

ESTABLECIMIENTO DE UNA PRADERA EN ZONA DE LADERA CON PASTO
BRAQUIARIA (*Brachiaria decumbens*) BAJO UN SISTEMA DE TRACCION
MOTRIZ ESTATICA.

ANALUZ ARISTIZABAL MUÑOZ
JULIAN ANDRES BARCO HERNANDEZ

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
PASTO – COLOMBIA
2003

ESTABLECIMIENTO DE UNA PRADERA EN ZONA DE LADERA CON PASTO
BRAQUIARIA (*Brachiaria decumbens*) BAJO UN SISTEMA DE TRACCION
MOTRIZ ESTATICA.

ANALUZ ARISTIZABAL MUÑOZ
JULIAN ANDRES BARCO HERNANDEZ

Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar el titulo de
Zootecnistas

Presidente
OSCAR FERNANDO BENAVIDES E.
Zoot; Esp; M. Sc.

Copresidente
FABIO ANDRES BOLAÑOS ALOMIA
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
PASTO – COLOMBIA
2003

“Las ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de grado, son de responsabilidad exclusiva de sus autores”

Artículo 1ro. del acuerdo N° 324 de Octubre 11 de 1966, emanado del Honorable consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de Aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, Mayo de 2003

DEDICATORIAS

Gracias a Dios; por permitirme vivir y darme la oportunidad de culminar, una de mis metas.

A mi padre la alegría, la honestidad, el cariño y la cordialidad que siempre me ha dado.

A mi madre que ha sido la calma, la confianza y la ternura de mi vida.

A mi hermana que es el alma y la cordura de mí existir.

A mi abuela María Jesús (q. e. p. d), por que siempre confió en mi, para darme calma y paz, en todos los momentos de mi vida.

A mis amigos por brindarme desinteresadamente su cariño, amistad y estar siempre a mi lado.

A mi familia, en general, por su colaboración

A mis profesores por su apoyo incondicional y por todas las cosas que aprendí de cada uno de ellos.

A la Universidad por brindarme una oportunidad, tan importante en mi vida.

ANALUZ ARISTIZABAL MUÑOZ

DEDICATORIAS

A mi Dios y a su Madre por haberme dado la oportunidad de existir, e iluminar mi camino diario.

A mis Padres (Diego y Cecilia) por que gracias a su ejemplo, dedicación y esfuerzo me han permitido convertirme en la persona que soy hoy.

A mis tres hermanos (Pilar, Paola y Diego) por su esfuerzo, comprensión, apoyo.

A mis sobrinos (Juan Camilo y Daniel).

A Analuz Aristizábal Muñoz por haberme dado la oportunidad de conocerla y compartir las más hermosas experiencias de mi vida. A su señora Madre por el calor de hogar que me brindaron durante mi estadía en la hermosa Ciudad de Pasto.

A Don Porfirio Pérez y Esposa. Por brindarme su apoyo, confianza y amistad incondicional.

A mis profesores y amigos.

JULIAN ANDRES BARCO HERNANDEZ.

AGRADECIMIENTOS

UNIVERSIDAD DE NARIÑO. Facultad de Ciencias Pecuarias. San Juan de Pasto.

BERNARDO GARCIA REALPE, Ingeniero Agrónomo, MSc. San Juan de Pasto

HERNAN OJEDA JURADO, Zootecnista, MSc. Universidad de Nariño San Juan de Pasto.

OSCAR FERNANDO BENAVIDEZ ESPINDOLA, Zootecnista MSc., Universidad de Nariño San Juan de Pasto.

FABIO ANDRES BOLAÑOS ALOMIA, Ingeniero mecánico, Universidad de Nariño San Juan de Pasto.

JULIO CESAR RIVERA BARRERA Zootecnista M.Sc; Universidad de Nariño. San Juan de Pasto.

Dr. CARLOS SOLARTE PORTILLA Zootecnista Ph.D. Genética, Universidad de Nariño. San Juan de Pasto.

FRANCISCO OCAÑA, Ingeniero mecánico, MSc. Universidad de Nariño, San Juan de Pasto.

RUBEN DARIO ERAZO R, Zootecnista Universidad de Nariño. San Juan de Pasto.

DAVID ALBERTO URBANO G. Ingeniero Agrónomo Universidad de Nariño. San Juan de Pasto.

ROBERTO GARCIA CRIOLLO. Auxiliar de laboratorios de Ingeniería.

MULTIAGRO LTDA. Popayán.

A todas aquellas personas y entidades que de alguna u otra forma hicieron posible este trabajo.

CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCION	23
1. DEFINICION Y DELIMITACION DEL PROBLEMA	25
2. FORMULACION DEL PROBLEMA	27
3. OBJETIVOS	29
3.1 OBJETIVO GENERAL	29
3.2 OBJETIVO ESPECIFICO	29
4. MARCO TEORICO	31
4.1. CONCEPTO GENERAL	31
4.1.1. La Degradación del suelo	32
4.1.1.2 Degradación física	33
4.1.1.3 Degradación química	34
4.1.1.4 Degradación biológica	34
4.2 EL SUELO	36
4.2.1 Horizontes del suelo	37
4.3 LABRANZA	39
4.3.1 Tipos de labranza	41
4.3.1.1 Labranza Mínima	41
4.3.1.2 La siembra directa	42

4.3.1.3 Labranza reducida	43
4.3.1.4 Labranza Primaria	43
4.3.1.5 Labranza cero	44
4.4 ESTABLECIMIENTO DE UNA PRADERA CON YUNTA DE BUEYES	44
4.4.1 Preparación del suelo con yunta de bueyes	45
4.4.2 Epoca de siembra	47
4.4.3 Densidad de siembra	48
4.4.4 Fertilización	49
4.5 PASTO BRAQUIARIA DECUMBENS	50
5. DISEÑO METODOLOGICO	54
5.1 LOCALIZACIÓN	54
5.2 MATERIALES	55
5.2.1 Materiales para la fabricación del equipo	55
5.2.2 Materiales para el trabajo de campo	59
5.3 AREA DE EXPERIMENTACIÓN	60
5.4 METODOS	62
5.4 1 Variables	65
5.5 DISEÑO ESTADÍSTICO	66
5.5.1 Modelo estadístico.	67
5.5.2 Hipótesis	67
5.6 PRUEBA DE CAMPO	68
5.6.1 Rendimiento de trabajo	69
5.6.1.1Eficiencia de trabajo	70

5.6.2	Siembra del pasto	70
5.6.3	Porcentaje de germinación	72
5.6.3.1	Toma muestra de forraje	73
5.7	FERTILIZACIÓN	75
6.	PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	77
6.1	INTERPRETACION DE RESULTADOS	77
6.1.1	Número de vueltas	77
6.1.3	Tiempo	77
6.2	DETERMINACION DEL RENDIMIENTO DE TRABAJO Y EFICIENCIA	80
6.2.1	Resultados de campo de rendimiento de trabajo y eficiencia	80
6.3	PORCENTAJE DE GERMINACION (%)	89
6.4	PRODUCCION DE FORRAJE VERDE EN EL PERIODO EXPERIMENTAL	90
6.5	ANALISIS PARCIAL DE COSTOS	92
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
7.1	CONCLUSIONES	98
8.	RECOMENDACIONES	100
	BIBLIOGRAFIA	101
	ANEXOS	109
	PLANOS DE CAMPO	122

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Análisis bromatológico del pasto Braquiaria	53
Tabla 2. Tiempo de trabajo empleado por los dos sistemas en las diferentes pendientes	78
Tabla 3. Andeva para el número de vueltas	79
Tabla 4. Andeva para tiempo	79
Tabla 5. Rendimiento y eficiencia de trabajo para los dos sistemas	82
Tabla 6. Producción de forraje verde por corte	90
Tabla 7. Resultados del análisis comparativo de costos entre los dos sistemas de Arado	94
Tabla 8. Costos de establecimiento de una pradera con pasto Braquiaria Decumbens (5400 m ² área experimental)	95
Tabla 9. Costos de establecimiento de una pradera 2700m ² yunta de bueyes	96
Tabla 10. Costos de establecimiento de una pradera 2700m ² arado motriz estático.	97

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Perfiles del suelo	39
Figura 2. Plano de vistas del arado motriz	56
Figura 3. Plano de arado motriz estático	57
Figura 4. Plano de trabajo de Campo	58
Figura 5. Pendiente del 0 – 4%	60
Figura 6. Pendiente del 4 - 10%	61
Figura 7. Pendiente Mayor 10%	61
Figura 8. Vista lateral del arado motriz	63
Figura 9. Vista frontal de arado motriz	63
Figura 10. Arado motriz	64
Figura 11. Instalación del arado motriz	64
Figura 12. Funcionamiento de arado motriz	65
Figura 13. DMS para tiempo	80
Figura 14. Rendimiento de trabajo (arado con yunta y motriz)	83
Figura 15. Eficiencia de trabajo (arado con yunta y motriz)	86
Figura 16. Producción de forraje verde en el área experimental	91

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Análisis de suelos	110
Anexo B. Andeva para producción de forraje	111
Anexo C. Costo del Kg. De pasto Braquiaria/Ha durante periodo experimental	112
Anexo D. Costos de fabricación del arado motriz	113
Anexo E. Costos de adquisición de una yunta de bueyes	114
Anexo F. Inversión de acuerdo a la vida útil de los equipos	114
Anexo G. Costo anual de mantenimiento de una yunta de bueyes	115
Anexo H. Costo de mantenimiento del arado motriz estático	116
Anexo I. Costo operacional del sistema motriz estático.	116
Anexo J. Tiempo para las diferentes pendientes en arado motriz	117
Anexo K. Tiempo para las diferentes pendientes en yunta.	118

Anexo L. Producción de forraje verde con arado motriz	118
Anexo M. Producción de forraje verde con yunta de bueyes	119
Anexo N. Comportamiento de algunas especies trabajando en parejas en diferentes ambientes	120
Anexo Ñ. Promedios de Fuerza, Potencia y Energía requerida por Bueyes en diferentes labores agrícolas.	121

GLOSARIO

ADSORCIÓN: acumulación de una especie líquida (adsorbato) sobre la superficie de una fase sólida (adsorbente)

DEGRADACIÓN: es el proceso que rebaja la capacidad actual y potencial del suelo para producir, cuantitativa y cualitativamente, bienes y servicios.

DEGRADACIÓN BIOLÓGICA: las propiedades biológicas se degradan por pérdida de materia orgánica incorporada.

DEGRADACIÓN FÍSICA: ocurre por pérdida de estructura, aumento de la densidad aparente, disminución de la permeabilidad, disminución de la capacidad de retención de agua, entre otras.

DEGRADACIÓN QUÍMICA: se debe a diversas causas, como son; pérdida de nutrientes, salinización, acidificación, sodificación aumento de la toxicidad por liberación o concentración de determinados elementos químicos.

DESORCIÓN: Interacción de una fase líquida con una sólida.

HORIZONTES DEL SUELO: el proceso de formación del suelo, terminan por estructurar a los materiales en unos estratos o capas característicos que se les denomina horizontes del suelo.

LABRANZA: operación de preparar el suelo para ponerlo en condiciones de realizar la implantación de un cultivo.

DMS: diferencia mínima significativa, es una prueba de comparación de medias de los tratamientos, que establece la diferencia entre dos promedios para determinar su grado de significancia

ARADO MOTRIZ ESTÁTICO: es un equipo que consta de un mecanismo reductor de velocidades (caja de cambios) un mecanismo transmisor (transmisión) y un mecanismo ejecutor (motor)

RENDIMIENTO DE TRABAJO: es la producción que realiza una máquina si trabajará, sin ningún tipo de interrupción, a su velocidad normal de trabajo y, cubriendo siempre la totalidad de la anchura teórica.

RESUMEN

En el presente trabajo se analizó una nueva alternativa de labranza, que permite realizar labranza primaria al suelo; de manera fácil, adaptándose a las condiciones topográficas de la Sierra Cauca (Topografía ondulada en su mayor parte).

Este equipo fue comparado con el arado tradicional con yunta de bueyes; debido a la similitud existente entre los dos sistemas.

El nuevo sistema reemplaza la toma de fuerza que en un arado con tracción animal son los animales por un motor.

Las variables evaluadas que se tuvieron en cuenta fueron rendimiento de trabajo, porcentaje de germinación y producción de forraje verde por hectárea.

El trabajo de campo se realizó en un terreno ondulado con el propósito de medir el comportamiento del motor en diferentes condiciones de terreno (pendientes). Los resultados obtenidos fueron analizados a través de un diseño DIA; con arreglo factorial 2 x 3.

A demás se realizo un análisis comparativo de costos al establecer una pradera con pasto *Brachiaria decumbens*, utilizando los dos sistemas y tomando como base los gastos en los que se incurrió en el trabajo de campo.

El nuevo sistema, presentó menor rendimiento de trabajo que el arado tradicional con yunta de bueyes; sin embargo, se destaca la eficiencia de trabajo la cual fue superior a la mostrada por el arado tradicional yunta de bueyes, así como también la capacidad de trabajo diaria de los equipos; mientras la yunta de bueyes trabajo (6) seis horas; el arado motriz estático, trabajó (8) ocho horas sin ningún problema.

Es así; como este nuevo sistema de labranza se torna como una posible alternativa de labranza en aquellas zonas en donde se hace difícil el trabajo con tractor y o la yunta de bueyes es escasa.

SUMMARY

In the following work thesis a new farming alternative was analyzed, which will allow to carry out primary farming on the land in an easy way adapting. Also to the conditions of Cauca Sierra`s topography. (Hilly topography in most of areas) This equipment was compared with the traditional plow with oxen because of the similarity between the two systems.

The new system replaces the animal traction power for an electrical power supply. The variable comparisons that they had in mind were the work yield, germination percentage, and production of green forage per acre. The fieldwork was carried out in a hilly land with the purpose of measuring the motor's behavior under different land conditions (slopes).

The obtained results were analyzed through a design DIA (Diseño Irrestrictamente al Azar Design at random) with factorial arrangement of 2 x 3 In addition, we carry out a comparative analysis of costs. We established a prairie with "Brachiaria Decumbens" grass, which is using two systems and taking like base the expenses that were made in the fieldwork.

The new system presented smaller work yield than the traditional plow with oxen. However, the work efficiency stands out, which was superior to the one shown by the traditional plow with oxen, as well as the daily work capacity of the equipment.

While the plow with oxen worked (6) six hours, the plow with motor worked (8) eight hours without any problem. In conclusion, this new farming system will be a possible farming alternative in those areas where it becomes difficult to work with tractor and/or the plow with oxen is scarce.

INTRODUCCION

Uno de los problemas que debe afrontar la mayoría de los agricultores del municipio de la Sierra, (Cauca) y aquellos que habitan en zonas de ladera, es la topografía de sus tierras, la cual impide la utilización del tractor como herramienta para sus labores diarias, razón por la cual deben recurrir a prácticas de labranza más rudimentarias, como la yunta de bueyes, actividad que es dispendiosa, escasa y costosa al mismo tiempo. Sin desconocer las ventajas que tiene esta última sobre la conservación del suelo.

