

**CARACTERIZACIÓN DE LA MAQUINARIA DE LABRANZA UTILIZADA EN LA
PRODUCCIÓN DE TABACO EN LA ZONA NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL
HUILA.**

HERNÁN RICARDO MONTEALEGRE FIERRO

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA, 2009**

**CARACTERIZACIÓN DE LA MAQUINARIA DE LABRANZA UTILIZADA EN LA
PRODUCCIÓN DE TABACO EN LA ZONA NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL
HUILA.**

Autor: HERNÁN RICARDO MONTEALEGRE FIERRO

Director: JULIÁN CESAR VELÁSQUEZ RINCÓN

Ingeniero Agrónomo.

Codirector: ALEJANDRO ÁLVAREZ

Ingeniero Agrícola PROTABACO S.A

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA, 2009**

Nota de Aceptación

Director de Grado

Jurado

Jurado

Neiva, Agosto

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente al ingeniero de la vida, el señor Jesucristo, que en su inmensa bondad ha puesto en mí las oportunidades, situaciones y personas de quienes e tratado aprender.

Agradezco a mis padres por el apoyo incondicional.

Gracias a mi director y asesor de este proyecto Profesor Julián Cesar Velásquez.

A mis compañeros con quienes me tope y profesores por las cosas que me enseñaron.

A PROTABACO S.A

DEDICATORIA

A mi señor padres Hernán Montealegre Sánchez y Rita Tulia Fierro Escobar.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

1. OBJETIVOS	9
1.1 Objetivo General	9
1.2 Objetivos Específicos	9
2. REVISIÓN DE LITERATURA	10
2.1 El Cultivo de Tabaco en la Zona Norte del Huila	10
2.2 Preparación de Suelos en el Cultivo de Tabaco	10
2.2.1 Preparación de Suelos en Laderas	12
2.3 Rendimientos en Labores Mecanizadas	12
2.3.1 Rendimiento Teórico	12
2.3.2 Rendimiento Efectivo	13
2.3.2.1 Parámetros que Determinan las Condiciones de Rendimiento	14
2.3.2.2 La Eficiencia	15
2.4 Características Generales De Los Suelos Para Distintas Clases De Tabaco	17
2.5 Los Modelos de Trabajo de Campo aplicados en la zona norte del Huila	18
2.5.1 Modelo Continuo con cabeceras de volteo	18
2.5.2 Modelo de trabajo en circuitos	18
2.5.2 .1 Modelo de Trabajo en Circuitos Modificado	19

3. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1 Materiales	21
3.2 Metodología	21
3.2.1 Área de estudio	21
3.2.2 Metodología para Recolección de Información	21
3.2.3 Metodología para análisis de información	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1 El Inventario de Maquinaria	26
4.2 Evaluación Y Caracterización	27
4.2.1 Evaluación y Caracterización de Tractores	27
4.2.2 Evaluación y Caracterización de Implementos de Labranza	31
4.3 Determinación de Rendimientos Y Eficiencias	36
4.4 Análisis de Resultados	40
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
5.1 Conclusiones	42
5.2 Recomendaciones	43
BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXOS	47

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Formato de encuesta.

Anexo 2. Evaluación detallada de Tractores.

Anexo 3. Caracterización de Arados de Discos.

Anexo 4. Caracterización de las Rastras Pesadas de Tiro con Cilindros Hidráulicos.

Anexo 5. Caracterización de las Rastras de Tiro.

Anexo 6. Caracterización de las Surcadoras.

Anexo 7. Caracterización de las Cultivadoras.

Anexo 8. Caracterización de las zanjadoras.

Anexo 9. Datos de campo recopilados para la determinación de los rendimientos teóricos para la labor de arada.

Anexo 10. Datos de campo recopilados para la determinación de los rendimientos teóricos para la labor de rastreada.

Anexo 11. Datos de campo recopilados para la determinación de los rendimientos teóricos para la labor de surcada.

Anexo 12. Datos de campo recopilados para la determinación de los rendimientos teóricos para la labor de cultivada.

Anexo 13. Humedades de los suelos mecanizados.

Anexo 14. Muestra de Calculo.

Anexo 14. Textura de suelos mecanizados.

INTRODUCCIÓN

La utilización de máquinas e implementos agrícolas en la producción de tabaco *Nicotiana tabacum* de manera técnica, no solamente es importante desde el punto de vista de la dignificación del trabajo humano, sino que hace posible la explotación a nivel tecnificado de unidades tabacaleras de tamaño significativo disminuyendo los costos frente a explotaciones donde las labores no se hacen eficientemente. La mecanización adecuada además de incrementar los rendimientos mejora las condiciones de explotación del suelo evitando su degradación, lo que permite mayores niveles de competitividad del sector tabacalero y una producción agropecuaria dentro del concepto de agricultura sostenible.

Uno de los problemas que afectan a nuestros agricultores, son los incrementos en los costos de producción de tabaco que hacen que su rentabilidad sea cada vez menor. Otro problema que se asocia al inicial, son las malas prácticas de mecanización implementadas por los agricultores, estas últimas reflejadas en problemas a mediano y largo plazo como la pérdida de la estructura de los suelos y la compactación de los mismos.

En concordancia con lo expuesto anteriormente la compañía PROTABACO S.A. cree que se hace necesario la elaboración de una evaluación a la maquinaria utilizada y las labores de labranza para el cultivo de tabaco en la zona norte del Huila.

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

- ✓ Hacer una caracterización y evaluación de los rendimientos en las labores de preparación de suelos de los tractores e implementos utilizados en labores de labranza.

1.2 Objetivo específico.

- ✓ Elaborar un inventario de la maquinaria agrícola utilizada en la producción de tabaco en cada uno de los municipios productores en la zona norte del departamento dentro del programa de siembra 2008 II.
- ✓ Realizar mediciones de magnitudes lineales, superficiales y de tiempo que ayuden a la determinación de los rendimientos y eficiencias de trabajo.
- ✓ Proponer ajustes a los sistemas de preparación.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El Cultivo de Tabaco en la Zona Norte del Huila

La zona de influencia del cultivo de tabaco en el norte del departamento comprende cinco municipios: Algeciras, Campoalegre, Hobo, Rivera y Yaguará.

El tabaco que es sembrado en la zona norte del departamento de Huila por la empresa PROTABACO S.A. es tipo Virginia que a su vez pertenece a la variedad Estufado. Generalmente en esta zona se realizan dos programas de siembra al año. El primer programa inicia entre los meses de febrero y marzo y el segundo programa entre los meses de agosto y septiembre.

El área cultivada en tabaco promedio en el norte del Huila por la empresa PROTABACO S.A es de 400 hectáreas/año, distribuidas en los municipios anteriormente nombrados.

Según Fiztgerald García Agrónomo de la agencia de fomento zona sur-occidental sede Neiva el rendimiento promedio para esta zona es de 2.62 toneladas/hectáreas.

2.2 Preparación de Suelos en el Cultivo de Tabaco

“La preparación óptima de suelo en el cultivo de tabaco comienza al finalizar la cosecha de la campaña anterior, con la destrucción temprana de rastrojos o la comúnmente llamada soca, que se realiza generalmente de forma manual o con la utilización de la rastra de tiro. Luego que los suelos permanecen inactivos se inicia la preparación de los suelos con la finalidad de ventilar los mismos, exponer las plagas alojadas en ellos a la acción de las bajas temperaturas, para ir acumulando humedad en el perfil, y para lograr una cama mullida que facilite el desarrollo de las raíces a partir del trasplante”. Para ello se utilizan equipos de labranza tales como arados de discos, rastras de discos, cinceles, subsoladores y cultivadoras (Carrillo, 2005, 15).

En algunos casos se recomienda desarrollar técnicas de plantación directa con el objetivo de reducir el impacto que ejerce la mecanización en las características físicas de los suelos.

Es fundamental para el éxito del cultivo de tabaco que las labores de preparación de los suelos se realicen entre los 30 y 40 días antes del trasplante.

A continuación se hace una descripción de las diferentes labores mecanizadas utilizadas en la preparación de suelos tradicional para el cultivo de tabaco:

1. **Arada:** La labor de arada pertenece a la labranza primaria. Con esta labor se busca hacer un corte y volteo del suelo mediante la acción de las herramientas del arado, logrando de esta manera una mayor aireación dentro del suelo. La profundidad ideal para esta labor es de 0.30 y 0.38 metros, lo cual en la práctica es difícil lograr debido a diferentes parámetros tanto de suelos como de maquinaria. En la zona tabacalera del norte del Huila el tipo de arado predominante es el arado de discos.
2. **Rastrillada:** Es una labor perteneciente a la labranza secundaria. Con esta labor se pretende culminar la labor de preparación de suelos ya que con esta labor se logra destruir los terrones resultantes de la labor de arada. La profundidad de trabajo de esta labor es menor a la labor de arada; aun que existen rastras de tipo pesadas que logran profundidades considerables y en algunos casos remplazan a los arados en los procesos de preparación de los suelos. En el norte del Huila los agricultores de tabaco utilizan rastras de discos livianas flexibles y de doble acción, que se adecuan de muy buena forma a los lotes de tabaco de esta zona.
3. **Surcada:** En la labor de surcada se busca marcar las líneas de siembra y hacer la calle o surco para los primeros riegos por superficie, modalidad surcos. Esta labor es de suma importancia para el futuro del cultivo y de los suelos ya que un buen trazado de los surcos dará como resultado un diseño de línea de siembra óptimo para la aplicación de riegos al cultivo, en donde no se presentaran problemas de desabastecimiento de agua al cultivo ni problemas de erosión al suelo por arrastre mecánico de partículas. La labor de surcada para los agricultores de tabaco del departamento del Huila la realizan con surcadoras tipo cincel que logran surcos hasta de 0.25 metros de profundidad.
4. **Cultivada:** La labor de cultivada se realiza cuando el cultivo se encuentra establecido en campo; esta labor se realiza entre los días 15 y 25 después del trasplante de las plántulas. Esta labor tiene como objetivo realizar un control mecánico a malezas y realizar un escarificado superficial al suelo para luego realizar el aporque que busca dejar definidos los surcos por el resto de tiempo del cultivo. En algunos casos esta labor es realizada más de una vez.
5. **Zanjada:** Con esta labor se busca marcar y construir los canales colectores de agua de riego y aguas de exceso. Estos canales hacen parte de las redes de riego y drenaje de los predios.

6. **Nivelación:** La labor de nivelación es opcional y se aplica a predios que muestran una topografía variable que hace que las practicas de operaciones fundamentales como el riego y la recolección se dificulten. Generalmente esta labor se realiza con una pala niveladora acoplada a los tres puntos del tractor.

