desmitificación (en línea, blog). Consultado el 10 de jun de 2024. Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/tobacco-growing--myth-buster>
- Rodríguez, G. Amaury, L. Porrua, A. Martínez, C. García, L. Lazo, G. Castro, F. 2018. Los sistemas de labranza y su influencia en las propiedades físicas del suelo (en línea).Revista Ingeniería Agrícola. 5(2): 55-60 Consultado el 10 de jun de 2024. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/5862/586261425010.pdf>
- Hernández, A. 2019. Impactos de la Automatización y/o la Robótica (en línea). Consultado el 19 de may de 2024. Disponible en

<https://diplomasiador.eseiaat.upc.edu/ca/treball-fi-diploma/docs-treball-sintesi/ImpactosAutomatizacionrobotica.pdf>

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), 2023. Establecimiento del Cultivo de Tabaco (en línea, blog). Consultado el 10 de jun de 2024. Disponible en <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/832805/tabaco.pdf>

Vera, T. 2023. Los «¿qué?» y los «¿por qué?» de la agricultura con labranza cero (en línea) Artículo 26871 Siembra Labranza FAO. Consultado el 10 de jun de 2024. Disponible <https://www.fao.org/4/al298s/al298s01.pdf>

Villalobos, I. Guzmán, A. Zúñiga, P. 2019. “Evaluación de tres tipos de labranza en el cultivo de la papa (en línea) Revista Tecnol. en Marcha, 22(1): 40–50. Consultado el 10 de jun de 2024. Disponible en <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v31n1/0379-3982-tem-31-01-167.pdf>

4.2. Anexos



Anexo 1. sembradora de tabaco

fuelle: Tecnologiahorticola (2022)



Anexo 2. Cosechadora de tabaco

Fuente: El español (2024)



Anexo 3. Arado de vertedera

Fuente: Deere (2021)



Anexo 4. Arado de Disco

Fuente: boletinagrario (2023)



Anexo 5. Arado de Cincel

Fuente: Maquinariamontana (2016)



Anexo 6. Arado de Rotativo

Fuente: interempresas (2021)



Anexo 7. Rastra de Discos

Fuente: agroshow (2021)



Anexo 8. Rastra de Dientes

Fuente: effebimacchineagricole (2016)



Anexo 9. Rastra de Rodillo

Fuente: ilgitarim (2024)