

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AGRARIA
UNA**

**FACULTAD DE EDUCACION A DISTANCIA Y DESARROLLO
RURAL**

TRABAJO DE DIPLOMA

**EVALUACION DE DIFERENTES FORMAS DE
PREPARACION DE SUELOS Y SIEMBRA EN
LABRANZA CONSERVACIONISTA CON TRACCION
ANIMAL EN EL CULTIVO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris L*)**

Autores : Br. José Benito Membreño Rivas
Br. Pedro Julio Bustos Velasquez
Br. Carlos Alberto Espinoza Molina

Asesores : Ing. Gerardo Murillo
Ing. Enrique Izarra A.

Presentado a la consideración del honorable tribunal examinador como
registro parcial para optar al grado de Ingeniero Agrónomo Generalista

Managua, Nicaragua
Octubre 1997.

DEDICATORIA

Este Trabajo se lo dedico de manera especial a mis padres:

- Carlos Alberto Espinoza Ruíz
- Perfecta Rosa Molina Silva

A mi Esposa:

- Coralia Rivas de Espinoza

A mis Hijas:

- Nasser
- Lester Enmanuel
- Luis Carlos
- Dayán de Jesús
- Carlos Rigoberto

A mis Hermanas

- Indiana
- Ermida
- Martha

Carlos Alberto Espinoza Molina

DEDICATORIA

Este Trabajo se lo dedico de manera especial a mis padres:

- Olga María Velásquez García
- Fidel Bustos Calero

A mi Esposa:

- Ana Dominga Medrano de Bustos

A mis Hijas:

- Valeska Vanessa
- Ana Gabriela
- Jaqueline Antonia

A todos mis Amigos...

Pedro Julio Bustos Velásquez

DEDICATORIA

Este Trabajo se lo dedico de manera especial a mis padres:

- **Hernán Wilfredo Membreño Aguilar**
- **Francisca del Socorro Rivas de Membreño**

A mi Esposa:

- **Johana Vivas de Membreño**

A mi Hijita:

- **Gissella Johannet**

A todos mis Hermanos:

- **Hernán Adolfo**
- **José Antonio**
- **Ana Luisa**
- **María Elena**

A todos mis Amigos (a) del INTA y de la U.N.A

José Benito Membreño Rivas

AGRADECIMIENTO

Nuestro infinito agradecimiento a “ **DIOS** “, creador supremo y a la Virgen Santísima; por habernos permitido la realización de este trabajo.

De manera especial agradecemos por el incondicional apoyo en asesoría brindada por: Ing. **Gerardo Murillo**, Ing. **Enrique Izarra**. Sus colaboraciones merecen nuestro total agradecimiento. A los productores colaboradores Señor **Saba Sánchez**, Señor **Dolores Arias**, señor **Roman Carballo** y Señor **Luis Selva** y otros por su cooperación en la realización del presente trabajo.

A Ing. **Leda Córdoba** por toda su colaboración brindada en la revisión del documento, al personal Técnico y Administrativo del INTA A-2, principalmente al Ing. **Rosendo Guzmán Bravo**, por su particular aporte. A la Sra. **Elizabeth Sánchez M.** por la transcripción del texto.

Agradecemos a todas las personas que de una u otra manera participaron en la realización de este trabajo y muy especialmente a nuestros padres por su amor, motivación y apoyo brindado a la culminación de nuestro estudio.

José Benito Membreño Rivas

Pedro Julio Bustos Velásquez

Carlos Alberto Espinoza Molina

INDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PAGINA
NDICE DE TABLAS	i
INDICE DE FIGURAS	ii
INDICE DE FOTOS	iii
RESUMEN	iv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEORICO	4
2.1 Influencia de diferentes alternativas de método de siembra en labranza Conservacionista con tracción animal.	4
2.2. Modelos de arados y sembradora para tracción animal y su aplicabilidad	6
3.MATERIALES Y METODOS	9
3.1 Ubicación del experimento	9
3.2 Zonificación ecológica	9
3.3 Metodología de investigación	11
3.4 Manejo Experimental	16
4 RESULTADOS Y DISCUSION	21
4. 1 Aspectos edafoclimáticos	21
4.1.1 Pendiente	21
4.1.2 Análisis de Resistencia mecánica y Densidad aparente	22
4.1.3 Textura.	25
4. 2. Aspectos agronómicos relacionados al comportamiento Técnico de las diferentes alternativas de métodos de siembra.	29
4.2.1. Efectividad de los implementos evaluados en función del Tiempo	30

