



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 de Ciencias Agropecuarias, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Labranza mecanizada y su influencia en la productividad del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L Moench.)”

AUTOR:

Emilio Albert Miguez Guamán

TUTOR:

Ing. Agr. Emilio Ramírez Castro M.Sc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2022

RESUMEN

Es importante que los productores de sorgo utilicen todas las combinaciones de los sistemas de labranza mecanizada en la siembra de sorgo de grano, desde la tradicional hasta la sin labranza. Entre cada uno de los sistemas de labranza existen estructuras de labranza únicas y combinaciones entre ellas, que pueden ser adaptadas a cada lugar, según el tipo de suelo y el clima. La preparación del suelo, siembra y cosecha en el cultivo de sorgo asegura que el terreno quede libre de terrones y malezas para asegurar una buena siembra, y para que las plantas recién germinadas puedan desarrollarse rápidamente. La primera labor que se realiza es, la aradura, la cual debe ser lo más profunda posible hasta una profundidad de 15 cm. Con el fin de complementar la aradura se hace un cruce de arado. La información obtenida fue efectuada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con la finalidad de que el lector conozca sobre la labranza mecanizada y su influencia en la productividad del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L Moench). Por lo anteriormente detallado se logró determinar que dentro de la producción del cultivo de sorgo pueden destacarse cinco operaciones básicas de labranza y que cada una de ellas tiene un componente seleccionado de operaciones que realiza, entre ellas: Volteo, mezcla, rastrillado, pulverización y compactación. El laboreo del suelo es fundamental para el auge de las plantas y el rendimiento del cultivo de sorgo. Las ventajas de un laboreo preciso incluyen una aireación suficiente para el desarrollo de las raíces, un movimiento adecuado del agua en el suelo (infiltración, percolación y drenaje), una ley de temperatura del suelo suficiente para el desarrollo de las raíces y el auge de las plantas, y una retención adecuada de la humedad para el uso de las plantas. Existen diferentes sistemas de labranza se utilizan en la siembra de sorgo de grano, desde la tradicional hasta la sin labranza, entre ellos tenemos los siguientes: labranza convencional, labranza reducida y labranza cero o conservacionista.

Palabras claves: Labranza mecanizada, sistemas, sorgo, productividad.

SUMMARY

It is important for sorghum producers to use all combinations of mechanized tillage systems in grain sorghum planting, from traditional to no-till. Among each of the tillage systems there are unique tillage structures and combinations between them, which can be adapted to each location, depending on soil type and climate. Soil preparation, planting and harvesting in sorghum cultivation ensures that the soil is free of clods and weeds to ensure good planting, and so that the newly germinated plants can develop quickly. The first task to be carried out is plowing, which should be as deep as possible to a depth of 15 cm. In order to complement the plowing, a cross plowing is done. The information obtained was carried out through the technique of analysis, synthesis and summary, with the purpose of informing the reader about mechanized tillage and its influence on the productivity of the sorghum crop (*Sorghum bicolor* L Moench). From the above detailed, it was determined that within sorghum crop production, five basic tillage operations can be highlighted and that each one of them has a selected component of operations that it performs, among them: turning, mixing, raking, spraying and compacting. Soil tillage is critical to plant booming and sorghum crop yields. The advantages of accurate tillage include sufficient aeration for root development, adequate water movement in the soil (infiltration, percolation, and drainage), sufficient soil temperature law for root development and plant booming, and adequate moisture retention for plant use. There are different tillage systems used in grain sorghum planting, from traditional to no-tillage, among them we have the following: conventional tillage, reduced tillage and zero tillage or conservation tillage.

Key words: Mechanized tillage, systems, sorghum, productivity.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| RESUMEN..... | i |
| SUMMARY | ii |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPITULO I..... | 3 |
| MARCO METODOLÓGICO..... | 3 |
| 1.1. Definición del caso de estudio..... | 3 |
| 1.2. Planteamiento del problema..... | 3 |
| 1.3. Justificación | 3 |
| 1.4. Objetivos..... | 4 |
| 1.4.1. Objetivo general..... | 4 |
| 1.4.2. Objetivos específicos | 4 |
| 1.5. Fundamentación teórica..... | 4 |
| 1.5.1. Importancia del sorgo..... | 4 |
| 1.5.2. Origen del sorgo | 5 |
| 1.5.3. Clasificación taxonómica | 6 |
| 1.5.4. Características morfológicas..... | 7 |
| 1.5.4.1. Raíz..... | 7 |
| 1.5.4.2. Tallo..... | 7 |
| 1.5.4.3. Pedúnculo..... | 7 |
| 1.5.4.4. Hoja | 8 |
| 1.5.4.5. Órganos reproductores..... | 8 |
| 1.5.4.6. Espiguillas pediceladas | 8 |
| 1.5.4.7. Espiguillas sésiles..... | 9 |
| 1.5.5. Operaciones básicas de labranza en el cultivo del sorgo | 9 |
| 1.5.5.1. Tipos de implementos | 10 |
| 1.5.6. Efectos que produce la labranza mecanizada en la producción de sorgo | 11 |
| 1.5.7. Efectos ecológicos de la mecanización agrícola..... | 12 |
| 1.5.8. Sistemas de labranza en el cultivo del sorgo | 13 |
| 1.5.8.1. Labranza convencional | 14 |
| 1.5.8.1.1. Siembra convencional | 16 |
| 1.5.8.2. Labranza reducida o mínima..... | 17 |
| 1.5.8.2.1. Siembra directa con labranza reducida..... | 18 |
| 1.5.8.3. Labranza cero..... | 19 |

| | |
|--|-----------|
| 1.6. Hipótesis..... | 21 |
| 1.7. Metodología de la investigación..... | 21 |
| CAPITULO II..... | 22 |
| RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN..... | 22 |
| 2.1. Desarrollo del caso..... | 22 |
| 2.2. Situaciones detectadas..... | 22 |
| 2.3. Soluciones planteadas..... | 23 |
| 2.4. Conclusiones..... | 23 |
| 2.5. Recomendaciones..... | 24 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 26 |

INTRODUCCIÓN

La mecanización agrícola es considerada como una herramienta de gestión de la agricultura que permite un alto rendimiento en su producción. Además ayuda a que por medio del óptimo manejo de los insumos se obtenga un buen rendimiento, por lo cual esta terminología nos ayuda a crear una estrategia para poder obtener resultados positivos. Aplicar este método nos permitirá reducir el trabajo físico ya que se utilizan herramientas eficaces que simplifican el uso de trabajos en las operaciones agrícolas (Agrotendencia 2018).

