



Universidad de Holguín
“Oscar Lucero Moya”
Facultad de Ingeniería Mecánica

TRABAJO DE DIPLOMA

**Título: EVALUACIÓN DE LA PREPARACIÓN DE SUELOS EN LA
CPA “Frank País”**

Autor: Dayamis Tejas Domínguez

Tutor: Ing. Raúl Reyes Camareno

Curso 2008 -2009

RESUMEN

El objetivo principal de la agricultura es alcanzar un nivel de producción capaz de proporcionar todos los productos necesarios para el país. En la solución de este gran problema juega un papel importante la mecanización de las labores en todas las ramas de la producción agrícola. El objetivo de la investigación es determinar los resultados económicos de dos tecnologías de laboreo mínimo propuestas, que permitan definir cual de ellas es la más factible para su implementación, evaluándose el comportamiento de los indicadores económicos. El método de investigación empleado fue el basado en los cálculos para la efectividad económica, teniendo en cuenta los índices esenciales correspondientes a la evaluación económica y de las particularidades zonales, según NC 34 - 38: 86. Máquinas Agrícolas y Forestales.

SUMMARY

The main objective of the agriculture is to reach a production level able to provide all the necessary products for the country. In the solution of this great problem it plays an important paper the mechanization of the works in all the branches of the agricultural production. The objective of the investigation is to determine the economic results of the technologies of laboreo minimum proposals that allow to define which belongs the most feasible for its implementation to them, for a witness of preparation, being evaluated the behaviour of the economic indicators. The used investigation method was the one based on the calculations for the economic effectiveness, keeping in mind the essential indexes corresponding to the economic evaluation and of the zonal particularities, according to NC 34 - 38: 86. Machines Agrícola y Forestal.

En la escuela se ha de aprender el manejo de las armas con que en la vida se ha de luchar.

José Martí.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre por regalarme la vida y servirme de estímulo para alcanzar el éxito.

A Mi tutor por la ayuda brindada.

A mis profesores por ser ejemplo de maestros y educadores.

DEDICATORIA

A mi hija por haberme brindado su amor, comprensión y apoyo, para culminar con éxitos.

A quien me ha educado con mucho amor, dedicación y esmero dando siempre lo mejor de si en todo momento si hoy soy un profesional en gran medida se lo debo a ella, mi madre,

A mis abuelos por ser los viejecitos más buenos, amorosos y sacrificados del mundo.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA.	5
1.1. Fundamentación y estado actual del tema	5
1.2. Suelo agrícola	6
1.3. Preparación de suelo.....	6
1.3.1. La preparación de suelos como un componente del sistema de control integral de malezas.	13
1.4. Objetivos de la preparación del suelo.....	145
1.4.1. Desventajas agrotécnicas de los implementos utilizados en las tecnologías tradicionales.	178
1.4.2. Efecto del laboreo intensivo sobre las propiedades del suelo.	19
1.5. Fundamentos científicos y prácticos del laboreo mínimo del suelo.....	202
1.5.1. Direcciones fundamentales del desarrollo del laboreo mínimo. ¡Error! Marcador no definido.	
1.5.2. Tendencia en Cuba y el mundo de las máquinas de preparación del suelo sobre el laboreo mínimo.....	23
1.6. Indicadores de efectividad económica. Criterios económicos sobre diferentes tecnologías de preparación de suelo	26
1.7. Índices que caracterizan la efectividad económica de las maquinas.....	31
CAPITULO II. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.	33
2.1. Descripción de los suelos..... ¡Error! Marcador no definido.	
2.2. Características de los equipos e implementos utilizados.....	33
2.3. Metodología para la realización de las pruebas.....	36
2.4. Análisis de los resultados.....	39
CONCLUSIONES	48
RECOMENDACIONES.....	49
BIBLIOGRAFIA.....	50

INTRODUCCIÓN

El buen éxito de la mecanización introducida en nuestro país con el triunfo revolucionario indujo a creer que adoptando procedimientos análogos resolvería el problema de la producción alimenticia y la eficiencia de la maquinaria. Pero las duras experiencias recogidas con el devenir de los años han permitido reflexionar en todas las consecuencias que acarrea la mecanización de los cultivos y nos da una visión clara de que la solución no es el retorno a la continuación de los primitivos métodos tradicionales de labranza, sino reflexionar y aprovechar las lesiones de los desaciertos pasados y establecer la mecanización sobre fundamentos más científico.

Lage (1997), plantea en el V Congreso del Partido Comunista de Cuba (PCC). La situación actual de la economía Cubana, presenta la complejidad y los retos que enfrentamos al adverso panorama internacional en que nos vemos obligado a actuar. El PCC en su último congreso previendo esta situación, toma medidas con el propósito de mantener los principios Socialistas y alcanzar una independencia económica capaz de satisfacer las necesidades del país.

La solución por excelencia para todos estas dificultades ha sido la mecanización de la agricultura; el objetivo principal de la agricultura es alcanzar un nivel de producción capaz de proporcionar todos los productos necesarios para el país. En la solución de este gran problema juega un papel importante la mecanización de las labores en todas las ramas de la producción agrícola.

Para lograr la mecanización total de las labores se necesita un sistema de máquinas que realicen todos los procesos, en el menor tiempo posible y con la mayor cantidad de operaciones en una sola pasada por el campo.

La mecanización global de las labores tiene una importancia definitiva para incrementar el rendimiento de los cultivos, bajar el costo de producción, aliviar el trabajo y aumentar su productividad.

Las perspectivas de la producción agrícola del país, de acuerdo con los planes trazados por el MINAGRI, se basa fundamentalmente en el aumento constante de

los rendimientos, es decir, aumentar la producción mediante el incremento de la producción y no de las áreas, es necesario el empleo de tecnologías más avanzadas, el empleo de máquinas más sofisticadas y eficientes (Fonseca, 1995).

La preparación de tierra es muy importante, no solo por su marcada influencia en la siembra y el rendimiento de la cosecha sino por su volumen anual, costo de producción e incidencia en la conservación del suelo.

En Cuba prevalece aún la tecnología tradicional, la cual incluye numerosas labores con baja productividad, altos costos y grandes gastos de combustible. La cual trae consigo que se formen fondos compactados o pisos de arados, trayendo como consecuencia la erosión de los suelos y dañando algunas de sus propiedades (Leyva, 1997).

La mecanización motorizada de la agricultura ha permitido aumentos, principalmente la capacidad de trabajo y la producción, ejecutar las operaciones con mejor aprovechamiento y calidad, reduciendo y dignificando el esfuerzo físico del hombre. Sin embargo, los tractores y máquinas agrícolas tienen un alto costo de adquisición y operación en términos de mantenimientos y energía. Varios investigadores han establecido que en el costo total de explotación de la maquinaria en la agricultura empresarial, un porcentaje importante, lo determina el costo de los energéticos, por concepto de combustibles y lubricantes, así como todos los índices que caracterizan la efectividad económica de las máquinas dentro de ellos están los gastos totales de trabajo, gastos directos de explotación, inversiones básicas específicas, gastos transferidos, plazo de recuperación de la inversión y el precio límite. Es así que se puede determinar que un alto por ciento de estos costos pertenece a los gastos de explotación ya sean directos o indirectos.

La necesidad de utilizar implementos de laboreo mínimo esta determinada además por la cosecha en condiciones de alta humedad. En nuestra provincia predominan los suelos arcillosos, entre ellos los montmorilloníticos, con fuertes limitaciones para la agricultura, a causa de su elevada plasticidad y compatibilidad. Estos suelos, que se resquebrajan ampliamente durante la sequía, y que tienen un

elevado contenido sódico y salino, en muchas ocasiones son más afectados porque el régimen pluviométrico de la zona en que están enclavados es bajo. Las fuentes de abasto de agua de esas regiones suelen ser de elevados tenores salinos, lo que constituye un hecho importante que se debe considerar.

En los últimos años en Cuba han sido creados nuevos arados, gradas, y otras máquinas y aperos agrícolas, novedosos y más eficientes en su labor. Gran impulso ha tenido las investigaciones relacionadas con los implementos de laboreo mínimo, que surgen a partir de la necesidad de acelerar los procesos de roturación, mullido, siembra y cultivo, además de contribuir a un ahorro considerable de recursos y la protección del suelo ante fenómenos como la compactación que atentan contra su calidad.

En la provincia de Holguín se ha ido introduciendo de manera gradual esta tecnología, sin embargo se hace necesario conocer cual combinación de máquina e implemento es económicamente la más factible a la hora de emprender la preparación de suelos. Dada esta situación resulta oportuno evaluar desde el punto de vista económico diferentes tecnologías de preparación de suelos, tales como: laboreo mínimo con escarificador combinado C-101 (**T₁**) y laboreo mínimo con SP-280 modificado (**T₂**), en áreas de la CPA "Frank País".

Derivado de la necesidad de implementar el empleo de la tecnología de laboreo mínimo en esta entidad surge esta investigación, que presenta como problema:

La necesidad de conocer cuál de las tecnologías de laboreo mínimo propuestas, es la más eficiente para realizar la preparación de suelos en la CPA "Frank País".

Se delimitó como **objeto de investigación** la labor de preparación de suelos.

El **campo de acción** es la evaluación de las tecnologías de preparación de los suelos en la CPA "Frank País"

El **objetivo de la investigación** es determinar los resultados de las tecnologías de preparación de los suelos recomendadas en trabajos anteriores, que permitan definir cual de ellas es la más factible para su implementación en la CPA "Frank País".

Como **hipótesis** planteamos que: Si se realiza una evaluación de la preparación de suelos en la CPA “Frank País” podremos determinar cual de las tecnologías de preparación de suelos es la más eficiente.

En las diferentes etapas de la investigación se realizaron las **tareas** siguientes:

1. Búsqueda bibliográfica.
2. Analizar las características esenciales de la evolución de la tecnología de laboreo mínimo.
3. Realizar la evaluación de las tecnologías de laboreo del suelo recomendadas.
4. Elaboración del informe técnico.

Para el desarrollo de las tareas se aplicaron como **métodos de investigación**.

De nivel teórico:

- El **histórico – lógico**,.
- El de **análisis – síntesis**,.
- El de **inducción – deducción**,

De nivel empírico,

- La **observación**
- La **entrevista**,

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA.

1.1. Fundamentación y estado actual del tema

La preparación de suelo dentro de las tecnologías de producción de los cultivos tiene un gran peso: por el volumen de trabajo, por los gastos de explotación, por la influencia sobre el suelo y el rendimiento de las cosechas; de ahí la importancia de su estudio en todos los aspectos.