Lo anterior ha obligado a muchos agricultores a cambiar sus cultivos trimestrales, por otros más duraderos (cultivos de año), que exigen menor mano de obra para su mantenimiento; son más resistentes a las plagas, enfermedades y a factores medioambientales que en estos últimos años han sido tan fluctuantes, convirtiéndose en el enemigo número uno para los agricultores; Otros han tenido que reducir su capacidad de producción, dejando más tierras disponibles para la producción de ganado bovino.

De acuerdo con Ricardo. Y Mamian¹. En el perfil Municipal; de la Sierra (Cauca) muestra los cultivos anuales, semipermanentes y permanentes como base de la agricultura en la zona. En el sector pecuario el primer lugar está ocupado por el

ganado bovino (doble propósito); las praderas se encuentran constituidas en su mayoría por mezclas de pastos naturales y mejorados, no se reporta la existencia de riego, planes de manejo y conservación para el mantenimiento de las mismas, lo que confirma la información expuesta anterior mente.

Bajo las condiciones de labranza mencionadas, establecer y mantener praderas con pastos mejorados, resulta poco atractivo desde el punto de vista económico; razón por la cual la explotación bovina en la zona se desarrolla en una forma extensiva.

De aquí nació la idea de crear un nuevo equipo de labranza que se adapte a las condiciones topográficas de la zona, permitiendo hacer labranza primaria al suelo de manera fácil, con mayor rendimiento que el arado de tracción animal, justificando el establecimiento y mantenimiento de praderas de un aceptable valor nutritivo y buena biomasa, que permitan aumentar la capacidad de carga, así como los índices de productividad de estos pequeños hatos.

Este nuevo equipo reemplaza la toma de fuerza que en un arado de tracción animal son los animales, por un motor. Por la similitud de los dos sistemas el arado motriz estático fue comparado con un arado de arrastre por yunta de bueyes en el establecimiento de una pradera con pasto *Brachiaria decumbens*.

¹ RICARDO, Javier, MAMIAN, Javier. Perfil de la Sierra Cauca. La Sierra (Cauca), 1997. 6 p.

1. DEFINICION Y DELIMITACION DEL PROBLEMA

Colombia tiene una extensión de 1,141.738 Km cuadrados, de los cuales 376.773,54 corresponden al 33% del territorio nacional es zona montañosa, presentando una topografía irregular de acuerdo con Andrés Olivos².

Según Rodríguez³, en Colombia el 50% de la agricultura se lleva a cabo en ladera y gracias a sus condiciones físicas y socioeconómicas, en una alta proporción; en terrenos clasificados como no aptos para este tipo de explotación.

Prueba de esta topografía es el Municipio de la Sierra (Cauca), el cual presenta un terreno quebrado en su mayor parte lo que dificulta la utilización del tractor como herramienta para los diferentes trabajos en el sector agropecuario, la labranza de la tierra se lleva a cabo con bueyes, o a mano, cuando el terreno lo permite. Prácticas que son adecuadas para la conservación y mantenimiento del terreno. Pero ineficientes al mismo tiempo, con relación al esfuerzo humano (rendimiento de trabajo), en la energía y tiempo gastado. Este municipio hasta el momento no reporta la existencia de un tractor en su territorio.

²OLIVOS, Andrés. Colombia a su alcance. Madrid : Espasa Calpe, 1999. P. 43.

³RODRIGUEZ, Manuel. Agricultura. Bogotá, 1996. p. 36.

Por otro lado, personas particulares preparan la tierra con arado de tracción animal a un valor de \$35.000 diarios con un rendimiento de 2.000 metros cuadrados al día; la hectárea de tierra es preparada a un valor de \$175.000. aunque este valor varia dependiendo de las condiciones del terreno en el que se va a trabajar. Lo anterior aumenta considerablemente los costos de producción; obligando a muchos agricultores de la zona a reducir su capacidad de producción; en otros casos han cambiado sus cultivos trimestrales por otros más duraderos (cultivos de año), que hoy en día dominan la agricultura de la región.

Los terrenos que dejan de ser cultivados se poblan rápidamente de malezas y de algunos pastos naturales los cuales son de bajo valor nutritivo y no suplen las necesidades nutricionales, presentándose problemas productivos y reproductivos en los animales que las consumen, en su mayoría bovinos (doble propósito), especie animal que los campesinos han visto como una solución de sustitución a sus cultivos.

Bajo las condiciones de labranza que ya se han mencionado, establecer y mantener praderas con pastos mejorados que permitan aumentar los índices Zootécnicos de estos pequeños hatos es antieconómico. A lo anterior se le suma el bajo nivel tecnológico y educativo a demás de los factores climáticos atípicos presentes en la región en los últimos años.

2. FORMULACION DEL PROBLEMA

Según Mamian en el último perfil Municipal de la Sierra (Cauca); indican que este municipio tiene una extensión de 217 Km² de los cuales, 4.119 Has que corresponden al 18.9% de la extensión total del municipio, son praderas constituidas en su mayoría por mezclas de pastos naturales y mejorados; no se reporta la existencia de riego, planes de manejo o conservación para el mantenimiento de las mismas⁴.

Lo anterior se ve reflejado en la baja producción y valor nutritivo, lo que repercute negativamente en el normal desarrollo de los animales y por ende en la rentabilidad de estos pequeños hatos, a demás la escasa cultura de suplementación existente en la zona ayuda a agravar el problema.

El establecimiento y mantenimiento de praderas con pastos mejorados que suplen en gran parte las necesidades nutricionales de los animales que pastorean en ellas y permitan aumentar la capacidad de carga de los hatos, se torna como una posible solución. Por otra parte el poder adquisitivo de las personas y la extensión de tierra que cada uno tiene, no justifica el mantenimiento de una yunta de bueyes dentro de la explotación, lo cual permitiría reducir los costos de mantenimiento de

⁴ Ibid. p.7

las praderas (costos de labranza), que en la región representan el costo directo más alto dentro de esta actividad.

Por las razones mencionadas anteriormente, mediante la presente investigación se analiza una posible alternativa de labranza que busca ser más eficiente que los sistemas convencionales usados en la zona para preparar el suelo, adaptándose a las condiciones topográficas de la región, presentando un fácil manejo y asequibilidad (compra o alquiler), por los agricultores de la región y del País. Esta propuesta busca remplazar la toma de fuerza, que en un arado convencional son los animales, por una fuerza motriz.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer una pradera con pasto Brachiaria (*Brachiaria decumbens*) utilizando dos sistemas de labranza (arado con tracción animal y arado con tracción motriz estática).

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Diseñar, construir, y evaluar un sistema de labranza con tracción motriz estática en diferentes condiciones de terreno, utilizando como toma de fuerza un motor de 2Hp de potencia.

Comparar el rendimiento de trabajo entre el nuevo equipo de labranza y una yunta de bueyes en diferentes condiciones de terreno.

Establecer la respuesta del pasto Brachiaria (*Brachiaria decumbens*) a la preparación del terreno con los dos sistemas de arado

Realizar un análisis parcial de costos entre los dos sistemas de labranza (arado de tracción estática vs. Yunta de bueyes) al implantar una pradera con pasto *Brachiaria* (*Brachiaria decumbens*).

4. MARCO TEORICO

4.1 CONCEPTOS GENERALES

La conservación y mejora del medio no es un tema nuevo.

Al respecto Cochete⁵, manifiesta que:

la conservación y mejora del medio ambiente se ha puesto de moda desde hace una quincena de años no solo en la vieja Europa sino en todos los continentes. Las agresiones al medio ambiente progresan a ritmo acelerado y en grado alarmante para el normal desarrollo de nuestro planeta; para quienes vivimos en el campo o dependemos de él, también ha llegado la hora de valorar la importancia que tienen los problemas ecológicos del propio entorno ya que este no es un asunto que afecta a las grandes ciudades y zonas industriales sino también al medio rural.

El mismo autor señala que:

el suelo agrícola cultivable procede de la lenta y progresiva fragmentación de la roca madre mineral. Para formar un centímetro de suelo útil a los cultivos, la naturaleza tarda entre 100 y 500 años a merced de los agentes climáticos. Pero el suelo a demás de tener los agentes físico - químicos de naturaleza mineral (procedentes de la roca madre), posee otros componentes de naturaleza orgánica procedentes de la descomposición de hojas, tallo y raíces efectuada por infinidad de organismos capaces de transformar los desechos vegetales en humus, aprovechable por las plantas.

⁵ COCHETE, Gonzalo. El agricultor ante la conservación y mejora del medio ambiente. En: Hojas divulgadoras. V. 5. No.13. Madrid. 1986. P. 24

Esta triple composición físico- químico- biológica del suelo, representa un equilibrio difícil de mantener, el cual resulta fácilmente alterable por acción del hombre o de los agentes atmosféricos principales causantes de la erosión.

En los ecosistemas forestales y de sabana que no han sido intervenidas por el hombre, la naturaleza actúa como un ejecutor de la labranza cero. Con los cuatro ingredientes de la vida, el aire, el suelo, el agua y la energía solar, la naturaleza cubre la tierra de vegetación sin labranza alguna.

Antes de la invención del arado, la preparación del suelo se limitaba a moverlo con algún implemento manual de piedra o de madera y a arrancar a mano las malezas que crecían junto a las plantas que se cultivaban.

En varios países de América del Sur, los campesinos tradicionales aún usan el azadón y en muchas zonas solamente el machete, como única forma de preparar el suelo. Los españoles introdujeron a América el machete y el azadón, instrumentos que permitieron mayor eficiencia en el control de malezas, labor que los indígenas hacían manualmente. La introducción a América de animales de tiro, herramientas de metal y arado de madera, aumentó la capacidad del hombre para producir alimentos.

4.1.1 La degradación del suelo. Coronado, Miriam, afirma que “la erosión o degradación es toda pérdida de suelo causada por agentes físico – químicos y biológicos⁶”.

Según García: La degradación es la pérdida del potencial productivo de un suelo. Esto sucede por el deterioro de las propiedades físico, químicas y biológicas, como consecuencia de prácticas agrícolas inapropiadas de manejo a través del tiempo.

⁶ CORONADO Miriam. “El suelo y México” / México. Agosto 2001. /<http://www.cendoc@cied.org.pe.htm>

Y continua diciendo que: “el suelo es un ser vivo muy complejo, habitado por una gran cantidad de organismos, que juegan un papel fundamental en sus características químicas, físicas y biológicas. En conjunto; definen la fertilidad y la capacidad productiva del suelo⁷”.

4.1.1.2 Degradación física. Maroni y Medero informan que esta pérdida ocurre por la erosión o arrastre de partículas finas del suelo, por la destrucción de la estructura y la compactación, cuando se elimina la cobertura vegetal o se realiza una excesiva labranza. Puede ser causada por el sol, el viento, el agua y el Hombre⁸.

García, afirma que la degradación física, es la pérdida de la estructura, compactación, disminución de la aireación, inversión de horizontes, incremento en la resistencia a la penetración de las raíces, pérdida de color, la profundidad efectiva, de la capacidad de retención de humedad e incremento de la erosionabilidad⁹.

Entre las causas antropogénicas del proceso degradatorio sobresalen las relacionadas con la pobreza y el subdesarrollo, como el cultivo forzoso en suelos frágiles, la reducción del tiempo de descanso de la tierra, la falta de prácticas de

⁷ GARCIA, Bernardo; La degradación del suelo.2001.17 p.

⁸MARONI, J. y MEDERO, Ricardo. Manual practico de maquinas para labranza. Argentina, 1989. P. 6

⁹ Ibid. P 18

fertilización orgánica, el sobrepastoreo y la explotación inmoderada de los recursos.

4.1.1.3 Degradación química. Se produce por el mal manejo del agua de riego, la acumulación de desechos mineros, la aplicación excesiva de fertilizantes y plaguicidas.

García opina que¹⁰ “los principales procesos de degradación de las características químicas de los suelos se refieren a la acidificación, pérdidas de materia orgánica, Ca, Mg y K y elementos menores, salinización, alcalinización y acumulación de elementos químicos indeseados”.

4.1.1.4 Degradación biológica. Según García, las propiedades biológicas se degradan por diferentes causas: por deterioro de las características químicas y físicas, por la utilización de plaguicidas y por la pérdida de la materia orgánica¹¹.

García continua con que algunos plaguicidas al llegar al suelo, se distribuyen en la solución, sobre la superficie de la fase sólida o en la fase gaseosa. La adsorción y desorción, son aspectos fundamentales que pueden limitar el movimiento, la efectividad y la actividad biológica de los productos. Los procesos de

¹⁰ Ibid. P. 3

¹¹ Ibid. p 7

transformación química o bioquímica, pueden ser alterados por la adsorción-desorción¹².

Según Comercio Exterior de México¹³, la degradación biológica. Consiste en el aumento de la velocidad de mineralización de la materia orgánica. En este proceso influyen el clima, la reducción del manto vegetal, el cultivo excesivo y la remoción de partículas finas de la capa arable. El deterioro de la materia orgánica favorece la degradación física, lo que a su vez propicia la erosión.

Al respecto continua Comercio Exterior que “el laboreo puede producir efectos inmediatos favorables o desfavorables sobre la estructura del suelo. Todo dependerá del manejo que se efectúe en cada caso, los laboreos escasos en determinados suelos pueden afectar su aireación y sus procesos naturales. Laboreos excesivos afectan la estructura. En los manejos con espíritu conservacionista se busca mantener o mejorar la granulación del suelo”.

Organización de las naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación FAO¹⁴, cita:

Que en todo el mundo el uso agrícola inadecuado de la tierra está causando grandes pérdidas de suelo presentándose los daños más

¹² Comercio Exterior, Bosque y suelos en México: El salto de la tierra, México. 1995 P 9 <http://ladb.unm.edu/econ/content/comex/1995/September/cosques.htm>.

¹³ COMERCIO EXTERIOR, Op Cit. 4

¹⁴ ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. ¿Por que conservar el suelo? .En Boletín de tierras y aguas, No. 8. Colombia 2002. p 29

graves en aquellos sitios donde la agricultura es mecanizada; La erosión se transforma así en una amenaza directa al agricultor.

Es así como se han desarrollado sistemas y prácticas para controlar la erosión (se recomendó que se construyeran terrazas, se cultivara en curvas de nivel, camellones o zanjas, no dejar superficie de terreno descubierto) con el fin de conservar el suelo, es decir para evitar que el suelo se mueva de un lugar a otro por la fuerza cinética del agua y el viento. Sin embargo no se tomó en cuenta que la erosión no es la causa del problema pérdida del suelo, sino una consecuencia de la forma como la agricultura, sobre todo la agricultura mecanizada, esta tratando a los suelos agrícolas.

Al respecto Delgado¹⁵. Sostiene que toda compactación de la superficie mayor de 35g/cm³, impide la salida de la planta a causa de la pobre aireación y de la falta de fuerza del tallo para romper la capa compactada”.

Según Cruz, los suelos compactados por efecto de la maquinaria agrícola deben ser tratados para romper la capa dura antes de iniciar un plantío directo¹⁶.

4.2 EL SUELO

Uribe Farid¹⁷, define al suelo como parte de la corteza terrestre que soporta la vegetación y varia de naturaleza según el clima y la roca sobre la que se asienta.