La labranza mecanizada (volteo y roturación superficial) la misma que ha permitido aumentar las áreas de sembrado debido a este incremento ha contribuido en la degradación de suelo, siendo la capa arable más afectada esta aumenta el desplazamiento y la densidad de los suelos, induciendo a la compactación, desestructuración y aumento de la erodabilidad se estima que el 80 % de los suelos agrícolas en el mundo presentando erosión moderada a severa y 10 % de erosión ligera (Gómez *et al* 2018).

La preparación del suelo en el cultivo de sorgo asegura que el terreno quede libre de terrones y malezas para asegurar una buena siembra, y para que las plantas recién germinadas puedan desarrollarse rápidamente. La primera labor que se realiza es, la aradura, la cual debe ser lo más profunda posible hasta una profundidad de 15 cm. Con el fin de complementar la aradura se hace un cruce de arado (Carrasco *et al* 2011).

La labranza conservacionista ayuda a disminuir las pérdidas de agua por evaporación y por medio de esto se permite controlar la erosión, permite que el sorgo se convierta en un cultivo más estratégico ya que es una planta que no necesita de grandes cantidades de agua para su desarrollo, también refuerza aquellos sistemas de producción que poseen de poco ambiente para poder mantener una disponibilidad hídrica, para realizar esta metodología de trabajo se utiliza como herramienta principal la rastra de disco más rolo y esto nos

permite generar un suelo desnudo libre de impurezas y así se optimiza su producción (Cortes y González 2019).

En el Ecuador la mecanización ha permitido mejorar el cultivo de sorgo logrando un gran desarrollo, en las últimas décadas este ha mejorado el sistema de siembra dando a los agricultores una alternativa lo cual facilita el laboreo diario permitiéndoles aumentar el área de trabajo cultivadas.

El presente trabajo se desarrolló para adquirir y mejorar los conocimientos sobre la labranza mecanizada y su influencia en la productividad del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L Moench.).

CAPITULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del caso de estudio

El presente documento trata sobre la temática correspondiente a la labranza mecanizada y su influencia en la productividad del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L Moench.).

1.2. Planteamiento del problema

El desarrollo de la agricultura mecanizada en el Ecuador ha sido aplicado ineficientemente en el cultivo de sorgo debido a la falta de conocimiento de los métodos que deberían emplear para el desarrollo de la planta, es común observar a los agricultores obtener un bajo rendimiento por ello es importante utilizar todas las herramientas de labranza para tener una óptima producción.

Las técnicas de mecanización son herramientas muy importantes para la agricultura ya que nos permite preparar el suelo por medio rastra de discos, arados y cultivadoras para poder sembrar y de esta manera poder lograr una labranza sostenible sin que afecte al medio ambiente y reducir las afectaciones que traigan como consecuencia la degradación de los suelos. Establecido la problemática se formula la pregunta de investigación ¿Cuál es el efecto de la labranza mecanizada en la productividad del cultivo de sorgo?

1.3. Justificación

La presente investigación documental se desarrolló para dar a conocer la importancia de la labranza mecanizada y su influencia en la productividad del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L Moench.); la importancia de mejorar la productividad del cultivo de sorgo es el gran reto que tiene los agricultores ya que este es uno de los principales cereales consumidos en el mundo, es utilizado para la alimentación humana como también la de animales de interés

zootécnico, por ello la labranza mecanizada de conservación es una alternativa que debería ser aplicada ya que permitirá obtener altos rendimientos en esta planta, motivo que justifica el presente estudio de caso.

Tiene la finalidad de dar a conocer las alternativas y beneficios que se obtiene al momento de implementar una mecanización adecuada en los cultivos del sorgo con el propósito de llevar una labranza de forma adecuada que ayudara al sector agrícola y de esta manera minimizar los efectos negativos causados por la falta de implementación de una labranza mal utilizada que se ha venido practicando de forma empírica durante los últimos años.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Identificar la influencia que tiene la labranza mecanizada en la productividad en el cultivo de sorgo

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar los tipos de labranza mecanizada utilizada en el cultivo de sorgo.
- Detallar la variación de productividad en el cultivo de sorgo con la influencia de la labranza mecanizada.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. Importancia del sorgo

El sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) es una planta originaria de África que muestra su mayor crecimiento y rendimiento bajo situaciones tropicales; su breve periodo de desarrollo vegetativo, su excesivo rendimiento, su facilidad de siembra, su adaptabilidad y su resistencia a la sequía han propiciado que se

cultive preferentemente en zonas ganaderas como forraje espumoso o ensilado (Sagarpa 2020).

Las características dietéticas del grano de sorgo lo convierten en un alimento apto para el consumo humano; pero, la mayor parte de la producción se destina a la alimentación de gallos y ganado, y a la fabricación de concentrados para el ganado porcino y lechero. Este escenario ha precipitado que la industria agropecuaria se enfoque en este producto para darle un precio agregado, logrando ubicarse en 1/3 lugar entre los ingredientes de granos dentro del ámbito internacional (Olguin *et al* 2017).

En Ecuador, el sorgo se ofrece como una alternativa para las regiones agrícolas, específicamente en las áreas en las que la vegetación de ciclo rápido se redujo debido a cuestiones bióticas y abióticas. Entre las zonas sin duda apropiadas para este cultivo se encuentran las provincias de Guayas, Los Ríos y Manabí, sin embargo, también se puede cultivar en regiones secas después de la cosecha de arroz o maíz, aprovechando la humedad final que queda en esos suelos (Olguin *et al* 2017).

1.5.2. Origen del sorgo

El origen de este cultivo ha sido discutido a través de los años, y se ha sugerido que proviene del noreste de África, en el lugar ocupado por el uso de Etiopía, aunque en un principio se posicionó en la India, al igual que en América se trajo en el siglo XVIII. Se considera que muchas especies únicas se cultivan esporádicamente en las naciones de América, y que los sorgos actuales son híbridos de esas introducciones o mutantes que han surgido espontáneamente (Baez y Aguirre 2016).

Los primeros sorgos dejaban mucho que desear como cultivo, eran muy altos y, en consecuencia, corrían el riesgo de volcarse, eran difíciles de cosechar y maduraban muy tarde. El posterior perfeccionamiento de las variedades tempranas, además de las resistentes a las enfermedades y a los insectos, junto con la mejora de las diferentes prácticas de producción,

consolidaron el sorgo como un cultivo esencial. Este cultivo es de gran importancia a escala internacional, ya que se ha establecido que puede actualizar los cereales que incluyen el trigo y el maíz en la mayoría de sus usos, tanto en la alimentación humana como en la fabricación de forraje o grano para la alimentación animal, además de en la empresa (Baez y Aguirre 2016).