Los suelos son el medio fundamental e imprescindible de la producción agrícola, ellos suministran agua y elementos nutrientes a las plantas, por eso es necesario preocuparse por elevar universalmente su fertilidad y cumplir de esta forma las indicaciones de Carlos Marx “El suelo constituye la condición enajenable de la existencia y reproducción de una serie de sucesiones humanas”.

La preparación de suelo es uno de los factores más importantes en cualquier cultivo. El tratamiento mecánico de un suelo está relacionado con su productividad de ahí que las labores de preparación de suelo deben programarse y realizarse tomando en consideraciones tanto la naturaleza del suelo como las características de las plantas que se han de cultivar.

En Cuba, el programa de construcción del socialismo contempla el rápido crecimiento de la productividad del trabajo en la agricultura. Una de las condiciones indispensables de esta tarea consiste en minimizar la utilización de los implementos agrícolas y los efectos que ellos provocan en las labores de preparación de suelos. Las investigaciones han demostrado que un exceso de estos y su uso continuado año tras año, destruye la estabilidad de la estructura granular del suelo por su acción disgregante y por la desaparición progresiva y rápida de materia orgánica.

En los últimos tiempos la labranza intensiva ha tenido una serie de influencias negativas en el orden económico y ecológico en la utilización de la tecnología tradicional para la preparación de suelos compuesta por un elevado número de operaciones, se producen grandes gastos de energía, mano de obra, etc.; y son afectadas las propiedades físicas, biológicas, químicas e hidrofísicas de los suelos.

1.2. Suelo agrícola

El suelo es la capa de materiales orgánicos y minerales desmenuzados, mezclados que cubren la corteza terrestre, en la cual las plantas encuentran el medio apropiado para el desarrollo de sus raíces y la obtención de los elementos nutritivos que necesitan para la vida. Además de la fertilidad debe considerarse como un factor importante al seleccionar un terreno para el cultivo de la caña de azúcar, la situación de este, o sea, que tenga vías de comunicación, donde permita un fácil acceso a los campos y que presente las condiciones topográficas requeridas para la mecanización de este cultivo. (Vara, Alcolea 1983).

Entre los factores que degradan el suelo con mayor rapidez, se encuentra la erosión y la pérdida de humedad, que lo empobrecen en poco tiempo si no se atienden correctamente. Aunque la caña de azúcar es un cultivo no conservado, las áreas destinadas a ellas necesitan también la protección del suelo, para mantener su fertilidad y conservar la humedad, especialmente en zonas onduladas. No obstante, cuando se cultiva en estos, se necesitan medidas tradicionales de conservación, sin las cuales se deterioran con rapidez. Para un país eminentemente agrícola como el nuestro, la clasificación de los suelos tiene gran importancia, ya que es determinante para el uso y buen aprovechamiento de estos, así como en la selección de los métodos más adecuados de mejoramiento y defensa. (Cairo, 1987; Álvarez 1995).

Según la segunda clasificación genética se dividen en: Ferralíticos, Ferríticos, Pardos hidromórficos, Alomorfitos, Aluviales, húmicos carcimorficos, Vertisuelos, (Cairo, 1987).

1.3. Preparación de suelo

La preparación de suelo constituye en la actualidad unas de las tareas que requiere un profundo análisis desde el punto de vista de los recursos que demandan la duración de los procesos que se realizan, las variaciones que imponen las adversidades del tiempo algo muy importante lo constituye el equilibrio normal, físico-químico y biológico de los suelos, quienes en primer lugar determinan crecimiento y desarrollo de las plantas (Ortiz, 1993).

El aislamiento del terreno determina, en primer lugar, el crecimiento y desarrollo de las plantas. A escala mundial las tecnologías han evolucionado significativamente en los últimos 20 a 30 años. En Cuba actualmente prevalece la tecnología tradicional de la preparación de los suelos donde se eliminan el cruce después de una buena roturación y dar tiempo al proceso para no traer a la superficie las semillas de malezas según (Álvarez, 1996).

Según (INICA-MINAZ, enero; 1999). La (FAO) ha identificado que una de las principales causas de la degradación de suelos en varias partes del mundo es la aplicación de técnicas de preparación inadecuada. Este problema coincide a un rápido demora físico, químico y biológico de una gran preparación de suelo, trayendo como consecuencia el fuerte descenso en la productividad de los cultivos y el deterioro del medio ambiente citado por (Rodríguez y Rizo; 1999)

Por laboreo de terreno se entiende el conjunto de operaciones realizada con equipos mecanizados encaminadas a conseguir un mejor desarrollo de las semillas y de las plantas cultivadas (Ortiz, 1993). Dentro de los múltiples objetivos que se persiguen se encuentran.

- Esponjamiento del suelo que permita la aireación y el almacenamiento de la humedad.
- Volteo de la tierra para el enterramiento de las plantas indeseables y sus semillas de parásitos general, así como de producción, fertilizantes y antiparásitos.
- Mezcla de suelo, para la distribución uniforme de las partículas de tierra, de los elementos nutritivos y de la totalidad de volumen labrado.
- Configuración de camellones, surco, etc. Por necesidad del cultivo o de la reducción de la erosión en terrenos con pendientes.

Estas labores son necesarias para contrarrestar los desequilibrios introducidos en el suelo. Con el cultivo (debido al hecho de cubrirlos con una sola especie de planta y a dejarlos sin ninguna cubierta de vegetal durante cierto tiempo). Pero pueden ser causantes de un apelmazamiento o compactación del mismo, debido

al frecuente paso de los tractores, pueden llegar a ser graves en determinadas circunstancias según (Ortiz, 1993).

La labranza es la preparación de suelo o de labores agrícolas con el fin de mantenerlos en condiciones óptimas para la germinación y desarrollo de los cultivos, además se define como la manipulación mecánica de los suelos; con el propósito de mejorar las condiciones de los cultivos, comúnmente se le atribuyen tres objetivos primarios: el control de malezas, la incorporación de materias orgánicas en el suelo y el mejoramiento de la estructura del mismo. La función auxiliar es la conservación de la humedad del suelo, en la que se envolverán los procesos de velocidad de infiltración, escorrentía y evaporación según (Granado, 1996).

El objetivo de la labranza es el de favorecer las condiciones óptimas para el desarrollo de los cultivos. Algunos autores señalan las razones que se han considerados como base del laboreo agrícola, las cuales son:

- Ayuda al control de la maleza.
- Incorpora residuos superficiales o de rastrojo.
- Mejora la aireación del suelo.
- Prepara una buena sementera.
- Nivelada o modifica la microfísica de la parcela.
- Contribuye en el control de insectos.
- Ayuda en el control de las enfermedades de las plantas.
- Mejora las condiciones físicas del suelo.
- Ayuda a controlar la erosión del suelo.
- Incorpora fertilizantes y cal al suelo.
- Exponer al suelo a la acción del clima para contribuir a la preparación de una sementera.
- Rompe los horizontes endurecidos y permitir una mejor infiltración del agua.

- Facilita el mejor desarrollo radical.

Generaciones de agricultores han desarrollado sus prácticas bajo el esquema de arar, suavizar, remover y nivelar el suelo antes la siembra. El agricultor puede preparar el suelo de muchas maneras debido a la amplia variedad de implementos de labranza disponible. Sin embargo, el efecto benéfico o perjudicial de la labranza depende del tipo de implemento empleado y la intensidad con que se usen; ya que en muchas ocasiones el efecto benéfico de los implementos se nulifican por el uso intensivo, siendo de suma importancia mantener una buena relación máquina –suelo según (Granado, 1996).

Más del 29% de los suelos de la provincia de Holguín son destinados al cultivo de la caña de azúcar los que se encuentran bajo la acción de la compactación debido al empleo de la cosecha mecanizada por lo que los métodos agro técnicos para el mejoramiento físico de estos suelos deben extremarse. También el laboreo puede ser la causa de la degradación de la estructura cuando se hace con una humedad por encima del límite inferior de plasticidad.

La eficacia del laboreo sobre las propiedades físicas del suelo; comienza en el momento de la primera operación con vista a su preparación para la siembra, su sistematicidad durante todo el ciclo de cosecha; ya sea profundo o superficial en dependencia de la profundidad de la capa arable, potencia de los equipos con que contamos y las condiciones climáticas que nos permitan realizar el laboreo en óptimas condiciones de humedad según (Carió 1987).

Los suelos necesitan buenas prácticas de conservación para asegurar que las tierras puedan utilizarse en la producción sin afectar su capacidad futura para los mismos fines. Por la erosión puede llegar a perderse un metro de suelo en 20 años, a razón de 5 cm anuales. La naturaleza tarda de 1000 a 10 000 años en recuperar o formar espesor de suelo ya que anualmente se forma de 0,1 a 1mm de suelo cultivable. De ahí la importancia de conservarlo; es virtualmente irremplazable y es nuestra obligación cuidarlos según (Álvarez, 1996).

Muchos países productores de caña de azúcar han sustituido la labores de rotura y cruce con arados de disco, por el empleo de subsoladores o multiarados, los

cuales realizan mejor fragmentación del suelo, no invierten el prisma, y ahorran discos, cojinetes y lubricantes según (González, 1998).

En Cuba la única tecnología de laboreo que ha alcanzado gran difusión es la que se basa en la aplicación del escarificador con aletas conocido como multiarado. El cual ofrece buenos resultados en los suelos ligeros y medios, no así en los suelos pesados, donde aún se garantiza la calidad de la labor y en ocasiones disminuyen los rendimientos de la cosecha y la vida útil de la cepa según (Leyva, 1993).

Sobre la preparación de los suelos, se han sustentado diferentes tecnologías a lo largo de la historia de la humanidad y muchas de esas tecnologías han llegado a nuestros días. Algunos autores coinciden en que han sido cuatro las tecnologías que han surgido sobre la preparación de los suelos, desde que comenzó a salir adelante por dar un rigor científico a la agricultura según (Leyva, 1993), estas son las siguientes:

- La romana.
- Clásica Latina.
- Sistematización.
- Laboreo mínimo.

Esta última la más difundida en nuestros días, se basa en realizar el mínimo de operaciones tecnológicas para crear en el mismo las condiciones necesarias para el desarrollo de los cultivos y la obtención de rendimientos apropiados, superando los inconvenientes de estas teorías respecto a la conservación de los suelos, su uso racional y mayor economía de recurso según (Leyva, 1993).