Para Castillo el suelo es una estructura dinámica formada por materiales orgánicos y minerales. Se encuentra cubriendo la corteza terrestre, sirve de soporte a las plantas y les proporciona los elementos nutritivos necesarios para su

¹⁵ DELGADO, Alfonso. Pastos y forrajes. Universidad de Nariño: I. T. A., 1966. P. 20

¹⁶ CRUZ, Javier. Requisitos Básicos del plantío directo. En: Plantío directo. vV. 1Brasil. 1983. P. 10.

desarrollo. El suelo está formado básicamente por sustancias en estado sólido, gaseoso y coloidal¹⁸.

Al respecto Burbano¹⁹, afirma que:

el suelo esta conformado por tres fases; Sólida, líquida y gaseosa. La fase sólida constituye la reserva de todos los nutrientes para la mayoría de todos los cultivos, con la excepción de parte del nitrógeno en el caso de las leguminosas y de otras especies a demás la porción sólida constituye la superficie activa y regula la concentración de los elementos en solución del suelo. En esta fase se encuentra la materia orgánica que es uno de los materiales más complejos que existe en la naturaleza, complejidad que se ve reflejada en su composición química, esta última constituye el depósito más importante de nutrientes esenciales para las plantas, ya que debido a la descomposición por parte de los microorganismos existentes en esta parte la disponibilidad de nutrientes es continua, aquí se forma el ciclo de vida más importante del suelo (del suelo retornando al suelo).

Como resultado de los espacios libres que quedan entre los agregados y las partículas de la fase sólida del suelo, se conforma un medio poroso el cual puede permitir la entrada de aire y agua, cuya proporción es reciproca; estos elementos son esenciales en la reacción del suelo.

4.2.1 Horizontes del suelo. Según El libro electrónico, el proceso de formación del suelo termina por estructurar a los materiales en unos estratos o capas característicos a los que se denomina horizontes. El conjunto de estos horizontes da a cada tipo de suelo un perfil característico²⁰.

¹⁷ URIBE, Farid. Diccionario Pedagógico. En Prolibros 1999. p 36

¹⁸ CASTILLO Pilar. Formación continuada del profesorado de ciencias. Una experiencia en Centroamérica y el Caribe, estudio de recurso natural renovable /Costa Rica. Febrero 2002.

¹⁹ BURBANO, Hernán. El suelo una visión sobre sus componentes serie investigaciones No. 1. Universidad de Nariño. 1989. P. 21.

²⁰ LIBRO ELECTRONICO CIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL MEDIO AMBIENTE/principales ecosistemas del suelo/México 2001/<<http://www.1cuit.es/asignaturas/ecologia/hpertexto/o.s.prinescos/110suelo.htm>>

El libro Electrónico a demás menciona que tradicionalmente estos horizontes se nombran con las letras A, B y C, con distintas subdivisiones: A0, A1, etc.

Sus características son:

- a) El horizonte A0 es el más superficial y en él se acumulan hojas, restos de plantas muertas, de animales, etc.

- b) El horizonte A acumula el humus por lo que su color es muy oscuro. El agua de lluvia lo atraviesa, disolviendo y arrastrando hacia abajo iones y otras moléculas. A esta acción se le llama lavado del suelo y es mayor cuando la pluviosidad es alta y la capacidad de retención de iones del suelo es baja (suelos poco arcillosos).

En los climas áridos el lavado puede ser ascendente, cuando la evaporación retira agua de la parte alta del suelo, lo que provoca la llegada de sales a la superficie (salinización del suelo).

- c) El horizonte B acumula los materiales que proceden del A.

- d) El horizonte C esta formado por roca madre más o menos disgregada²¹.

Como se puede observar en la figura 1.

Figura. 1 Perfiles del suelo



Fuente: adaptado. libro electrónico 2001

4.3 LABRANZA

Maroni y Medero²², definen “la labranza como la operación de preparar el suelo para ponerlo en condiciones de realizar la implantación de un cultivo”

Según Gavilanes²³, “la preparación del suelo consiste en utilizar labores de labranza, manual o mecánica, con el propósito de obtener mejores condiciones para el desarrollo de los cultivos”.

²¹ Ibid. P 8.

²² MARONI, J MEDERO Ricardo. Manual práctico de maquinas para labranza Argentina 1989 6 p.

²³ GAVILANES, Carlos. Estudio general del pasto brasilero. Pasto: C Gavilanes 1992, 20p Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño Facultad de Ciencias Agrícolas.

Para Berinji²⁴,“ el objetivo principal de la labranza o preparación de la tierra agrícola es el mejoramiento de la condición física del suelo como ambiente para las plantas”.

El mismo autor opina que el aflojamiento del suelo es la operación más antigua del mundo; estudios históricos indican que miles de años antes de Cristo (6000 años) ya existían un tipo de arado.

Berinji añade que el arado de madera, posteriormente mejorado mediante el agregado de una punta o reja metálica, es probablemente la máquina agrícola más antigua.

Según Maroni y Medero²⁵, Opinan que:

Los cambios más notables relacionados con la mecanización de la agricultura se han producido en los últimos 250 años, pasando del arado tradicional (horqueta de madera), a la vertedera curva en 1760; mejorado por Tomas Jefferson quien diseño un arado de rejas y vertederas mediante el uso de cálculos matemáticos, luego aparece en 1847 el arado de discos; en 1856 un cultivador traccionado por caballos, luego las dos guerras mundiales aumentaron la demanda de alimentos y con ella el avance de la mecanización

Hacia 1930 comienza la tractorización; y en el mismo año Ferguson desarrolló el primer enganche hidráulico, en 1941 los E.U.A introdujeron los mecanismos

²⁴BERINJI, Johan. Pastizales naturales. México, 1992. P 30.

²⁵ MEDERO, Ricardo. MARONI, J, Op. Cit. 8 p.

hidráulicos manejados a control remoto. Hoy en día hay empresas dedicadas a la fabricación de maquinaria para el sector agropecuario.

Al respecto Serrano²⁶. afirma que:

La labranza con tracción animal es una técnica de origen euracico, introducida a América durante los siglos X VI y XVII, se distribuyo diferencialmente en varios países y alcanzo su máximo desarrollo con el establecimiento del modelo productivo de plantaciones de caña de azúcar, en toda la región Caribe. En Colombia, a finales de la década de los años XX la técnica se desplaza hacia las zonas de ladera y a partir de la década de los cuarenta queda reducida espacial y socialmente a zonas de aprovechamiento agrícola marginal, junto con el grupo humano especializado en su realización. A partir de este momento continuo con los patrones de manejo heredados del sistema de plantación.

4.3.1 Tipos de labranza

4.3.1.1 Labranza mínima. Otro sistema de laboreo en el que disminuye el número de pases de maquinaria agrícola sin que ello afecte la buena germinación y producción del cultivo, es la llamada labranza reducida; siendo considerada como optima ya que solo se realiza las labores necesarias para lograr cosechas de alto rendimiento a bajos costos y sin riesgos de apisonamiento del terreno de acuerdo con Gavilanes citado por Guzmán²⁷.

²⁶SERRANO L, VIDAL O. M Diagnostico del uso de animales de tiro en Zona de montañosa del norte del Cauca., En Acta agronómica V 5 N° 8, Universidad Nacional de Colombia abr.- dic. 1995. 97p.

²⁷GUZMAN, Harold, Evaluación de los rendimientos de Brachiaria decumbens (stap) bajo tres sistemas de labranza en el municipio del Tambo, Departamento del Cauca. Pasto: H Guzmán, 1988, 13p Trabajo de grado (ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

El concepto de labranza mínima ha causado alguna confusión. Ha sido definida como "la remoción mínima del suelo necesaria para la producción de cultivos."; pero el número mínimo de labores de labranza para preparar un suelo, va desde cero hasta varias labores primarias y secundarias dependiendo del cultivo y del tipo de suelo.

Para algunos, este término es sinónimo de labranza conservacionista, para otros es sinónimo de labranza cero, o es igual a labranza reducida. Por tanto, labranza mínima, es un concepto que no tiene una definición precisa²⁸.

4.3.1.2 La siembra directa. “La siembra directa se define como la operación de siembra de los cultivos en suelos no preparados mecánicamente, en los que se abre un surco que solamente tiene el ancho y la profundidad suficiente para obtener una buena cobertura de la semilla, sin ninguna otra preparación mecánica²⁹.”

Se entiende que el suelo permanece cubierto con residuos de cultivos o de abonos verdes y que la mayor parte de los residuos permanecen sin remover en la superficie del suelo después de la siembra.

²⁸GARCIA, Bernardo. Op. Cit p 17

²⁹PHILIPS, Young. Agricultura sin laboreo, principios y aplicaciones. Barcelona España. 1986, p. 313.

4.3.1.3 Labranza reducida. La labranza reducida se refiere a la disminución de una o más labores de labranza, en comparación con los sistemas convencionales. Dependiendo de los implementos utilizados y el número de pasadas, la labranza reducida puede ser un sistema conservacionista o no conservacionista, según la cobertura de rastrojos que queda en el momento de la siembra. Por lo tanto, no todos los sistemas de labranza reducida son sistemas conservacionistas.

4.3.1.4 La labranza primaria. Es la labranza tradicional que se extiende a toda la capa arable. Esta sirve para eliminar compactaciones superficiales, abrir el suelo y crear una estructura grumosa para acumular agua y muchas veces también incorporar, a través de la arada, plagas, malezas y semillas de malezas.

Solorzano, opina que “la recuperación de los suelos improductivos es la ventaja más importante de la labranza conservacionista. Con este sistema es factible recuperar suelos extremadamente desgastados y degradados³⁰”.

El mismo autor afirma que desde el punto de vista operativo la labranza mínima permite reducir los costos de combustibles maquinaria y mano de obra. Sin embargo la reducción de labores de esta practica debe ir acompañada de un buen programa de control de malezas.

³⁰SORLOZANO, Francisco. Experiencias con labranza mínima el surco En Latinoamericana. V 95 N°3 Colombia: 1990. P 7.

4.3.1.5 Labranza cero. El no laboreo, consiste en sembrar cultivos en suelos no preparados previamente, abriendo una ranura, surco o banda estrecha, solamente del ancho y profundidad suficiente, para obtener una abertura.

Al respecto Crovetto, afirma que “la labranza cero consiste en plantar el terreno sin realizar ninguna remoción ni inversión del suelo, permitiendo que el rastrojo del cultivo anterior permanezca sobre la superficie del suelo evitando con esto la compactación, erosión, pérdida de humedad³¹”.

El mismo autor informa que la labranza cero o no-labranza, se refiere a la siembra dentro de los rastrojos del cultivo anterior sin ninguna labranza o disturbio del suelo, salvo lo necesario para colocar la semilla a la profundidad deseada. Con frecuencia es necesario hacer el control de las malezas mediante la utilización racional de herbicidas, si el estado de desarrollo de las malezas lo requiere.

4.4 ESTABLECIMIENTO DE PRADERAS CON YUNTA DE BUEYES

El establecimiento de pastos y praderas debe considerarse como un proceso dentro de la planificación general de la explotación, incluye una serie de consideraciones como es preparación de suelos, época de siembra, densidad de siembra y fertilización.

³¹CROVETTO, Carlos. Cero labranza, filosofía o sistemas. México. 2001, p. 23/www/.
Plantiodirecto.com.br/publica/rev_41/edit_3_v.htm.

4.4.1 Preparación del suelo con yunta de bueyes. La Tracción Animal (TA) ha sido usada para el transporte, para cultivar la tierra y producir cosechas por siglos, contribuyendo en el desarrollo cultural y económico en la vida del hombre desde antes de la invención de la rueda. Actualmente, en muchas regiones del mundo, a pesar del desarrollo de la mecanización agrícola durante el último siglo, los animales continúan suministrando una gran proporción de la energía utilizada en la agricultura.

La preparación del terreno para establecer praderas se puede llevar a cabo con el sistema de labranza de Tracción Animal, que facilita la labor y tiene costos relativamente bajos. Este tipo de tracción opera a la vez como un rastrillo, dependiendo de la profundidad de uso. Existen implementos agrícolas tirados por animales como el arado de vertedera, que facilita el desterronamiento, e incorpora los residuos o malezas.

El pasto es un cultivo y como tal debe ser tratado. La preparación del suelo debe ser como mínimo la utilizada para cualquier cultivo comercial y preferentemente mejor, debido al tamaño tan pequeño de la semilla.

Bernal³², Ramírez, Mendoza, Herrera, afirman que un suelo con una adecuada preparación, facilitará la siembra y procurará una germinación más rápida de las semillas y por consiguiente un mayor y vigoroso desarrollo de las plantas.

Los autores continúan mencionando que labores a desarrollarse en el terreno cuando se necesita establecer una pradera son muy diversas y están influenciadas por muchos factores³³.

En numerosas ocasiones la escasa profundidad del suelo, la pendiente, o los excesivos afloramientos rocosos, impiden total o parcialmente el laboreo; en otras ocasiones, la densidad y desarrollo del matorral existente es muy considerable y se hace necesario roturar y desbrasar el terreno por medios mecánicos, removiendo el suelo a bastante profundidad a fin de evitar competencia y el posible rebrote de vegetación arbustiva³⁴.

Al respecto Carambula, “opina que el laboreo del suelo debe realizarse temprano, lo que permite la posibilidad de efectuar la siembra tan pronto las condiciones ambientales se presenten favorables para la instalación del cultivo³⁵”.

³²RAMIREZ, A, MENDOZA, P, HERRERA G. Pastos y forrajes. Establecimiento de pastos ICA.

³³BERNAL, JAVIER. Pastos y forrajes, Banco Ganadero, Bogotá, 1994. P 58.

³⁴MUSLERA, R y MARTINEZ. Diseño de experimentos. Fondo nacional universitario. Bogotá. 1997. P., 67

³⁵CARAMBULA, Miltón. Producción y manejo de pasturas sembradas Argentina hemisferiosur. Sf P.464.

Spain³⁶ “recomienda para establecimiento de praderas arar a una profundidad de 15 a 20 cm a demás rastrillar y luego arar, seguido por una nivelación del terreno si es posible”

4.4.2 Época de Siembra. Bernal, afirma, que la época de siembra es muy importante y es una de las principales causas de fracaso en la siembra. La semilla necesita de una buena cantidad de humedad en el suelo para iniciar su germinación; esta humedad debe continuar durante el periodo de establecimiento³⁷.

Al respecto Muslera y Ratera, mencionan que “la implantación de una pradera debe quedar supeditada, siempre a la disponibilidad en el suelo de humedad y temperatura adecuada, a fin de facilitar una rápida germinación y emergencia, condiciones muy necesarias para el establecimiento³⁸”.

Spain, recomienda que después de la preparación del suelo es indispensable dejar caer dos a tres lluvias fuertes antes de sembrar especies de semillas muy pequeñas; con el propósito de evitar la tapada excesiva de las semillas con las tierras suelta que resulta de la labranza³⁹.