El sorgo tropical (*Sorghum bicolor* L. Moench) tiene una adaptabilidad precisa y unos rendimientos perfectos, por lo que se le ha denominado "el cereal del siglo XXI". A nivel mundial, a principios de los años 60, una gran parte de la producción de sorgo se destinó directamente al consumo humano, al mismo tiempo que se ha duplicado el uso de sorgo para el consumo animal; incluso se utiliza ampliamente en la agricultura urbana para prevenir la aparición de plagas. El mismo autor sugiere que no todas las plantas de grano están bien adaptadas a las situaciones ecológicas; su mejora genética está orientada, en el máximo de los casos, a la obtención de rendimientos exactos con el uso de excesivos insumos, que se ejecuta más fácilmente a través de las naciones avanzadas que subvencionan su agricultura (Bauer y Black 2016).

1.5.3. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica del sorgo, según Bauer y Black (2016) es la siguiente:

- **Reino:** Plantae
- **Sub reino:** Tracheobionta
- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Liliopsida
- **Sub clase:** Commelinidae
- **Grupo:** Glumiflora
- **Orden:** Poales
- **Familia:** Poaceae
- **Sub familia:** Panicoideae
- **Tribu:** Andropogonea

- **Género:** Sorghum
- **Especie:** Bicolor

1.5.4. Características morfológicas

1.5.4.1. Raíz

La radícula no casada es la responsable del establecimiento de la planta, el aparato radicular fibroso adventicio se desarrolla a partir de los nudos de disminución del tallo. La profundidad de enraizamiento oscila entre 1 y al menos 1,5 m, y el 80% de las raíces se encuentran en los primeros 30 cm (Bergamaschi *et al* 2016).

1.5.4.2. Tallo

Este cultivo tiene generalmente un solo tallo, pero éste varía en su capacidad de ahijamiento dependiendo de los tipos. La altura depende de la longitud del entrenudo, del pedúnculo y de la panícula, todo lo cual puede estar bajo control genético. Los tallos tienen de 7 a 24 nudos, son erectos y estables con corteza dura y médula más blanda. En general, los haces vasculares se despliegan a través del tallo más cerca de la vecindad periférica, donde pueden estar intensamente relacionados en lo que casi forman un anillo. Los haces vasculares del centro del tallo son más largos que los del borde exterior (Gutiérrez *et al* 2016).

1.5.4.3. Pedúnculo

El pedúnculo lleva las inflorescencias y suele ser el más alto. Un excelente pedúnculo continúa los granos fuera de la vaina de la hoja bandera, reduciendo el daño de plagas y enfermedades a la parte inferior de la panícula. La longitud del pedúnculo está controlada genéticamente, los factores

ambientales junto con el déficit hídrico pueden tener efectos mencionados. Las densidades pueden variar el periodo del pedúnculo si son excesivas o bajas, respectivamente (Gutiérrez *et al* 2016).

1.5.4.4. Hoja

Se distribuyen en varios papeles a lo largo del tallo de la planta; algunos genotipos pueden estar centrados cerca de la base, mientras que en otros pueden estar distribuidos de forma extra o mucho menos tranquila. Las hojas nacen alternativamente en hileras a lo largo del tallo y constan especialmente de una vaina y un limbo. Las vainas conectadas a los nudos inferiores cubren los nudos superiores. Las hojas son anchas en la base y se estrechan paso a paso hacia el ápice; son glabras, además de en la arria anterior una parte de la lígula y cerca de la unión con la vaina. Son lisos-marginados o dentados, específicamente en la mitad superior. El nervio medio es prominente, verdoso, aplanado o apenas cóncavo en el piso superior y convexo en el inferior. Las hojas son más gruesas en la base que en el extremo y más gruesas a lo largo del nervio medio que en los márgenes (Galeana *et al* 2017).

1.5.4.5. Órganos reproductores

La inflorescencia es una panícula racemosa con un raquis relevante. La panícula inmadura es presionada hacia arriba en la vaina superior después de que la hoja bandera se haya extendido. El tallo de la panícula puede ser muy vital para el momento de la cosecha mecanizada y para la tolerancia a plagas y enfermedades. La panícula es corta o larga, desprendida, abierta, compacta o semicompacta; puede tener de cuatro a 50 cm de longitud y de un par a veinte cm de extensión y puede comprender de cuatrocientos a 8000 granos (Galeana *et al* 2017).

1.5.4.6. Espiguillas pediceladas

Suelen ser lanceoladas y más anchas que las espiguillas sésiles. Los pedicelos pueden ser breves o largos, entre 0,53 mm. La espiguilla incluye dos

glumas, que encierran floretes, la superior masculina con una lemma que encierra tres anteras y la inferior estéril y con una sola lemma (Ureste y Campos 2017).

1.5.4.7. Espiguillas sésiles

Estas espiguillas miden entre tres y 10 mm de duración, tienen dos glumas, la superior y la inferior, que en la edad adulta pueden rodear fuertemente el grano. Las glumas son de color verde en la floración, pero se alternan a color crema, amarillo, rosa, marrón, rosa o negro en la edad adulta (Ureste y Campos 2017).

1.5.5. Operaciones básicas de labranza en el cultivo del sorgo

Según Andalez (2016) expresa que dentro de la producción del cultivo de sorgo pueden destacarse cinco operaciones básicas de labranza y que cada una de ellas tiene un componente seleccionado de operaciones que realiza, entre ellas:

- Volteo: Esta operación voltea el suelo en el horizonte labrado, es decir, contiene las capas superficiales y lleva las capas inferiores al suelo.
- Mezcla: Esta operación homogeneiza y mezcla todos los materiales del suelo hasta una profundidad determinada. En algunas situaciones puede estar justificado, por ejemplo, para facilitar la descomposición de los rastrojos en zonas de clima templado.
- Rastrillado: Esta operación rompe los suelos compactados mediante el inicio de grietas y el aflojamiento de los terrones sin eliminarlos.
- Pulverización: Esta operación desmenuza los terrones y montículos más grandes mediante la formación de un horizonte de gránulos del tamaño de una semilla satisfactoria.
- Compactación: Es importante después del laboreo profundo realizado rápidamente antes de la siembra. El suelo se compacta para asegurar el contacto capilar con las aguas subterráneas.

1.5.5.1. Tipos de implementos

Las gradas de discos han sido implementos de labranza muy bien estandarizados por el uso de los productores de sorgo que los utilizan para juntar el suelo bajo cualquier circunstancia del terreno. Hoy en día, las gradas de disco se utilizan especialmente para la labranza secundaria; sin embargo, las gradas de disco de gran peso y longitud del tipo Romplow se utilizan en la labranza convencional (Rodríguez 2016).