2.2.1 Preparación de Suelos en Laderas

“En casos en donde el terreno presenta pendientes superiores a 20% es necesario y obligatorio la utilización de implementos de labranza accionados por medio de la utilización de la tracción animal”. (Carrillo, 2005, 3)

Figura 1.



Fuente: Benjarano Reyes

2.3 Rendimientos en Labores Mecanizadas

“El rendimiento del conjunto o la cantidad de trabajo realizado en un tiempo determinado es un índice importante del perfeccionamiento técnico y nivel de utilización de las maquinas o conjunto” por consiguiente se produce un crecimiento en la productividad del trabajo y el aumento de la cantidad de productos obtenidos por unidad de trabajo invertido. Según el tiempo de trabajo, el rendimiento suele subdividirse en rendimientos diarios, de turnos, de temporada y/o anuales. (Jróbstov, 1977, 135)

“El rendimiento de las maquinas agrícolas se puede medir en términos de rapidez y la cantidad con que se desarrollan las operaciones”. Tanto la cantidad como la calidad, debe considerarse cuando se evalúe el rendimiento de la máquina. Una manera de expresar la rapidez es en términos de cantidad en unidades de tiempo. También el rendimiento para un equipo agrícola, se puede obtener en unidades de área sobre unidades de tiempo. Para hallar el rendimiento de esta manera juega un papel determinante las variables ancho y velocidad de trabajo ya que el rendimiento se encuentra en función de estas. (Hunt, 1979, 11)

2.3.1 Rendimiento Teórico (Wt)

Es el cálculo teórico del rendimiento sin tomar en cuenta las condiciones reales de producción en que se trabaja la maquinaria.

“El rendimiento teórico (Wt) para los conjuntos móviles durante las labores de campo, se pueden presentar condicionalmente como el área de un rectángulo, en

que un lado es igual al ancho de trabajo del conjunto y el otro lado longitud del recorrido de dicho conjunto a velocidad teórica”. (Velázquez, 2006, 25)

El rendimiento teórico se puede calcular y expresar de las siguientes formas y unidades:

Rendimiento Teórico en (m²/hr)

Ecuación 1.

$$W_t(m^2/hr) = \frac{V_e(Km/hr) \times Atr(m)}{0.001}$$

Rendimiento Teórico en (Ha/hr)

Ecuación 2.

$$W_t(Ha/hr) = \frac{V_e(Km/hr) \times Atr(m)}{10}$$

Donde:

Wt: Rendimiento Teórico

Ve: Velocidad de Operación Teórica

Atr: Ancho de Trabajo Teórico

Fuente: Bejarano, 1980, 78.

2.3.2 Rendimiento Efectivo (Wef)

Esta magnitud se determina a partir de la observación de las condiciones de trabajo y los eventos técnicos que presenten las maquinas en campo.

“Existen grandes diferencias entre los valores reales de los anchos de trabajo (Atr), velocidades de desplazamiento (Ve) y tiempos netos de trabajo con respecto a los valores nominales”. Por tanto el rendimiento Técnico se ve afectado por factores que son notados en la ecuación por medio de la magnitud de eficiencia. (Cruz, Macías y Rojas, 1984, 100)

2.3.2.1 Parámetros que Determinan las Condiciones de Rendimiento

✓ **Velocidad de operación**

Es la magnitud de desplazamiento que presenta el conjunto en el desarrollo de las labores. La velocidad de operación varía dependiendo del tipo de labor que se está desarrollando.

Según Wendell, existe un rango de velocidades que se deben ajustar a las características de la labor que se está desarrollando; por ejemplo para la labor de arada se tienen velocidades de operación que se encuentran entre los 4.0 Km/hr y los 8.5 Km/hr.

La determinación de la velocidad de operación en campo es de gran importancia. Es necesario hacer verificaciones a las velocidades registradas por el velocímetro, ya que esta información puede estar afectada por la no calibración del sistema y condiciones de campo, que pueden maximizar el factor de deslizamiento.

✓ **Tiempo de Trabajo**

En el desarrollo de las labores mecanizadas se presentan pérdidas de tiempo causadas por los recorridos en vacío y paradas forzadas. “Dentro del tiempo de trabajo de una jornada existen pérdidas de tiempos que afectan directamente el rendimiento del conjunto”.(Jróbostov, 1977, 140)

Las pérdidas de tiempo más comunes para los operarios de maquinaria utilizada en labores del cultivo de tabaco son las siguientes:

- ✓ **Tiempo en Vacío:** Son los tiempos utilizados en virajes y otros recorridos en donde el conjunto se desplaza sin realizar ninguna labor.
- ✓ **Tiempo de Parada Forzadas:** Son los tiempos utilizados en revisiones a los implementos cuando sufren problemas de incrustamiento de piedras y troncos entre los discos de arados y rastras.
- ✓ **Tiempos de Desarreglo Técnico:** Son los tiempos cronometrados utilizados en las detenciones que se hacen para componer desperfectos mecánicos.

- ✓ **Tiempo de Servicio Técnico Planificado:** Se agrupan dentro de estos tiempos las detenciones requeridas para el aprovisionamiento de agua y combustible

✓ **Tiempo Neto de Trabajo**

Es la magnitud de tiempo que se cronometra en el desarrollo de una labor mecanizada, en donde no se tiene en cuenta los factores que afectan el rendimiento efectivo del conjunto.

Matemáticamente el tiempo neto de trabajo se define como la resta entre el tiempo total de trabajo y la sumatoria de los factores que afectan el rendimiento efectivo del conjunto en campo.

2.3.2.2 La Eficiencia

El valor de eficiencia de trabajo se puede notar matemáticamente como el coeficiente o la relación de los rendimientos,

Ecuación 3.

$$\eta = \left(\frac{W_{ef}}{W_t} \right) \times 100$$

Una vez determinada la eficiencia por medio de la anterior relación se logra el cálculo del rendimiento efectivo en campo por medio de las ecuaciones 4 y 5

Rendimiento Efectivo en (m²/hr)

Ecuación 4.

$$W_{ef} \left(\frac{m^2}{hr} \right) = \left(\frac{V_e \left(\frac{Km}{hr} \right) \times Atr(m)}{0.001} \right) \times \eta$$

Rendimiento Efectivo en (Ha/hr)

Ecuación 5.

$$W_{ef}\left(\frac{Ha}{hr}\right) = \left(\frac{V_e\left(\frac{Km}{hr}\right) \times A_{tr}(m)}{10} \right) \times \eta$$

Donde:

Wef: Rendimiento Efectivo

Ve: Velocidad de Operación Teórica

Atr: Ancho de Trabajo

n: Eficiencia de Trabajo.

Otra manera de determinar el Wef, es mediante la relación del área mecanizada en un tiempo de operación.

Matemáticamente esta relación se expresa de la siguiente manera:

Ecuación 6.

$$W_{ef}\left(\frac{Ha}{hr}\right) = \frac{A_{rm}}{T_m}$$

Donde:

Arm: Área mecanizada

Tm: Tiempo de mecanización.

2.4 Características Generales de los Suelos para Distintas Clases de Tabaco

Según Milanes El tipo de suelo debe corresponder a la clase de tabaco que se desea producir. Con respecto a esto en la zona norte del departamento del Huila se siembran tabacos curados al horno (Virginia).

Para el caso del tabaco Virginia, hay que tener en cuenta que éste es un tabaco de bajo contenido de compuestos nitrogenados en la hoja (particularmente alcaloides); es extremadamente sensible al contenido de nitrógeno en el suelo. El suministro de este elemento debe ser suficiente para asegurar un vigoroso, pero no excesivo crecimiento.

“El Tabaco Virginia se puede dar bien en una gran variedad de suelos; sin embargo, hay una serie de condiciones básicas de los mismos que se consideran como las más adecuadas para la producción de esta clase de tabaco, las cuales deben ser tomadas muy en cuenta al momento de seleccionar las tierras destinadas a su producción”. Estas condiciones básicas del suelo son:

- ✓ Moderadamente livianos.
- ✓ Una profundidad de la capa arable no menor de 25–35 cm.
- ✓ Una razonable capacidad de retención de agua y buen drenaje.
- ✓ Preferiblemente, con capas internas moderadamente pesadas.
- ✓ Con pH de ligera a moderadamente ácido.

A continuación se indican, de manera resumida, las principales características que deben tener los suelos considerados como apropiados para la producción de distintas clases de tabaco Virginia. (Carrillo, 2005, 26)

- ✓ Bajo contenido de materia orgánica y de nitrógeno.
- ✓ Moderadamente livianos (textura franca a franco-arenosa).
- ✓ Profundidad de 30 – 40 cm.
- ✓ Capa interna ligeramente pesado (Ej.: franco-limoso, Franco-arenoso)
- ✓ El pH más recomendable es de 5,5 a 6,5.

“Existe relación entre las características del suelo y las cualidades de la hoja curada producida”. A diferencia de otras regiones, la zona norte del departamento del Huila los suelos usados para la producción de tabaco son de texturas franco-arenosas. (COPROTAB 2009)

2.5 Los Modelos de Trabajo de Campo aplicados en la zona norte del Huila

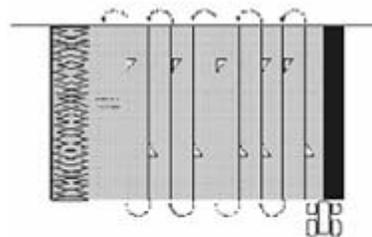
“El modelo de trabajo de campo viene siendo la figura geométrica que describe el conjunto tractor apero, cuando desarrolla una labor determinada”. (Velázquez, 2006, 32)

2.5.1 Modelo Continuo con Cabeceras de Volteo (MCCV)

Este modelo el trabajo se puede utilizar para varias labores. Se inicia por un extremo del lote y se voltea cuando se llega a la cabecera. “Todas las pasadas son paralelas entre si y con un giro de 180 grados en las cabeceras, por lo cual es necesario que la cabecera de volteo tenga por lo menos una anchura equivalente a dos veces la longitud del conjunto tractor apero”. La labor debe realizarse a lo largo del lote para minimizar el número de giros y las cabeceras se trabajan al final. (33)

En la figura 2 se muestran la dinámica del patrón de trabajo mencionado previamente.