Según el Manual Técnico para el Cultivo y Cosecha de la Caña de Azúcar del MINAZ 1990, las labores de preparación de suelos en caña se realizan basándose en estudio de los factores limitantes para cada región o bloque cañero, y las tecnologías apropiadas son las siguientes:

- Tecnología de preparación de suelo de labores profundas. Las mismas constan de nueve operaciones tecnológicas esta son: descoronado, rotura,

pase de grada pesada, cruce, grada mediana, alisado, grada fina, surca y resurca.

- Tecnología de preparación de suelos superficiales o tradicionales. Para este se realizan ocho labores que son: descoronado, rotura, pase de grada, cruce, pase de grada mediana, alisado, pase de grada ligera y surca.
- Tecnología de preparación de suelo mediante el laboreo mínimo. Esta consta de las siguientes operaciones para su uso en suelos de mal drenaje: rotura con arado de disco, pase de subsolador o grada de diente, pase de fresadora y surca.

La preparación tradicional es la más generalizada se lleva acabo frecuentemente a través de las tecnologías con inversión del prisma del suelo. Sin embrago según la opinión de algunos autores esto provoca una excesiva perdida de humedad y humus en el suelo, el cual se torna más plástico, y además se destruyen algunos organismos que reportan beneficios al suelo al quedar expuesto al sol. Con la rotura sin inversión se eliminan estos inconvenientes; es por ello que diversos autores son partidarios de las tecnologías de preparación de suelos sin inversión del prisma los cuales en la actualidad han alcanzado gran difusión en países desarrollados según (Leyva, 1993).

La labranza mínima en cualquier sistema de labranza que reduce las pérdidas y conserva su humedad al compararla con la labranza convencional o limpia. Con este sistema los residuos no incorporado de las plantas, se dejan en el suelo y sus superficies permanecen así lo más áspera posible. La mayoría de los investigadores consideran que la labranza de conservación es como cualquier sistema que deja un 30% más de cobertura de residuos después de sembrar según (Altieri, 1997).

Los efectos de la labranza varían de acuerdo con el tipo de implemento usado y en la manera que se usan, así como las condiciones del suelo y sus características. La labranza perjudica al suelo sobre todo cuando no se trabaja de manera correcta. La siembra directa sin labranza puede ser una alternativa para evitar daños al suelo y disminuir los costos que implican estas. Con este método la parte superficial del suelo no se afloja y en contraste, las inferiores no sufren

compactación debido a que no se usan maquinarias pesadas según (Altieri, 1997).

Unos de los métodos que proporcionan ventajas económicas en la utilización de la labranza óptima, que se definen como la cantidad de labores que maximizan las ganancias del cultivo que va a sembrarse. Esta definición implica la preparación de suelo es parte de un sistema de cultivo que incluye elementos de labranza, de siembra, de nutrición y de cosecha, cada uno de los cuales influye sobre las utilidades. Los costos de la labranza convencionales son aproximadamente el 50 por ciento de los costos del sistema; por consiguiente, la reducción de los costos de labranza es muy significativa para la reducción de los costos totales, según (Hunt, 1991)

Para realizar una siembra económica, las labores agrícolas deberán ser de bajo costos. El trabajo mínimo del suelo y la menor cantidad de viajes sobre el campo dan por resultados ahorros sustanciales de los costos variables, en comparación con las operaciones que producen una zona lista para la siembra finalmente pulverizada, según Hunt, (1991)

Otro factor importante, según Hunt (1991), es la compactación. Exceptuando el asentamiento parcial del suelo alrededor de la semilla, esta debe evitarse. La utilización de la labranza óptima reduce la circulación de ruedas excesivas y la practica de labores que tiendan a compactar el suelo. También incluye la oportunidad de ser efectuada con el contenido de humedad requerida del suelo.

En el cultivo de la caña de azúcar la preparación de suelo es un factor importante no solo por su marcada influencia en la siembra y en el rendimiento de la cosecha, costo de producción, e incidencia en la conservación del suelo. Esta tecnología requiere de varios tipos de implemento, en los cuales se encuentran los de corte vertical, que se extienden excesivamente y conllevan a la rápida degradación de los suelos. Muchas veces se ve interrumpida por las lluvias de la primavera. Cuando llega adelantada. Las numerosas labores necesarias durante esta tecnología. Conducen, a que esta sea de baja productividad, altos costos y elevado consumo de combustible según (Álvarez, 1996).

Las afectaciones que han generado las prácticas inadecuadas de labranza a los suelos cañeros en Cuba, han conllevado el empobrecimiento de la capacidad productiva de los campos de caña, debido a la aparición de fenómenos como la erosión y la compactación, entre otros. Es por ello, que en el presente trabajo se relaciona una amplia revisión bibliográfica para fundamentar, a través de los resultados obtenidos por diferentes investigadores, las desventajas de estas prácticas de laboreo; así como, el beneficio de las nuevas técnicas de labranza. Queda demostrado que el establecimiento de aquellas tecnologías de preparación que tienden a reducir al mínimo las labores son mucho más beneficiosas en comparación con las tecnologías tradicionales. Según ([http:// www. Monografías](http://www.Monografías))

1.3.1. La preparación de suelos como un componente del sistema de control integral de malezas.

El momento de la preparación del suelo es una oportunidad que cada cierto tiempo se le brinda al agricultor para controlar generaciones de malas hierbas que se han ido adueñando de los campos cañeros por su gran capacidad de competencia y reproducción.

La preparación mecánica de los suelos es efectiva si se tiene en cuenta tanto las características de los órganos de trabajo de los implementos como los mecanismos de reproducción de las malas hierbas.

Teniendo en cuenta las características reproductivas de la mayoría de las especies de malezas puede considerarse que cualquiera de los métodos de labranza tiene ventajas y desventajas que los hacen imperfectos para la erradicación de las malas hierbas, como son:

- **Los arados y las gradas** al invertir el prisma de tierra entierran las generaciones actuales de semillas, pero extraen generaciones anteriores que se prestan a germinar. Con el cruce vuelven a extraer las semillas nuevas y se entierran partes de las que están latentes.
- **Los multiarados** mantienen en la superficie las generaciones nuevas de semillas sin extraer las estratificadas.

- **Los arados de discos** repican los rizomas y los tallos rastreros, favoreciendo su reproducción.
- **Los multiarados y los tiller** extraen buena parte de los rizomas y dejan en la superficie los tallos rastreros para su desecación.
- **Los equipos de laboreo localizado** preparan sólo una parte del área dejando intacto el estado de enyerbamiento del resto del área.

Conociendo las limitaciones de los aperos de labranza para la total erradicación de las malas hierbas durante la preparación del suelo, se considera necesario utilizar algunas combinaciones que complementen las cualidades de los equipos con los puntos débiles del sistema reproductor de las malas hierbas para lograr una buena eficiencia en el control de estas especies.

La práctica de crear condiciones en la superficie para la mayor germinación posible de las semillas de las semillas, destruirlas generación por generación y extraer a la superficie los residuos vivos de restos de plantas rizomatozas y de tallos rastreros con tiller o subsoladores, es la medida más apropiada para lograr el control de las malas hierbas en el proceso de preparación de suelos.

1.4. Objetivos de la preparación del suelo

Los objetivos de la preparación del suelo están basados en los principios siguientes (Mazuchowski y Derpsch, 1984): eliminación de plantas no deseables, disminuyendo la competencia con el cultivo implantado; obtener condiciones favorables para la siembra o la colocación de partes vegetales en el suelo, permitiendo su germinación, emergencia y buen desarrollo; mantenimiento de la fertilidad y productividad en el tiempo, preservando la materia orgánica en el suelo y evitando la erosión; eliminación de pisos compactados para aumentar la infiltración de agua en el perfil del suelo, evitando la erosión; incorporación y mezcla de fertilizantes o productos agroquímicos al suelo; incorporación de restos vegetales y residuos agrícolas; nivelación del terreno para facilitar el buen trabajo de las máquinas, desde la siembra hasta la cosecha.

La opción sobre el tipo de preparación del suelo depende de varios factores y cada situación a nivel de propiedad, requiere una decisión propia. Cada operación tiene requerimientos de tiempos diferentes en función de la fuerza de trabajo (manual o tracción animal)

Resumiendo la forma en que hoy se prepara el suelo pueden citarse tres tecnologías básicas:

- Laboreo total con inversión del prisma.
- Laboreo total sin inversión del prisma
- Laboreo localizado mecánico o químico.

A la primera tecnología pertenecen los equipos tradicionales y sus diferentes combinaciones, encaminadas a lograr la fragmentación de la capa arable con arados de discos o gradas pesadas y el mullido con gradas medianas y ligeras y con tiller de diferentes denominaciones.

Una forma de evitar la inversión del prisma y lograr el mullido de la capa arable lo constituye la segunda tecnología que contempla la utilización de arados de cincel o subsoladores con saeta de corte horizontal que fragmentan el suelo sin realizar movimientos en ningún sentido. El mullido se logra mediante la utilización de gradas medias y ligeras y con tiller.

La más reciente tecnología que se viene utilizando en Cuba es el laboreo localizado. Este tipo de laboreo es limitado a la zona donde se desarrolla el sistema radical dejando el resto del área para ser procesado dentro del cultivo.

Existen dos formas fundamentales de laboreo localizado uno aplicado al surco sembrado de la planta a demoler y otro aplicado al espacio entre líneas, el laboreo localizado al surco sembrado se realiza con subsoladores–decepadores, discos o rotovatores, a los que se acopla un surcador para terminar la operación en un solo pase.

Para el laboreo localizado al espacio entre líneas es necesario el descepe químico para eliminar la vieja plantación. Este sistema requiere el empleo de subsoladores con un surcador incorporado.

Según Puentes (1969) la preparación del suelo es una actividad que se practica desde hace mucho tiempo la evolución de la concepción y forma de realizarla esta basada en distintas ciencias, especialmente la Mecánica, la Física, la Química la Microbiología, el Suelo y otras. Gracias al desarrollo de las máquinas agrícolas ha sido posible crear nuevas formas de preparar el suelo, podemos analizar la evolución que ha tenido este importante proceso de la agricultura principalmente a partir de 1840 hasta nuestros días. En un principio la preparación de suelos consistía en abrir un hueco en el mismo con un palo u otro instrumento y depositar la semilla sin basamentos científicos y en otros casos se tendía a pulverizar el suelo para después sembrar en él. El suelo se prepara con la finalidad de crear un lecho adecuado para el desarrollo de las plantas lo cual se logra si se alcanzan los aspectos siguientes.