³⁶SPAIN, Manuel. Recomendaciones para establecimiento de pastos en la zona de Carimagua, Llanos orientales de Colombia. 1983. P. 85

³⁷BERNAL, Javier. Op Cit P. 398

³⁸MUSLERA, Enrique y RATERA, Clemente. Praderas y forrajes, producción y aprovechamiento. Madrid.

³⁹Ibid P 54

Mcilroy, al respecto afirma que “la mejor época de siembra es al comienzo de las lluvias, lo que corrobora lo anteriormente expuesto⁴⁰”.

El mismo autor afirma que en Colombia las condiciones ambientales nos permiten la siembra de pastos durante varios meses en el año, comenzando en abril y siguiendo hasta octubre; recordando que los meses de mayor precipitación son en junio y julio. Normalmente se presenta un veranillo en agosto o a principios de septiembre; después de noviembre las lluvias son poco confiables⁴¹.

4.4.3 Densidad de siembra. Carambula menciona que la densidad siembra, depende de la especie de pasto a sembrar, de la finalidad del cultivo, de la época de siembra, de la fertilidad del suelo, de la limpieza de la charca y del tipo de cultivo (puro o en mezcla)⁴².

4.4.3 Densidad de siembra. Carambula menciona que la densidad siembra, depende de la especie de pasto a sembrar, de la finalidad del cultivo, de la época de siembra, de la fertilidad del suelo, de la limpieza de la charca y del tipo de cultivo (puro o en mezcla)⁴³.

⁴⁰McILROY, R. Introducción al cultivo de los pastos tropicales. México. 1987. P. 73

⁴¹Ibid. P. 54

⁴²CARAMBULA, Op, Cit., p. 68

⁴³CARAMBULA, Op, Cit., p. 68

Al respecto Muslera y Ratera⁴⁴, “mencionan que la dosis óptima de siembra es aquella que permite obtener una cobertura rápida de suelo lo antes posible, alcanzando rápidamente el área foliar más apropiada para el crecimiento”

Los mismos autores afirma que cuando en una mezcla se introducen especies de establecimiento rápido y tardío abra que procurar, lógicamente una dosis relativamente más baja en el grupo de las especies más precoces o de mayor vigor en la implantación, a fin de no perjudicar a las de establecimiento lento.

Bernal, recomienda aumentar la densidad de siembra alrededor de un 30% en suelos no preparados; opina que bajo estas condiciones nunca se podrá tener una pradera tan bien establecida y tan rápidamente como se obtiene cuando el suelo esta bien preparado⁴⁵.

Muslera y Ratera⁴⁶, Bernal⁴⁷, Ramírez, Herrera, Mendoza, recomiendan una profundidad de siembra para semillas de pastos, entre 0.5 2.5cm. y un tapado superficial de las mismas, de lo contrario se afectará enormemente su establecimiento.

⁴⁴Ibid. p 58

⁴⁵BERNAL, Op, Cit., p. 36

⁴⁶MUSLERA Y RATERA, Op, Cit P 66

⁴⁷BERNAL, Op, Cit., p. 36

4.4.4 Fertilización. Ramírez, Mendoza, y Herrera, afirman que la fertilización de una pastura debe estar basada en el análisis de suelos, de lo contrario se puede fertilizar después de la siembra con fertilizantes completos y posterior mente, con urea durante el establecimiento de los pastos⁴⁸.

El CIAT⁴⁹. Afirma que el 57% del territorio colombiano, esta compuesto por suelos oxisoles y ultisoles ácidos y predominantemente infértiles.

Las enmiendas como cal y roca fosfórica se deben aplicar e incorporar antes de la siembra; el fertilizante completo se puede aplicar al momento de la siembra. Los fertilizantes nitrogenados y las fertilizaciones de mantenimiento se pueden hacer después del primer pastoreo. Bernal⁵⁰.

El mismo autor señala que no es recomendable hacer una fertilización muy fuerte al momento de la siembra por que las plántulas utilizan las reservas de las semillas y no son tan eficientes como las plantas desarrolladas para utilizar los fertilizantes.

⁴⁸RAMIREZ, MENDOZA, HERRERA, Op Cit 38

⁴⁹TOLEDO, T. Centro internacional de agricultura tropical. Manual para la evaluación agronómica CIAT 1982

⁵⁰BERNAL, Op. Cit P 69

4.5 PASTO BRACHIARIA DECUMBENS

Laredo, “menciona que el pasto Brachiaria (*Brachiaria decumbens*) se importó para ser cultivado en Colombia en 1961. Se adaptó muy bien a zonas correspondidas entre los 0 – 2000 m s n m. Se ha comprobado su tolerancia a suelos ácidos altos en Aluminio y su resistencia a la sequía prolongada y a la quema⁵¹”.

Al respecto Bernal, afirma que la *Brachiaria* es una especie resistente al pisoteo y soporta bien las condiciones de suelos ácidos, ricos en hierro y aluminio y pobres en nutrimentos. Estas características la han convertido en una de las especies más valiosas para los Llanos y otras zonas caracterizadas por la mala calidad de los suelos, donde difícilmente pueden sobrevivir otras especies introducidas, es originaria de África y se la encuentra en muchos países tropicales⁵².

El mismo autor menciona que la siembra de este pasto puede hacerse con semilla sexual (2 a 2.5 kg./ha si la semilla es certificada o 4 a 5 Kg /ha si no a sido certificada) o con semilla vegetativa, esta última esta constituida por tallos maduros o cepas y se requieren alrededor de 1500kg/ha y es una labor lenta y costosa. El pasto más apreciado actualmente en América tropical según Spain,

⁵¹LAREDO, M. Valor nutritivo de los pastos tropicales II Pasto Braquiaria (*Braquiaria decumbens* stap) anual y estacional En ICA v 16 N° 3. Colombia 1981. p 23

⁵²BERNAL, Op, Cit., p 543

citado por CIAT⁵³. es sin duda alguna el *Brachiaria decumbens* que posee una capacidad de carga alta y mucha resistencia al pastoreo.

El *Brachiaria decumbens* se caracteriza por tener un ciclo vegetativo perenne y forma de crecimiento decumbente, alta resistencia a la sequía y resistencia media al frío, es utilizada para pastoreo. Algunos agricultores la utilizan para corregir acidez del suelo obteniendo producciones de 45 Ton/Ha/año de forraje verde con un contenido de proteína bruta en materia seca de 7 a 9%. Pastagens e Fenáveis. Citado por Llanos⁵⁴. opinan que el pasto *Brachiaria* se emplea casi exclusivamente en pastoreo, pero podría fabricarse heno y ensilaje durante épocas en que se presenta exceso de producción de forraje. Es más recomendable para ceba que para levante, pues en animales jóvenes pueden presentarse trastornos que se manifiestan por fotosensibilización, pérdida del pelo y, en casos extremos muerte del animal.

El primer pastoreo debe hacerse de los cuatro a los seis meses después del establecimiento, cuando las plantas alcanzan de 40 a 50 cm de altura. Para una mejor utilización de la pradera se recomienda pastoreo en rotación con periodos

⁵³CIAT, Op, Cit; P 170

⁵⁴LLANOS, L. MUÑOZ, R. Evaluación nutritiva del confrey (*Sympphytum peregrinum*) en mezcla con los pastos *Brachiaria decumbens* y *Hawaii* (*pennisetum purpureun, scum*) en la alimentación de cuyes (*cavia por cellus*). Pasto: L Llanos, 1999 Tesis de grado (Zootecnista) Universidad de Nariño, Facultad de ciencias pecuarias Programa de zootecnia 1999. p 19.

de ocupación no > de 6 días y períodos de descanso de 35 a 45 días. De acuerdo con Bernal⁵⁵.

Gavilanes, citado por Laredo reportan para el pasto Braquiaria (Brachiaria decumbens) una digestibilidad *in vitro* de 52,34% y 57,45%, de 9,11 vs. 8,76% de proteína cruda, 68,62% vs. 67,45% digestibilidad de materia seca, 36,78% vs. 38,42% de fibra en detergente ácido, para épocas de invierno y verano respectivamente.

Bernal, en Colombia reporta, el siguiente análisis bromatológico para el pasto Braquiaria decumbens. Ver tabla 1

Tabla 1. Análisis bromatológico del pasto Braquiaria

SITIO	PC	DIV MS	FDN	FDA	Hemic el	Celula	Lignin a	ED
Prefloración lluvia Meta	5.53	60.34	68.87	39.39	28.48	33.27	6.7	2.16
Prefloración sequía Meta.		61.18	67.30	39.54	27.76	34.27	8.5	2.21
Floración Meta	4.00	57.58	73.40	42.24	31.16	34.06	5.5	2.57
35 días Meta	11.11	77.54	65.84	34.92	29.16	29.16	3.9	3.01
60 días Meta	4.11	65.94	76.74	46.40	32.08	37.76	6.0	2.33

Fuente : adaptado de Bernal (1994)

⁵⁵BERNAL. Op. Cit. p.34

5. DISEÑO METODOLOGICO

5.1 LOCALIZACION

El trabajo de campo fue realizado en la Vereda los apartaderos finca San Isidro propiedad del señor Diego María Barco, distante 14 Km de la cabecera municipal, de la Sierra (Cauca), tomando la vía que conduce a la Vega (Cauca); a 02° 13' latitud norte 76° 49' longitud y a una altura de 1650 m.s.n.m, con una T° 22°C promedio⁵⁶.

Con un clima medio húmedo premontano, de relieve fuertemente quebrado, irregulares pendientes de 12 – 25 y 75%, suelo moderadamente profundo, la textura dominante es la franca y franco arcillosa.

El régimen climático es údico isotérmico. Esta conformado por los conjuntos de la Sierra (Typic Distrandep). De acuerdo con Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”⁵⁷

El terreno donde se realizaron las pruebas de campo presentó una topografía ondulada con una pendiente que oscila entre 2 y 35%

⁵⁶PERFIL MUNICIPAL DE LA SIERRA CAUCA, ALCALDIA SIERRA Agosto 1999.

⁵⁷ALVAREZ Raúl, Et al. Estudio general de suelos de los Municipios de Rosas, La Sierra, La Vega, Almaguer, Bolívar, Mercaderes, San Sebastián, Balboa, Argelia, Patía, (El Bordo) (Departamento del Cauca), Bogotá: República de Colombia Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Instituto Agustín Codazzi, 1983 p 317

5.2 MATERIALES

5.2.1 materiales para la fabricación del equipo.

- Motor a energía de HP 2, RPM.725,VOLTS. 208-230, PH. 1.
Una caja de cambios con 3 velocidades
- Una transmisión
- Tres poleas en V de 2,12,14 pulgadas
- Dos correas para las poleas.
- Tres chumaceras de $\frac{3}{4}$.
- Ochenta metros de alambre acerado N°2.
- Seis templetes medianos.
- Doce grillos pequeños.
- Trescientos metros de Manila de polietileno N° 8
- Ocho metros de Angulo de hierro de pulgada y media.
- Platina de media pulgada 1.5 m²
- Arado de chuzo o vertedera metálico similar al usado en yunta de Bueyes.
- Cuatro postes madrinos de 12cm de diámetro por 1.50cm de largo.

Figura 2. Plano de vistas del arado motriz

Figura 3. Plano de arado motriz estático

Figura 4. Plano de trabajo de Campo

5.2.2 Materiales para el trabajo de campo.

- Análisis de suelo.
- Arado a tracción animal (yunta de bueyes).
- Estacas de madera.
- Un rollo de fibra sintética de 750m.
- 250cm³ de pintura de aceite.
- Tres Kg semilla certificada de pasto Bramaría (*Brachiaria decumbens*).
- 10 jornales
- 450 Kg de calfos y 150 Kg de cal dolomítica al 24%.
- Decámetro.
- Balanza capacidad de 20 lb jacobs detecto.
- 4 bandejas de icopor.
- 4 toallas de papel absorbente, arena y muestra de semilla de pasto *Brachiaria decumbens*.

5.3 AREA DE EXPERIMENTACIÓN

Se utilizaron tres lotes de 60 m de ancho y 30m de largo, que se ajustaron a las siguientes características:

1. Un lote plano con una pendiente entre 0 - 4%
2. Lote medianamente inclinado con una pendiente entre el 4 - 10%
3. Fuertemente inclinado con una pendiente mayor del 10% tomando como limite superior la mayor pendiente existente en la finca. (Figuraras 5, 6 y 7)

Figura 5 Pendiente del 0 - 4%



Figura 6 Pendiente 4 -10%



Figura 7 Pendiente mayor 10%



5.4 METODOS

Este nuevo equipo reemplaza la toma de fuerza que en un arado de tracción animal son los animales por un motor. Por ende la característica del arado motriz estático es comparable con un arado de arrastre por yunta de bueyes.

El arado motriz estático, consta de un mecanismo reductor de velocidades (caja de cambios) un mecanismo transmisor (transmisión) y un mecanismo ejecutor. (motor).

El mecanismo ejecutor, por intermedio de unas poleas se conecta al mecanismo reductor de velocidades la cual, a su vez se une a la transmisión que permite un giro de eje hacia dos carretos, perpendicular a la dirección del mecanismo ejecutor. En estos carretos se enrolla dos cuerdas de polietileno # 8 (en sentido contrario) estas se enrolla o desenrolla de acuerdo al movimiento que imprime el mecanismo reductor de velocidades (de avance y retroceso). Esta cuerda a su vez se une al arado de chuzo o vertedera metálica el cual es arrastrado por el terreno cumpliendo su función. (Ver figuras 8,9,y10)

Para la operación del nuevo equipo se utilizó dos operarios. Uno era el encargado de operar el equipo y el otro de conducir el arado en sí. (Ver figuras 11 y 12)

Figura 8 Vista lateral del arado motriz estático



Figura 9 vista Frontal de arado motriz estático



Figura 10 Arado motriz estático



Figura 11 Instalación del arado motriz



Figura 12 Funcionamiento del arado motriz



5.4.1 **Variables.** Las variables de comparación que se tuvieron en cuenta en este trabajo fueron las siguientes.

- Rendimiento de trabajo.
- Porcentaje de germinación.
- Producción de forraje verde por hectárea.

5.5 DISEÑO ESTADISTICO

Los resultados se analizaron mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial, dos por tres (2x3).

Los factores son:

Factor A: Tipo de arado

a1= arado con tracción animal (yunta de bueyes)

a2 = arado con tracción motriz estática.

Factor B: pendiente

b1 = pendiente del 0 –4%

b2 = pendiente del 4-10%

b3 = pendiente >10% tomando como limite superior la mayor

Pendiente existente en la finca.

Para efectos del análisis estadístico cada arado y pendiente se consideran como una unidad experimental.

Repetición	Tratamientos	Pendientes
6	Arado yunta	0 – 4 %
6	Arado Motriz	0 – 4%
6	Arado yunta	4 – 10%
6	Arado motriz	4 – 10%
6	Arado yunta	Mayor 10%
6	Arado motriz	Mayor 10%

5.5.1 Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_k + (\alpha \cdot \beta)_{jk} + E_{ijk}$$

Donde Y_{ijk} es la respuesta de la i esima unidad experimental que recibe el nivel j del factor α , el nivel k del factor β más la interacción de α - β .