Figura 2. Modelo de trabajo continuo



Fuente: Velázquez Rincón

2.5.2 Modelo de trabajo en circuitos (MTC)

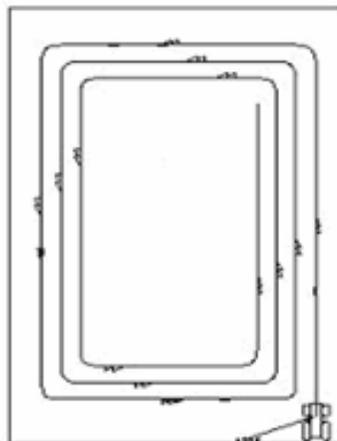
Este modelo consiste en trabajar el lote de manera paralela a cada uno de los límites y por lo general se desarrolla viajando alrededor del lote.

Si el lote es rectangular la operación se pueden iniciar del centro hacia fuera o de afuera hacia el centro del campo. En el caso de lotes irregulares la labor se inicia de afuera hacia el centro.

“Los modelos de circuitos pueden tener virajes de 90 grados y de 270 grados. Los que tienen virajes de 90 grados pueden ser de esquinas redondeadas, de esquinas cuadradas y con fajas de virajes diagonales”. (34)

A continuación se muestra una imagen donde se ilustra la dinámica de este modelo de trabajo.

Figura 3. Modelo de trabajo en circuitos

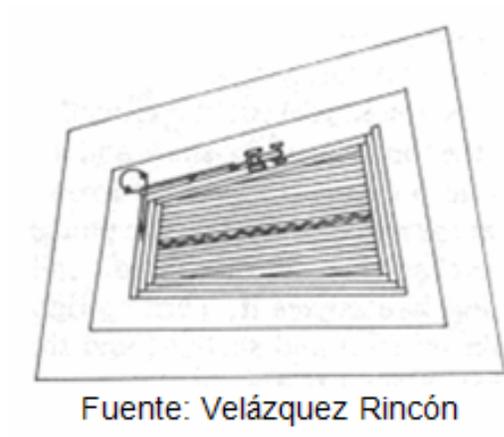


Fuente: Velázquez Rincón

2.5.2 .1 Modelo de Trabajo en Circuitos Modificado (MTCM)

Este modelo tiene una variación que consiste en levantar el implemento y hacer un giro en forma de lazo de 270°, al final del cual se baja el implemento y se reinicia el trabajo como se muestra en la imagen 4. Para este modelo de trabajo suele cambiarse el lazo de 270° por el lazo cruzado en reverso.

Figura 4. Modelo de trabajo en circuitos modificado con giro de 270°



3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

- ✓ GPS marca GARMIN (76 GCS precisión 3 metros).
- ✓ Cinta métrica de 5 metros.
- ✓ Cronometro.
- ✓ Probetas de 500 ml.
- ✓ Computador.
- ✓ Encuestas.

3.2 Metodología

3.2.1 Área de estudio

Las actividades de inventario, evaluación y caracterización se realizo a la totalidad de los agricultores pertenecientes a la empresa PROTABACO S.A que participaban del programa de siembra 2008 II, que se ubican en los municipios de Campoalegre, Rivera, Hobo, Yaguará y Algeciras.

Para la determinación de los rendimientos y eficiencias de trabajo se realizo un muestreo en donde se seleccionaron cinco lotes de fincas ubicadas en municipios de Campoalegre, Rivera, Hobo, Yaguará y Algeciras, a partir de los resultados de la evaluación de la maquinaria

3.2.2 Metodología para Recolección de Información

Para la actividad de inventario se elaboró un modelo de encuesta que fue validado por el departamento de ingeniería agrícola de la empresa.

Posteriormente se llevo a cabo la recopilación de información por medio de la aplicación de un total de 23 encuestas que comprendió a los agricultores y/o propietarios de la maquinaria del programa de siembra 2008-II.

Para el desarrollo de la evaluación y caracterización de la maquinaria se realizaron observaciones durante la visita en donde se hicieron consideraciones a elementos esenciales de Tractores e implementos.

Para la recopilación de información para la determinación de eficiencias y rendimientos de trabajo, se siguieron los siguientes pasos:

1. En primera instancia se efectuó el levantamiento planimétrico del lote.
2. Se inicio la labor de mecanización y de manera paralela la toma del tiempo.
3. Durante la labor se tomaron cuatro distancias de 10 m aproximadamente para luego tomar el tiempo que tarda el conjunto en recorrer esta distancia; esto para el cálculo de velocidad técnica de operación, con la cual se calcula el rendimiento teórico.
4. Al cabo de 4 horas de labor se detiene el cronometro y la labor.

3.2.3 Metodología para análisis de información

Para el análisis de la información correspondiente al inventario, se realizo la tabulación del ítem correspondiente a esta actividad y se calcularon las cantidades totales de maquinaria.

Para la caracterización de la maquinaria inicialmente se realizo una evaluación de esta. En cuanto a tractores se desarrolló una valoración en base a siete componentes básicos, a los cuales se les designo un porcentaje dentro del ponderado total. Este porcentaje se definió a partir de la importancia del componente a la hora de desarrollar las labores específicas en la preparación de suelo en la producción de tabaco.

Adicionalmente, a cada componente se califico en una escala de uno (1) a cinco (5), su estado a la hora de la visita.

En la tabla 1 se enuncian los componentes valorados con su respectivo porcentaje:

Tabla 1. Componentes Evaluados a los Tractores.

Componentes Evaluados.	Porcentaje Designado
Puntos hidráulicos	20%
TDF	5%
Sistema Eléctrico.	20%
Lastre y Pesas.	15%
Dispositivos de Control.	10%
Neumáticos Motriz y Directriz.	10%
Caja de Velocidades.	20%
Total	100%

Finalmente teniendo los porcentajes asignados a cada componente y su respectiva calificación, se aplico la siguiente ecuación para establecer el puntaje final de la maquina.

$$Pt = ((ph \times 0.2) + (pT \times 0.05) + (pe \times 0.2) + (pl \times 0.15) + (pc \times 0.1) + (pn \times 0.1) + (pv \times 0.2)) \times 7$$

Pt: Puntaje Total.

ph: Puntaje del los Puntos Hidráulicos.

pT: Puntaje del Toma de Fuerza.

pe: Puntaje del Sistema eléctrico.

pl: Puntaje del lastre y Pesas.

pc: Puntaje de Dispositivos de Control.

pn: Puntaje de Neumáticos.

pv: Puntaje de caja de velocidades.

Fuente: El autor

Una vez culminada la tabulación de los puntajes obtenidos por cada uno de los tractores estos se clasificaron en cuatro (4) estados según muestra la tabla 2.

Tabla 2. Estados de tractores según puntuación

Estado	Rango de Puntuación
Muy Bueno	35 - 27
Bueno	20 - 26
Regular	12 - 19
Malo	07-11

En cuanto a la evaluación de los implementos se hizo una clasificación en tres estados.

Para dicha clasificación se tuvo en cuenta el estado de las herramientas que componen al implemento, las longitudes correctas entre herramientas, ángulos de corte y ataque.

En la tabla 3 se muestran la descripción de cada uno de los estados en que se clasificaron los implementos.

Tabla 3. Estado de implementos según sus características.

Estado	Contenido
Bueno	Implemento con el total de sus herramientas en funcionamiento y dimensiones correctas.
Regular	Implemento con algunos problemas por falta de herramientas y algunas longitudes incorrectas.
Malo	Implemento en avanzado estado de deterioro, con falta de herramientas y dimensiones incorrectas.

Culminada esta evaluación, se inicio la caracterización en base a unas propiedades o elementos que se muestran en las tablas 4 y 5.

Tabla 4. Elementos Utilizados para la caracterización de los Tractores.

Maquinaria	Elementos de Caracterización
Tractor	Tipo de Tracción
	Marca
	Modelo
	Potencia
	Año
	Estado

Tabla 5. Elementos Utilizados para la caracterización de los Implementos de labranza.

Maquinaria	Elementos de Caracterización
Implementos de Labranza	Marca
	Anchos de Trabajo.
	Tipo de Enganche.
	Número y Diámetro de Discos.
	Numero de Cuerpos.
	Potencia Requerida.
	Estado

En cuanto a la tabulación y análisis de de la información de campo perteneciente a la determinación de rendimientos y eficiencias en campo se hicieron los siguientes procedimientos:

- ✓ Se calculó el rendimiento teórico w_T por medio de la ecuación 2.
- ✓ Posteriormente se determino el rendimiento efectivo en campo siguiendo el procedimiento enunciado en la metodología de recolección de información.
- ✓ Mediante la relación de rendimientos ilustrada en la ecuación 3 se calculó la eficiencia de operación n .

En el numeral 4.3.1 se hace una muestra de cálculo con valores reales de campo.

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

A continuación se muestran los resultados obtenidos en campo a partir de las cuatro actividades (inventario, evaluación y caracterización, determinación de rendimientos y eficiencias y análisis) fundamentales que componen este proyecto. En la tabla 6 se muestran los resultados del inventario. Además en los anexos 3 al 8 se encuentra la caracterización de maquinaria de labranza utilizada en labores de producción de hoja de tabaco.

Por último se presenta una muestra de cálculo y los resultados correspondientes a la determinación de los rendimientos teóricos, efectivos y eficiencias para cada uno de los cuatro implementos predominantes en las labores de labranza, en los cinco municipios que contienen la totalidad del área cultivada.

4.1 El Inventario de Maquinaria

A continuación se presentan los resultados del inventario de maquinaria.

Tabla 6. Maquinaria utilizada en labores de labranza en la producción de tabaco en la zona norte del departamento del Huila.

Implemento	Símbolo	Cantidad
Tractores	Tr	25
Arado de Discos	Ar	21
Rastra de Tiro	Rt	15
Rastras de Tiro con Cilindros Hidráulicos	Rt	7
Surcadoras	Sr	9
Zanjadoras	Za	7
Cultivadoras	Cu	15
Remolques	Re	15

4.2 Evaluación y Caracterización

4.2.1 Evaluación y Caracterización de Tractores

A partir de los datos entregados por el inventario se inicio la caracterización de los tractores, teniendo en cuenta seis elementos de caracterización, como lo son: el tipo de tracción, marca, modelo, potencia, año y estado. De esta manera a continuación se hace una descripción de cada uno de estos elementos para los tractores involucrados en este estudio, en el tabla 7 se puede observar la caracterización de cada uno de los tractores.

Marca y modelo: se encontraron seis marcas comerciales de tractores siendo estas las siguientes: Massey Ferguson, Ford, Fiat, John Deer, David Brown y Zetor; en donde la marca predominante es la Maysser Ferguson seguida por la Ford. La preferencia de estas dos marcas comerciales por los agricultores radica en su buena calidad y bajos costos de reparación. En cuanto a modelos existe un número importante de modelos, pero los más preponderantes son los Ford 5000, Fiat 750 y los MF 165. En la figura 5 y 6 se puede observar los tractores de las marcas predominantes.