CONTENIDO	PAGINA
4.3. Profundidad de Aradura	32
4.4 Ancho de Aradura	33
4.5 Distancia entre hilera	34
4.6 Distancia entre golpe	35
4.7 Granos Destapado	36
4.8 Desarrollo radicular y área foliar	36
4.8.1 Desarrollo radicular	36
4.8.2 Número de nódulos	37
4.8.3 Crecimiento horizontal del área foliar	38
4.8.4 Altura de planta	39
4.9 Efectos de diferentes alternativas de métodos de siembra sobre los componentes de rendimiento de frijol como:	42
4.9.1. Número de plantas por hectáreas	42
4.9.2 Número de vainas por plantas	43
4.9.3 Número de granos por vainas	44
4.9.4 Peso de mil granos	44
4.10 Rendimiento del grano	45
4.11 Análisis Económico aplicado a diferentes métodos de siembra	47
5. CONCLUSIONES	50
6. RECOMENDACIONES	52
7. BIBLIOGRAFÍA	53
8. ANEXOS	57

INDICE DE TABLAS

TABLAS	PAGINA
• Propiedades químicas del suelo en diferentes sitios del área de estudio.	25
• Perfil del suelo, sitio 1 La Curva.	27
• Perfil del suelo, sitio 2 Mata de Guayaba	28
• Perfil del suelo, sitio 3 Macario Brenes	28
• Perfil del suelo, sitio 4 Mirazul del Llano	29
• Efectividad de los implementos evaluados en función del tiempo	30
• Profundidad, ancho efectivo de aradura y parámetros de siembra en diferentes alternativas.	32
• Efecto de forma de preparación del suelo utilizando diferentes tipos de implementos	38
• Componentes de rendimiento de diferentes alternativas.	42
• Rendimiento de grano de frijol (Kg/Ha) bajo distintas alternativas de métodos de siembra en labranza Conservacionista con tracción Animal.	46
• Presupuesto parcial, ensayo evaluación de métodos de aradura y siembra en labranza conservacionista con tracción animal	48
• Análisis de Dominancia, Ensayo Evaluación de métodos de aradura y siembra	49

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
• Precipitación 1994	10
• Análisis de resistencia mecánica y densidad aparente	23
• Altura de Plantas en evaluación de diferentes formas de Preparación de suelo y siembra.	41
• Arado PROMECH, y sus partes	59
• Arado adaptado por PRODETEC, y sus partes	59
• Sembradora y sus partes	60
• Arado más sembradora PROMECH, y sus partes	60
• Arado más sembradora adaptada, y sus partes	60
• Arado egipcio y sus partes	61

INDICE DE FOTOS

• Sembradora PROMECH	12
• Funcionamiento de Sembradora PROMECH	12
• Sembradora adaptada por PRODETEC	12
• Funcionamiento de sembradora adaptada por PRODETEC	12
• Arado PROMECH	12
• Arado PROMECH y siembra manual	12
• Arado adaptado por PRODETEC	13
• Arado por PRODETEC y siembra manual	13
• Arado Egipcio	13
• Arado Egipcio y siembra manual	13
• Desarrollo radicular a los 10 y 20 días después de siembra	40
• Levantamiento de muestras y análisis de suelo	57
• Observación de perfil del suelo	57
• Levantamiento de datos de densidad aparente y resistencia Mecánica.	57
• Recuento de población inicial	58
• Medición de altura de planta	58
• Medición de crecimiento horizontal (Cobertura de área foliar)	58