Las gradas de discos tienen una forma muy numerosa y su razón de ser es la de nivelar la capa superficial del suelo. Con este tipo de puesta en marcha, además de expulsar las malas hierbas presentes, es posible interrumpir la corteza y esponjar la capa superficial, provocando su aireación (Rodríguez 2016).

Aquil (2017) manifiesta que los rotocultivadores o rotavators son un tipo de equipo muy utilizado en las explotaciones agrícolas. Las funciones que desempeñan son muy variadas, pero, en resumen, se puede afirmar que airean el suelo, rompiéndolo en restos de diversos tamaños y mezclándolo intensamente en un bypass sin obstáculos. Generalmente, la rotación de las cuchillas corta las capas del suelo con un movimiento cicloidal y la profundidad de trabajo no supera los 15 cm. El arado rotativo se utiliza para:

- Formar un colchón de siembra de textura excepcional.
- Sustituir el arado de vertedera o de discos y la grada de discos.
- Obtener una espléndida combinación de residuos vegetales con el suelo.
- Realizar el cultivo entre hileras.
- Preparar el suelo para la siembra rápida, eliminando el arado y la grada convencionales.
- Crear condiciones corporales ideales para la rápida descomposición de la dependencia orgánica.

1.5.6. Efectos que produce la labranza mecanizada en la producción de sorgo

Alemán *et al* (2017) expresa que con el laboreo permanente del suelo se provoca la aireación, lo que determina que los factores nutritivos se destruyan con mayor rapidez, dando un empuje ascendente a la erosión, independientemente de la poca pendiente del suelo, y también se sostiene que el laboreo ininterrumpido y la exageración de la labranza del cultivo son la finalidad del empobrecimiento del suelo. Los resultados de la mecanización agrícola son los siguientes:

- El extra de la mecanización corresponde a una cuota extra de tiempo dedicado a la práctica, el equipo y las pérdidas, con el fin de que para las máquinas máximas se puede esperar un rendimiento regular en los días de empleo favorable.
- La extensión de la producción aumentará con la respuesta técnica y biológica, tanto con la ayuda de rendimientos crecientes como por medio de la plantación de plantas extra eficientes.
- Acorta las jornadas de trabajo y alivia el estrés físico de los trabajadores agrícolas.
- Los costos de la mano de obra aumentan considerablemente a medida que se intensifica la mecanización.

El laboreo del suelo es fundamental para el auge de las plantas y el rendimiento del cultivo de sorgo. Las ventajas de un laboreo preciso incluyen una aireación suficiente para el desarrollo de las raíces, un movimiento adecuado del agua en el suelo (infiltración, percolación y drenaje), una ley de temperatura del suelo suficiente para el desarrollo de las raíces y el auge de las plantas, y una retención adecuada de la humedad para el uso de las plantas (Ortega 2016).

Las capas del suelo son elementos dominantes que determinan la disponibilidad de oxígeno y el movimiento del agua dentro del suelo, condicionando las prácticas rurales a utilizar y la producción de los cultivos. Sin

embargo, estas casas no se libran de los efectos producidos por las formas singulares de labranza, provocando ajustes en el entorno corporal del suelo, con repercusiones críticas en su índice bioquímico y, por tanto, en su fertilidad (Ortega 2016).

1.5.7. Efectos ecológicos de la mecanización agrícola

El uso de maquinaria agrícola, independientemente del laboreo conservacionista, provoca daños en el suelo, junto con la pérdida de suelo por erosión y la degradación corporal, lo que conlleva daños en su estructura, produciendo costras en el suelo y capas compactas en su interior que reducen los costes de infiltración del agua y el movimiento del combustible, afectando inmediatamente al crecimiento de las plantas. El impacto del laboreo depende a la vez de la forma del suelo, de sus rasgos físicos (textura, estructura, porosidad, etc.) y del contenido de humedad en el mismo, por lo que siempre que se requiera una intervención en el laboreo, se debe solicitar cuál es el problema y la forma de gestionarlo de manera que impacte lo menos posible en el suelo (Fontanetto *et al* 2018).

Fontanetto *et al* (2018) manifiesta que algunos de los problemas que puede provocar en el entorno el mal uso de la maquinaria agrícola en la producción de sorgo son los siguientes:

- Alteración del equilibrio natural del suelo de sus componentes corporales, químicos y biológicos, lo que disminuye su capacidad eficiente.
- Cuando el suelo se deja expuesto entre la cosecha y la plantación de un nuevo cultivo, la radiación solar directa mata la macro y microvida vegetal y la fauna del suelo, el efecto directo de las gotas de lluvia rompe los agregados del suelo en restos de primera calidad que obstruyen los poros provocando costras en el suelo que impiden el flujo de aire y la infiltración del agua.
- La falta de infiltración del agua en el suelo provoca la escorrentía, lo que conlleva la pérdida de suelo por erosión hídrica y problemas mucho más

graves, junto con la reducción de la mesa de agua o la formación de cárcavas, por decir algunos.

1.5.8. Sistemas de labranza en el cultivo del sorgo

Alvarado *et al* (2018) expresan que todos los sistemas de labranza se utilizan en la siembra de sorgo de grano, desde la tradicional hasta la sin labranza. Entre cada uno de los extremos existen estructuras de labranza únicas y combinaciones entre ellas, que pueden ser adaptadas a cada lugar, según el tipo de suelo y el clima (Tabla 1).

Tabla 1. Sistemas de labranzas en el cultivo de sorgo

| Preparación del suelo | Sistemas de Labranzas |
|--|---|
| Convencional | Conservacionista |
| Ventajas | Ventajas |
| Es más fácil. El suelo Alcanza la temperatura de siembra más rápidamente. Mayor fertilidad actual. Mayor control mecánico de malezas. Simplifica el control de los insectos del suelo. | Aumenta la materia orgánica del suelo. Previene la erosión por el viento o el agua. No se forma piso de arado. Mejora la retención e infiltración de agua. Disminuye la pérdida del agua por evaporación. Menor costo de potencia por hectárea. |
| Inconvenientes | Inconvenientes |
| El suelo desnudo queda expuesto a la erosión. Se forma piso de arado. Puede encostrarse por lluvias después de la siembra, dificultando la | Requiere una planificación más precisa. Completa la aplicación de herbicidas |

| | |
|---|--|
| emergencia. Mayor requerimiento de potencia por hectárea. Prevalencia de malezas anuales. | e insecticidas al suelo. Prevalencia de malezas peremnes. |
|---|--|

1.5.8.1. Labranza convencional

Se entiende por labranza convencional el conjunto de prácticas que pueden realizarse comúnmente en una proximidad positiva que va de 25 a 30 cm de profundidad INATEC (Instituto Nacional Tecnológico, Nicaragua 2018).