1. Modificar la estructura del suelo
2. Modificar el contenido de aire y de agua del suelo.
3. Contribuir a la disminución de la vegetación extraña.
4. Incorporación de materiales extraños y de abonos al suelo.
5. Crear condiciones para la posterior mecanización del cultivo.
6. Control de plagas.
7. Aumentar la asimilación de los nutrientes por las plantas.

Denker (1961) plantea que los objetivos del laboreo del suelo consisten en:

1. Mullir el terreno que hacia el fin del período vegetativo se ha ido perdiendo el tempero y se ha vuelto más duro.
2. Aireación del suelo duro y pobre en poros con el fin de que pueda ponerse en marcha la actividad de los seres vivientes inferiores.
3. Voltear el suelo para que las semillas en la parte inferior se asfixien.
4. Mezclar el terreno para que todos los elementos nutritivos naturales y aportados artificialmente así como la humedad puedan distribuirse homogéneamente por todo el terreno labrado.

5. Alisar las parcelas para poder sembrar.

Con el uso de la preparación mecánica se trata de crear las condiciones óptimas para el desarrollo y crecimiento de las plantas es decir lograr en el suelo determinadas condiciones en el cual la capa arable tenga determinada densidad y porosidad que garantice una buena germinación de la semilla, mantenga la humedad y la proteja contra la evaporación, lo cual claro está influye en la obtención de cosechas de alto rendimientos.

En Cuba se emplea el sistema tradicional el cual está caracterizado por su tiempo de duración de 90–110 días, por el intervalo entre sus labores, el uso de arados y gradas de discos y por el elevado número de labores los cuales difieren según el cultivo y los sistemas de siembra, la plana o tradicional y en canteros conforme al drenaje del área a preparar. Esta tecnología requiere de determinados requisitos para su aplicación, es la más difundida en el país además de ser adaptable a múltiples condiciones y se emplean en los suelos de labranza tradicional. La variante se determina en función de las características de drenaje, velocidad de infiltración, drenaje.

1.4.1. Limitantes de las tecnologías tradicionales de laboreo del suelo.

Los arados de discos y gradas no cumplen generalmente las exigencias agrotécnicas establecidas para las labores de preparación de suelos de los diferentes cultivos, Rodríguez et al (1991). El arado de disco corta la tierra en un arco elíptico por consiguiente, el fondo del surco es menos uniforme y además no invierte tanto la tierra sino que más bien la deshace solamente; el ancho del prisma no guarda una relación adecuada con la profundidad por esto el volumen de aire es menor que en el caso de la aradura con arados de vertederas. Al analizar los perfiles realizados en diferentes suelos se observa la no uniformidad del fondo del surco. Con las gradas de disco se registra una fuerte disminución del volumen de la capa mullida lograda por el arado y sensible compactación de las capas inferiores con los sucesivos pases, los cuales aumentan la dificultad de fraccionamiento de los terrones con diferentes grados de humedad.

Según Puentes (1969) La grada de disco contribuye a la formación del piso de arado, altera la buena estructura del suelo porque tiende a pulverizarlo al afectar

la estructura granular y coadyuva a la erosión de los suelos. Con la utilización del arado de discos el prisma de tierra no queda uniformemente completamente invertido el disco tiende a dejar el relieve interior (piso de arado) y el exterior (superficie del suelo) más irregulares con el inconveniente de que por una parte las raíces de las plantas se encuentran en una capa arable menos homogénea que la dejada por el arado de vertederas y por la otra que se producen depósitos de agua en las irregularidades del piso de arado.

En la práctica otros autores han determinado que los implementos de disco no garantizan una adecuada calidad del trabajo. Burchenko (1977).

1.4.2. Efecto del laboreo intensivo del suelo.

En los últimos años la labranza de suelo intensiva ha tenido una serie de influencias negativas en el orden económico y ecológico entre ellos podemos enumerar la erosión hídrica y eólica, el gasto improductivo de la humedad y de los nutrientes, así como la compactación del suelo por las máquinas e implemento, como resultado de la elevada cantidad de pases de las máquinas se aumenta considerablemente la diferenciación del suelo y el subsuelo se compacta y se pulveriza lo que trae como consecuencia el desarrollo de la erosión hídrica y eólica, ha sido demostrado por muchos investigadores del mundo que la compactación del suelo influye desfavorablemente en el desarrollo y crecimiento de las plantas y el rendimiento de las cosechas agrícolas. (Rebiakin, 1981).

La huella de las ruedas de los tractores después de múltiples operaciones ocupa el 60 % de la superficie lo que origina un aumento de la compactación del suelo que disminuye el rendimiento de los cultivos. (Verdhes 1979).

La utilización repetida e indiscriminada de la grada de disco origina una capa superior de suelo muy desmenuzada sin estructura y con espesor superior decreciente con el tiempo sobre otra capa inferior progresivamente compactada sobre la que rodaba el borde del disco. (Ruiz de Castomejo 1976).

El laboreo intensivo y sistemático de los suelos a una misma profundidad a través de los años forma una capa endurecida a determinada profundidad del suelo lo

que disminuye el drenaje interno de las aguas y no permite el buen contacto entre las capas inferiores y superiores del suelo. (Rodríguez et al, 1991).

Con relación a la materia orgánica varios investigadores han demostrado que la misma tiende a disminuir con el tiempo del cultivo lo cual puede estar relacionado con la mayor oxigenación producida por las capas superiores del suelo durante el laboreo. Influye en esto además la activación de la Flora bacteriana con la adición sistemática de fertilizantes, lo cual acelera la mineralización de los residuos orgánicos (Turkiy FlizBujak, 1970; Allisón, 1973).

Las principales propiedades físicas e hidrofísicas de los suelos también sufren cambios con los cultivos continuados. Las labores en el suelo provocan un efecto pulverizador y de compactación que disminuye la estabilidad de los agregados (Demolón 1967, Gavando 1979; Sibond 1974; Quirk y Willians 1978).

En los EE.UU. de 120 a 160 millones de ha de suelo cultivable están afectados por la erosión.

Las investigaciones realizadas por diferentes autores en el mundo y en Cuba demuestran que existen un conjunto de propiedades del suelo que varían con el laboreo continuado según (Frómeta 1984.)

Bouza(1981) considera que evidentemente el laboreo múltiple e intensivo realizado cuando se aplica la tecnología tradicional provoca la degradación estructural de la capa arable, lo cual sucede tanto por la estructura directa de la destrucción de los agregados del suelo provocada por los implementos de labranza como por el efecto directo de la mineralización acelerada de los suelos orgánicos, que tiene lugar ante el removimiento reiterado de la superficie del suelo en los meses de altas temperaturas y abundantes precipitaciones en que se lleva a cabo la preparación de las tierras.

Como resultado del apisonamiento de los suelos producidos por las ruedas de las máquinas agrícolas durante el laboreo intensivo aumenta el grado de compactación del suelo, lo cual trae como consecuencia:

- Disminución de la infiltración de la humedad.
- Aumento del lavado de los suelos por erosión.

- Destrucción de la estructura de los suelos.
- Mala germinación, Bajos rendimientos (Monsanto, 1984).

Como se ha descrito existen un conjunto de propiedades de los suelos que cambia con el laboreo continuado. La estabilidad estructural de los suelos menos labrados es mayor que la de los suelos sometidos a un laboreo indiscriminado. Debido a lo anteriormente expresado en muchos países del mundo se estudia la posibilidad de disminuir el número de labores durante la preparación de suelos, dando origen al laboreo mínimo en el cual se fundamentan las tecnologías para la preparación rápida de suelos que se investigan actualmente en nuestro país.

La compactación del suelo es el resultado del apisonamiento del mismo por las ruedas de las máquinas agrícolas, la magnitud de la compactación aumenta:

- Si se trabaja sobre el suelo húmedo.
- En los suelos ligeros con poca materia orgánica.
- Con el uso de gradas de disco.
- Efecto de la compactación del suelo:
- Disminución de la infiltración del suelo, erosión hídrica.
- Destrucción de la estructura del suelo.
- Mala germinación, bajo crecimiento de las cosechas (Monsanto, 1984)

1.5. Fundamentos del laboreo mínimo del suelo.

Para la elaboración de este fundamento se ha tenido en cuenta las leyes de las variaciones de las propiedades, régimen y fertilidad del suelo bajo la acción de la actividad del hombre y de los factores climáticos.

Una de las tareas de primer orden de las investigaciones científicas consiste en la determinación de la influencia de las labores sobre el aumento de los rendimientos del de las plantas durante la evaluación de la acción e interacción de los diferentes factores sobre la fertilidad del suelo.

En la agricultura intensiva contemporánea con la disminución significativa de una parte de la fertilidad natural del suelo y de una amplia aplicación de las medidas

químicas en la lucha contra las malas hierbas, se cambian muchas de las funciones de la elaboración mecánica del suelo asumiendo las nuevas tareas.

Aumentar la estabilidad contra la erosión, moderar la mineralización del humus, especialmente en suelos de bajo contenido de materia orgánica, mejorar la utilización de los residuos de la cosecha anterior, disminuir los efectos negativos de los herbicidas y la difusión de las enfermedades.

Según los resultados de unos experimentos trifactorial realizado en el Instituto de Investigaciones Agrícolas de Jerson se atribuyó el aumento de los rendimientos a la fertilización (59,6–72,6 %) a los siguientes factores, por orden de importancia fueron: el régimen de riego (13,5–17,7 %) y la preparación de suelo (7,5–17,4).

De todos los factores estudiados, la preparación de suelos fue el menos que influyó en el cambio de rendimientos de los cultivos, lo que atestigua la posibilidad de su minimización (Uschkarenkov, 1976).

La disminución de la compactación del suelo y de la destrucción de su estructura sólo pueden lograrse con el control de la explotación de las máquinas agrícolas, con el uso de máquinas de gran ancho de trabajo, con cambios periódico de la profundidad de labranza, con el empleo de subsoladores y con la adopción del laboreo mínimo por la vía de la realización simultánea de varias operaciones agrotécnicas

El proceso de diferenciación de la fertilidad de la capa arable se manifiesta de modo claro y especialmente en los suelos negros, la efectividad de la fertilidad de las partes interiores de capa arable raramente disminuye si se queda sin roturar o si tienen una biogénesis débil o si ha sido sometido a una labor continuada sin inversión del prisma Drogoboc, (1975).