RESUMEN

En la época de postrera de 1994 se sembró un ensayo de campo, estableciéndose en fincas de agricultores ubicados en cuatro localidades de los municipios de Niquinohomo y Masatepe del Departamento de Masaya. El propósito del estudio fue evaluar diferentes implementos de roturación y siembra en labranza Conservacionista con tracción animal en el cultivo de frijol *Phaseolus vulgaris L.* Se analizaron las alternativas sembradora PROMECH, sembradora adaptada por PRODETEC, arado PROMECH con siembra manual, arado adaptado con siembra manual y como comparador se utilizó el arado egipcio con siembra manual. Se utilizó un arreglo factorial implementado en un diseño de bloques completos al azar **BCA** con cuatro repeticiones uno por localidad **bloques dispersos**. Los resultados encontrados indican que el uso de la sembradora PROMECH adaptada perturba menos el suelo, resulta más eficiente en función de costos operacionales y mayor eficiencia de trabajo, garantizando menor número de granos destapados. Con los implementos de arado de mayor profundidad de aradura y mayor remoción de suelo se obtienen mayor desarrollo radicular de la planta. No existe diferencia entre los diferentes implementos sobre altura de plantas y cobertura de área foliar. Los dos tratamientos con sembradora funcionan con pendientes menores del 15%. Los mayores rendimientos se obtuvieron con la sembradora adaptada seguido de sembradora original y arado egipcio. El análisis económico muestra mayores beneficios netos en sembradora adaptada. Con esta alternativa no se tienen costos variables con relación a las otras donde se utiliza fuerza de trabajo para la siembra. La sembradora adaptada presenta mayor tasa de retorno marginal **TRM**.

I. INTRODUCCION

El Frijol común (*Phaseolus vulgaris L*) es uno de los cultivos que reviste mayor importancia para la pequeña y mediana producción en Nicaragua, ya que representa la principal fuente de proteínas en la dieta diaria de la población. El consumo per cápita promedio se estima en 50 g por día, pero varía dependiendo de la producción obtenida y los precios existentes en el mercado (Tapia, 1987).

En la Agricultura de secano Nicaragüense, la tracción animal ha jugado un papel fundamental en la producción del cultivo de frijol. La disponibilidad y uso de este recurso ha permitido a las familias productoras con o sin técnicas solventar el problema del uso de maquinaria en sus pequeñas áreas, (Espinoza, 1995).

Las pequeñas y medianas familias productoras han usado y abusado de sus recursos para lograr la producción del cultivo de frijol. Su estrategia se limitan en la mayoría de los casos al uso de técnicas tradicionales que les permitan una producción determinada en un tiempo dado, no importando el deterioro que ocasionan al no considerar la conservación y buena utilización de sus recursos.

El área cultivada en los últimos años oscila entre los 80,000 y 100,000 ha. El rendimiento promedio nacional es de 600 Kilogramos por hectáreas (MAG, 1991). En Nicaragua existe una amplia distribución del cultivo, donde se desarrolla tanto en zonas aptas como marginales en las diferentes regiones del país.

La tracción animal mejorada (combinación de implementos agrícolas para la roturación del suelo y siembra, de notables rendimientos tirados por bueyes, caballos, mulas y ahora hasta cabros), ha abolido el mito que asociaba el uso de maquinaria y está demostrando que sí es posible sacar cosecha abundantes y junto con otras medidas reparar los daños de la erosión en la pequeña parcela campesina (Días, 1995). La tecnología apropiada de tracción animal se ubica dentro de las posibilidades económicas de las familias productoras y a lo largo de su historia se ha ido adecuando al tamaño y las condiciones agroecológicas de las fincas pequeñas y medianas (PROMECH, 1990).

En 1992 con el apoyo del Proyecto de Desarrollo Tecnológico (PRODETEC) y la colaboración del Proyecto de Mecanización Agrícola de Honduras (PROMECH), se inicia en Nicaragua evaluaciones de los implementos mejorados de preparación de suelos y siembra con tracción animal basados en la experiencia de PROMECH, en áreas de validación utilizando como alternativas el arado combinado PROMECH original más sembradoras en finca de agricultores, éstas se presentaron como un buen método para las familias productoras ya que garantizaban durabilidad del implemento, mejor eficiencia de trabajo y apropiado por su maniobrabilidad, asimismo se realizaron otras pruebas para determinar hasta que grado de pendiente puede tener funcionalidad obteniendo información de uso de estos implementos en rangos de pendientes de 0 a 10%.