Tipo de Tracción: Dentro de los 25 tractores caracterizados encontramos que tan solo 2 tractores exhiben una tracción tipo doble y el resto de maquinas presentan tracción tipo sencilla. Adicionalmente los tractores de tracción doble son las maquinas que presentan las potencias al motor.

Potencia: Observando las potencias de trabajo de los tractores en estudio se observa que hay un intervalo de potencias que se encuentra entre los 52 y 115 HP, en donde la potencia promedio es de 76 HP y la moda en potencia o la magnitud de potencia que mas se repite es la de 75 HP.

Año: El año promedio de los modelos de los tractores estudiados es 70 en donde el tractor mas antiguo presenta una vida útil de 54 año y el tractor más nuevo presenta una vida útil de tan solo 250 horas de trabajo en el momento de hacer la evaluación y caracterización.

Estado: Según la evaluación realizada previamente que se puede observar en el anexo 2 el conjunto de tractores en términos generales presentan un buen estado, con un número importante de tractores que necesitan revisiones a los sistemas hidráulicos, mecánicos y eléctricos.

A continuación se muestra la tabla de resumen de la caracterización realizada a los tractores en donde se muestran de forma detallada los elementos caracterizados en los tractores.

Figura 5. Tractor Massey Ferguson MF 290



Figura 6. Tractor Ford T 5000



Tabla 7. Caracterización de tractores.

TRACTORES						
Tractor	Tipo de Tracción	Marca	Modelo	Potencia (HP)	Año	Estado
Tr1	TS	MF	265	80	82	Bueno
Tr2	TS	MF	290	85	78	Bueno
Tr3	TS	Ford	4600	55	76	Bueno
Tr4	TS	Ford	6610	80	78	Bueno
Tr5	TS	Ford	5000	75	70	Bueno
Tr6	TS	MF	175	75	76	Regular
Tr7	TS	MF	290	84	84	Bueno
Tr8	DT	MF	291	100	9	Muy Bueno
Tr9	TS	MF	65	65	69	Regular
Tr10	TS	MF	1075	90	85	Regular
Tr11	TS	Ford	5000	75	60	Bueno
Tr12	TS	Ford	5000	75	66	Bueno
Tr13	TS	MF	1075	90	85	Bueno
Tr14	TS	MF	185	80	83	Bueno
Tr15	TS	Fiat	750	65	64	Regular
Tr16	TS	John Deere	2030	60	70	Bueno
Tr17	DT	MF	296	115	96	Bueno
Tr18	TS	David Brown	990	52	55	Regular
Tr19	TS	Zetor	7211	80	72	Malo
Tr20	TS	Fiat	750	68	60	Bueno
Tr21	TS	Fiat	750	70	60	Bueno
Tr22	TS	Ford	5000	70	66	Bueno
Tr23	TS	MF	175	75	71	Bueno
Tr24	TS	MF	165	65	69	Malo
Tr25	TS	MF	165	65	75	Bueno
Promedios:				76	70	
Moda				75	60	Bueno

Figura 7. Estado de Tractores



Figura 8. Marca de Tractores

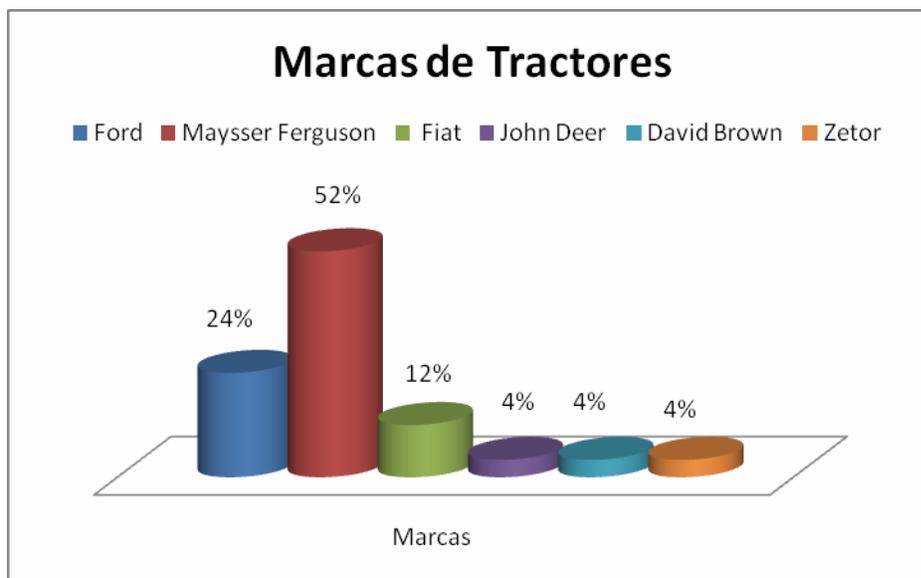
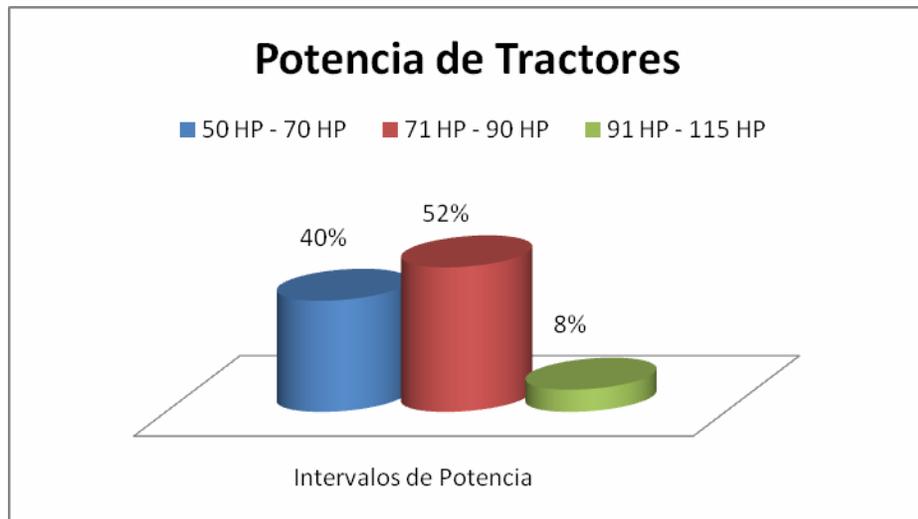


Figura 9. Intervalos de Potencia



4.2.2 Evaluación y Caracterización de Implementos de Labranza

En las figuras 10 a la 15 se presentan los resultados de la evaluación de los implementos de labranza integrados en el inventario.