La práctica del laboreo del suelo con arado, rastreo y surcado está muy extendida en algún punto de la provincia de Manabí, es muy habitual ver a los agricultores preparando el suelo mediante el uso de un arado que penetra en el suelo y lo revuelve, arrancando o eliminando las malas hierbas que crecen en el suelo, desprendiendo y aflojando las capas superficiales del suelo y dejando un lecho con suficiente humedad para que germinen las semillas sembradas INATEC (Instituto Nacional Tecnológico, Nicaragua 2018).

El laboreo del suelo trae consigo algunos resultados favorables para la agricultura, hoy en día se reconoce que el laboreo del suelo para la siembra trae mayores perjuicios que beneficios; entre ellos podemos mencionar: promueve la erosión del suelo, acelera la falta de humedad y la oxidación de la memoria natural, que puede ser muy importante para la fabricación agrícola (Skertzer 2015).

En el laboreo convencional, la principal herramienta utilizada es la reja de arado o el arado de disco, seguido del laboreo para refinar el suelo sin rastros en la superficie. El uso continuado de esta máquina produce un deterioro de las condiciones físicas del suelo, predisponiéndolo a la erosión y a

la pérdida de agua, por lo que no siempre se fomenta. Por este motivo, está siendo sustituido por sistemas de laboreo conservacionista (Skertzer 2015).

Acevedo y Martínez (2016) señalan que la labranza convencional puede tener las siguientes ventajas y desventajas para el suelo:

a) Ventajas

- El suelo alcanza la temperatura de siembra con mayor rapidez.
- Mayor fertilidad real.
- Mayor manipulación mecánica de las malas hierbas.
- Simplifica el control de los insectos del suelo.

b) Desventajas

- El suelo desnudo está expuesto a la erosión.
- El suelo de arado se moldea.
- Puede encontrarse con la lluvia después de la siembra, lo que dificulta la emergencia.
- Mayor necesidad de potencia según la hectárea.
- Prevalencia de malas hierbas anuales.

Acevedo y Silva (2017) señalan que mediante un estudio realizado se detectaron resultados de los sistemas de labranza en la producción de sorgo en suelos arcillosos del noreste de Missouri (EE.UU.), en la cual se evidenció una forma limpia de mayor producción en la no labranza que en los de labranza disminuida y convencional; este también pronunció que no se habían determinado efectos de los niveles de labranza en los valores de pH del suelo o la conciencia de fósforo dentro del suelo superficial. Asimismo, no se descubrieron diferencias en la disponibilidad de potasio. Por otra parte, se detectó una mayor cantidad de materia orgánica (4,1%) en la no labranza en comparación con otras etapas de labranza (2,5%) y una mayor tasa de infiltración de agua se declaró además en la no labranza.

Crovetto (2018) manifiesta mediante un experimento realizado en la Estación Experimental de Yaracuy, en la cual se evidenció el efecto de diferentes remedios de labranza en la producción de sorgo y los resultados

más positivos se expresaron con el arado de disco más rastra (4.241 kg/ha) en comparación con la rastra sola (3.350 kg/ha).

El laboreo con disco presenta los mejores promedios y condiciones en cuanto a nutrientes minerales, extensión del suelo colonizado y aireación de las raíces, además de mayores rendimientos debido al aumento del espacio poroso dentro del suelo franco arcilloso. El subsolado modifica la forma aumentando la aireación y la absorción de minerales con la ayuda de las raíces de las plantas (Crovetto 2018).

1.5.8.1.1. Siembra convencional

Con el suelo preparado para la siembra del sorgo, lo ideal es utilizar sembradoras con tolvas a 0,70 m entre surcos, con ley de profundidad y ruedas cubre surcos. No se deben descartar las sembradoras de grano fino, regulando la distancia entre surcos con la ayuda de la anulación de 2 a 3 boquillas de siembra (Luchsinger *et al* 2016).

Existen dos sistemas para la preparación del suelo: el laboreo tradicional y el laboreo mínimo o nulo (para la no labranza). Sin embargo, antes de decidir el tipo de labranza, es fundamental realizar un análisis físico del suelo, concretamente para saber si presenta algún grado de compactación. Si el suelo presenta problemas de compactación, se sugiere una derivación de cincel (labranza vertical). Si el suelo presenta terrones muy masivos, se deben realizar una o dos pasadas con un arado de disco (grada pesada o ligera) hasta que el suelo esté en condiciones más útiles para la siembra (Sandoval y López 2015).

Cuando la disponibilidad de implementos agrícolas es restringida, el terreno tiene altas pendientes (colinas) o el productor no cuenta ahora con los recursos financieros suficientes, se sugiere el uso de labranza mínima o cero. Para ello, se eliminan las malezas de forma manual mediante el uso de un machete, azada o guadaña; o de forma química, con paquetes de herbicidas

junto con glifosato o glufosinato-amonio, en dosis que varían entre 2 y 3 L/ha-1, dependiendo del país fisiológico de las malezas (Silva y Acevedo 2015).

Si el productor opta por la siembra de sorgo mecanizada, se recomienda el uso de una sembradora de precisión calibrada a una distancia de 0,8 m entre hileras, depositando de 12 a quince semillas por metro lineal a una profundidad máxima de 1,5 a 2 cm. En esas situaciones, el productor puede utilizar entre 7 y 8 kg/ha-1 de semillas para la siembra (Silva y Acevedo 2015).

En cada uno de los sistemas de siembra, es necesario tener entre 10 y 12 plantas por metro lineal; con esto se adquiere una densidad de población entre 100000 – 120000 plantas por ha (Mejía *et al* 2020).

Las estructuras de labranza evaluadas han sido: el sistema de labranza tradicional, que consistía en un barbecho con un arado de cuatro hileras, doble rastreo después del barbecho, flotaciones y lindes; la máquina de labranza mínima, que consistía en dos pases de rastreo sencillos; y la máquina de labranza de conservación cero, que consistía en la siembra directa sobre la paja del cultivo anterior (Uribe y Rouanet 2019).

El objetivo de una excelente área de siembra es proporcionar un entorno adecuado para la germinación de las plántulas y el orden establecido. Las capas endurecidas o el suelo del arado tienen que ser evitados para que pueda asegurarse un buen enraizamiento, que es importante para el status quo preciso del cultivo, facilitando el anclaje de la planta y una mayor absorción de vitaminas y agua (Uribe y Rouanet 2019).

1.5.8.2. Labranza reducida o mínima

Según el INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Argentina 2020) expresa que la labranza reducida consiste con la eliminación de 1 o más labranzas en comparación con los sistemas de labranza convencionales. Esto se refiere a una extensa variedad de sistemas diferentes, tales como:

- Arado de disco o cultivador, y luego siembra;

- Arado de cincel o cultivador, luego siembra
- Rotocultor, y luego siembra.