Con el uso de la preparación mecánica de los suelos en una tecnología racional de los cultivos agrícolas, se persigue crear las condiciones óptimas para el crecimiento y desarrollo de la planta, es decir lograr en suelo determinadas condiciones en la cual la capa arable tenga determinada densidad y porosidad que garantice la mejor germinación de las semillas, buenas condiciones de humedad y la protección de la misma contra la evaporación la cual claro está influye en la

posibilidad de obtención de altos rendimientos en la cosecha, sin embargo las condiciones que se exigen lograr en el suelo durante su preparación con las máquinas e implemento que existen actualmente, sólo se logran con una cantidad elevada de labores y de pase de agregados por la misma superficie. La tecnología que se utiliza en la actualidad para la preparación de suelo tiene un número elevado de labores. Como resultado de la elevada cantidad de pase de las máquinas se aumenta considerablemente la diferenciación de suelo y del subsuelo, se compacta y se pulveriza, Lo que trae como consecuencia el desarrollo de los procesos de erosión hídrica y eólica.

Muchos investigadores han demostrado que la compactación del suelo resulta desfavorable al crecimiento de las plantas y el rendimiento de las cosechas agrícolas.

Producto de lo anterior en todos los países se utiliza ampliamente las nuevas tecnologías de laboreo mínimo con el fin de aumentar el rendimiento de las cosechas, incrementar la productividad de la fuerza de trabajo de 1,5 a 3,0 veces y disminuir los gastos por unidad de producción. El laboreo mínimo es un sistema agrotécnicos con el cual disminuye el número de pase de las máquinas sobre el campo.

Según Rebiakin (1987) en los tiempos actuales el desarrollo del laboreo mínimo se basa en las siguientes direcciones.

- Reducción del número de labores.
- Unión de varias operaciones tecnológicas en un solo proceso.
- Laboreo cero o siembra directa.

Según Bouza (1981) investigaron una tecnología de laboreo mínimo en áreas de reposición ,consistente en la preparación parcial del suelo donde las labores se llevan a cabo siguiendo el hilo de las viejas cepas y el camellón queda prácticamente inalterado.

La nueva tecnología señala entre otros los siguientes beneficios:

Reduce en más del 60 % los gastos de fuerza de trabajo, combustible y maquinaria agrícola que se invierten actualmente en la preparación de suelo.

El tiempo necesario para la preparación y alistamiento de las tierras se reduce de 40 a 60 días (sistema actual) a 10 a 15 días (nueva tecnología.).

Se mantiene la cubierta de paja entre los surcos lo cual reduce la cantidad de malas hierbas y redundante en ahorro de fuerzas de trabajo, herbicidas y operaciones de limpia.

Los valores de mullición del suelo alcanzado en la variante que se aplicó la nueva tecnología fueron más ventajosos que los encontrados en el sistema tradicional.

Según B. Campos, L. Fernández G (1979) las tecnologías actuales presentan muchas desventajas, períodos largos de elaboración, gran cantidad de equipos, labores superficiales, gran compactación o fondo de aradura que entorpece el drenaje del suelo y no se logra el cumplimiento de las exigencias agrotécnicas y de calidad del trabajo.

Tendencias en Cuba y el mundo de las máquinas de preparación del suelo sobre el laboreo mínimo.

Para realizar el laboreo total se utilizan equipos desepadores de corte horizontal. En Cuba, se dispone para el laboreo del SP-280 modificado, el MAU-250 y otros a los cuales un conjunto de operaciones que lo hacen muy efectivo tanto del punto de vista agrícola como técnico según (Santana y Fuentes, 1998).

La preparación de suelos en el cultivo de caña de azúcar se realiza en lo fundamental a partir de arados y de gradas, invirtiendo el prisma en todo tipo de suelo, lo que está demostrado que influye negativamente sobre la fertilidad de los suelos, ya que mezcla la parte superficial donde está la mayor cantidad de nutrientes con las capas más profundas y menos fértiles. Esta tecnología tiene otro inconveniente: el alto costo de los discos y de los rodamientos que emplean esos implementos, lo cual gravita sobre los costos de la actividad según (González, 1998).

A partir de la segunda mitad del presente siglo comenzó a tomar auge en el mundo la tendencia hacia el laboreo mínimo. En países como Estados Unidos,

Inglaterra, Alemania, Rusia, Canadá, Bulgaria, México, etc. vienen aplicándose exitosamente desde hace muchos años diferentes tecnologías de laboreo mínimo, con las cuales se trata de aplicar al suelo la menor cantidad posible de pasas de máquinas, permitiendo una disminución sustancial de los costos y una mejor conservación de los suelos, todo con relación a la tecnología tradicional. Se ha encontrado inclusive un efecto muy positivo de algunas tecnologías de laboreo mínimo sobre rendimiento de la cosecha.

Una modernización del sistema del laboreo del suelo sin inversión del prisma lo constituye la utilización de subsoladores y tiller incorporados a la tecnología, sustituyendo algunas veces a los arados (subsoladores pesados) y otros a las gradas de alisamiento (tiller) según (Santana y Fuentes, 1998).

Sin embargo en Cuba la única tecnología de laboreo que ha alcanzado gran difusión es la que se basa en la aplicación del escarificador con aletas conocido como multiarado, con el cual se han obtenido buenos resultados en suelos ligeros y medios, no así en los suelos pesados, donde no se garantiza aún la calidad requerida de la labor según (Leyva, 1997).

La introducción del multiarado desarrollado por el IIMA (MINAG), a principios de la década del ochenta, con sus nuevas variantes hasta los días actuales, ha sido un paso decisivo en esta tarea. Es cierto que la introducción de estos implementos ha estado limitada, en muchas ocasiones, porque no ha logrado llegar al productor el implemento bien terminado, sino versiones libres, que atentan contra sus resultados.

Las empresas productoras y sus técnicos, al no aceptar cambios en su labor diaria, prefiriendo lo tradicional, sin tener en cuenta la situación, cada vez más difícil de los recursos.

La introducción, en 1993 del implemento ILM de tecnología sudafricana en las provincias orientales, ha sido; sin lugar a dudas; un elemento crucial para el desarrollo del laboreo mínimo en Cuba. En algunos complejos azucareros, se incorporó la tecnología original, con la variante de utilizarla después de la rotura o primera grada, con buenos resultados hasta la fecha según (Santana, 1999).

El Multiarado MAU-250 cañero es uno de los que se está imponiendo en la actualidad, ya que puede subsolar, descepar, arar, surcar a dos calles y realizar cultivos profundos en retoños según (Santana, 1999).

La Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Camagüey probó con éxito la máquina SCF -95, para rehabilitar y fertilizar retoños en una sola operación. Originado del antiguo fertilizador F-350, lo novedoso de esta máquina consiste en poseer aditamento que le permiten seccionar verticalmente las raíces viejas de la cepa, al mismo tiempo que la poda horizontalmente para obligarla a retoñar desde el racimo original, lográndose con ello un renacimiento con las características y productividad de la caña- planta.

En Cuba, se dispone para el laboreo del SP-280 modificado, el MAU-250 y otros a los cuales un conjunto de operaciones que lo hacen muy efectivo tanto del punto de vista agrícola como técnico. El principio general de trabajo de estos equipos es el corte horizontal, con saetas dispuestas a varias alturas, para cortar la cepa por la zona donde se puede lograr su desecación y remoción total.

Para el laboreo localizado al hilo se usan tanto equipos con saetas de corte horizontal como combinados con rotovatores o discos de arados y gradas, existe el C-101, como equipo de saetas de corte vertical; el C-102, para el laboreo combinado con rotovator y el C-103, para combinar la acción de los discos según (Santana y Fuentes, 1998).

En el escarificador C-101, la sección elaboradora se puede representar como un trapecoide de 800 milímetros en la superficie y 350 en la base, el cual puede labrar la zona donde se encuentra el 80% del sistema radical del plantón. Este equipo puede realizar el descepe por el mismo principio descrito por el MAU-250 y, a la vez, surcar en la misma operación, o en una segunda si se desea esperar los días necesarios, para el secado de los plantones.

El rotosurcador C-102 destruye la cepa, con una fresa (rotovator); prepara el suelo, con un órgano de corte horizontal, y lo surca en la misma operación.

El implemento C-103, corta la cepa, con dos discos de arado contra puestos; prepara el suelo, remueve y pica la cepa, con dos baterías de discos festoneados y surca en la misma operación según (Santana y Fuentes, 1998).

1.6. Indicadores de efectividad económica. Criterios económicos sobre diferentes tecnologías de preparación de suelo

En la práctica, para determinar la efectividad económica de los nuevos métodos y formas de producción que se introducen en las empresas agropecuarias, es imposible utilizar un solo indicador, utilizándose un sistema de indicadores, los cuales se encuentran estrechamente interrelacionados entre sí y cada uno de ellos pone de manifiesto algunos de los lados de la efectividad económica de la medida implantada. (Martínez, 1987).

En la agricultura la introducción de nuevas técnicas y la mecanización del trabajo se efectúan en condiciones variadas. Se mecanizaron los procesos que antes se efectuaban manualmente o con la tracción animal. Las máquinas más simples o envejecidas se sustituyen y se tratan de utilizar técnicas más avanzadas. Todo lo cual debe ser tomado en condición para la elección de la base primaria y las variantes para la comparación y también para el establecimiento de los indicadores.

La necesidad de incremento de los rendimientos en la agricultura exige la elaboración constante e introducción a la práctica de nuevos métodos agrotécnicos o la renovación de los ya existentes deben estar precedido de una adecuada fundamentación económica.

Durante los últimos años las instituciones de investigación realizan estudios para encontrar métodos más efectivos de preparación de tierra y cultivo que garanticen el incremento de los rendimientos. Sin embargo la elevación de la eficiencia de los diferentes métodos agrotécnicos no se debe realizar sobre la base de los incrementos de producción sino tomando en consideración varios índices de gran importancia económica como son productividad del trabajo, costos de producción,

compensación de los gastos adicionales, compensación de las inversiones adicionales para la realización de los nuevos métodos aerotécnicos.

La eficiencia económica del método de cultivo está dada por la compensación de los gastos de materiales de trabajo y recursos humanos en la realización del mismo. El conjunto de índices económicos que se considerará para garantizar una adecuada precisión está dado por:

- Magnitud del incremento de la producción ya sea en forma natural o en valor.
- Calidad de la producción obtenida.
- Suma de los gastos adicionales en el desarrollo de los métodos agrotécnicos, incluyendo la cosecha y transportación del incremento obtenido.
- Ganancia neta adicional.
- Rentabilidad de la producción.
- Costo de producción por unidad.
- Productividad del trabajo.