En la IV Región del país y en específico en la zona de los pueblos (Niquinohomo, Masatepe, Diriomo) se ha venido impulsando la siembra bajo labranza de conservación a fin de evitar el deterioro del recurso suelo y aprovechar al máximo su potencial, realizando un manejo adecuado para protegerlo de la erosión.

Con el excesivo laboreo se inicia el proceso de degradación de los suelos, provocando la pérdida de la capa arable y la fertilidad, así como el aterramiento y arrastre de las semillas. En el presente trabajo, se evaluaron cuatro técnicas de preparación de suelo y siembra del cultivo de frijol común en Labranza Conservacionista con tracción animal, como tecnologías y alternativas para conservar el suelo y retener humedad para satisfacer la demanda hídrica del cultivo. Por lo antes expuesto se ha desarrollado este trabajo con los objetivos siguientes:

OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de las diferentes formas de preparación de suelo y siembra utilizando diferentes implementos de roturación que nos permita aumentar los rendimientos del cultivo principal y mejorar las potencialidades del recurso suelo.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- **Evaluar el efecto de diferentes formas de preparación de suelos en diferentes comunidades del departamento de Masaya, sobre el rendimiento del cultivo del frijol común.**
- **Evaluar los efectos beneficiosos de las diferentes formas de preparación de suelo y siembra sobre el desarrollo radicular del cultivo de frijol común.**
- **Determinar el efecto de preparación de suelo y siembra con diferentes tipos de implementos de roturación, bajo el enfoque de labranza conservacionista sobre algunas propiedades físicas del suelo.**
- **Determinar un análisis económico de los diferentes implementos evaluados.**
- **Brindar alternativas de roturación y siembra adecuadas a las pequeñas y medianas familias productoras utilizando labranza con tracción animal.**

II. MARCO TEORICO

2.1 Influencia de diferentes implementos de roturación y siembra en Labranza Conservacionista con Tracción Animal.

Los insumos utilizados en la producción agropecuaria se dividen en: medios de producción como el terreno, semilla, fertilizantes y plaguicidas de un lado y los medios de apoyo a la producción como las herramientas, implementos, equipos y la maquinaria agrícola (Mejer, 1993).

Entre los medios de producción y los medios de apoyo a la producción, existe una estrecha relación ya que con la intensidad de la producción aumenta también el requerimiento de los medios de apoyo a la producción. Por ejemplo mayores cosechas requieren más mano de obra e implementos mejorados de mayor eficacia y rendimiento de trabajo.

Para ofertar alternativas tecnológicas sobre los medios de apoyo a la producción se tienen que considerar las necesidades reales de las familias productoras, como:

- Disponibilidad de fuerza de tracción
- Sanidad de Bovinos y Equinos
- Tipo y cantidad de trabajo realizado
- Tiempo disponible para realizar determinada labor agrícola
- Mano de obra disponible y aspectos socioeconómicos
- Costumbres y modos de trabajo habitual
- Cantidad y rendimiento de trabajo con el equipo tradicional
- Limitaciones técnicas de los implementos de tracción animal

El enfoque ecológico de la agricultura señala que en el momento actual existe un deseo desmedido por aumentar la productividad del suelo empleando diferentes tecnologías en función de roturar y/o perturbar la superficie de éste (Bolaños, 1988).

Se cree que al remover el suelo se favorecerá la entrada de los espacios aéreos de los agregados, se fomentará una mejor captación de agua de lluvia, se suavizará el horizonte para que los sistemas radiculares de las plantas del cultivo se arraiguen mejor, se minimizaran las reservas de propágulos de especies vegetales indeseables, se reducirán las formas diapaúsicos de insectos a los instares de algunas larvas y se interrumpirá la producción de inóculos de patógenos (Gisper, 1983).