α_j = efecto del j esimo nivel α , donde $j=1,2$ (arado con tracción animal, arado con tracción motriz estática respectivamente).

β_k = efecto del k esimo nivel de β en donde $K= 1,2,3$ (pendiente de 0-4%

Pendiente del 4-10%, pendiente > de 10% respectivamente.

$(\alpha, \beta)_{jk}$ = efecto del j esimo nivel de α y el k esimo nivel de β donde $jk=(1,1), (1,2), (1,3), (2,1), (2,2), (2,3)$ que corresponden a los tratamientos.

E_{ijk} : error experimental asociado a la i esima unidad experimental que recibe el nivel j del factor α , el nivel k del factor β más la interacción de α - β

5.5.2 Hipótesis

1 H_0 : A Y B no interactúan lo que quiere decir que:

$$\mu_{A1} = \mu_{A2}$$

$$\mu_{B1} = \mu_{B2} = \mu_{B3}$$

H1= A Y B sí interactúan.

Las variables que se midieron fueron

- Y1 Numero de vueltas que dio cada sistema de arado por cada tratamiento.
- Y2 Tiempo que tardo cada sistema de arado en labrar cada tratamiento

5.6 PRUEBA DE CAMPO

Se araron tres lotes que se ajustaron a las características citadas en el ítem 5.3 el propósito fue medir el comportamiento del nuevo equipo en diferentes condiciones de terreno. Para ello se procedió de la siguiente manera:

- La dimensión de los tres lotes fue similar (60m de ancho por 30 de largo.)
- Todos los lotes se dividieron en 12 parcelas iguales de 5 m de Ancho por 30m de largo.
- Cada lote corresponde a una pendiente, en donde cada tratamiento (arado con tracción animal, arado de tracción motriz estática) tuvo seis repeticiones (aró seis parcelas).

5.6.1 Rendimiento de trabajo. El rendimiento de trabajo ($m^2/min.$) Se determino mientras los equipos araban los terrenos correspondientes a cada uno, lo que indica que para cada equipo se determinaron tres rendimientos de trabajo (uno de cada lote), de cuyo promedio resultó el rendimiento de trabajo final para cada uno los equipos.

Para determinar el rendimiento de trabajo se aplico la siguiente fórmula de acuerdo a lo recomendado por Gerardo Puentes⁵⁸.

$$RT = AT \times VT$$

RT = rendimiento de trabajo

AT = ancho de corte

VT = velocidad de trabajo

Para determinar el ancho de corte se procedió de la siguiente manera.

- El ancho de la parcela (30 m) fue dividido entre el número de vueltas que dio cada equipo para arar el terreno.
- La velocidad de trabajo resulta de dividir el largo de la parcela (30m), entre el promedio de tiempo gastado por el equipo en arar esa parcela.

Para determinar la eficiencia de trabajo se aplicó la siguiente formula.

5.6.1.1 Eficiencia de trabajo.

$$E = (\text{HORAS PERDIDAS} / \text{TOTAL DE HORAS TRABAJADAS}) * 100$$

El tiempo real trabajado:

Para determinar el tiempo real de trabajo se tuvo en cuenta el tiempo que gastó cada equipo en trasladarse del punto A al punto B en su primera vuelta, este resultado se multiplicó por el número de vueltas que dio cada equipo para arar el terreno correspondiente. (el resultado se lo expresa en horas)

Al tiempo total gastado por los equipos en arar cada una de los terrenos se resta al tiempo real trabajado, obteniendo de esta manera las horas perdidas.

Las horas perdidas fueron divididas entre el total de horas trabajadas y el resultado se lo multiplicó por cien, obteniendo de esta manera la eficiencia de trabajo.

5. 6.2 Siembra del pasto. Antes de preparar el terreno se tomaron muestras de suelo, con el propósito de realizarles un análisis químico y poder con ello determinar el plan de fertilización a seguir que fue igual para todos los tratamientos. Para esta labor se contrataron los servicios profesionales de la

⁵⁸GERARDO PUENTES. Conversación personalizada Profesor Universidad de Nariño. Agosto de 2000

empresa MULTIAGRO LTDA. La cual analizó las muestras de suelo siguiendo la técnica de reflectometría, emitiendo los resultados y la recomendación de fertilización a seguir (ver anexo Q). Ceñidos a las recomendaciones una vez preparado el terreno se procedió al enclamiento del mismo (corrección de PH).

La siembra se llevó a cabo al voleo con semilla sexual y seleccionada de pasto Braquiaria (B decumbens) a razón de 5Kg por Ha. Lo que indica que para este trabajo se utilizaron 3 Kg de semilla (cantidad corregida teniendo en cuenta la prueba de germinación realizada a la semilla), ficha técnica:

BRACHIARIA DECUMBENS

LOTE N°	D-057/02
PUREZA	95.10%
GERMINACION	85.5%
VALOR CULTURAL	80.80%
COSECHA	2.002
FECHA ANALISIS	08/02
VENCIMIENTO	01/03

Como las cantidades de semilla requeridas por hectárea fueron muy bajas se hizo necesario “mezclar” la semilla con un material inerte, para lograr un volumen suficiente que pudiera ser distribuido con facilidad sobre el terreno.

De acuerdo a lo recomendado por Bernal⁵⁹. En este caso se utilizó arena seca en una relación 1: 7 (semilla de pasto – arena).

Cabe anotar que a la semilla utilizada en este trabajo se le realizó una prueba de germinación con el propósito de corroborar lo estipulado en la etiqueta.

5.6.3 Porcentaje de Germinación (% G). La prueba de germinación se realizó siguiendo los pasos recomendados por Hudson, T. y Dale, E. Kester⁶⁰. Se tomó una muestra de la semilla, (400 semillas) las cuales se dividieron en cuatro (4) lotes de cien (100) semillas, si al germinar los lotes difieren en más del 10% se repetirá la prueba; de otro modo el promedio de los 4 lotes es el porcentaje de germinación.

La prueba de germinación consiste en darle a la semilla las condiciones óptimas de luz y de temperatura para inducir su germinación las cuales varían de acuerdo a la especie. Para este trabajo se utilizaron:

- 4 bandejas de icopor,
- 4 toallas de papel absorbente, arena y muestra de semilla de pasto *Brachiaria decumbens*

⁵⁹BERNAL, Op, Cit., p 543

⁶⁰ Hudson, T. y Dale, E. Kester, producción de forraje 1980. P.20.

- La toalla se humedeció y se doblo en 5 capas, luego se puso sobre la bandeja de icopor
- Sobre la última capa de la toalla se regaron las semillas (100)
- Una vez regada las semillas se pusieron encima una capa de arena de 2 cm de espesor
- Este proceso duró 20 días, tiempo en el cual se controló la humedad
- Las condiciones que se dieron a la semilla para inducir a su germinación fueron 20°C de temperatura y condiciones de luminosidad normales.
- Terminado los 20 días de germinación las plántulas se contaron.

% G = (semillas germinado / número total de semillas en prueba) X 100.

5.6.3.1 Toma de muestras de forraje. Se tomaron en total 3 muestras de forraje que se distribuyeron de la siguiente manera:

La primera muestra fue tomada 90 días posteriores a la siembra del pasto. De aquí en adelante se tomaron muestras de forraje cada 15 días.

Para la toma de muestra de pasto tuvimos en cuenta la técnica descrita por FEDEGAN-FNG⁶¹.

- Fabricamos un marco de madera de 100 cm cuadrados.

⁶¹ORTIZ Carlos, producción de Forrajes. Bogotá. En: Fedegan N° 6. Colombia 1985.

- En cada uno de los lotes se tomaron tres muestras al azar (tres de cada tratamiento)
- Las plántulas se cortaron a ras del piso.
- Una vez terminamos la recolección de las tres muestras de cada lote las agrupamos por tratamiento y las pesamos.
- Para determinar la producción por metro cuadrado utilizamos la siguiente formula:

$$A = \frac{B}{C}$$

A = producción por metro cuadrado

B = peso total del pasto cortado.

C = numero de cuadros usados

- El resultado obtenido de la aplicación de la formula anterior se multiplicó por 10.000 (metros que tiene una hectárea) resultando de esta forma la producción por hectárea.
- En todos los lotes se procedió de la misma forma con el propósito de analizar por separado la respuesta del pasto a la preparación del terreno con cada uno de los equipos.

5.7 FERTILIZACION

La fertilización se llevo acabo siguiendo las recomendaciones del análisis de suelo.

Veinte días antes de iniciar el trabajo de campo se tomo una muestra representativa del suelo sobre el cual se iba a trabajar, con el objetivo de realizarle un análisis químico.

El plan de fertilización fue igual para todos los lotes, el análisis de suelos recomendó un plan de fertilización el cual tenia en cuenta tres aspectos, el encalamiento, la reactivación microbiológica y el sostenimiento por corte o pastoreo.

Para este trabajo se aplicó la primera parte del plan de fertilización (enclamiento) ya que solo se llevo hasta el establecimiento de la pradera.

El enclamiento fue encaminado a nivelar las relaciones de Calcio, Magnesio y fósforo, como también desplazar los iones Aluminio que inciden en la acidificación del suelo. La recomendación fue así:

Calfos: 900 Kg/Ha./año en este caso se uso 450Kg.calfos.

Cal Dolomita: 300 Kg/Ha/año en este caso se uso 150 Kg. Cal Dolomita.

La aplicación se realizó al voleo una vez el terreno se encontraba arado, sin aplicar ninguna otra práctica de preparación de terreno sobre el mismo.

6. PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 INTERPRETACION DE RESULTADOS

6.1.1 Numero de Vueltas. No se encontraron diferencias significativas para el variable número de vueltas, para el arado motriz y la yunta de bueyes (Tabla 3).

6.1.2 Tiempo. En la variable tiempo si se encontraron diferencias estadísticas significativas (Tabla 4), se aplicó DMS para establecer la diferencia entre los promedios. Se deduce que el mejor arado es el de yunta de bueyes con un valor de 21.98 minutos. Mientras que el arado motriz estático obtuvo un tiempo de 58.67 minutos (ver figura 13). Con un CV de 9.5%, un coeficiente de determinación de 94.12%.

Según Legarda, Lagos y Vicuña⁶² “el Coeficiente de variabilidad (CV) es conveniente calcularlo por cuanto es un indicador de precisión del mismo.

En los experimentos de rendimiento de campo y ganaderos, los coeficientes de variabilidad varían generalmente entre 9 y 29%, valores que excedan estos límites pueden considerarse como extremos”.

⁶²LEGARDA, Lucio. LAGOS, Tulio Cesar. VICUÑA, A. Diseño experimental, Pasto Universidad de Nariño 2001 p 56.

Existen diferencias significativas entre los efectos de tratamientos al nivel de probabilidad del 95% se rechaza la hipótesis nula.

La diferencia de tiempo con el arado motriz estático se debe a que hubo una caída de potencial de energía por debajo del voltaje que existía en la región. Lo que afectó el buen comportamiento del motor sin embargo este no se vio forzado ni presento ninguna anomalía mientras se realizaba el trabajo de campo. Aunque la eficiencia del arado motriz es mucho mejor que la yunta.

Tabla 2. Tiempo de trabajo empleado por los dos sistemas en las diferentes pendientes

Sistemas de arado	Pendientes	Nº de vueltas	Tiempo empleado /hr	Ancho de corte/ m	Velocidad de trabajo m/min.	Rendimiento de trabajo m ² /min	Eficiencia de trabajo %
Yunta	0 – 4%	71	2.19	0.42	18.75	7.87	27
Yunta	4 – 10%	69	2.18	0.43	15.62	6.7	35
Yunta	> 10%	71	2.19	0.42	15	6.3	28
Motriz	0 – 4 %	71	5.01	0.42	6.25	2.62	35
Motriz	4 – 10%	72	6.23	0.41	6.02	2.62	33
Motriz	> 10%	71	6.20	0.42	6.02	2.52	47

Tabla 3. Andeva para el número de vueltas

FV	GL	SRC	CM	FC	FT
Arado	0.25	1	0.25	0.33	0.5708
Pendiente	0.388889	2	0.194444	0.26	0.7762
Arado * pendiente	0.16667	2	0.083333	0.11	0.8966
Error	22.8333	30	0.76111		
Total	23.6389	35			

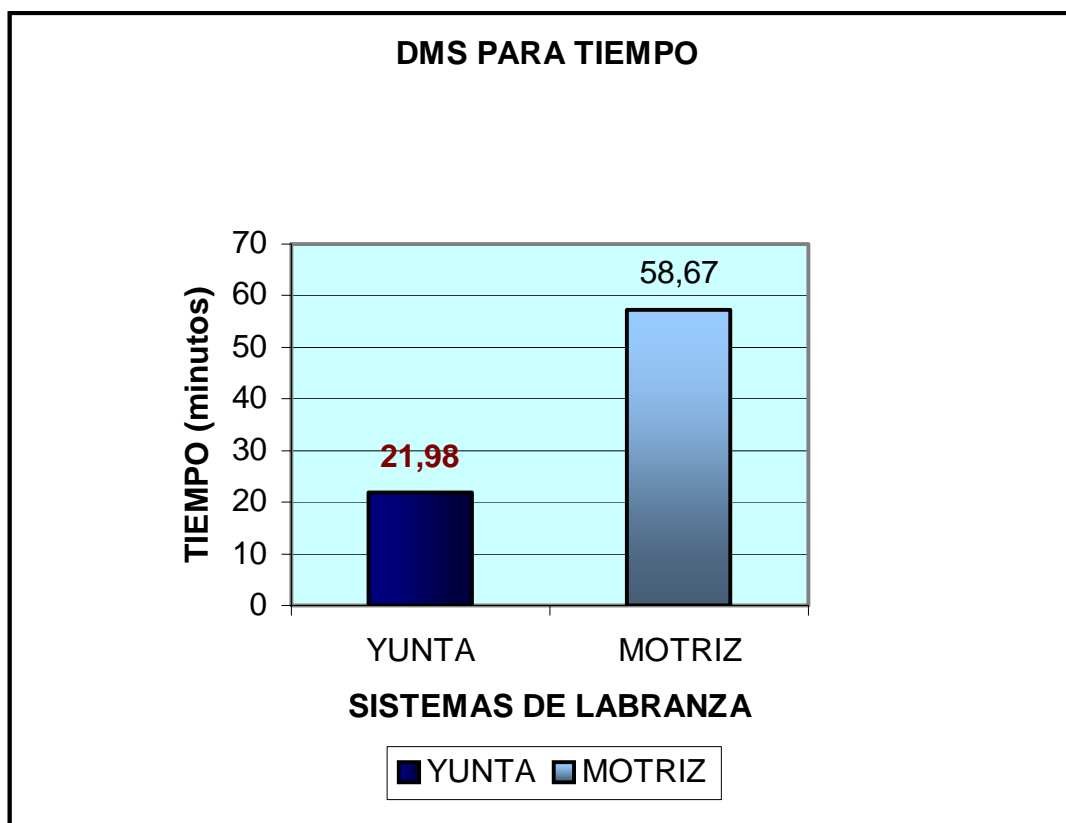
Tabla 4. Andeva para tiempo

FV	GL	SRC	CM	F	P>fr
Arado	1	12109.9	1209.9	477.67	****
Pendiente	2	54.7258	27.3629	1.08	0.3527
Arado* Pendiente	2	11.5929	5.79647	0.23	0.7970
Error	30	760.584	25.3521		
Total	35			3.75	NS

Coefficiente de determinación: 94.1209

CV= 9.5%

Figura 13. DMS para tiempo



6.2 DETERMINACION DEL RENDIMIENTO DE TRABAJO Y EFICIENCIA

6.2.1 Resultados de campo de rendimiento de trabajo y eficiencia. En El rendimiento de trabajo en la pendiente del 0 – 4 % fue de $7.87 \text{ m}^2/\text{min}$, de 4 – 10% de $6.71 \text{ m}^2 / \text{min}$. , Y el mayor del 10% fue de $6.3 \text{ m}^2 / \text{min}$., (Ver figura 14) En promedio el rendimiento de trabajo de la yunta de bueyes fue de $6.96 \text{ m}^2/\text{min}$ en una eficiencia de 30%.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la velocidad de trabajo para la yunta de bueyes es de 0.271 m/s en una distancia de 2130m, lo que es igual a 0.976 Km/hr con una fuerza de tiro de 1118 (N). (Distancia recorrida, dividida entre el promedio del tiempo gastado) (tabla 2).