La determinación de la eficiencia económica de los métodos de preparación de tierra se pueden obtener a partir de los resultados de la producción en parcelas experimentales.

Mientras mayor sea el volumen de la producción y del ingreso mayor será la efectividad de la economía. Este crecimiento se logra mediante el aumento del volumen de producción y la elevación de la calidad de los productos, la reducción de los gastos de trabajo vivo y materializado por unidad de producto y el crecimiento del ingreso en cada empresa.

Partiendo de estas posiciones para la determinación de la efectividad económica de los nuevos métodos y formas de producción en las empresas agropecuarias se emplean los indicadores fundamentales siguientes. Volumen de producción de alta calidad obtenido por cada hectárea de tierra, productividad del trabajo, costo de producción, ingreso neto y rentabilidad inversiones y su recuperación.

Estos indicadores se interrelacionan y son independientes mientras mayor es el volumen de producción obtenido y mejor su calidad mayor es la productividad del trabajo, menor el costo de producción, mayor ingreso, más alta la rentabilidad y menor la necesidad de inversión y más rápida su recuperación, mayor será la efectividad económica de los nuevos métodos.

1.7. Índices que caracterizan la efectividad económica de las máquinas.

Gastos totales de trabajo.

Según (González, 1993) Los gastos de trabajo se consideran como un índice fundamental que caracteriza el grado de mecanización, siendo a su vez un elemento que determina los costos de producción.

El trabajo directo se expresa en hombres-horas/ por unidad de producción (ha, cab, ton, etc.) y sus valores deben tender a cero a medida que se mecanizan los procesos. Además son inversamente proporcionales a la productividad.

Gastos directos de explotación.

Según (González, 1993) Los gastos directos de explotación son aquellos vinculados directamente a la producción del producto dado (cultivo), expresados en dinero (pesos/ horas de trabajo), condicionados por el proceso de trabajo o de producción.

La mecanización de los procesos agropecuarios está relacionada con los gastos explotativos de trabajo de energía y medios materiales.

Inversiones básicas específicas.

Según (González, 1982) La reproducción de los fondos básicos del sector agropecuario se realiza a través de las inversiones. Estas están formadas por los gastos para la adquisición, construcción, equipamiento, reparación básica y reconstrucción de los medios básicos.

Gastos transferidos.

Según (González, 1993) Los gastos transferidos reflejan con la mayor precisión la eficiencia económica del proceso productivo en la agricultura, por cuanto ellos

expresan la cantidad de dinero, en pesos por unidad de área o producción, teniendo en cuenta el resto de los factores.

El criterio técnico-económico principal son los gastos equivalentes o transferidos mínimos por unidad de producción.

Según (NC 34 - 38: 86) y corroborado por (González, 1993), para la determinación de este indicador es necesario el coeficiente de efectividad de las inversiones básicas (tomándose igual a 0.125).

Plazo de recuperación de la inversión.

Según (González, 1982) El plazo de recuperación de la inversión es uno de los indicadores importantes para medir la efectividad económica de las inversiones en el sector agropecuario. No debiendo superar los 8-10 años y en lo tocante a la técnica agrícola (maquinaria, equipos, implementos, etc.) que se caracterizan por un plazo de explotación reducido no debe superar los 4-5 años.

Precio límite.

Según (NC 34 - 38: 86) Este indicador es el último a determinar e interviene decisivamente en la efectividad de la inversión de la nueva tecnología, para su determinación es necesario:

Porcentaje de renovación,

Según Manual de subsistemas de A. F. T. (2000)

(Tractores)= 12.5%

(Máquinas para prepara el terreno)= 10%

- Coeficiente de efectividad de la inversión anteriormente expuesto.
- Coeficiente de cambio al por mayor balanceado, (1.1 ó 1.2).

Según Sinivkov, (1974) Estos indicadores permiten fundamentar económicamente la efectividad económica de las nuevas medidas, sin embargo su introducción debe analizarse la empresa e incluso la economía nacional en su conjunto y contemplar, además de los resultados económicos que contemplan los mismos, otras cuestiones importantes, como son:

- El mejoramiento de las condiciones de trabajo.
- El logro de una mejor organización de la producción.
- La utilización uniforme de la fuerza de trabajo y los medios de producción durante todo el año.
- Garantizar la mecanización compleja de los procesos productivos.
- Las necesidades de exportaciones o de eliminación de importaciones.

CAPITULO II. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

2.1. Descripción de los suelos.

El tipo de suelo sobre el que está situada la empresa pertenece a los rojos profundos ferralíticos, los cuales poseen las siguientes características:

- Tendencia a la alta compactación entre los 10-30cm de profundidad
- Poca retención de la humedad, lo que daña el cultivo en el período seco (Noviembre a Abril).

2.2. Características de los equipos e implementos utilizados

C-101

El escarificador C-101 es un implemento diseñado con el objetivo de transformar las tecnologías de preparación del suelo en el proceso de producción cañera. Actualmente se vienen introduciendo de forma natural, alternativas que disminuyen el número de labores y el tiempo de preparación.

El laboreo localizado con el C-101 como nueva tecnología de preparación de suelo, persigue la finalidad de evitar la erosión y mantener las coberturas o residuos de cosechas en la superficie no laborada.

Según INICA-MINAZ-IIMA (1998) este implemento brinda la oportunidad de sembrar las tierras bajas de secano en corto tiempo, dado a que el número de operaciones desde la rotura hasta el surcado nunca será mayor que tres. El empleo de esta tecnología garantiza el uso racional de la humedad del suelo y enriquecimiento del mismo.

El C-101 es de acoplamiento integral al sistema de tres puntos para tractores de 14 a 30 kN. Se compone de un brazo descepador y uno escarificador, dispuesto en tándem. En la sección delantera tiene un disco cortapaja destinado al corte de las cepas de caña y residuos de cosechas, además influye en la estabilidad del implemento durante el trabajo. El órgano descepador tiene la finalidad de cortar y desprender las raíces de las cepas de caña de ahí que esté provisto de una reja de corte horizontal con un ancho de 80cm; la misma labora solo a una

profundidad media de 15cm; el escarificador se encarga de la preparación profunda del suelo, pues este segundo brazo con relación al primero está dispuesto en el chasis de forma escalonada. Dispone de una reja horizontal de 35cm de ancho. Opcionalmente puede acoplarse un surcador de altura regulable a este órgano de trabajo; si se opta por no surcar con este implemento, la operación puede realizarse con surcadores convencionales. Esta alternativa de añadir un surcador al escarificador tiene como ventaja de poder brindar surcos más profundos que cualquier otro implemento presente en el mercado. Tiene la desventaja de limitarse a realizar un solo surco en cada pasada de trabajo.

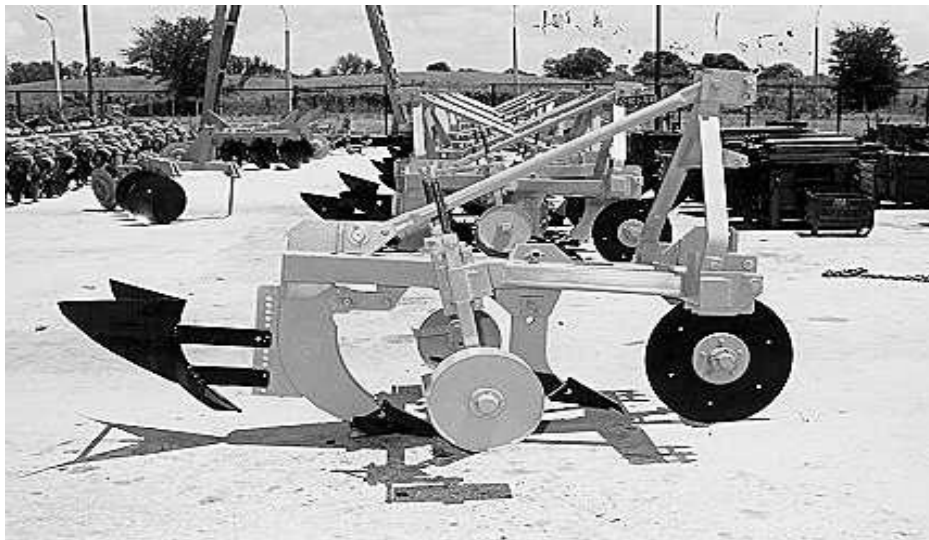


Figura 2.1 Escarificador C - 101.

En una sola operación, pueden realizarse simultáneamente, el descepe, el mullido, el descompactado y la surca. En cada pasada prepara una hilera, lista para recibir la semilla, utilizándose el escarificador combinado C-101, figura 2.1.

SP-280 modificado

Este equipo de laboreo mínimo muy sencillo en su diseño, consta de un fuerte bastidor rígido de tubos de sección cuadrada que le permite acoplar sus órganos de trabajo, además de un mecanismo regulador de la profundidad de trabajo. Los órganos de trabajo de este implemento lo constituyen cuatro tambores que poseen

aletas ubicadas a 45 grados respecto a la generatriz del tambor y en forma helicoidal. Estos tambores están sujetos por su centro de rotación y giran libremente por la acción de la fuerza de tiro y el rozamiento con el terreno, se ubican dos en la parte delantera uno al lado de otro y dos en la parte trasera ubicados de igual forma. Las aletas de estos tambores penetran de 18 a 24 pulgadas por la acción del peso del gran bastidor al cual están sujetas y roturan el suelo eliminando las crestas dejadas por el arado.

Tractor DT-75

Las características de l tractor DT-75 pueden observarse en la siguiente tabla:

Clase fraccional (kN)	30
Modelo del motor	Diesel en línea CMD-14
No. De cilindros	4
Orden de encendido	1,3,4,2
Diámetro del cilindro (mm)	120
Carrera del pistón (mm)	140
Grado de compresión	17
Potencia nominal (kW/CV)	58,8/80
Cilindrada	6,3
Momento tursor máximo a frecuencia nominal (Nm)	353/1200
Frecuencia de rotación del cigüeñal (r/min)	1800
Consumo específico de combustible (gr/kW/h)	271
Tipo de órgano de locomoción	Esteras
Rangos en la barra	
Fuerza (kN)	10,78-29,40
Velocidad (km/h)	5,45-11,49

Tabla 2.1. Características técnicas del tractor DT-75

2.3. Metodología para la realización de las pruebas.

Para el desarrollo de las pruebas se procedió aplicando 3 tecnologías de preparación abreviada de suelo tales como:

- **T₁ – Laboreo mínimo con escarificador combinado C-101.**

Consta de una sola operación, realizándose simultáneamente el descepe, mullido, descompactado y surca. En cada pasada prepara una hilera, lista para recibir la semilla, utilizándose el escarificador combinado C-101, con todos sus órganos, y accionado por el tractor DT-75.