La operación de remover la capa de suelo (20 centímetros) se le denomina "Preparación de suelos". Este proceso se repite año con año, estación a estación en todos los lugares de la tierra donde se práctica agricultura cualquiera que sea la intensidad de ésta (Tapia & Camacho, 1988).

Entre los implementos que roturan el suelo se destaca el arado egipcio que a nivel de pequeña y mediana familia productora es la herramienta básica para esta labor. Así como, los nuevos implementos de tracción animal mantienen hipotéticamente una influencia particular en la perturbación del suelo, el cual determina ciertas condiciones al momento de depositar la semilla en el suelo, distribución de la misma y los efectos de ésta en el crecimiento y desarrollo, ya que el cultivo del frijol no es un rubro de siembra mecanizable típico en la zona.

El implemento se ha mejorado en su estructura y funcionamiento a través de criterios innovadores hacia la labranza de conservación por parte de técnicos de desarrollo y productores destacados, contando en la actualidad con una sembradora adaptada. (Blanco, 1995), la cual se le adaptó aletas surcadoras de menor tamaño para evitar una mayor perturbación del suelo al momento de la preparación.

La creciente demanda de la población convierte en una necesidad el poner a disposición técnicas adecuadas a las condiciones socioeconómicas de las familias productoras, con el objetivo de incrementar y sostener los rendimientos del cultivo de frijol común.

2.2 Modelo de Arados y Sembradoras para tracción Animal y su aplicabilidad

ARADOS

a.) Arado Egipcio (Ver Anexo 5, Figura 6) La introducción de los animales de tiro para los trabajos agrícolas fue muy importante, porque significó un ahorro de mano de obra en las labores de preparación del suelo y siembra. El arado Egipcio conjuntamente con el yugo y los bueyes, fueron introducidos durante la época colonial, durante todo el tiempo, no ha sufrido modificación en su diseño y presenta deficiencia tales como:

- Dificultad para arar terrenos pesados.
- Requerimiento de mucho tiempo de trabajo
- Corta duración o vida útil al romperse con facilidad.

También presenta algunas ventajas:

- Generalmente es liviano, siendo su peso con timón y arado de 8 kg.
- Cómodo para transportar.

Para el uso de este implemento se requiere a la siembra la utilización adicional de 3 días/ hombre, por hectárea.

b.) El arado PROMECH y el adaptado: (Ver Anexo 3, Figura 4 y 5) Es un implemento de metal que reemplaza al arado de madera y que ofrece a las familias productoras las siguientes ventajas:

- Mayor vida útil
- Mayor resistencia
- Mayor eficiencia de trabajo con relación a los otros implementos
- Mejor calidad de trabajo.

Además este arado debe conservar en su diseño las ventajas del arado de madera. La diferencia en cuanto al peso no es significativa, el timón y el yugo usado son los mismos.

	ARADO TRADICIONAL	ARADO PROMECH/adaptado
PESO	8 kg	10 Kg.
COSTOS	1 x	5 x.

El manejo del arado debe ser fácil durante el trabajo, cómodo para transportar y que la reja sea sencilla para cambiar y graduar. Al igual que el arado Egipcio, con este implemento se requiere la utilización de 3 dh/ha¹ para la siembra.

El cuerpo del arado Egipcio trabaja en el suelo como una cuña, ocasionando una elevada resistencia. El arado PROMECH debido a su estructura metálica ha permitido un diseño más eficiente que exige menor fuerza de tracción para realizar la misma labor. En la labor de aradura el arado adaptado afloja y remueve el suelo sin embargo el efecto de volteo es mínimo.

LA SEMBRADORA (Ver Anexo 4, Figura 6)

La siembra, es la operación en la que se deposita la semilla en el fondo del surco, en condiciones tales que pueda germinar y emerger la plántula. La condición esencial de una buena siembra, es la ubicación uniforme de las semillas en la proporción prevista por unidad de superficie. Esta puede ser efectuada de dos maneras; manual o mecanizada.