Dependiendo de los implementos utilizados y de la variedad de pases, la labranza reducida puede ser etiquetada como un sistema de conservación o de no conservación en línea con la cobertura de rastrojo que queda en el momento de la siembra. Por lo tanto, no todas las estructuras de labranza reducida son estructuras conservacionistas. De los tres ejemplos mencionados anteriormente, es muy posible que sólo el arado de cincel o el cultivador puedan ser etiquetados como un aparato conservacionista INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Argentina 2020).

La labranza reducida es la reducción de la gama de operaciones de labranza en comparación con la labranza tradicional. Bajo cubierta, se caracteriza por utilizar implementos que mantienen la mayor cantidad de rastrojos posible en el suelo. El laboreo fundamental se realiza normalmente con un cincel y para el laboreo complementario se utiliza un cultivador de disciplina y/o una grada de discos de doble movimiento FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Italia 2016).

El laboreo reducido bajo cubierta se caracteriza por el uso de aperos que mantienen la mayor cantidad posible de rastrojos en la superficie. Las labores predominantes se suelen realizar con un cincel, y para las labores complementarias se utiliza un cultivador sujeto y/o una grada de discos de doble movimiento (Polanco 2017).

1.5.8.2.1. Siembra directa con labranza reducida

El suelo se prepara con aperos que dejan la mayor cantidad posible de residuos en la superficie. El laboreo se realiza con cincel, complementado con un cultivador sujeto o una grada de doble acción. Es una técnica magnífica para manipular la erosión con la ayuda del viento y/o la lluvia. Se requieren sembradoras adaptadas principalmente a suelos con residuos de suelo (Ortega 2016).

En un estudio sobre sistemas de labranzas en el cultivo de sorgo, Martínez (2016), señala que se evaluaron estructuras de labranza, el uso de rotavator con pasada única y siembra dirigida, y sin embargo el cultivador con azada y siembra dirigida, además de la máquina tradicional y la labranza cero, los resultados indican que a través de la disminución de la labranza, hay valor en la conservación del suelo y el agua, con la ayuda de la disminución de la erosión y la escorrentía, sin embargo en la producción, ya no se habían recibido mejores rendimientos en comparación con las otras estructuras. Sin embargo, se evitó el laboreo excesivo y, por lo tanto, se completó la conservación adicional del suelo.

1.5.8.3. Labranza cero

La siembra directa o sin laboreo es sistema de labranza que permite plantar el cultivo sin ningún trabajo de formación del suelo, sólo el control químico de malezas mediante la aplicación de glifosato u otros herbicidas comparables (Martínez 2016).

En el sistema de siembra directa o sin labranza, no se realiza ninguna labor de presembrado, y sólo se consigue la manipulación química de las malas hierbas mediante la aplicación de glifosato u otros herbicidas similares (Villeda 2017).

Sea cual sea el dispositivo de siembra que se siga, hay que tener en cuenta que la semilla de sorgo es netamente pequeña y tiene menos reservas que otros cereales, entre los que se encuentran la soja o el maíz, por lo que debe colocarse en suelo húmedo y en contacto directo con él, ya que el logro del cultivo depende en gran parte de su rápida germinación y emergencia (Molina y Delgado 2016).

La temperatura del suelo a 5 cm de intensidad no debe ser inferior a 18°C durante tres o más días consecutivos. Estas condiciones se dan en fechas variables, dependiendo de la proximidad (Godoy 2016).

Aunque el sorgo suele responder a la siembra temprana, su energía y resistencia a la siembra son bastante más débiles que las del maíz. La temperatura del suelo determina el precio de la germinación y el sorgo requiere temperaturas del suelo superiores a 23 °C para garantizar una emergencia rápida y fiable. La temperatura del suelo debe medirse a la profundidad de siembra deseada a primera hora de la mañana para evaluar la situación de la germinación. La temperatura baja diaria también puede utilizarse para evaluar las posibilidades de plantación. Además, las plántulas de sorgo son vulnerables a la saturación del suelo durante la plantación. Por lo tanto, el uso de camas elevadas y la siembra a una temperatura adecuada ayudarán a un aumento saludable y mejorarán el status quo del surco (Maiti 2016).

Se han realizado varios estudios sobre la siembra directa en sorgo, en la cual este sistema de siembra podría ayudar a preservar el potencial productivo del suelo y en consecuencia a resolver o alejar los problemas debidos a la erosión del agua en la temporada de lluvias, mientras se optimiza el uso de la humedad residual del suelo para la vegetación dentro de la temporada seca (Sozzi y Centeno 2016).

El sistema de no labranza se convirtió en una era de conservación del suelo. La rápida ampliación de la frontera rural, basada principalmente en el uso extensivo de la mecanización, ha provocado daños por erosión (Rivas *et al* 2017).

Márquez (2017) expresa que, en el sistema de no labranza con el tradicional, los rendimientos eran similares bajo ambas estructuras, pero que la máquina de no labranza combinada con herbicidas adecuados constituye un dispositivo de manejo eficaz para el sorgo. En comparación con el laboreo estándar, la siembra directa permite realizar las operaciones en el momento oportuno, especialmente la siembra, con independencia prácticamente de las

condiciones climáticas, además de proteger el agua, el suelo y la energía y, según se dice, de provocar muchas menos agresiones de insectos. Además, permite realizar operaciones más rápidas, mucho menos lujosas y más rentables.

Durante la producción de sorgo en presencia de intervalos secos antes y después de la floración, la labranza de conservación presenta un mejor rendimiento a través de tener mucho menos presión de agua, así como los obstáculos de producción, que se manifiesta en una mayor sincronización de la floración (Mendoza y Valdez 2016).

La labranza de conservación es potente en el aumento de los rendimientos en suelos arenosos en comparación con los sistemas de labranza opuestos implementados. En los suelos arcillosos, en respuesta al rendimiento, la labranza con arado de discos se convirtió en la más sencilla al favorecer la porosidad, lo que facilita la mayor absorción de nutrientes (Donaire 2014).

Mediante un ensayo realizado por Leiva y Guerrero (2016) se pudo evidenciar comparaciones entre los componentes del rendimiento, los valores más altos de inflorescencia, granos, habían sido para los remedios de labranza de conservación y labranza de disco; los valores bajos han sido para la no labranza y la rastra, una reacción que muestra que el estrés climático y las prácticas de control estimularon esos tratamientos.