- **T₂ – Laboreo mínimo con SP-280 modificado.**

Consta de una sola operación, ya que realiza el descepe, mullido, descompactado y surca, dejando preparada una hilera lista para la siembra, empleando el implemento SP-280 modificado con todos sus órganos, en una sola pasada y accionada por el tractor DT-75.

El experimento se monta con el objetivo de determinar cual de las tecnologías propuestas es económicamente más factible, para ello se tomó un testigo de preparación de 9 ha, evaluándose el comportamiento de los indicadores económicos

El método de investigación empleado fue el basado en los cálculos para la efectividad económica, teniendo en cuenta los índices esenciales correspondientes a la evaluación económica y de las particularidades zonales, según NC 34 - 38: 86. Maquinas Agrícolas y Forestales.

Para la determinación de los parámetros económicos y calidad de la labor con interés investigativo, se siguió el siguiente orden:

1. Rendimiento por jornada, W jor (ha/jor)
2. Gastos de trabajo. G t, hom.h /ha
3. Gastos de Salario, G s., \$/ha

-
4. Gastos de Amortización, G a., \$/ha,
 5. Gastos de Materiales de Explotación. G me. \$/ha
 6. Gastos de Reparación, G rep. \$/ha
 7. Gastos de Mantenimiento Técnico, G mt. \$/ha
 8. Gastos Directos de Explotación, G de. \$/ha
 9. Volumen anual de trabajo. Ha
 10. Volumen de trabajo por peso de gasto de explotación en unidades /\$.
 11. Gastos reducidos \$/ha.
 12. Economía de los gastos reducidos. %
 13. Efecto económico anual.\$

Para la realización de la evaluación económica de las tecnologías de preparación de suelos se trabajó sobre la base de las normas cubanas para hacer la comparación que permita definir la tecnología más conveniente.

1. Rendimiento por jornada, Wjor.

$$W_{jor} = 0,1 B \times V_{tr} \times \tau T_{tur} , \text{ ha/jor} ,$$

Donde:

B – Frente de labor del apero, m. Vtr – Velocidad de trabajo del tractor, km/h.

τ Coeficiente de Utilización del tiempo de turno.

Ttur – Tiempo de duración del turno, h.

2. Gastos de trabajo. Gtt

$$G_{tt} = \sum [H_i] / W_h, \text{ hom.h } i=1$$

Donde: H_i – Cantidad de personal productivo en la categoría ocupacional i, hom.

W_h – Rendimiento horario del agregado, ha/h.

n – Número de categorías ocupacionales

3. Gastos de Salario, Gs.

$$Gs = \sum_{i=1} [(Hi Pi)] / W_{jor} , \$/ha$$

$i=1$

donde : Hi – Cantidad de personal en la categoría ocupacional i, hombres.

Pi – Tarifa Salarial de la categoría ocupacional i, \$/jor.

4. Gastos de Amortización, Ga .

$$Ga = (Kt \times Pt + Km \times Pm) / (100 Ta W_{jor}) , \$/ha ,$$

donde: Pt, Pm – Precio de la máquina nueva, \$.

Kt, Km - Coef. de amortización del tractor y la máquina.

Ta – Carga anual de trabajo del agregado, días.

5. Gastos de Materiales de Explotación. Gme.

$$Gme = [Gt (Pc + P1.R1 + P2.R2 + P3.R3)] / W_{jor} , \$/ha,$$

Donde : Gt – Consumo de combustible durante la jornada, l/jor.

Pc – Precio del combustible principal, \$/l.

R1, R2, R3 – Coeficientes reducidos de consumo de aceite motor, aceite de transmisión y grasa.

P1, P2, P3 – Precios respectivos del aceite motor, aceite de transmisión y grasa, \$/l.

$$Gt = Ght \times Tt + Ghv.Tv + Gho.To , l/jor ,$$

Donde:

Ght, Ghv, Gho – Consumos horarios de combustible (l/h)

Durante los tiempos:

Tt – principal o de trabajo limpio (h),

Tv – de movimiento en vacío o de virajes (h)

T_o —de funcionamiento del motor en ralentí (h).

6. Gastos de Reparación, Grep.

$$Grep = [B (Rrt + Rrc)] / (100 Wjor Ta) , \$/ha ,$$

Donde :

Rrt, Rrc – Coeficientes de descuento para las reparaciones totales o capitales y las corrientes.

7. Gastos de Mantenimiento Técnico, Gmt.

$$Gmt = (B.Rmt) / (100 Wjor Ta) , \$/ha ,$$

Donde :

Rmt – Coeficiente de descuento para el mantenimiento técnico del agregado.

8. Gastos Directos de Explotación, Gde.

$$Gde = Ga + Gs + Gme + Grep + Gmt , \$/ha$$

Para la determinación del ahorro en divisas se utilizó como información inicial el costo del litro de combustible para las empresas, siendo de 0,27 CUC/L.

2.4 Análisis de los resultados

A continuación se muestran los resultados obtenidos en la Tabla 2.3 y el análisis que se desprende de cada uno de ellos:

Índices comparativos de efectividad económica para las tecnologías T ₁ y T ₂					
No	Denominación de los Índices.	U/M	TECNOLOGÍAS DE LABOREO MÍNIMO EVALUADAS		T ₁ _T ₂
			T ₁	T ₂	
1	Gastos totales de trabajo	(Hh)h	3.13	3.14	

2	Gastos totales de trabajo anuales.	H-h	3273.98	3249.36	
3	Economía anual del trabajo.	H-h	-	-	347.65
4	Gastos directos de explotación.	\$/ha	28.63	30.55	
	En combustibles y lubricantes		6.48	7.41	
5	Economía anual de los gastos directos de explotación.	\$	-	-	2659.15
6	Inversiones básicas anuales.	\$	37693.1	49239.2	
7	Gastos transferidos.	\$	33.13	35.85	
9	Ganancia	\$	-	-	8400.66
10	Efecto económico anual	\$	-	-	11333.4

Tabla 2.3. Índices comparativos de efectividad económica para las tecnologías T_1 y T_2 .

Gastos de trabajos.

En esta tabla se reflejan los gastos de trabajo de las tecnologías evaluadas, siendo la de menores gastos T_1 con: 3.13 (H-h)/ha, para el cumplimiento del proceso productivo; 0.08, en la eliminación de los fallos técnicos y 0.4 (H-h)/ha, durante los mantenimientos técnicos periódicos; con un total de 2.19 (H-h)/ha y 3101.04 (H-h) anualmente.

La economía anual del trabajo de T_3 , con relación a T_1 y T_2 es de 347.65 y 240.98 H-h, respectivamente.

Es necesario señalar que para la tecnología T₁ no hubo gastos para la eliminación de los fallos técnicos.

Gastos directos de explotación.

De acuerdo con los resultados, se aprecia que la tecnología T₃ es la que menores gastos directos de explotación muestra, con: \$1.44, para el salario; \$2.48, en la amortización del conjunto y \$11.06, gastados en las reparaciones y mantenimientos técnicos periódicos. Con un total de 21.44 \$/ha. Con una economía de estos gastos en la tecnología T₃ con relación a las tecnologías T₁ y T₂, de \$2659.15 y \$2310.23, respectivamente.

En el caso de los combustibles y lubricantes, los menores gastos fueron los de la tecnología T₁, con 6.48\$/ha y los mayores, pertenecen a la tecnología T₃, con 8.2\$/ha. Esto se debe a que la tecnología T₃, deja preparada dos hileras, no así en las otras tecnologías, las cuales preparan una sola hilera. Es por ello, que T₃, presenta mayores gastos de combustibles y lubricantes.

Inversiones básicas anuales.

En la tecnología que menos se invirtió anualmente fue en T₃, con \$42550.8, si tenemos en cuenta que esa deja preparada dos hileras. Sin embargo, la tecnología, T₁ fue la que menos invirtió para dejar lista una hilera.

Gastos transferidos.

Los menores gastos transferidos fueron los de la de la tecnología T₃, con 25.2 \$/ha. Mientras que la economía anual de estos gastos en T₃, con relación a T₁ y T₂ fue de \$2932.83 y \$2700.84, respectivamente.

Ganancia.

La ganancia de la tecnología T₃, con relación a T₁ y T₂, fue de \$8400.66 y \$6683.8, respectivamente.

Efecto económico anual.

El efecto económico anual de la tecnología T_3 con relación a T_1 y T_2 , es de \$19940.96 y \$19652.05, respectivamente.

Plazo de recuperación de la inversión.

Teniendo en cuenta el efecto económico anual, la tecnología T_3 recupera lo invertido en menos tiempo (2.12 años), que la tecnologías T_1 y T_2 , quienes necesitan 2.94 y 2.92 años, respectivamente, para recuperarse.

Ahorro.

La tecnología T_3 ahorra anualmente con relación a las tecnologías T_1 y T_2 , 5123.41 y 6238.65, CUC respectivamente.

CONCLUSIONES

1. Se realizaron los cálculos para la efectividad económica a las tecnologías propuestas, teniendo en cuenta los índices esenciales correspondientes a esta evaluación.
2. La tecnología T₁, formada por el tractor DT-75 y el equipo de laboreo mínimo C - 101, fue la más efectiva, teniendo en cuenta los indicadores evaluados.
3. La tecnología T₁ no difiere en gran medida de la tecnología T₂, por lo que pudieran emplearse una indistintamente de otra, realizando para ello un previo estudio de la labor.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar en las condiciones bajo las cuales se desarrolló este trabajo, la tecnología T1, ya que presentó los mejores resultados económicos.
2. Repetir este trabajo en otras condiciones, a fin de comprobar si la tecnología T₁ es efectiva en otras condiciones de explotación.
3. Realizar un estudio del tiempo de la actividad pues quizá ese sea el factor que contribuye a las diferencias entre las 2 tecnologías.