Siembra Tradicional

Tradicionalmente el agricultor siembra el frijol y otros cultivos, a cola de buey, es decir se hace una pasada de arado egipcio y se tiran los granos a golpe detrás del arado, para luego cubrirlas, con este método de siembra los granos caen a diferentes profundidades y distancias resultando una distribución y emergencia desuniforme, además la remoción del suelo es mayor dejándolo propenso para la erosión.

¹ DH/Ha: Días hombres/Hectáreas

SEMBRADORA PROMECH (Ver Anexo 4, Figura 7)

Para racionalizar el cultivo de frijol u otros, se requiere de una sembradora a precisión, que deposite la semilla a igual distancia, a profundidades uniformes, que realice en el momento la roturación (raya de siembra), la siembra y el tapado de la semilla, todas estas actividades operacionales se logra con la Sembradora PROMECH. (FOMENTA, 1994). Presentando algunas características que la hacen desventajosa como poseer aletas surcadoras y adicionales de mayor tamaño, que utiliza para arar, removiendo el suelo y dejándolo suelto y más susceptible a la erosión.

SEMBRADORA ADAPTADA (Ver Anexo 4, Figura 8)

Conserva las mismas generalidades, características y funcionalidad en el diseño que la sembradora PROMECH a excepción del tamaño de las aletas surcadoras, lo que en este caso su tamaño es reducido para evitar la alta remoción del suelo.

Con estas alternativas las familias productoras pueden disponer del uso de implementos mejorados que le permiten ahorrar tiempo, costos de producción y mejorar la rentabilidad del cultivo, utilizando de la forma correcta estas nuevas tecnologías y suprimiendo la quema de rastrojos en los terrenos de labranza y de esta forma no destruir la materia orgánica reduciendo la erosión de los suelos.

Los productores agropecuarios priorizan sus necesidades de herramientas mejoradas con bastante claridad y uno de los criterios principales es el de disminuir la escasez de mano de obra en los períodos más intensos de trabajo, que se presenta durante la época de preparación del terreno, siembra y cosecha. (Mejer, 1993)

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.

El experimento fue establecido en la época de postrera en el período Octubre-Diciembre de 1994, en cuatro localidades del dominio de Investigación V (Niquinohomo - Masatepe), El trabajo se condujo en fincas de productores:

LOCALIDAD	FINCA	PRODUCTOR
Curva	Ascensión	Sabá Sánchez
Mata de Guayaba	El Guasimo	Dolores Arias
Macario Brenes	Los Zonzonates	Román Carballo
Mirazul del Llano	San José	Luis Selva

El estudio se localizó al sur de Masaya, en los municipios de Masatepe y Niquinohomo, cuya zona de vida es premontano tropical húmedo. El área donde se estableció el experimento se localiza a $11^{\circ} 54'$ latitud norte y $86^{\circ} 09'$ longitud oeste en la ciudad de Masatepe y en las coordenadas $11^{\circ} 53'$ latitud norte y $86^{\circ} 52'$ longitud oeste en el municipio de Niquinohomo.