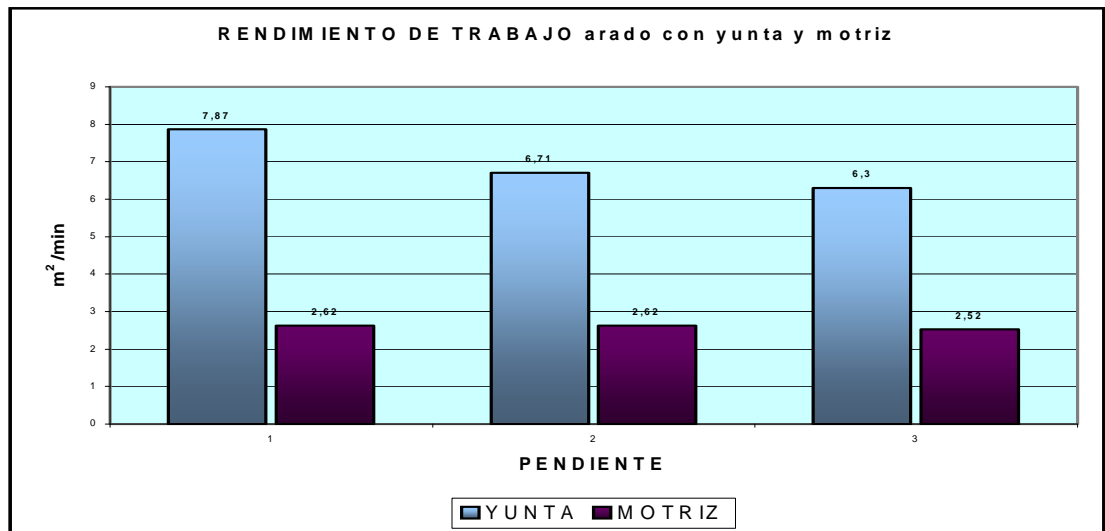
Pearson⁶³, reporta velocidades de trabajo para la yunta de bueyes de 0.73m/s en Costa Rica, 0.22- 0.44m/s en Nepal, 0.58 m/s en Bangladesh, entre otros (anexo Ñ)

Sims afirma que el promedio de fuerza, potencia y energía requerida por bueyes en labores agrícolas tales como el arado es de 1.09 kW de potencia, y una fuerza de tiro de 1118 (N), una velocidad de 0.98 (m/s) (anexo N)⁶⁴.

El mismo autor sostiene que entre más pesada la yunta desarrollará más fuerza de tiro y su fuerza promedio estará alrededor del 11% de su peso vivo.

⁶³PEARSON, A. Animal production and rural tourism in mediterranean regions. Proceedings of the International Symposium on Animal Production and Rural Tourism in Mediterranean Regions. Evora, Portugal 10-13 Octubre 1995. EAAP Publication No. 74, 1995.

Figura 14. Rendimiento de trabajo arado con yunta y motriz



En cuanto a la eficiencia podemos observar en la figura 15 que los resultados obtenidos para pendiente de 0 – 4 % de 27%, pendiente de 4 – 10 % de 35 % y en pendiente mayor de 10 % 28 % de eficiencia, se obtuvo un promedio de 30% para arado con yunta.

Debido a las diferentes condiciones de terreno, se hizo difícil establecer un parámetro de medición confiable, el rendimiento de trabajo en la yunta de bueyes.

⁶⁴SIMS, B. Mecanización para el pequeño agricultor. Secretaria de Agricultura y recursos hidráulicos.

Tabla 5. Rendimiento y eficiencia de trabajo para los dos sistemas

Sistemas de arado	Pendientes	Nº de vueltas	Tiempo empleado/ hr	Ancho de corte/ m	Velocidad de trabajo m/min.	Rendimiento de trabajo m ² /min	Eficiencia de trabajo %
Yunta	0 – 4%	71	2.19	0.42	18.75	7.87	27
Yunta	4 – 10%	69	2.18	0.43	15.62	6.7	35
Yunta	> 10%	71	2.19	0.42	15	6.3	28
Motriz	0 – 4 %	71	5.01	0.42	6.25	2.62	35
Motriz	4 – 10%	72	6.23	0.41	6.02	2.62	33
Motriz	> 10%	71	6.20	0.42	6.02	2.52	47

Galindo, afirma que los requerimientos de energía de las especies animales de trabajo, dependerán de diferentes factores tales como el peso vivo, del tipo y diseño del implemento usado, la tarea desarrollada, la temperatura ambiente, la destreza del operario y la superficie y/o tipo de terreno donde se trabaje⁶⁵.

El empleo de la fuerza animal debe plantearse siguiendo un enfoque de sistemas, en el cual se integren todas las labores complementarias de la finca.

Según Galindo la utilización de animales para las labores agrícolas se constituye en la única opción de desarrollo apropiado, sostenible y que no riñe con los objetivos de conservación de los recursos naturales y el medio ambiente⁶⁶.

El mismo autor menciona que la energía animal es una opción técnica más eficiente que las máquinas de combustión en términos de eficiencia de conversión de la energía empleada frente al trabajo realizado. A pesar de esto, para el último decenio no existe un censo confiable y actualizado de animales de trabajo a escala mundial y por esto es aventurado llegar a estimar la contribución de esta tecnología en términos de energía.

El anexo N muestra cómo puede ser afectado el trabajo realizado teniendo en cuenta estas variables. En términos prácticos la cuantificación de la energía que un ser vivo necesita para trabajar puede expresarse como un múltiplo de la energía requerida para su mantenimiento. Para el caso de bueyes y búfalos, esta relación es menor o igual a 1.74 - 1.8 M J Lawrence⁶⁷.

El Centro Tecnológico Agropecuario⁶⁸. sostiene que:

el aprovechamiento de la energía animal es mayor ahora, que estamos finalizando el siglo veinte, que lo que fue en el siglo pasado, debido a que la población mundial humana se ha triplicado en este período y por consiguiente la demanda de alimentos también; A pesar de la tendencia a

⁶⁶GALINDO Walter La Tracción Animal Investigador – Fundador CIPAV /México 2001www/Walter.cipav.org.co.

⁶⁷LAWRENCE,P Feeding standars for caltte used for work. Tropical and health and production course, center Tropical for Veterinary medicine, edinburg, scotland 1997.

⁶⁸CTA., Tools for agriculture. A guide to appropriate equepiment for samallholder farmes 1992.

disminuir el uso de la fuerza animal en comparación con los tractores en la preparación de suelos, los aportes de energía de los seres vivos y las máquinas en la agricultura serán del orden del 25 y del 4% en Asia, del 12 y del 11% en el Medio Oriente, del 13 y 8% en América Latina y del 8 y menos del 1% en África.

Respecto al uso de la energía animal en el año 2000, la FAO 1989 (citado por Chimics⁶⁹. estima que “la utilización de la fuerza animal en la preparación de suelos disminuirá en los próximos tres años en comparación con el empleo de tractores con el mismo fin a escala mundial”.

En el arado motriz estático se obtuvieron unos rendimientos de trabajo de 2.62 m² / min. En pendiente del 0 – 4% en pendiente de 4 –10 % de 2.62 m²/ min. Y en pendiente mayor del 10% de 2.52 m²/min. De acuerdo con la figura 14.

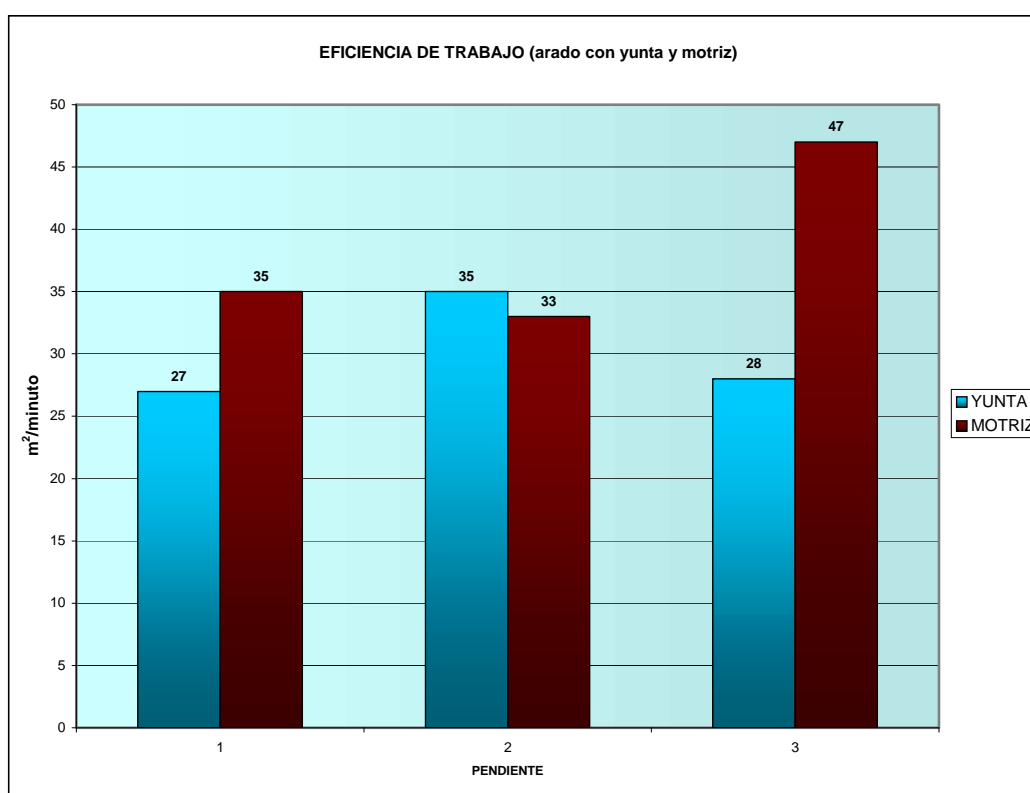
En eficiencia se obtuvieron valores de 35 % para pendiente de 0 – 4%, 33% pendiente de 4 – 10% y 47 % para pendiente mayor del 10%. Como se observa en la figura 15.

En promedio el rendimiento de trabajo del arado motriz estático fue de 2.53m²/min, con una eficiencia de 38%, se observó, que a pesar de que el rendimiento de trabajo del arado motriz estático fue en promedio 2.7 (datos promediados de acuerdo a tabla 2) veces inferior al del arado tradicional con yunta de bueyes, es de destacar que el arado motriz estático presentó un

⁶⁹CHIMICS tracción animal en República Dominicana. Su realidad, promoción y actividad de capacitación.

comportamiento más constante en todas las repeticiones lo que indica que fue menos influenciado por los factores ambientales entre ellos la pendiente. Lo cual se puso de manifiesto al presentar una mayor eficiencia.

Figura 15. Eficiencia de trabajo arado con yunta y motriz



Los datos obtenidos en la eficiencia de trabajo se ajustan a lo mencionado por Legarda y Puentes quienes afirman que el rendimiento de trabajo es menor en la utilización de la práctica de la máquina como consecuencia de los tiempos gastados en las vueltas de las cabeceras, recubrimientos, carga y descarga de los productos; resulta evidente que en parcelas grandes y rectangulares, se pierde

menor tiempo para dar la vuelta en las cabeceras, por lo tanto la eficiencia es mayor.

Por otro lado es de destacar el tiempo de trabajo diario de cada uno de los equipos. Mientras la yunta de bueyes cumple una jornada normal de trabajo de 6 horas, el arado motriz estático trabajó 8 horas sin problema, como también que la tracción animal es susceptible de ser empleada hasta pendientes cercanas al 70%, por encima de las cuales la estabilidad de la yunta se hace incierta. Mientras que se podría trabajar en estas pendientes con el arado motriz estático sin ningún riesgo.

El arado motriz estático es una nueva tecnología que se adapta a las propiedades autóctonas que puedan ser susceptibles de aplicar a nuestro medio. Con el fin de aumentar la producción, ahorrando tiempo, energía e insumos en las operaciones para cultivos de estas zonas.

En una jornada laboral normal (6 horas) una yunta de bueyes ara 1753.9 m^2 , mientras que el arado motriz estático en una jornada normal de trabajo (8 horas) ara 920 m^2 , o sea 853 m^2 , menos que la yunta de bueyes. Legarda y Puentes mencionan que “la velocidad de trabajo típica para diversas máquinas en lo que arado de vertedera se refiere es de 5 – 9 Km/h. Mientras que el arado motriz es de

0.36 Km./hora resultado obtenido por factores externos como son la caída de energía⁷⁰.

La eficiencia de trabajo para tractores es del 70 –90%. Mientras que en el sistema motriz estático se obtuvo una eficiencia promedio del 38%. Por razones ya mencionadas.

Una ventaja de la tracción motriz estática que debe aprovecharse al máximo es su fácil adaptación a las condiciones propias de cualquier región y a explotaciones agropecuarias y/o agroindustriales en pequeña, mediana o gran escala.

El crecimiento demográfico ha traído como consecuencia la intensificación de los sistemas productivos en los países en desarrollo en empresas de pequeña y mediana escala.

El arado motriz estático se puede convertir en una alternativa tecnológica viable e innovadora para el productor que así puede sortear las dificultades económicas y ser más eficiente en la realización de su trabajo.

⁷⁰LEGARDA; Lucio,. PUENTES, Gerardo. Equipos Agropecuarios. 2001 San Juan de Pasto 2001 p. 58.

6.3 PORCENTAJE DE GERMINACION (% G)

Los resultados fueron los siguientes:

El porcentaje de germinación de la semilla fue del 84.25% lo que indica que por cada 100 semillas sembradas, 84 semillas tienen capacidad germinativa.

Según Carambula, el porcentaje de germinación constituye la forma de expresar el porcentaje de embriones que han completado su desarrollo y son capaces de germinar luego de ser expuestos a condiciones favorables⁷¹.