BIBLIOGRAFIA

1. Álvarez, A. ¿Por qué es importante una correcta preparación de suelos en caña de azúcar ? Cañaveral, (Cuba) 1 (2): 23 –25, Abril – Junio, 1995
2. Álvarez, A. Siembra en contornos una forma eficaz de controlar el suelo. Cañaveral (Cuba) 2 (2): 27-30; abl-jun; 1996.
3. Arzola, N. Informe de cumplimiento de la etapa para el PCT 008, EPICA, Cienfuegos, 1988. 28 Pág.
4. Balbuena, R. H., Claverie, J. A. y Terminiello, A. M. Influencia del diseño de las rejas de escarificador de cinceles sobre la resistencia al laboreo. Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad La Plata. Facultad de ciencias agrarias y forestales, Tomo 71(2): 195–202,1995
5. Barrios, L. y Bernal, A. Evaluación comparativa de tecnologías de preparación de suelo. Proyecto de diploma, UNICA, Cuba, 1993.
6. Boletín de la FAO. Conservación de suelos para pequeños agricultores. Servicio de recursos, fomento y conservación de suelos. FAO. 1990. P 114.
7. Bouza, H; Rivero. [et al]. La labranza mínima nueva tecnología para el cultivo de la caña. Ciencia y técnica de la agricultura. Habana: 115–116,1981.
8. Bowen, E. A, Bernar y A. Karthy. : Compactación del suelo. Causas, efectos y como reducir sus daños. Agric. Amer. p.p (34 – 51) 1985.
9. Buckman, B. Naturaleza y propiedades de los suelos, Edición Revolución, 1967. P. 589.
10. Campos Fernández B. : Tecnologías de preparación de suelos en caña. Ciencia y Técnica Agrícola al servicio de la Mecanización.(2): 27–39.Diciembre,1979.
11. Carrión, P. Suelo. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.1987.
12. Carrión, A.: Procedimiento para la determinación del precio complejo de los combustibles y lubricantes. UDG. 2002.

Bibliografía

13. Colvin, T., Berry, E., Erbach, D. and Laflen, J. Tillage Implement Effects on Corn and Soybean Residue. Transactions of the ASAE, (USA) (29) 1: Jan–Feb 1986.
14. Colectivo de autores. Nueva tecnología de labranza mínima en la C.P.A” Amistad Cuba-Laos. Cañaveral (Cuba)2(3):8-9; apl-jun; 1996.
15. Denker, H. C. El laboreo del terreno. Manual de técnica Agrícola. Instituto Cubano del libro. Habana ,1961.P.364.
16. Dickey, E., Shelton, D., Jasa, P. and Peterson, T. Tillage, Residue and Erosion on Moderately Sloping Soils. Transactions of the ASAE_(USA) (26) 6: 1682–1686, (27) 4: 1093–1099 July–Aug 1984.
17. Drogoboc, C. La fertilidad del suelo durante el laboreo protector del suelo. Fundamentos científicos de la preparación del suelo en Siberia. Irkutsk, 1975,. P. 89–95.
18. Espinosa. Tecnología de preparación de suelo para la caña. Trabajo de diploma. UNICA, Cuba. 1997.
19. Finney, J. B.: La mecanización y la estructura del suelo. Agricultura. 78 (9) Septiembre 1971, p.p(397-400).
20. Fonseca, A. M. et al. : Efecto de la compactación del suelo en tres cepas de caña quedada, frío y retoño, con tres modelos de cosechadoras KTP-1, KTP2 y TOFT-6000 y Equipo de Transporte, Tractor, carreta. ATAC.1986. pp.(34-40)
21. Fonseca, J. R. ¿Cómo mejorar los rendimientos de la caña de azúcar en los suelos de mal drenaje? Cañaveral_(Cuba) 4(1):11-15; oct-dic; 1995.
22. Frómeta, E. Variaciones producidas en algunas propiedades de un suelo ferralítico durante cultivo prolongado. Tesis Doctorado, ISCAH, Facultad de Agronomía, Habana, 1984.
23. García. M. Agustín. Costo de producción: termómetro de la eficiencia. Cañaveral (Cuba) 2 (4): 12-15, oct-dic; 1998.

Bibliografía

24. Glauser, R; Doner. Soil Agregate stability as a funtion of partide zize in sludge treated soils. Sc, a 46 (1): 37–47, 1998.
25. Gómez, A, E. JE. Velarde; R. Cordora. – Nuevas soluciones para la preparación de suelo en Cuba. Cuba & Caña_(Cuba) 2 (3): 31-36, sep-dic; 1997.
26. Gómez, J. Manejo Integral de la Fitotècnia del Cultivo de la Caña. Cañaveral (Cuba) 4 (3): 17-18; jul-sep, 1997.
27. González, F., C. Y R. Miranda. : Economía agropecuaria. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.1982.
28. González, J. Manejo integral de la fitotècnia del cultivo de la Caña de Azúcar Cañaveral (Cuba) 4 (3): 44-45 jul-sep; 1997.
29. González, G.,E. Oportunidades y limitaciones del laboreo mínimo. Cañaveral (Cuba) 4(1):42-47; ene-marz; 1998.
30. Gonzáles, V. : Explotación del parque de maquinarias. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.1993.
31. Granado, D. y López, Georgina F. Universidad de Chapingo Mexico.7 1996. pp. (277- 278).
32. Hernández, G; et al. La introducción de nuevos equipos para la preparación de suelos cañeros: Necesidad y Perspectiva. Ciencia y Técnica en la Agricultura Cañera. La Habana. 1996.
33. Hunt,D; Máquinas Agrícola. Rendimiento Económico, Costo, Operaciones Potencia y Selección de Equipos. Editorial Limusa, SA de C.V.México, 1991 pp.(451).
34. INICA-MINAZ-EIMA Abril (1998): Perspectivas la tecnología para la preparación de suelos en la agricultura cañera.
35. INICA – MINAZ: Principios básicos para la aplicación de tecnologías de preparación de suelos en el marco de una agricultura conservacionista y sostenible. Habana, Cuba, 1999.

Bibliografía

36. Jusin. J. Metodología para determinar la eficiencia económica de las labores de preparación de tierra y cultivos. Revista Ciencia y Técnica de la Agricultura.(1): 5–13,1981.
37. Lage. D. C.: Resolución Económica al V Congreso del Partido. Editora Política.1997.p.44.
38. Leyva. O,(et al). La preparación de suelos y su tendencia hacia el laboreo mínimo Instituto Superior de Ciencias Agrícolas de Bayamo.1993.
39. Leyva. S. O; Serrano. V. Marcos. Dos tecnologías de laboreo mínimo. Cañaveral (Cuba) 4 (3): 17-18; Jul-Sep; 1997.
40. Leyva. S. Osvaldo; Parra. S. R. Luis: Determinación de la composición más idónea para una Máquina compleja de preparación abreviada del suelo y cultivos en caña de azúcar. Cañaveral (Cuba) 2 (2): 73-83; abr-jun; 1999.
41. Martín.O.J.R.(et- al). La caña de azúcar en Cuba. Editorial: Científico-Técnico. La Habana, 1987.
42. Martínez, F. A.:Organización y planificación de la producción agropecuaria. Editorial: Pueblo y Educación. 1987. La Habana.
43. MINAZ. Instructivo Técnico para la preparación de suelos basado en el factor limitante, Habana 1984. P.45–84.
44. NC 34–37. “Metodología para la Evaluación Tecnológico–Explotativa. Máquinas Agropecuarias y Forestales”, 1985.
45. NC 34 38: Maquinas Agrícolas y Forestales. Metodología para la evaluación económica. 1985.
46. NC 34–47. “Metodología para la Determinación de las Condiciones de Prueba. Maquinaria e Implemento Agrícola”, 1987.
47. NC 34–47: Máquinas agropecuarias. Metodología para la determinación de las condiciones de prueba. 1987.
48. NC 34 - 38: 86. Maquinas Agrícolas y forestales. Metodología para la Evaluación Económica.

Autor: Dayamis Tejas Domínguez

Bibliografía

49. Ortíz, J. Máquinas Agrícolas y su Aplicación. Ediciones Mundi-Preense.1993.
50. Ortiz Cañavate, Jaime. Novedades de la Técnica Agrícola en relación al medio ambiente. Máquinas y Tractores. España . P. 78–84, 1993.
51. Pérez. J. Facilitando el acceso de las plantas a la humedad del subsuelo. Rev. Sugar y Azúcar. Vol. 92, N°12, 1989, pp.(23-83).
52. Pino J. Metodología para la evaluación de Cosechadoras cañeras. Tesis doctoral. UPM. Madrid 2008
53. Ravelo y Puentes. Estudio comparativo del sistema tradicional y del laboreo mínimo de la preparación del suelo en el control de la vegetación indeseable. Revista Cultivo Tropical. (Cuba) (9): Marzo. 1983. P.57–60.
54. Rebiakin, E. L. Desarrollo de las máquinas para el laboreo mínimo y cero del suelo. Revista Informativa Moscú ,1981.
55. Rodríguez, R El laboreo mínimo del suelo. Boletín Reseña (3): 10–28, 1991.
56. Rodríguez, L. Rizo. Subsolador Sp-280 en la preparación de suelo. Cañaveral (Cuba) 5 (3): Jul-Ago; 1999.
57. Santana. M, (et-al). Principio básicos para la aplicación de tecnologías de preparación suelos en el marco de una agricultura conservacionista y sostenible. INICA-MINAZ-IIMA enero 1999.
58. Santana. M, (et al). Principio básicos para la aplicación de tecnologías de preparación de suelos en el marco de una agricultura conservacionista y sostenible. INICA-MINAZ-IIMA enero 1999.
59. Santana. M. Pérdidas de la cosecha manual y mecanizada. Cañaveral (Cuba) 1 (2): 56-58, abr-jun; 1996.
60. Santana. S. Mario; Fuentes. N; Juan. B. Preparación sustentable del suelo. Cañaveral (Cuba) 4 (4): 7-11; oct-dic; 1998.
61. Silveira Remus J. A: Máquinas Agrícolas, Editorial Pueblo y Educación, La Habana,1987; pp.(289 -338).

Bibliografía

62. Sinivkov, M.I.: Organización y planificación de la producción en las empresas agrícolas. URSS,1974.
63. Socarras. L. D.: Oportunidades y limitaciones para el laboreo mínimo. Cañaveral (Cuba) 1 (4):42-47;Oct-Dic; 1998.
64. Srivastava, A., Goering. Engineering Principles of Agricultural. and Rohrbach, R. Machines. American Society of Agricultural Engineers. St Joseph, Michigan, USA, 1995.
65. Tame, O. Tecnología de preparación para suelos rojos ferralítica. Trabajo de diploma, UNICA, 1995.
66. Téllez. R. J: Nueva tecnología de preparación de suelo con el C-101. 1999.