3.2 ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA

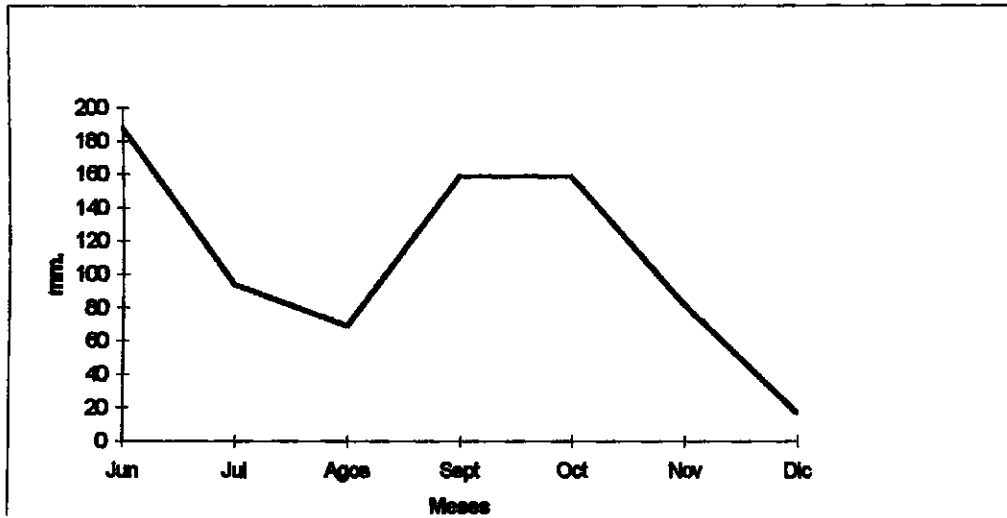
- **Características climáticas.**

Masatepe y Niquinohomo están ubicados a una altura sobre el nivel del mar de 400 a 500 m. la precipitación anual oscila entre 1,200 - 1,600 mm con temperaturas de 24 a 25° centígrados, humedad relativa media anual de 85% con período canicular benigno (Marin, 1990).

Los datos de precipitación durante el año 1994 se presentan en la Figura 1

Distribución de la precipitación expresada en mm. en 1994, en la zona de Niquinohomo-Masatepe.

Figura 1. Precipitación mm. 1994



Fuente/ INTA Región A-2-1994

- **Características Edáficas:**

Los suelos en las cuatro localidades corresponden a la clase inceptisol, serie Masatepe y clasificados como Typic Durandeps, presentan clases texturales que van de franco arenoso, franco en la capa superficial y franco arcilloso en el sub-suelo. La topografía se presenta de ligeramente ondulado a ligeramente inclinado con pendientes que oscilan de 1.5 a 8 %. El drenaje interno es bueno con buen grado de estructuración y capacidad de intercambio catiónico alta, con suelos que presentan una profundidad oscilante de 60 a 90 centímetros que a mediana profundidad (35 - 52 cm) se encuentra una toba de talpetate endurecido, cuyo espesor varía entre 15 a 35 centímetros, el cual puede ser continuo o discontinuo (Marín 1990).

Las zonas de Niquinohomo y Masatepe están caracterizadas como zonas frijolerías en la Región. La pendiente predominante en los cuatro sitios se presentó entre los rangos de 5 a 8 %.

3.3 METODOLOGIA DE INVESTIGACION.

Los métodos de investigación que aplicamos para la realización del experimento fue el directo e indirecto, del cual obtuvimos la información para el cumplimiento de nuestros objetivos. El método directo consistió en el montaje del ensayo de campo con todo su procedimiento experimental y análisis de resultados (Pedroza, 1993).

- **Descripción de los tratamientos**

Se consideran cinco tratamientos con un sólo factor en estudio.

- T1 = Sembradora PROMECH.
- T2 = Sembradora adaptada por PRODETEC.
- T3 = Arado PROMECH con siembra manual.
- T4 = Arado adaptado por PRODETEC con siembra manual.
- T5 = Arado egipcio, con siembra manual (Testigo).