De acuerdo con Grabe y Watkin, la habilidad para germinar es directamente proporcional al peso de las semillas, por lo que la viabilidad se incrementa al avanzar el proceso de maduración⁷².

Estudios hechos por Pegler indican que⁷³, "las plantas forrajeras alcanzan un 80% de su germinación aproximadamente 14 días después de la antítesis. Sin embargo, si un semillero es cosechado inmediatamente de alcanzar el máximo porcentaje de germinación, pueden presentarse inconvenientes muy serios como bajo peso y vida limitada".

⁷¹CARAMBULA, Milton. Op Cit p 464.

⁷²GRABE, F. Maturity in smooth bromegrass.1956. P 48.

6.4 PRODUCCION DE FORRAJE VERDE EN EL PERIODO EXPERIMENTAL

De acuerdo a los resultados arrojados por la prueba estadística no se presentó diferencias estadísticas significativas en la producción de forraje (anexo B), Probando que esta variable no se ve afectada por el sistema de labranza utilizado en ninguna de las pendientes.

La producción de forraje verde en el primer corte para el arado motriz fue de 847gm/m² en promedio, en el segundo corte fue de 966.2 gm/m² en el tercer corte fue de 1139 gm / m². (Tabla 6).

Tabla 6 Producción de forraje verde por corte

Numero de corte	Arado con	Arado Motriz	Producción	Producción
	Yunta g/m ²	Estático g/m ²	Kg./ha Arado con Yunta	Kg/Ha Arado Motriz Estático
1	825	847		
2	983	966.2	9.800	9.840
3	1133	1139		
Promedio	980	984		

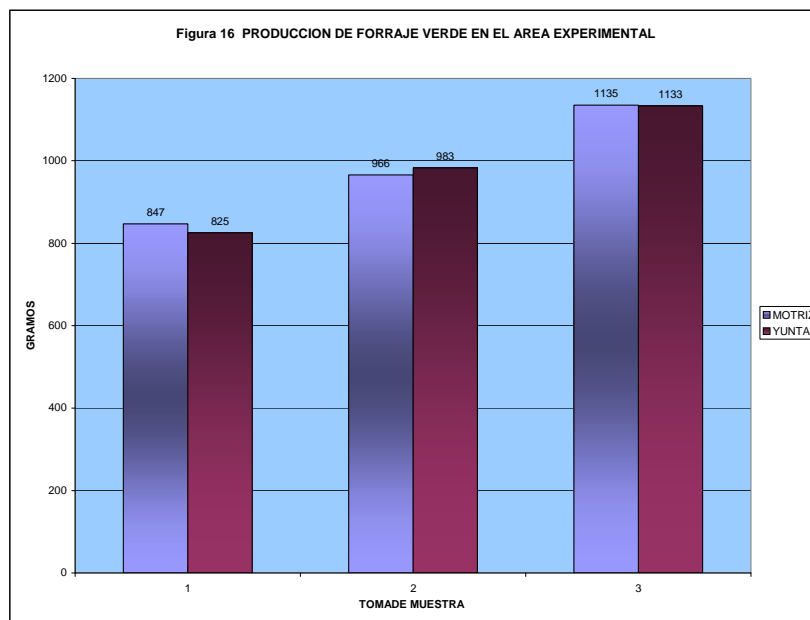
⁷³PEGLER, R. Harvest ripeness in grass seed crops. J Br grassld. Soc 31: 7 p13.

Según Spain, citado por CIAT⁷⁴, el *Brachiaria decumbens* posee una capacidad de carga alta y mucha resistencia al pastoreo.

El *Brachiaria decumbens* puede producir 45 Ton/Ha/año de forraje verde con un contenido de proteína bruta en materia seca de 7 a 9%. Según Pastágens e Fenáveis Citado por Llanos⁷⁵.

Bernal afirma que bajo condiciones naturales y en suelos de mediana fertilidad, puede producir 90 ton/ha/año (11. Ton/ha/corte) aproximación⁷⁶.

Figura 16 Producción de forraje verde en el área experimental.



⁷⁴TOLEDO, Juan. CIAT. Op. Cit. p. 15.

⁷⁵LLANOS L. MUÑOZ R. Op Cit. p. 19.

⁷⁶BERNAL Op. Cit p. 69.

6.5 ANALISIS PARCIAL DE COSTOS

Establecer una hectárea de pasto *Brachiaria decumbens* utilizando el arado motriz estático costaría \$741.981 (costo que se obtuvo de extrapolar los datos de tablas 9 y 10) o sea \$18.833 más que el arado convencional.

Establecer una hectárea de pasto *Brachiaria decumbens* con el arado accionado por yunta de bueyes costaría \$723.148 (Dato que se obtuvo de extrapolar los resultados del anexo C).

A pesar de que el arado motriz estático presenta menor costo operacional y de mantenimiento que la yunta de bueyes, los costos de producción de una pradera utilizando el arado motriz estático son superiores debido al menor rendimiento de trabajo que presenta este último sistema.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis comparativo de costos de los dos sistemas se pone de manifiesto que el arado motriz estático es una alternativa de labranza a tener en cuenta en aquellas zonas en donde se hace difícil trabajar con tractor y/o donde la yunta de bueyes es escasa.

Según Camacho y Guerrero El agricultor utilizando la no-labranza, asegura una disminución en los costos de producción al disminuir el uso de la maquinaria en

relación con la labranza convencional; la maquinaria que se usa es menos pesada y ocurre ahorro de combustible⁷⁷.

Bowen y Kratky opinan que con el sistema de mínima labranza se puede reducir el consumo de energía hasta en un 70%⁷⁸.

El empleo de animales de trabajo implica ocuparse tanto de éstos como de sus aperos y equipos. Es necesario que se apliquen técnicas específicas tanto de manejo diario como de cría, aprendizaje, manufactura, de reparación de equipos y cuidado de los animales. Elevando así aún más los costos de producción para estos pequeños agricultores.

CTA “informa que el crecimiento demográfico ha traído como consecuencia la intensificación de los sistemas productivos en los países en desarrollo en empresas de pequeña y mediana escala. Sin embargo, en estos sistemas productivos puede ser difícil encontrar y/o introducir maquinaria mecanizada en la producción de cosechas debido a su alto costo⁷⁹”.

⁷⁷CAMACHO. GUERRERO, L. Equipos para siembra directa. Tibaitata ICA 1984. P. 8.

⁷⁸BOWEN, J. KRATKY, B. La labranza reducida es adecuada para usted?. 1982

⁷⁸CTA. Animal traction an small- sacale mechanization. SPORE N° 69 June 1997 p 4.

El arado con tracción motriz estática se puede convertir en una alternativa tecnológica viable e innovadora para el productor que así puede sortear las dificultades económicas y ser más eficiente en la realización de su trabajo.

Tabla 7. Resultados del análisis comparativo de costos entre los dos sistemas de Arado

Resultados comparación de costos	Arado Tradicional	Arado motriz Estático	Diferencia a Favor arado Tradicional	Diferencia a Favor Arado Motriz Estático
Costo producción Ha. De pasto	\$723.148	\$741.981	\$18.833	
Costo del Kg. De forraje	\$73.7	\$75.4	\$1.7	
Costo de adquisición del equipo	\$2.658.500	\$1.621.450		\$1.037.050
Costo diario mantenimiento	\$2.923	\$274		\$2.649
Costo operacional	\$30.000	\$21.695		\$ 8.305
Horas Trabajadas al día	6	8		2
Costo hora trabajada	\$ 5.000	\$ 2.712		\$2.288
Km. Arados al día	5.86	3.16	2.7	
Costo del kilómetro arado	\$5.119	\$6.835	\$1.716	

Tabla 8. Costos de establecimiento de una pradera con pasto brachiaria decumbens (5400m² área experimental).

Implementos trabajo de campo			
Arado motriz	3	21695	65085
Alquilada de la yunta	2 días	30.000	60.000
Semilla de pasto	3 Kg.	18.000	54.000
Calfos	9 bultos	8.500	76.500
Cal dolomítica 24%	3 bultos	4.400	13200
Rollo de fibra X750m	1 rollo	6.500	6.500
Pintura de aceite	250 cm	3.500	3.500
Transporte bultos	12 bultos	1.400	16.800
Mano de obra	10 jornales	10.000	100.000
			395585

Tabla 9. Costos de establecimiento de una pradera 2700m² yunta de bueyes.

DETALLE	UNIDAD	VALOR UNITARIO	SUB TOTAL	TOTAL
Alquilada de la yunta	2 días	30.000	60.000	
Semilla de pasto	1.5Kg.	18.000	27000	
Calfos	4.5 bultos	8.500	38250	
Cal dolomítica 24%	1.5 bultos	4.400	6600	
Rollo de fibra X750m	0.5 rollo	6.500	3250	
Pintura de aceite	125cm	1750	1750	
Trasporte bultos	6bultos	1.400	8400	
Mano de obra	5jornales	10.000	50000	
				195250

Tabla 10. Costos de establecimiento de una pradera 2700m² arado motriz estatico

DETALLE	UNIDAD	VALOR UNITARIO	SUB TOTAL	TOTAL
Arado motriz	3 días	21695	65085	
Semilla de pasto	1.5Kg.	18.000	27000	
Calfos	4.5bultos	8.500	25500	
Cal dolomítica 24%	1.5 bultos	4.400	6600	
Rollo de fibra X750m	0.5 rollo	6.500	3250	
Pintura de aceite	125cm	1750	1750	
Trasporte bultos	6bultos	1.400	8400	
Mano de obra	5jornales	10.000	50000	
				200035

7.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

En promedio el rendimiento de trabajo de la yunta de bueyes fue de 6.96 m²/min con una eficiencia de 30%, mientras el arado motriz estático presento un rendimiento de trabajo de 2.53m²/min, con una eficiencia de 38%.

El arado motriz estático presentó un comportamiento más constante en todas las repeticiones, lo que indica que fue menos influenciado por los factores ambientales entre ellos la pendiente. Mostrando así una mayor eficiencia.

Se destaca el tiempo de trabajo diario de cada uno de los equipos. Mientras la yunta de bueyes cumple una jornada normal de trabajo de 6 horas el arado motriz estático trabajo 8 horas sin problema.

De acuerdo a los resultados arrojados por el análisis estadístico, no se presento diferencias estadísticas significativas entre la producción de forraje, lo que indica que esta variable no se vio afectada por los sistemas de labranza utilizado en ninguna de las pendientes.

A pesar de que el arado motriz estático presenta menor costo operacional y de mantenimiento que la yunta de bueyes, los costos de establecimiento de una hectárea con pasto *Brachiaria decumbens* utilizando el arado motriz estático son \$ 18.833 más que si se utilizara la yunta de bueyes, Lo anterior se debe al menor rendimiento de trabajo que presenta el nuevo equipo.

Los costos de fabricación del arado motriz estático fueron de \$1.621.450, adquirir una yunta de bueyes cuesta \$ 2.658.500.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos del análisis comparativo de costos de los dos sistemas se pone de manifiesto que el arado motriz estático es una alternativa de labranza a tener en cuenta en aquellas zonas en donde se hace difícil trabajar con tractor y/o donde la yunta de bueyes es escasa.

Establecer una hectárea de pasto *Brachiaria decumbens* con el arado accionado por yunta de bueyes costaría \$723.148 mientras que con el arado motriz estático costaría \$741.981 o sea \$18.833 más que el arado convencional.

8. RECOMENDACIONES

El arado motriz estático desde el punto de vista de su funcionamiento tuvo un buen comportamiento, sin embargo este equipo debe ser revisado mecánicamente, con el propósito de mejorar el rendimiento de trabajo así como la eficiencia del mismo y poder presentar un nuevo sistema de labranza útil al sector agropecuario.

La energía eléctrica es una fuente económica, sin embargo esta fuente de energía es escasa por lo tanto no es una buena alternativa a escoger para la toma de fuerza de este sistema, se recomienda adaptar a este equipo un motor a combustión como toma de fuerza.

Es importante estudiar el efecto que causa el nuevo equipo sobre las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo.

Explorar nuevas alternativas que puedan adaptar este sistema de toma de fuerza con el propósito de darle mayor utilidad dentro de las actividades diarias de la finca.

BIBLIOGRAFIA

ARAUJO. DELGADO. ZAMBRANO. Estudio de prefactibilidad para el montaje de una planta productora y comercializadora de heno de alfalfa (medicago sativa L.) En el municipio de Cumbal Nariño. Pasto: Araujo 1999 8p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo), Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas Programa de Agronomía.

BERINJI Johan P pastizales naturales; México: Ed Trillas 1992 30 p

BERNAL, Javier Pastos y forrajes tropicales, 3° edición Bogotá: Banco Ganadero. 1994 338p.

BOWEN, J. Y KRATKY, B. La labranza reducida es adecuada para usted?. En Agricultura de las Américas Estados Unidos 31(6): 14-23. 1982

BURBANO O, Hernán, El suelo una visión sobre sus componentes serie investigaciones N° 1, Pasto: H. Burbano Universidad de Nariño, 1989. 447 p 1-21

CAMACHO. Y GUERRERO, L. Equipos para siembra directa. Tabaitatá, Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario, 1984. 8p

CARAMBULA, Milton. Producción y manejo de pasturas sembradas, Argentina: Ed hemisferio sur SF. 464p.

CASTILLO, Del Carmen P, formación continuada del profesorado de ciencias. Una experiencia en Centroamérica y el Caribe, Estudio del suelo como recurso natural renovable/México Agosto 2001/<http://www.oie.org.co/fpciencia/art12.htm>

COCHETE, Gonzalo. Hojas divulgadoras. El agricultor ante la conservación y mejora del medio ambiente. En v 5. N° 13. Madrid 1986. 1 -24 p

Comercio Exterior, Bosques y suelos en México: El salto de la tierra, México 1995 9 p <http://ladb.unm.edu/econ/content/comext/1995/september/bosques.htm>

CORONADO T, Miriam El suelo, México, 2001 12 p <http://www.cendoc@cied.org.pe>

CROVETTO, Carlos. Cero labranza, filosofía o sistema. México 2001 1 p http://www.plantiodireto.com.br/publica/rev_41/edit_3_v.htm

CRUZ, Javier. Requisitos básicos de plantío directo. En Revista plantío directo. Brasil v 1 1983 10p

CRUZ A, Y..y sigue la yunta andando. Tracción Animal en la Agricultura de México: Aurora González Universidad Autónoma de Chapingo. 1997. P. 36

Centro Tecnológico Agropecuario, Tools for Agriculture. A guide to appropriate equipment for smallholder farmers. Fourth edition, 1992

_____. Animal traction and small-scale mechanization. SPORE No. 69 June 1997. Page 4.

_____ 1982. Tools for Agriculture. A guide to appropriate equipment for smallholder farmers. Fourth edition

CHIMICS J, .Tracción animal en República Dominicana. Su realidad, promoción y actividades de capacitación. República Dominicana. SF. P 6

DELGADO, Alfonso. Pastos y forrajes, Colombia: Instituto Tecnológico Agrícola, Universidad de Nariño, 1966 . 20p

DELGADO POLO, Hernando. Efecto de sistemas de labranza con tracción animal sobre algunos índices de crecimiento de tres variedades de frijol arbustivo para clima frío de Nariño. Pasto: H Delgado. 1986, 13p. trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

DERPSCH, R., Florentín, M. y Moriya, K., Importancia de la siembra directa para alcanzar la sustentabilidad agrícola. Proyecto Conservación de Suelos MAG, GTZ, DEAG, San Lorenzo, Paraguay 2000, 40 p.