Figura 10. Estado de Arados de discos

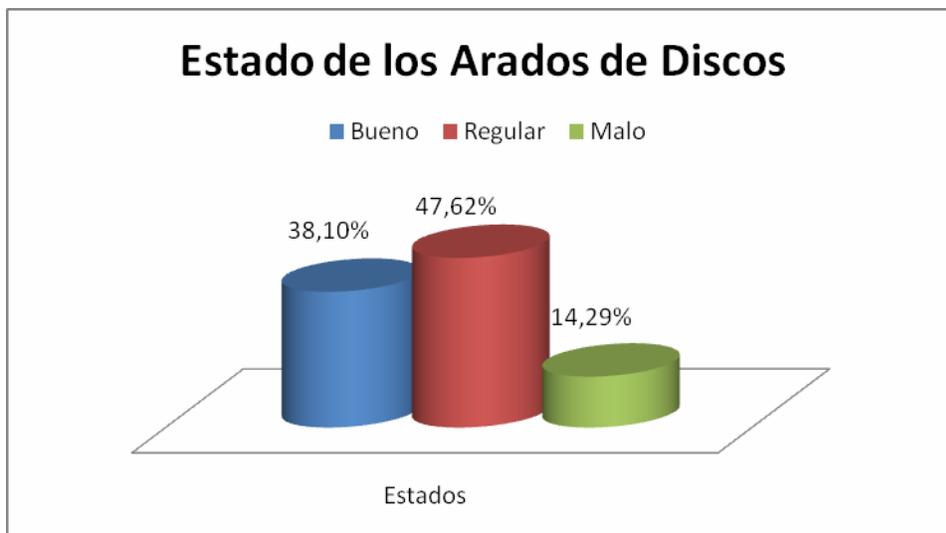


Figura 11. Estado de las rastras de Tiro con Cilindros Hidráulicos

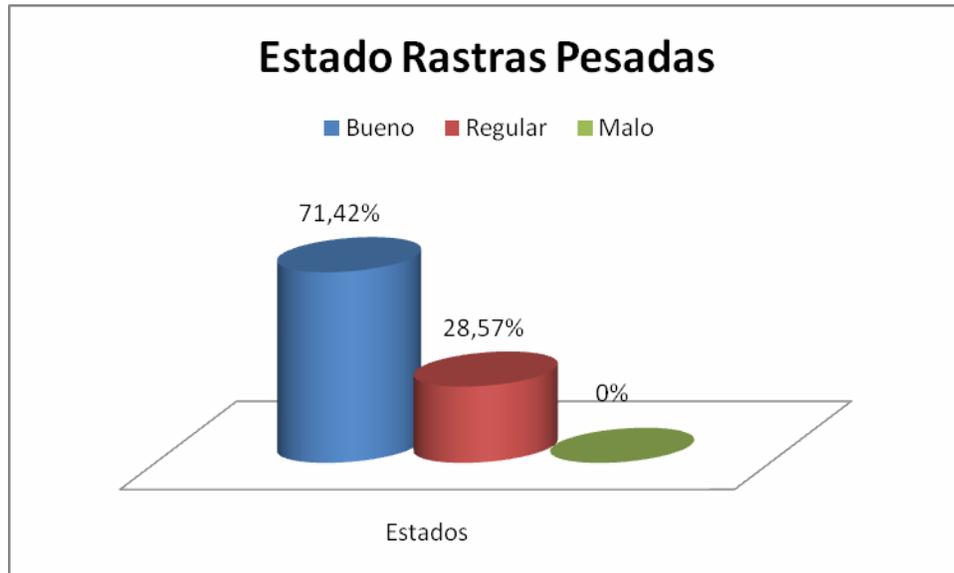


Figura 12. Estado rastrillos pulidores de Tiro

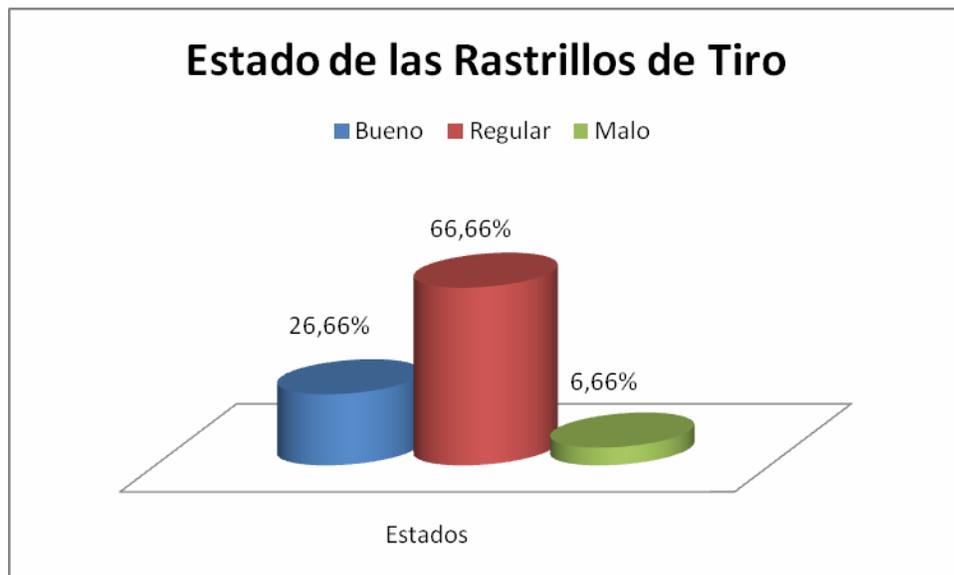


Figura 13. Estado de las Surcadoras

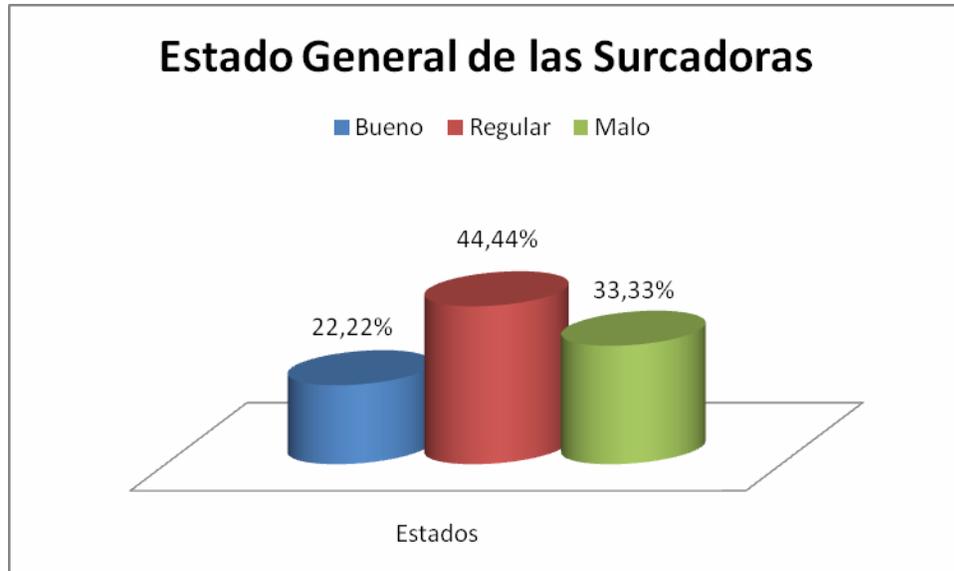


Figura 14. Estado de las Cultivadoras

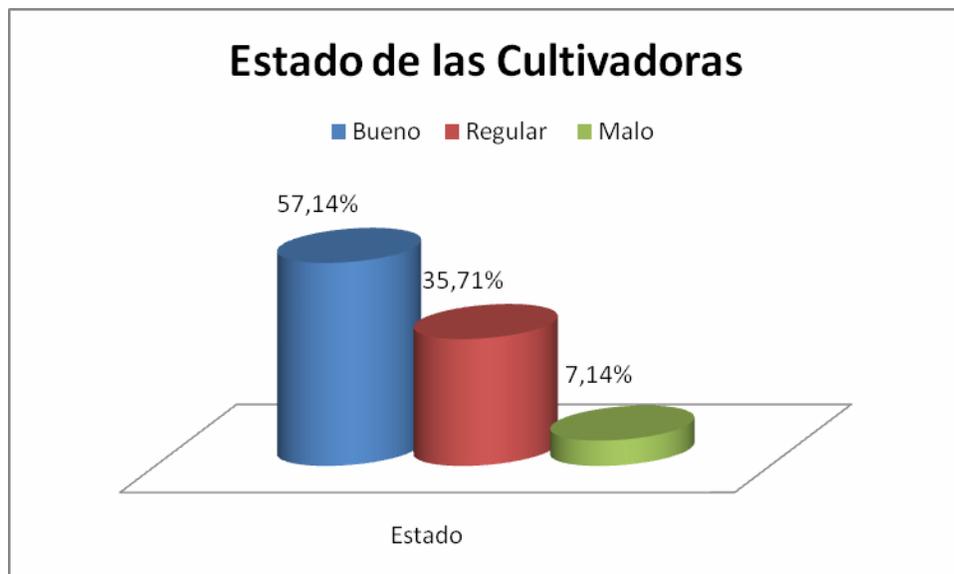
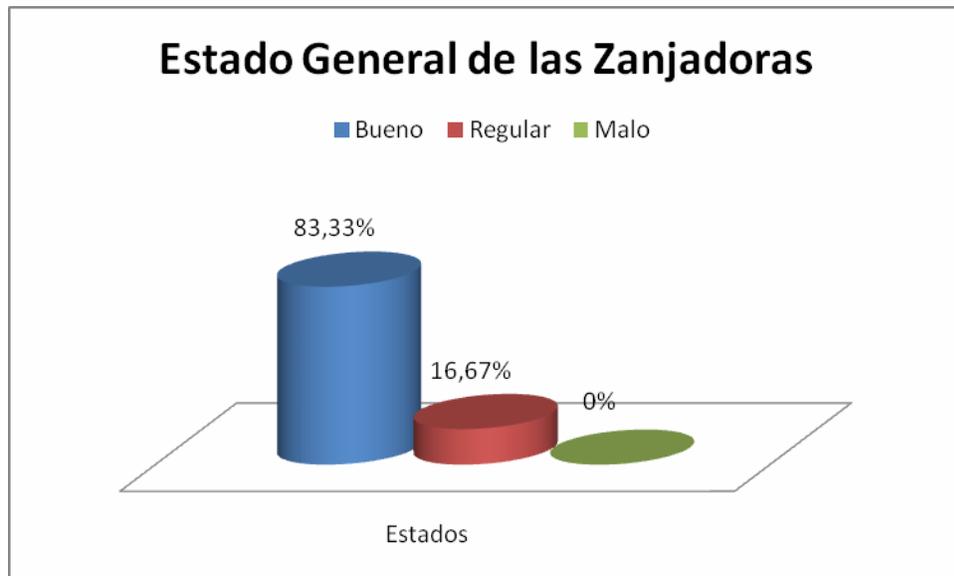


Figura 14. Estado de las Zanjadoras



Caracterización de los Arados de Discos

Los arados de discos presentan un número de discos que oscilan entre los 3 y 4 discos, donde sus anchos de trabajo están en un intervalo de 0.8 y 1.1 m. Además, estos arados exhiben discos que inicialmente presentaban diámetros de 26 o 28 pulgadas, que en la actualidad son menores por causa del uso y de la abrasión a la que han sido sometidos.

Los arados de discos son herramientas que presentan en su mayoría un buen estado ya que sus herramientas se encuentran completas y sus ángulos de ataque o de corte son correctos.

Los arados de discos son implementos que se acoplan al tractor a los tres puntos en donde se tiene la opción de variar la profundidad de trabajo por medio de los dos brazos hidráulicos. La caracterización completa de los arados de discos se puede observar en el anexo 3.

Caracterización de las Rastras de Tiro con Cilindros Hidráulicos

Las rastras caracterizadas en este ejercicio exhiben un buen estado. En su totalidad estas son de doble acción, por consiguiente tienen dos cuerpos de discos, cada cuerpo porta un número total de 10 discos.

Sus anchos de trabajo se encuentran entre los 3.20 y 3.45 m que a su vez dependen del estado de los discos y el ángulo de corte.

Este tipo de rastra presenta un peso mayor en comparación a las rastras de tiro tradicionales por tanto estas rastras logran profundidades mayores.

Como su nombre lo indica son rastras que vienen acopladas al tractor por medio del punto de tiro y al sistema hidráulico del tractor, por medio de mangueras de flujo que accionan los cilindros remotos y estos a su vez las llantas que ayudan a la graduación de la profundidad de trabajo de este implemento y el transporte del mismo.

La caracterización detallada de las rastras de tiro con cilindros hidráulicos se puede apreciar en el anexo 4.

Caracterización de los Rastrillos pulidores de Tiro

El número de rastras de tiro caracterizadas es de 15, en donde todas comparten el mismo diseño. Estas rastras de tiro tradicional se componen de un bastidor flexible en donde van sujetos los cuerpos que a su vez portan un total de 10 discos por cuerpo. Los discos de estas rastras exhiben un diámetro promedio aproximado de 15½ pulgadas. Las rastras en estudio todas presentan un tipo de acción doble.

El tipo de enganche o de acople al tractor de este implemento es al tiro y el requerimiento de potencia de este modelo de rastra está entre los 45 y 55 HP.

En cuanto al estado de estos implementos, existe un número significativo que se encuentra en un estado regular, ya que carecen de algunas herramientas como los limpia discos que hacen los rendimientos de estos implementos se minimicen. La caracterización completa de la rastra de tiro se puede visualizar en el anexo 5.

Caracterización de las Surcadoras

El número total de surcadoras encontradas es de 9 las, cuales presentan un modelo de gancho porta herramientas con una reja tipo vertedera como se puede observar en la figura 12. Un gran número de estas se encuentran en estado regular-malo ya que carecen de elementos indispensable para un buen desarrollo de la labor como lo son los marcadores laterales de distancias entre surcos. La mayoría de estas surcadoras poseen dos cuerpos de surcado como se puede observar en el anexo 6. Los anchos de trabajo son de 1.2 m por cuerpo de surcado.