1.6. Hipótesis

Ho= No es de vital importancia conocer la labranza mecanizada y su influencia en la productividad del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L Moench

Ha= Es de vital importancia conocer sobre la labranza mecanizada y su influencia en la productividad del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L Moench

1.7. Metodología de la investigación

Para la elaboración del tema propuesto se recurrió al método de

investigación inductivo-deductivo en la cual se recopiló información bibliográfica de diversos autores, diversas páginas web, artículos científicos, fuentes y documentaciones bibliográficas disponibles en las plataformas digitales para la realización del marco teórico, toda la información obtenida se efectuó mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, lo cual contribuyó al desarrollo de este proyecto “Labranza mecanizada y su influencia en la productividad del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L Moench.)”.

CAPITULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

La finalidad de este documento fue recolectar información referente a la labranza mecanizada y su influencia en la productividad del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L Moench.)”.

2.2. Situaciones detectadas

La preparación del suelo, siembra y cosecha en el cultivo de sorgo asegura que el terreno quede libre de terrones y malezas para asegurar una buena siembra, y para que las plantas recién germinadas puedan desarrollarse rápidamente. La primera labor que se realiza es, la aradura, la cual debe ser lo más profunda posible hasta una profundidad de 15 cm. Con el fin de complementar la aradura se hace un cruce de arado

En el laboreo convencional, la principal herramienta utilizada es la reja de arado o el arado de disco, seguido del laboreo para refinar el suelo sin rastros en la superficie. El uso continuado de esta máquina produce un deterioro de las condiciones físicas del suelo, predisponiéndolo a la erosión y a

la pérdida de agua, por lo que no siempre se fomenta. Por este motivo, está siendo sustituido por sistemas de laboreo conservacionista.

La labranza reducida es la reducción de la gama de operaciones de labranza en comparación con la labranza tradicional. Bajo cubierta, se caracteriza por utilizar implementos que mantienen la mayor cantidad de rastrojos posible en el suelo.

La siembra directa o sin laboreo es una era que permite plantar el cultivo sin ningún trabajo de formación del suelo, sólo la manipulación química de las malas hierbas mediante la aplicación de glifosato u otros herbicidas comparables.

La productividad del cultivo de sorgo varía dependiendo del tipo de sistema de labranza que se utilice en el terreno, en la labranza convencional la producción a largo plazo tiende a ser afectada debido a que este aumenta la erodabilidad de los suelos causando la degradación de los suelos, la labranza reducida es la mejor opción que tienen los agricultores para implementar en el cultivo de sorgo ya que disminuye las labores agrícolas en el suelo permitiendo mantener la materia orgánica en el suelo ahorrando considerablemente el costo de producción.

2.3. Soluciones planteadas

Es importante que los productores de sorgo utilicen todas las combinaciones de los sistemas de labranza mecanizada en la siembra de sorgo de grano, desde la tradicional hasta la sin labranza. Entre cada uno de los sistemas de labranza existen estructuras de labranza únicas y combinaciones entre ellas, que pueden ser adaptadas a cada lugar, según el tipo de suelo y el clima.

2.4. Conclusiones

Dentro de la producción del cultivo de sorgo pueden destacarse cinco operaciones básicas de labranza y que cada una de ellas tiene un componente seleccionado de operaciones que realiza, entre ellas: Volteo, mezcla, rastrillado, pulverización y compactación.

Las gradas de discos han sido implementos de labranza muy bien estandarizados por el uso de los productores de sorgo que los utilizaban para juntar el suelo bajo cualquier circunstancia del terreno. Hoy en día, las gradas de disco se utilizan especialmente para la labranza secundaria; sin embargo, las gradas de disco de gran peso y longitud del tipo Romplow se utilizan en la labranza convencional.

Las gradas de discos tienen la particularidad de nivelar la capa superficial del suelo. Con este tipo de implemento, elimina las malas malezas presentes, es posible interrumpir la corteza y esponjar la capa superficial, provocando su aireación.

El laboreo del suelo es fundamental para el auge de las plantas y el rendimiento del cultivo de sorgo. Las ventajas de un laboreo preciso incluyen una aireación suficiente para el desarrollo de las raíces, un movimiento adecuado del agua en el suelo (infiltración, percolación y drenaje), una ley de temperatura del suelo suficiente para el desarrollo de las raíces y el auge de las plantas, y una retención adecuada de la humedad para el uso de las plantas.

Existen diferentes sistemas de labranza se utilizan en la siembra de sorgo de grano, desde la tradicional hasta la sin labranza, entre ellos tenemos los siguientes: labranza convencional, labranza reducida y labranza cero o conservacionista.

2.5. Recomendaciones

Establecer un Sistema de sistema de labranza reducida este ayuda a que el suelo conserve mejor la estructura y ralentiza la descomposición del humus en el suelo mejorando la materia orgánica en el suelo

Es recomendable recordar cuando se utilizó un sistema de labranza para la siembra del sorgo, hay que tener en cuenta que la semilla de sorgo es netamente pequeña y tiene menos reservas que otros cereales, en la cual se debe colocar en suelo húmedo y en contacto directo, dependiendo en gran parte su rápida germinación y emergencia.

Es factible incorporar el sistema de labranza reducida en la producción del cultivo de sorgo, debido a que se reduce el sistema de operaciones de labranza en comparación con la labranza convencional.

Se recomienda implementar labranza cero como alternativa debido a sus ventajas y beneficios ya que este previene la erosión por medio del viento y del agua y ayuda a aumentar los índices de materia orgánica en el suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- Andaluz, L. 2016. El cultivo de sorgo con prácticas conservacionistas INIFAP. México. 54 p.
- Acevedo, E. & Martínez, E. 2016. Sistema de labranza y productividad de los suelos. Sustentabilidad en cultivos anuales, Serie Ciencias Agronómicas N ° 8. Santiago, Universidad de Chile. 184 p.
- Aguil, L. 2017. Consideraciones para el cultivo de Sorgo granífero. Agrovet 8(5): 58-70.
- Alvarado, J., Camarillo, M., Macias, J., Ávila, E. & Hernández, B. 2018. Producción de sorgo grano y sistemas de labranza en el valle de Mexicali. Investigación Agrícola 5(3): 68-79.
- Acevedo, E. & Silva, P. 2017. Agronomía de la cero labranza. Serie Ciencias Agronómicas 10: 132.
- Alemán, F., Juárez, G. & Pérez, F. 2017. Labranza y manejo químico de malezas en sorgo granifero (*Sorghum bicolor* L. Moench.) efecto sobre las malezas y el rendimiento del cultivo. La Calera Agronomía 12(4): 1-6.