Dirección de educación ambiental, la contaminación del suelo, México, 2001,
25p.//www.sma.df.gob.mx/sma/ubea/educacion/zonas_rurales/degrad%7E1.htm

Fedegan No 6 Carlos, O, DMV, FNG, 1958.

Galindo Walter Fernando La Tracción Animal Investigador - Fundación CIPAV
[http://www. walter.cipav.org.co](http://www.walter.cipav.org.co)

GARCIA Bernardo La degradación del suelo, mecanografiado 2001,17p

GAVILANES, Carlos. Estudio general del pasto brasilero. Pasto: C Gavilanes
1972, 20 p. Trabajo de grado (ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño
Facultad de ciencias agrícolas

GRABE, F., Maturity in smooth brome grass. Agron 1956.j 48:253-6p

GUZMAN, M, Harold. Evaluación de los rendimientos de Brachiaria decumbens
(stap) bajo tres sistemas de labranza en el municipio del Tambo, Departamento
del Cauca. Pasto: H Guzmán 1988, p12, 13. Trabajo de grado (Ingeniero
agrónomo). Universidad de Nariño facultad de Ciencias agrícolas.

FAO. 1997. Manual de conservación de suelos. Curso sobre conservación de suelos. En Instituto Internacional de Agricultura Tropical (ITA) en Ibadan, Nigeria del 21 de abril al 1 de mayo de 1997. 207p.

LLANOS, L. MUÑOZ, R. Evaluación nutritiva del confrey (*Sympphytum peregrinum*) En mezcla con los pastos *Brachiaria decumbens* y *Hawaii (pennisetum purpureum, scum.)* En la alimentación de cuyes (*Cavia por cellus*). Pasto : L Llanos, 1999. P 19. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño, Facultad de ciencias pecuarias. Programa de Zootecnia.

LAWRENCE P, Feeding standards for cattle used for work. Tropical and health and production course, Center Tropical for Veterinary Medicine, Edinburgh, Scotland 1997.

Libro electrónico ciencias de la tierra y del medio ambiente, tema 5 [principales ecosistemas del suelo. 2001, 5p](http://www.1cuit.es/asignaturas/ecologia/hpertexto/o.s.prinecos/110suelo.htm) www.1cuit.es/asignaturas/ecologia/hpertexto/o.s.prinecos/110suelo.htm

LAREDO, Manuel. Valor nutritivo de los pastos tropicales. El pasto *Braquiaria (Brachiaria decumbens stap)* anual y estacional En ICA, v XVI, n3, septiembre 1981.

LEGARDA, LUCIO. PUENTES,GERARDO. Equipos Agropecuarios. Pasto: Universidad de Nariño, p.57 – 60

MARONI J, MEDERO Ricardo. Manual practico de maquinas para labranza; Argentina: hemisferiosur, 1989 p 6-10

MARTINEZ R. Y M MARTINEZ. Diseño de experimentos. Primera edición, Bogotá: Fondo Nacional Universitario.1997. 479p

MUSLERA, Enrique y RATERA Clemente. Praderas y forrajes, producción y aprovechamiento: 2da edición, Madrid: Mundi prensa, 1991 674p.

McILROY, R. Introducción al cultivo de los pastos tropicales. México : Limusa, 1987. 69-73p.

OLIVOS Andrés.Colombia a su alcance ,Madrid: espasa calpe, 1999. 26-43p

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION (FAO), Boletín de tierras y aguas, En N 8, capítulo 4, Conceptos y objetivos de labranza en una agricultura conservacionista, ONU 2000 29-37p

PEARSON, A 1995. Animal Production and Rural Tourism in Mediterranean Regions. Proceedings of the International Simposium on Animal Production and

Rural Tourism in Mediterranean Regions. Evora, Portugal 10-13 Octubre 1995.

EAAP Publication No. 74, 1995

PEGLER , R A. D. , 1976 harvest ripeness in grass seed crops. J Br grassld. Soc
31:7 13 p

Philips, y Philips, Agricultura sin laboreo, principios y aplicaciones. Barcelona,
España, Balletara, 1986. 313 p.

PUENTES, Gerardo. San Juan de Pasto, 2000. Información personal.

RAMIREZ, A. MENDOZA, P. HERRERA G. Pastos y forrajes. Establecimiento de
pastos, ICA abril 1979, En compendio n 30, p 37-47.

RICARDO, Javier. MAMIAN, Javier. Perfil municipal de la Sierra Cauca

SIMS B, Mecanización para el pequeño agricultor. Secretaría de Agricultura y
Recursos Hidráulicos Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y
Agropecuarias. México:1987 p 37.

SOLORZONO, Francisco. Experiencias con labranza mínima, el surco México:
Latinoamericana. 1990 En v 95 n p. 3 6-7

SPAIN, J. Manuel. Recomendaciones para establecimiento de pastos en la zona de Carimagua, Llanos Orientales de Colombia. En Carta agraria n280 octubre de 1983 30-85p.

STELL Roberto y J TORRIE, James. Bioestadística; principios y procedimientos México: Mac Graw Hill 1985 622 p

TOLEDO, Juan. M. Manual para la evaluación de pastos tropicales CIAT Colombia: 1982 p.14.

URIBE Farid. Diccionario Pedagógico universal siglo XXI prolibros Ltda Colombia: 1999 p.654

VERGARA R., R. 1994. Los plaguicidas en el suelo: problemas derivados del uso indiscriminado. En: Memorias del seminario El manejo sostenible del recurso suelo en la Orinoquia colombiana Villavicencio (Meta), agosto de 1994, p.29

VIDAL O.M; SERRANO, L, M HERRERA, O, M, Diagnostico del uso de animales de tiro en la zona montañosa del norte del Cauca; En Acta agronómica, Universidad nacional de Colombia sede Palmira; v 45; n 2-4 abr-dic 1995.p97-108. Issn0120-2812.

ANEXOS

Anexo 1 Análisis de suelos.

ELEMENTO	RESULTADO DE LA DISPONIBILIDAD		REQUERIMIENTOS	DEFICIENCIAS POR
ANALIZADO	MUESTRA	ASIMILABLE	Kg / ha/ año	EFICIENCIAS
PH- Grados	5,50	5,50	6,5	1,00
N – total	0,68	131,68,	250	236,64
N - NO 3	0,23	45,20	0	0,00
N – NO2	0,12	24,32	0	0,00
N- NH 4	0,31	62,16	0	0,00
P – ppm	5,87	26,88	60	165,62
K – meq. /100gr	0,23	180,00	200	40,00
Ca- – meq. /100gr	0,30	120,00	200	80,00
Mg - – meq. /100gr	0,50	121,50	200	78,50
Na - – meq. /100gr	0,26	0,26	0	-0,26
Al - – meq. /100gr	0,70	0,70	0	0,70
Satur. de Al %	35,15	35,15	0	35,15
Textura	Ar. F			

Anexo B. Andeva para producción de forraje.

FV	GL	SRC	CM	FC	FT
Arado	1	4597.44	4597.44	0.73	Ns
Pendiente	2	60327.88	30163.94	3.75	Ns
Arado * pendiente	2	5879.79	2939.895	0.36	Ns
Error	30	64.25406	8031.7575		
Total	35	313090.23			

Anexo C. Costo del kg. de pasto Braquiaria /ha durante el periodo experimental

DETALLE	SISTEMA DE ARADO TRADICIONAL	SISTEMA DE TRACCION MOTRIZ ESTATICA
Producción forraje verde/ha	9800	9840
Producción diaria de forraje verde / ha		
Valor unitario de Kg/ha	73.7	75.4
Costos de producción de Una Ha. De pasto	741.981	723.148

Anexo D. Costo de fabricación del arado motriz estático.

DETALLE	CANTIDAD	V/UNIDAD	V/TOTAL
Implementos fabricación del equipo.			
Motor eléctrico	1unidad	360.000	360.000
Transmisión	1unidad	100.000	100.000
Caja de cambios con 3 velocidades	1unidad	160.000	160.000
Polea en v 2"	1unidad	12.000	12.000
Polea en v 12"	1 unidad	20.000	20.000
Polea en v 14"	1unidad	27.300	27.300
Chumaceras de 2	2 unidades	20.000	40.000
Alambre acerado N°2	80 metros	200	96.000
Grillos pequeños	12 unidades	1.200	14.400
Tensor mediano	6 unidades	7.500	45.000
Manila de polietileno N°8	300 metros	800	240.000
Angulo hierro 1 ½	8 metros	1.800	14.400
Platina de hierro 1/2	1.5m2	2.700	4.050
Tornillo 3/8	3 unidades	500	11.500
Tornillo 1/4	34 unidades	500	17.000
Tornillos de ½	4 unidades	300	1.200
Tubo galvanizado 1 ½	0,5 m	1.200	600
Postes mdrinos 12cm de diámetro	4 unidades	2000	8000
Arado de chuzo o vertedera metálico	1unidad	145000	145000
Alambre cobre N°8	100 metros	550	55000
Mano de obra Global	\$250000	250.000	250000
			1.621.450

Anexo E. Costos de adquisición de una yunta de bueyes

DETALLE	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	SUB TOTAL	TOTAL
Novillos 450Kg.	2	1080000	2160000	
Arado de chuzo y/o vertedera metalito	1	145000	145000	
Yugo	1	40000	40000	
Manila de polipropile no NÂ°8	15 metros	900	13500	
Amansada de los animales	Global	300000	300000	2658500

Anexo F. Inversión de acuerdo a la vida útil de los equipos.

VIDA UTIL EN AÑOS	ARADO MOTRIZ ESTÁTICO	ARADO CON YUNTA DE BUEYES
5 AÑOS		531.700
10 AÑOS	162.145	

Anexo G. Costo anual de mantenimiento de una yunta de bueyes

DETALLE	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Sal mineralizada	73kg	650	47.450
Melaza	292kg	7.835	76.000
Alimentación con Global forraje		617600	617600
Vacuna aftosa	4 dosis	800	3.200
Vacuna carbón bacteriano	2 dosis	700	1.400
Vacuna triple	2 dosis	700	1.400
Baño garrapaticida	250 ml	28.00	28.000
Desparasitante	6 dosis	7.500	45.000
Fenol violeta	6 dosis	17.000	17.000
Vitaminas	Global	30.000	30.000
Mano de obra	Global	150.000	150.000
Otros	Global	50.000	50.000
TOTAL			1067050
Costo mantenimiento día			2923

Anexo H. Costo de mantenimiento del arado motriz estático.

DETALLE	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Grasa fina (g)	1	10.000	10.000
Correas para bandas	2	15.000	30.000
Mano de obra	Global		30.000
Otros	Global		30.000
Total /Año			100.000
Costo			274
Mantenimiento dia			

Anexo I. Costo operacional del sistema de tracción motriz estático.

DETALLE	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/ TOTAL
Energía kw /hora	12	141.25	1695
Jornada 8 horas			
Jornales	2	10000	20000
Total			21695

Anexo J. Tiempo para las diferentes pendiente en arado motriz

Tratamientos	Tiempo total empleado	Tiempo Total empleado	Tiempo empleado
A1R1	0/58/12	1/00/12	1/09/00
A1R2	0/51/12	0/56/59	0/56/15
A1R3	0/53/09	1/03/27	0/56/04
A1R4	1/01/04	1/03/06	0/57/28
A1R5	0/57/44	0/58/49	1/05/19
A1R6	00/59/42	0/57/13	0/50/41

Anexo K. Tiempo para las diferentes pendiente en yunta

Tratamientos	Tiempo	total	Tiempo empleado	Tiempo	Total
	empleado		4 – 10%	empleado	
	0- 4%			> 10%	
A2R1	0/17/33		0/32/56		0/18/04
A2R2	0/19/04		0/21/52		0/29/13
A2R3	0/15/39		0/20/52		0/25/10
A2R4	0/18/41		0/22/55		0/25/25
A2R5	0/18/41		0/18/30		0/23/15
A2R6	0/31/45		0/17/30		0/22/36

Anexo L. Producción de forraje verde con arado motriz

Pendiente	Producción promedio	Producción promedio	Producción promedio
0-4%	806.	908.3	1133.3
4-10%	818	925.3	1155
>10%	917	1065	1129
Producción	847	966.	1139

Anexo M. Producción de forraje verde con yunta de bueyes.

Pendiente	Producción promedio	Producción promedio	Producción promedio
0-4%	8140	903	1173
4-10%	756	940	1143
>10%	907	1106	1083
Producción/ha	825	983	1133

Anexo N. Promedios de Fuerza, Potencia y Energía requerida por bueyes en diferentes labores agrícolas.

Labor	Implemento	Fuerza de tiro (N)	Velocidad (m/s)	Potencia (kW)	E. cons./ha (MJ)
Arar	Arado vertedera	1118	0.98	1.09	60.4
Rastrillar	Rastra discos	159	0.88	0.14	12.6
	Rastra de púas	724	0.75	0.54	9.0
Nivelar	Pala madera	436	0.80	0.35	5.5
Surcar	Surcadora	651	0.86	0.56	16.7*
Sembrar y surcar	Sembradora y surcadora	584	0.91	0.53	14.7*
Sembrar	Sembradora	247	0.97	0.24	6.2*
Cultivar	Cultivadora	178	0.84	0.15	14.7*
Aporcar	Arado vertedera	899	0.70	0.63	22.5*

* Energía/ha suponiendo 0.5 m entre surcos.

Fuente: Sims, 1987

Anexo Ñ. Comportamiento de algunas especies trabajando en parejas en diferentes ambientes

Especie	Peso vivo	Velocidad (m/s)	Potencia (kW)	Horas/día	E. consum. (MJ) ¹	Tarea	Terreno/ Ubicación
Búfalos	230-320	0.87-1.02	0.24-0.27	5.5	1.74-1.8	CRM ²	Plano/Nepal
Búfalos	400-460	0.94	0.31-0.33	5	1.76-1.77	CRM	Plano/Nepal
Bueyes	150	0.64	0.17	3-4	1.4	Arado	Plano/Banglad esh
Bueyes	250	0.58	0.20	3-4	1.5	Arado	Plano/Banglad esh
Bueyes	200-290	0.22-0.44	0.13-0.17	5.0	1.25-1.46	Arado	Plano/Nepal
Bueyes	580-620	0.73	0.81-0.83	5.5	1.42-1.67	Arado	Plano/Costa Rica
Bueyes	580-620	1.03	0.20-0.21	5.5	1.42-1.67	CRN³	Asfaltado/C. Rica
Vacas	125	0.61	0.12	2-3	1.3	Arado	Plano/Banglad esh

Fuente: Pearson 1995

¹ Estimación de la energía gastada diariamente como múltiplo de la energía de mantenimiento

² Empujando carretas con ruedas de madera

³ Empujando carretas con ruedas neumáticas