En muchos casos en la zona el agricultor tabacalero utiliza la surcadora como cultivadora haciendo algunos cambios al diseño como lo es la adición de dos cinceles más por cuerpo para aumentar el ancho de corte por cuerpo y

cambiando el tipo de reja por una de menor área de contacto que ayude a la escarificación del suelo.

Caracterización de las Cultivadoras

Las cultivadoras que se tienen dentro de esta caracterización suman un total de 15 de las cuales 14 son tipo cincel y tan solo una es de diseño de piñones rotativos. Las cultivadoras tipo cincel se componen de 3 cinceles por cuerpo esto para dar un mayor ancho de corte al cuerpo de la cultivadora. La cultivadora de piñones rotativos se compone de un juego de piñones rotativos en serie con un ángulo de traba que ayuda al aporque del cultivo.

Los anchos de trabajos de este implemento están en 1.2 m medidos entre cinceles centrales del cuerpo. “El requerimiento de potencia para esta herramienta esta entre 30 y 40 PH” que varia dependiendo de las variables ancho y profundidad de corte. (Maquinaria montana, 2009)

De igual forma las cultivadoras son herramientas versátiles que el agricultor adecua para realizar labores de surcada.

La caracterización detallada se puede observar en el anexo 7.

Caracterización de las Zanjadora

Dentro de esta caracterización se tuvo en cuenta un numero de 7 zanjadoras, dichas zanjadoras se encuentran en un estado bueno en general, además presentan un ancho de trabajos promedio de 0.7 m y una profundidad promedio 0.6 m, como se puede apreciar en el anexo 8.

El requerimiento de potencia de este implemento esta entre los 25 y 30 HP dependiendo de la variación de los parámetros ya mencionados.

4.3 Determinación de Rendimientos y Eficiencias

El ejercicio de determinación de rendimientos y eficiencia se realizo para los cuatro (4) elementos dominantes (Arada, rastrillada surcada y cultivada) en las labores de labranza en el cultivo de tabaco.

En cuanto a los patrón de trabajo utilizados, la totalidad de los maquinistas en la labor de arada practican el modelo de circuito continuo modificado con el lazo de

270° por el lazo cruzado en reverso. Para la labor de rastrillada los tractoristas trabajan el modelo de circuito continuo no modificado.

En cuanto a las labores de surcada y cultivada el modelo utilizado por la totalidad de operarios es el de trabajo continuo.

A continuación se muestra los grupos de maquinaria que hicieron parte de la determinación de rendimientos y eficiencias en cada una de las zonas seleccionadas previamente.

Tabla 8. Grupo de maquinaria con los cuales se realizó el ejercicio de determinación de rendimientos y eficiencias.

Municipios	Tractores	Arados	Rastras de Tiro	Surcadoras	Cultivadoras
Campoalegre	Tr7	Ar6	Rt4	Su1	Cu1
Hobo	Tr11	Ar7	Rt7	Su5	Cu4
Yaguará	Tr23	Ar20	Rt14	Su9	Cu13
Algeciras	Tr1	Ar1	Rt1	--	--
Rivera	Tr20	Ar16	Rt8	--	--

Para la determinación de los rendimientos y eficiencias de trabajo se realizó el cálculo que se muestra en el anexo 13, para cada uno de los conjuntos evaluados en los diferentes municipios.

En la tabla 9 y en la tabla 10 se expone el resumen de la información de campo y los resultados de cada uno de los conjuntos evaluados.

Tabla 9. Parámetros y resultados de eficiencias de trabajo y rendimientos efectivos en campo para el conjunto tractor-arado de discos.

Arado de Discos							
Municipio	Parámetros						
	Área (m ²)	Tiempo (hr)	Ancho de Trabajo (m)	Velocidad (Km/hr)	WT (Ha/hr)	Wef (Ha/hr)	Eficiencia (%)
Algeciras	10880	4	0,98	4,10	0,40	0,27	67,70
Campoalegre	10462	4	1	4,13	0,41	0,26	63,33
Yaguará	11357	4	0,97	4,12	0,40	0,28	71,05
Hobo	11618	4	0,93	4,2	0,39	0,29	74,36
Rivera	9769	4	0,90	4,08	0,37	0,24	66,51

Tabla 10. Parámetros y resultados de eficiencias de trabajo y rendimientos efectivos en campo para el conjunto tractor-rastra de tiro.

Rastras de Tiro							
Municipio	Parámetros						
	Área (m ²)	Tiempo (hr)	Ancho de Trabajo (m)	Velocidad (Km/hr)	WT (Ha/hr)	Wef (Ha/hr)	Eficiencia (%)
Algeciras	27631	4	2,20	4,16	0,92	0,69	75,48
Campoalegre	15077	2 hr 18 min	2,35	4,05	0,95	0,66	68,88
Yaguará	27938	4	2,20	4,5	0,99	0,70	70,55
Hobo	27781	4	2,38	4,02	0,96	0,66	69,16
Rivera	26467	4	2,34	4,17	0,98	0,66	67,81

Tabla 11. Parámetros y resultados de eficiencias de trabajo y rendimientos efectivos en campo para el conjunto tractor-Surcadora.

Surcadora							
Municipio	Parámetros						
	Área (m ²)	Tiempo (hr)	Ancho de Trabajo (m)	Velocidad (Km/hr)	WT (Ha/hr)	Wef (Ha/hr)	Eficiencia (%)
Hobo	31361	3 hr 31 min	2,40	6,03	1,45	0,89	61,50
Yaguará	32522	4	2,40	4,87	1,17	0,81	69,56
Campoalegre	15124	1 hr 43 min	2,40	5,10	1,22	0,87	71,42

Tabla 12. Parámetros y resultados de eficiencias de trabajo y rendimientos efectivos en campo para el conjunto tractor-Cultivadora.

Cultivadora							
Municipio	Parámetros						
	Área (m ²)	Tiempo (hr)	Ancho de Trabajo (m)	Velocidad (Km/hr)	WT (Ha/hr)	Wef (Ha/hr)	Eficiencia (%)
Hobo	30479	4	2,40	4,43	1,06	0,76	71,67
Yaguará	29319	4	2,40	4,98	1,20	0,73	61,33
Campoalegre	15128	2 hr 5 min	2,40	4,23	1,02	0,63	62,35

4.4 Análisis de Resultados

- Una vez obtenido los resultados del inventario de maquinaria y hecha la evaluación tanto de los tractores como de los implementos de labranza se muestra que el 64% de los tractores se encuentran en buen estado; no obstante, tan solo el 4% de estos esta en muy buen estado. Además existe un 32% cifra significativa de tractores que se encuentran entre los estados regular y malo.
- Pese a que el estado de los tractores es relativamente bueno, se encuentra que el 92% de los tractores presentan años de vida útil superiores a los 15 años, cual hace pensar que es necesario la pronta renovación del parque automotor.
- Las labores de surcada y cultivada en la zona de Algeciras no se realiza de manera mecanizada, por tanto no se encuentra información de rendimientos y eficiencia de esta zona. Además en la zona de rivera no se obtuvo la información y que en la mayoría de predios se realizo la labor manual debido a crudo invierno que azoto a esta zona para la época de recolección de esta información
- En cuanto a los modelos o patrones de trabajo utilizados por los tractoristas para la acción de las diferentes labores, se observo que en la totalidad de los caso ellos utilizan el MTCM para la labor de arada. Igualmente el MTC es utilizado para la labor de rastrillada y el MCCV para las labores surcada y cultivada. La tendencia a la utilización de estos modelos quizá se deba a la sencillez.
- El valor promedio del rendimiento efectivo en campo para la labor de arada en la zona norte del departamento del Huila es de 0.268 hectáreas /hora; cuya diferencia frente al valor de rendimiento efectiva en la arada, encontrado en la tesis sobre Determinación de Tiempos de Trabajo, Rendimientos y Eficiencias para Labores Decanizadas en el departamento del Huila es de 8.2% ya que este es de “0.246 hectáreas/hora”. (182)
- El valor promedio de velocidad de operación para la labor de arada para el cultivo de tabaco en la zona norte del departamento del Huila es de 4.13 Km/hr, la cual es una velocidad baja pero viable para el desarrollo de dicha labor.
- El menor valor de velocidad de operación para la labor de arada se registro en la zona del municipio de Rivera el cual fue de 4.08 Km/hr y presenta una diferencia de 1.21% hacia bajo frente al valor promedio el cual es de

4.13 km/hr. De igual manera el valor mayor de velocidad de operación fue registrado en el municipio de Hobo el cual fue de 4.20 Km/hr y su diferencia frente al valor promedio anteriormente mencionado es de 2.85% hacia arriba.

- El valor promedio de velocidad de operación para la labor de rastrillada es de 4.18 km/hr. En concordancia con lo anterior existen diferencias entre el valor promedio y el valor máximo del 7.11% el cual es 4.50 Km/hr. Además la diferencia del valor promedio de velocidad de operación y el valor mínimo es de 3.82% ya que este es de 4.02 Km/hr. Adicionalmente se encontró que el mayor rendimiento para esta labor se dio en la zona del municipio de de Yaguará. Este resultado es lógico ya que el predio nos muestra una forma casi regular lo cual señala que los perdidas por tiempos en vacío fueron mínimos y por tanto las eficiencias de trabajo altas.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Dentro de la información recolectada en las encuestas, queda claro que en el proceso de preparación de suelos para el cultivo de tabaco en esta zona del departamento son predominantes las labores de arada, rastrillada, surcada, zanjada y cultivada, las cuales desarrollan funciones particulares y específicas que fueron mencionadas anteriormente.
- El modelo o patrón de trabajo predominante para las labores de arada y rastrillada es el modelo de circuito continuo modificado con virajes de lazo cruzado y lazo cruzado con reverso. Para las labores de surcado y cultivada el patrón de trabajo utilizado es el modelo de trabajo continuo con cabeceras de volteo con viraje tipo con lazo.
- La totalidad de operarios de maquinaria que prestan el servicio de labores de labranza a los agricultores de tabaco, no llevan ningún tipo de control frente a tiempos y turnos de operación y gasto de combustible.
- Las malas condiciones de algunos tractores e implementos y la no utilización de herramientas conlleva a que los rendimientos y las eficiencias en campo se minimicen.
- Las formas de trabajo de los tractoristas muestran características análogas entre sí, lo cual deja claro que los resultados en cuanto a rendimientos y eficiencias de operación sean similares para la zona norte del departamento del Huila.
- Para la labor de arada se está manejando una velocidad promedio de trabajo de 4.13 Km/hr, la cual se considera una velocidad normal ya que esta se encuentra dentro de los rangos recomendados.
- La profundidad promedio de trabajo para la arada convencional encontrada es de 0.25 m, que es considerada profunda, y esta incide directamente de forma inversa en la velocidad de operación.