- Agrotendencia. 2018. Mecanización agrícola (en línea). Consultado 02 sept. 2022. Disponible en: <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/el-cultivo-de-sorgo/>
- Báez, M. & Aguirre M. 2018. Efecto de la Labranza de Conservación sobre las propiedades del suelo. *Terra Latinoamericana* 29 (2): 113-121.
- Bauer, A. & Black, A. 2016. Quantification of the effect of soil organic matter content on soil productivity. *Soil SciSoc. Am. J.*, 58: 185-193.
- Bergamaschi, H., Dalmago, G., Comiran, F., Bergonci, J.I.; Muller, A.; Franca, S.; Santos, A.; Radin Biachi, C.B.; Pereira, P. 2016. Déficit hídrico y productividad en la cultura do milho. *Pesq. Agropec. Bras* 41(2): 243-249.
- Carrasco, N., Zamora, M. & Melin, A. 2011. Manual de sorgo. INTA 26 p.
- Crovetto, C. 2018. Rastrojos sobre el suelo. Una introducción a la cero labranza. Editorial Universitaria, Santiago, 301 p.
- Cortes, E. & González, H. 2019. Mecanización agrícola: Gestión, Selección Y Administración De La Maquinaria Para Las Operaciones De Campo. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia* 4(2):151-160.
- Donaire, J. 2014. Mecanización agrícola mecanización agrícola. Universidad nacional autónoma de honduras centro universitario regional del litoral atlántico departamento de ingeniería agrícola. p 7.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2016. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Nigeria. Boletín Técnico N° 12. 234 p.

- Fontanetto, H., Keller, O. & Gagliano, C. 2018. Distancias de plantación y la fertilización nitrogenada del sorgo granífero con diferentes labranzas. *Agrotendencia* 8(5): 1-8.
- Godoy, J. 2016. Identificación de las causas de pérdida de competitividad del cultivo de sorgo (*Sorghum*) en Colombia. Revisión.
- Gutiérrez, R., Laguna, C., Serrato, C. & Valencia, B. 2016. Respuesta de cuatro variedades de sorgo en tres densidades de población y cuatro métodos de labranza. *Revista Centro Agrícola* 33 (3): 9-15.
- Galeana de la C., Santos, A., García, C. & Flores, R. 2017. Labranza de Conservación y Fertilización en el Rendimiento de sorgo y su efecto en el suelo. *Terra Latinoamericana*, 17 (4): 325-335.
- Gómez, N; Villagra, K; Solorzano, M. 2018. La labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo. *Serie Tecnología en Marcha* 31(1):169.
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2020. Guía Tecnológica del cultivo del sorgo. INTA. Nicaragua. 36 p.
- INATEC (Instituto Nacional Tecnológico). 2018. Manual de granos básicos. INTA. Nicaragua. 80 p.
- Leiva, F. & Guerrero, L. 2016. La labranza de conservación en el desarrollo de la agricultura sostenible. In Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo. *Sociedad Colombia* 9(5): 69 -78.
- Luchsinger, A., Villa, R. & Gaete, M. 2016. Efecto de la labranza mínima y siembra sin labor en el desarrollo y productividad del maíz (*Zea mays* L.). *Investigación Agrícola* 5: 39-45.

- Martínez, C. 2016. Modelado de estrategias de labranza agrícola mecanizada para diversos cultivos mediante un algoritmo informático de toma de decisiones. *Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible* 12(6): 1-16.
- Márquez, L. 2017. Maquinaria para la preparación del suelo, la implementación de los cultivos, y la fertilización. *Cuadernos de Agronomía y Tecnología*. BH editores. Madrid, España. 496 p.
- Mendoza, M. & Valdez, M. 2016. Labranza mecanizada en la productividad del cultivo de maíz h. Trueno. Tesis Ing. Agr. Calceta, Ecuador. ESPAM. 77 p.
- Mejía, S., Suárez, E., Tapia, J. & Atencio, L. 2020. Sorgo dulce forrajero Corpoica JJT-18 (*Sorghum bicolor*). AGROSAVIA. Colombia. 52 p.
- Molina, E. & Delgado, H. 2016. Aspectos tecnológicos para la producción de Sorgo granífero. Bogotá: FENALCE. 48 p.
- Maiti R. 2016. Morfología, Crecimiento y Desarrollo del sorgo. Tesis Ing. Agr. Nuevo León, México. UM. 125 p.
- Polanco, M. 2017. Maquinaria y mecanización agrícola. Universidad Nacional Abierta y A distancia. Colombia. 209 p.
- Rivas, E., Rodríguez, M. & Manrique, U. 2017. Efecto de la labranza sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y el rendimiento de maíz en los llanos altos del estado Monagas. *Agronomía Tropical* 48(2): 157-174.
- Rodríguez, N. 2016. Control de malezas en sorgo granífero. En: Manejo de plagas y tecnología de cultivos en sistemas mixtos de producción. *Bol. Tec.* 91: 19 – 28.

- Sozzi, A. & Centeno, A. 2016. Alternativas de manejo de coberturas al sembrar sorgo bajo el sistema de siembra directa. *Bioagro* 18(2): 48-59.
- Sagarpa. 2020. Labranza cero o siembra directa en el cultivo de sorgo (en línea). Consultado 03 sept. 2022. Disponible en <https://conocimientosweb.net/dcmt/ficha14172.html>
- Sandoval, C. & López, J. 2015. Producción sustentable de sorgo de temporal con el uso de prácticas conservacionistas. INIFAP. México. 47 p.
- Shertzer, G. 2015. Estudio comparativo de sistemas de labranza y rotaciones de cultivos y sus efectos en el rendimiento de trigo y la productividad del suelo. Tesis MSc. Santiago de Chile, Chile. UC. 70 p.
- Silva, P. & Acevedo, E. 2015. Adopción de la cero labranza en los principales cultivos anuales. *Producción Agrícola* 18(6): 26 – 38.
- Olguin, J., Guevara, R., Carranza, J., Scopel, E., Barreto, O., Mancilla, O., Talavera, A. 2017. Producción y rendimiento de maíz en cuatro tipos de labranza bajo condiciones de temporal. *Idesia* 35(1): 51-61.
- Ortega, G. 2016. El cultivo de sorgo, historia e importancia. FENALCE. Colombia. 48 p.
- Uribe, H. & Rouanet, J. 2019. Efecto de tres tipos de labranza sobre el nivel de humedad en el perfil del suelo. *Agricultura Técnica* 62(4): 555-564.
- Ureste, J. & Campos, S. 2017. Respuesta del cultivo de sorgo a la labranza de conservación en cuatro diferentes suelos tropicales. *Agronomía Mesoamericana*, 6: 80-87.
- Villeda, D. 2017. Caracterización morfoagronómica de 15 accesiones de sorgo (*Sorghum bicolor* L Moench) con bajo contenido de lignina. Tesis Ing. Agr. El Salvador. US. 105 p.