- Pese a que las eficiencias de trabajo de los implementos estudiados se encuentran dentro de los resultados aceptables de eficiencias en la mecanización agrícola, es viable estudiar la posibilidad de maximizar las eficiencias de las surcadoras y cultivadoras aumentando los anchos de trabajo de estos dos implementos ya que las velocidades de estos conjuntos es relativamente alto.

5.2 Recomendaciones

- Llevar un control de horas trabajadas, rendimientos y eficiencias de trabajo a la maquinaria para hacer de esta un uso más racional y técnico.
- Estudiar la implementación del caballonador para predios que se vayan a hacer irrigados con sistemas de goteo ya que este implemento realizaría un caballón de mayor altura y así se eliminaría la labor de cultivada y aporque que se hace dispendiosa por presencia de tubería en las líneas de siembra.
- Implementar la instalación de una herramienta adicional a las cultivadoras con vertederas o patines, que realicen la labor de aporque y de esa manera disminuir los costos de mano de obra para esta labor.
- Instalar a las surcadoras los marcadores o directores laterales para hacer mas uniforme las distancia entre surcos cada vez que se hace un pase.
- Implementar tecnologías de adecuación de suelos novedosas como el riego por goteo o riego en surcos en contorno en la zona, que busquen minimizar los impactos negativos de las labores agrícolas sobre el recurso suelo.
- Implementar los arados de cincel ya sean vibratorio o rígidos en zonas que su granulometría lo permitan.
- Realizar estudios y ensayos de mecanización aplicando conceptos de labranza de conservación y labranza cero, cuyos resultados se observen desde el punto de vista de la productividad y la conservación de suelos.
- Capacitar a los maquinistas en nuevas técnicas de mecanización y patrones de trabajos.

- Asegurarse que los implementos se encuentre completos y sus herramientas se encuentre en el sitio indicado a la hora de realizar la labor para evitar paradas forzadas por culpa del mal funcionamiento de los implementos.
- Buscar que los maquinistas trabajen los tractores con las pesas y lastres correspondientes al implemento, para evitar desplazamientos del centro de masa del tractor que conlleven a la disminución de los rendimientos y eficiencias de operación.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ ÁLVAREZ CARDONA, Alberto. Administración de maquinaria agrícola. Bogotá: Unibiblos Universidad Nacional de Colombia, 2004. p. 48-50.
- ✓ BERMEJO ZUAZUA, Antonio. Manual Practico del Mecánico Agrícola. Publicaciones de extensión agraria. Madrid: Bravo Murillo, 1980 p. 20-101
- ✓ CARRILLO GONZÁLEZ, Humberto. Proceso de Productivo del Tabaco Rubio y/o Negro para la Fabricación de Cigarrillos. Conferencia 12. En: CONGRESO NACIONAL DE LA CADENA TABACALERA 2005 San Gil Santander. P. 2-35.
- ✓ CRUZ Jaime, MACÍAS Alberto, ROJAS Edén. Determinación de Tiempos de Trabajo Rendimientos y Eficiencias en el Desarrollo de Labores Mecanizadas en el Departamento del Huila: Rendimientos de Labores Mecanizadas, Trayectoria del Movimiento. Neiva 1984, 193 h Tesis (Ingenieros Agrícolas) Universidad Surcolombiana, Facultad de Ingeniería.
- ✓ DONNELL, Hunt. Maquinaria Agrícola. México: Editorial Limusa, Séptima edición, 1979 p. 451-453.
- ✓ JOHN DEERE. Fundamentos: Manejo de Maquinaria. Moline: Editorial Deere and Company. 1993 p. 26
- ✓ JROSBOSTOV S.N. Explotación del Parque de Tractores y Maquinas. Moscú: Editorial Mir, 1977 p. 552-565.
- ✓ VELÁZQUEZ RINCÓN, Julián. Capacidad De Las Maquinas, El Laboreo Del Suelo, Implementos Para El Laboreo De Los Suelos. Maquinaria E Implementos Agrícolas. Neiva: Universidad Surcolombiana, 2006, p. 25-42, 54-110.
- ✓ WENDELL, Bowers. Manejo de Maquinaria. Illinois 1977 p. 9-13
- ✓ Departamento Agrotécnico COPROTAB. (en línea) <http://www.fertilizando.com/articulos/Tabaco%20Virginia%20-%20Manejo.htm> (consultado el 15 de marzo de 2009)

- ✓ Facultad de agronomía departamento de suelos y aguas (en línea) <http://www.fagro.edu.uy/~maquinaria/PROGRAMA%202007.pdf> (citado el 2 de mayo de 2009)
- ✓ MAQUINARIA MONTANA. Catálogos de Rastras y cultivadoras. (en línea) <http://www.maquinariamontana.com.co/catalogo/index.htm> (citado el 12 de febrero de 2009)
- ✓ Yudel Milanes Gracia Profesor Universidad De Garama (en línea) <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/mecanizacion-agricola-contaminacion/mecanizacion-agricola-contaminacion.pdf> (Citado el 12 de febrero)

ANEXOS

Anexo 1. Formato de encuesta.



CARACTERIZACIÓN DE LA MAQUINARIA DE LABRANZA UTILIZADA EN LA PRODUCCIÓN DE TABACO EN LA ZONA NOTE DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA.

1. INFORMACIÓN GENERAL.

FECHA:.....

NOMBRE DEL AGRICULTOR:.....

NOMBRE DEL MAQUINISTA:.....

NOMBRE DEL PREDIO:.....

VEREDA:.....

MUNICIPIO:.....

2. SOBRE EL CULTIVO.

- ÁREA CULTIVADA EN EL AÑO.....Ha
- TIPO DE TABACO CULTIVADO

3. DEL TIPO DE TRACTOR CON QUE SE REALIZA LAS DE LABRANZA.

- MARCA
- MODELO
- AÑO
- POTENCIAHP

4. DEL TIPO DE TRACCIÓN.

- SENCILLA
- DOBLE

5. SOBRE EL ESTADO DEL TRACTOR.

- SISTEMA ELÉCTRICO: 1..... 2..... 3..... 4..... 5.....
- PUNTOS HIDRÁULICOS: 1..... 2..... 3..... 4..... 5.....
- DTF: 1..... 2..... 3..... 4..... 5.....
- DISPOSITIVOS DE CONTROL: 1..... 2..... 3..... 4..... 5.....

- LASTRE: 1..... 2..... 3..... 4..... 5.....
- NEUMÁTICOS: 1..... 2..... 3..... 4..... 5.....
- CAJA DE POTENCIAS: 1..... 2..... 3..... 4..... 5.....

6. IMPLEMENTOS UTILIZADOS EN LAS LABORES DE LABRANZA PARA LA PRODUCCIÓN DE TABACO.

- ARADO DE DISCOS SI NO

- MARCA

- ESTADO: MALO REGULAR BUENO.....

- ARADO DE CINCEL SI NO

- MARCA

- ESTADO: MALO REGULAR BUENO.....

- RASTRA CON CILINDROS HIDRÁULICOS SI NO

- MARCA

- ESTADO: MALO REGULAR BUENO.....

- RASTRA DE TIRO SI NO

- MARCA

• ESTADO: MALO REGULAR BUENO.....

■ SURCADORA SI NO

• ESTADO: MALO REGULAR BUENO.....

■ CULTIVADORA SI NO

■ MARCA

• ESTADO: MALO REGULAR BUENO.....

■ SANJADORA SI NO

■ MARCA

• ESTADO: MALO REGULAR BUENO.....

7. OTROS AGRICULTORES DE TABACO A QUIENES SE LES PRESTE EL SERVICIO.

■ NOMBRE

■ ÁREAHa

NOMBRE DEL ENCUESTADOR

FIRMA DEL ENCUESTADOR

Anexo 2. Evaluación detallada de Tractores.

Tractores	Elementos Evaluados							Total
	Sistema Eléctrico (20%)	Puntos Hidráulicos (20%)	DTF (5%)	Dispositivos de Control (10%)	Lastre (15%)	Neumáticos (10%)	Caja de Potencia (20%)	
Tr1	4	3	4	2	2	4	5	25
Tr2	4	4	2	2	3	2	5	25
Tr3	3	4	4	3	1	4	2	20
Tr4	4	3	2	2	2	3	3	20
Tr5	4	4	4	2	1	3	5	24
Tr6	2	1	3	2	2	1	3	14
Tr7	4	2	2	2	2	4	5	22
Tr8	5	5	5	5	5	5	5	35
Tr9	2	3	4	3	2	2	3	18
Tr10	1	3	2	1	1	1	3	13
Tr11	2	3	4	2	1	5	5	21
Tr12	2	3	4	2	1	5	5	21
Tr13	4	4	4	2	1	4	4	23
Tr14	2	4	4	3	1	4	5	23
Tr15	2	2	2	2	1	2	3	14
Tr16	2	4	4	2	1	4	4	21
Tr17	2	3	1	1	4	2	5	21
Tr18	2	3	2	2	1	2	3	16
Tr19	1	1	1	1	1	1	1	7
Tr20	2	4	4	2	1	4	5	22
Tr21	3	3	4	3	1	3	4	21
Tr22	2	3	2	2	2	2	4	18
Tr23	3	3	4	2	2	4	3	20
Tr24	1	1	1	1	1	1	1	7
Tr25	4	4	1	3	2	4	5	26

Anexo 3. Caracterización de Arados de Discos.

Arados de Discos	Numero de Discos	Marca	Ancho de Trabajo Aproximado (m)	Potencia Requerida (HP)	Tipo de Enganche	Diámetros de Discos		Angulo de Ataque	Estado
						Di (In)	Df (In)		
Ar3	3	Apolo	0,9	38	3 puntos	28	24" 1/16	43	Regular
Ar5				38		28	22" 3/4	44	Malo
Ar9				38		28	24" 1/16	44	Regular
Ar13				36		26	20" 1/2	45	Malo
Ar14				38		28	26" 3/4	44	Regular
Ar17				38		28	27" 1/8	45	Bueno
Ar18				38		28	27" 1/16	45	Bueno
Ar19				38		28	25"	45	Regular
Ar1				4		Ronsonn	1	50	3 puntos
Ar2	50	28	26" 1/8		45			Bueno	
Ar4	48	26	22"		44			Regular	
Ar6	50	28	25"		45			Bueno	
Ar7	48	26	25" 1/2		44			Bueno	
Ar8	50	28	24" 1/8		46			Regular	
Ar10	48	26	24" 1/16		45			Regular	
Ar11	48	26	22" 1/4		45			Regular	
Ar12	50	28	27" 3/4		44			Bueno	
Ar15	Intall Interagro	Apolo	1	50	3 puntos	28	23" 1/16	44	Malo
Ar16				48		26	23" 1/8	44	Regular
Ar20				48		26	25" 1/2	45	Bueno
Ar21				50		28	24" 1/16	45	Regular

Anexo 4. Caracterización de las Rastras Pesadas de Tiro con Cilindros Hidráulicos.

Rastra de Tiro con Cilindros Hidráulicos	Numero de Discos	Marca	Tipo de Acción	Ancho de Trabajo (m)	Potencia Requerida (HP)	Tipo de Enganche	Diámetro de Discos		Estado
							Di (In)	Df (In)	
Rh1	20	Intall Interagro	DA	3.20	70	Tiro-Cilindro Hidráulico	24	22 1/8	Bueno
Rh2				3.33				25 1/2	Bueno
Rh3				3.40				20 1/2	Regular
Rh4				3.28				22 1/2	Bueno
Rh5				3.30				23 1/16	Bueno
Rh6				3.45				19 1/2	Regular
Rh7		Apolo	3.42	22				Bueno	

Anexo 5. Caracterización de las Rastras de Tiro.

Rastra de Tiro	Numero de Discos	Marca	Tipo de Acción	Ancho de Trabajo (m)	Potencia Requerida (HP)	Tipo de Enganche	Diámetro de Discos		Estado
							Oi (In)	Of (In)	
Rt1	20	Apolo	DA	2,3	55	Tiro	20	19 1/4	Regular
Rt2				2,25			20	18 1/8	Regular
Rt3				2,3			23	18 3/4	Regular
Rt4				2,2			23	19 1/16	Regular
Rt5				2,25			22	18 1/16	Malo
Rt6				2,3			23	20 1/2	Bueno
Rt7				2,33			23	21 1/4	Bueno

Continuación de Anexo 5.

Rastra de Tiro	Numero de Discos	Marca	Tipo de Acción	Ancho de Trabajo (m)	Potencia Requerida (HP)	Tipo de Enganche	Diámetro de Discos		Estado	
							Oi (In)	Of (In)		
Rt8	20	Apolo	DA	2,3	55	Tiro	24	21 1/8	Regular	
Rt9				2,4			23	20 1/8	Bueno	
Rt10				2,4			23	21	Regular	
Rt11				2,35			22	20 ½	Bueno	
Rt12				X			2,4	22	20 1/16	Regular
Rt13				Apolo			2,3	23	20 ½	Regular
Rt14				2,2			22	21 1/16	Regular	
Rt15				X			2,3	23	19 ¾	Regular

Anexo 6. Caracterización de las Surcadoras.

Surcador	Tipo de cultivadora	Marca	Numero de Cuerpos	Numero de Cinceles	Ancho de trabajo (m)	Tipo de Enganche	Potencia requerida (HP)	Estado	
Sr1	Escardillos	Intall Interagro	3	1	3,6	3 Puntos	30	Bueno	
Sr2								Bueno	
Sr3		Apolo	2	1	2,4	3 Puntos	25	Malo	
Sr4								0	Regular
Sr5								Regular	
Sr6		X	Intall Interagro	2	1	2,4	3 Puntos	25	Malo
Sr7		Regular							
Sr8		Intall Interagro	Apolo	2	1	2,4	3 Puntos	25	Malo
Sr9		Regular							

Anexo 7. Caracterización de las Cultivadoras.

Cultivadoras	Tipo de Cultivadora	Marca	Numero de Cuerpos	Ancho de trabajo (m)	Potencia Requerida (HP)	Estado
Cu1	Cinzel	X	2	2,4	40	Bueno
Cu2						Regular
Cu3	Piñón Rotativo	Liviston				Bueno
Cu4						Bueno
Cu5	X	Regular				
Cu6		Bueno				
Cu7	Cinzel	Intall Interagro				Bueno
Cu8						Regular
Cu9	Cinzel	Intall Interagro				Bueno
Cu10						Regular
Cu11	Cinzel	Intall Interagro				Malo
Cu12						Bueno
Cu13	Cinzel	Apolo				Bueno
Cu14						Regular

Anexo 8. Caracterización de las zanjadoras.

Zanjadoras	Tipo de Enganche	Marca	Profundidad de Trabajo (m)	Ancho de trabajo (m)	Potencia requerida (HP)	Estado
Za1	3 Puntos	Apolo	0,6	0.7	30	Bueno
Za2						Bueno
Za3		X				Regular
Za4		Apolo				Bueno
Za5		Bueno				
Za6		X				Bueno
Za7		Bueno				

Anexo 9. Datos de campo recopilados o medidos para la determinación de los rendimientos teóricos para la labor de arada.

Datos de campo para la labor de arado.								
Municipio	# de Disco	Velocidades (km/hr)				Velocidad Promedio (Km/hr)	Ancho de Trabajo (m)	Profundad de Trabajo (m)
		V1	V2	V3	V4			
Algeciras	3	4,1	4,01	4,35	3,95	4,1	0,98	0,26
Campoalegre	3	4,06	4,19	4,05	4,23	4,13	1	0,23
Yaguará	4	4,18	3,98	4,27	4,05	4,12	0,97	0,25
Hobo	3	4,26	4,12	4,11	4,31	4,2	0,93	0,24
Rivera	3	4,05	4,15	3,96	4,16	4,08	0,9	0,27

Anexo 10. Datos de campo recopilados o medidos para la determinación de los rendimientos teóricos para la labor de rastreada.

Datos de campo para la labor de Rastrillada.								
Municipio	# de Discos	Velocidades (km/hr)				Velocidad Promedio (Km/hr)	Ancho de Trabajo (m)	Profundad de Trabajo (m)
		V1	V2	V3	V4			
Algeciras	20	4,05	4,33	3,84	4,42	4,16	2,2	0,11
Campoalegre	20	4,03	3,96	4,11	4,1	4,05	2,35	0,13
Yaguará	20	4,42	4,87	4,13	4,58	4,5	2,2	0,11
Hobo	20	3,92	4,23	4,02	3,91	4,02	2,38	0,12
Rivera	20	4,14	3,99	4,35	4,2	4,17	2,4	0,1

Anexo 11. Datos de campo recopilados o medidos para la determinación de los rendimientos teóricos para la labor de surcada.

Datos de campo para la labor de Surcado.								
Municipio	# de Cuerpos	Velocidades (km/hr)				Velocidad Promedio(Km/hr)	Ancho de Trabajo (m)	Profundad de Trabajo (m)
		V1	V2	V3	V4			
Hobo	2	6,12	5,87	5,93	6,2	6,03	2,4	0,13
Campoalegre	2	5,17	4,99	5,11	5,1 3	5,1	2,4	0,15
Yaguará	2	4,68	5,16	4,6	5,0 4	4,87	2,4	0,19

Anexo 12. Datos de campo recopilados o medidos para la determinación de los rendimientos teóricos para la labor de cultivada.

Datos de campo para la labor de Cultivadora.								
Municipio	# de Cuerpos	Velocidades (km/hr)				Velocidad Promedio (Km/hr)	Ancho de Trabajo (m)	Profundad de Trabajo (m)
		V1	V2	V3	V4			
Hobo	2	4,1	4,64	4,69	4,29	4,43	2,4	0,21
Campoalegre	2	4,12	4,53	3,84	4,43	4,23	2,4	0,17
Yaguará	2	5,16	4,68	4,72	5,36	4,98	2,4	0,18

Anexo 13. Muestras de Cálculo

A continuación se ilustra el proceso de cálculo de los rendimientos y eficiencias de trabajo mediante el siguiente modelo.

✓ **Rendimiento Teórico para la Labor de Arada**

El valor de esta magnitud se determinó a partir de la ecuación (4), empleando los datos de velocidad de trabajo en kilómetros hora y el ancho teórico de trabajo en metros.

Entonces:

$$W_t = \frac{4.12 \left(\frac{Km}{hr} \right) \times 0.97(m)}{10}$$

Luego:

$$W_t = 0.40 \frac{Ha}{hr}$$

La determinación del rendimiento efectivo se elaboró siguiendo los pasos expuestos en el ítem de metodología de recolección de información y la aplicación de la ecuación 6.

Por tanto:

$$W_{ef} \left(\frac{Ha}{hr} \right) = \frac{1.14 Ha}{4hr}$$

$$W_{ef} = 0.28 \frac{Ha}{hr}$$

✓ **Eficiencia de Trabajo**

Para la determinación de la eficiencia de trabajo se utilizó la ecuación 3 por tanto tenemos que:

$$\eta = \left(\frac{0.28 \text{ Ha/hr}}{0.40 \text{ Ha/hr}} \right) \times 100$$

Luego:

$$\eta = 71.05\%$$

Anexo 14. Humedades de los suelos mecanizados.

Municipios	Labores			
	Arada	Rastrillada	Surcada	Cultivada
Algeciras	18.03%	19.11%	--	--
Campoalegre	17.35%	17.53%	22.36%	22,39%
Yaguará	19.12 %	18.34%	25.31%	23,04%
Hobo	18.23%	24.67%	21.23%	24,51%
Rivera	22,54%	23.44 %	--	--

Anexo 15. Textura de suelos mecanizados.



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

NIT. 891.180.084-2

LABORATORIO DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERIA

PRUEBAS FÍSICAS DE SUELOS

Solicitante: Hernán Ricardo Montealegre F

Finca: Varias

Cultivo: Tabaco

Municipio: Varios

Fecha: Febrero 18 de 2009

Departamento: Huila

A arena, L limo, Ar arcilla.

Código Muestra No.	Horizonte Profundidad cm	Fracción Mineral %	Textura
1	(0 – 20)	A: 70,14	Franco Arenoso
		L: 20,50	
		Ar: 9,36	
2	(0 – 20)	A: 67,45	Franco Arenoso
		L: 21,23	
		Ar: 11,32	
3	(0 – 20)	A: 68,51	Franco Arenoso
		L: 21,16	
		Ar: 9,33	
4	(0 – 20)	A: 68,48	Franco Arenoso
		L: 22,40	
		Ar: 9,12	
5	(0 – 20)	A: 70,25	Franco Arenoso
		L: 19,09	
		Ar: 10,66	

Métodos de laboratorio utilizados:

Textura: Bouyoucos

OSCAR EDUARDO FIGUEROA PAIVA Ing. Agrícola

Coordinador Auxiliar Laboratorio de Suelos - LABSUS

Universidad Surcolombiana