NOTA: Ver fotografías 1,3, 5,7 y 9

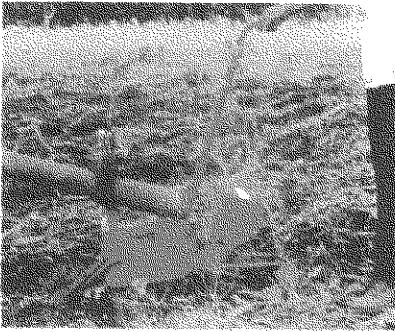


Foto 1



Foto 2

**Foto 1
Sembradora PROMECH.**

**Foto 2
Funcionamiento de
sembradora PROMECH.**

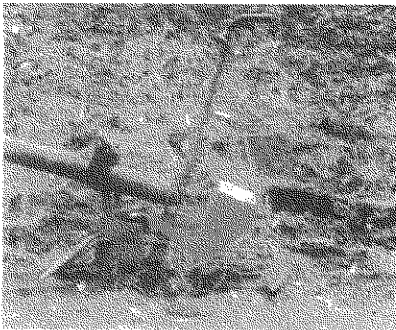


Foto 3



Foto 4

**Foto 3
Sembradora adaptada por
PRODETEC.**

**Foto 4
Funcionamiento de
sembradora adaptada por
PRODETEC.**



Foto 5



Foto 6

**Foto 5
Arado PROMECH**

**Foto 6
Funcionamiento de
arado PROMECH con
siembra manual.**

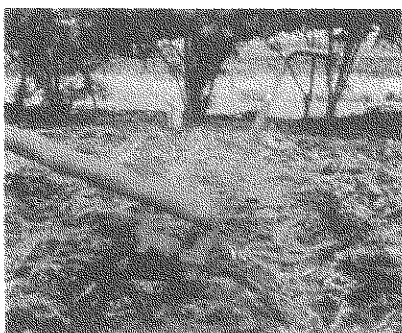


Foto 7



Foto 8

Foto 7
Arado adaptado por
PRODETEC.

Foto 8
Funcionamiento de
arado adaptado por
PRODETEC con siembra
manual.

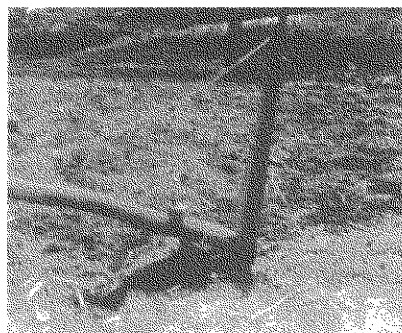


Foto 9



Foto 10

Foto 9
Arado Egipcio.

Foto 8
Funcionamiento de
arado Egipcio con siembra
manual.

- **Diseño experimental**

Los tratamientos incluidos en el ensayo fueron establecidos en un diseño unifactorial arreglados en bloques completos al azar (BCA) con cuatro repeticiones dispersos uno por localidad.

- **Dimensiones del ensayo**

a)	Area de P.E.	=20 m x 5 m	=	100 m ² .
b)	Area de P.U.	=15 m x 2 m	=	30 m ² .
c)	Area de repeticiones	=100 m x 5 m	=	500 m ² .
d)	Area de las 4 repeticiones	=500 m x 4 m	=	2000 m ² .
e)	Area entre parcelas	=1.5 m x 20 m x 5 x 4	=	600 m ² .
f)	Area Total del Experimento		=	2600 m ² .

METODOLOGÍA UTILIZADA:

- **Análisis Estadísticos.**

Se realizó análisis de varianza (ANDEVA) y prueba de rangos múltiples de Tukey al 5 % de probabilidad, éste se realizó a las variables ancho y profundidad de aradura así como a los componentes de rendimiento y rendimiento por área. El Programa estadístico utilizado fue el sistema de análisis Estadístico (SAS) (Pedroza, 1995).

- **Análisis económico**

Los resultados agronómicos se sometieron a un análisis económico para evaluar el manejo de los diferentes implementos de roturación y siembra y determinar la rentabilidad económica de los mismos, para que al recomendarlo en la producción se ajuste a los objetivos y circunstancia de los productores. La metodología empleada fue la de presupuesto parcial y análisis de dominancia, siguiendo la metodología de (Hildebrand, 1989).

- **Análisis de presupuesto parcial**

Es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales para obtener los costos y beneficios de los tratamientos. Es una manera de calcular el total de los costos que varían y los beneficios netos de cada tratamiento, tomando en cuenta que los agricultores, generalmente se interesan por los ingresos y los costos que tendrán sus prácticas tradicionales por una nueva alternativa de manejo, (Hildebrand, 1989).

- **Análisis de dominancia**

Con éste método, primero, se ordenan los tratamiento de menores a mayores costos totales que varían. Entonces un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales y costos variables mayores que cualquier otro tratamiento, (Hildebrand, 1989).

Los principales conceptos que se utilizan para el procedimiento son:

COSTOS QUE VARIAN: Son los costos por unidad de área relacionados con los insumos comprados, la mano de obra y la maquinaria, que varían de un tratamiento a otro.

RENDIMIENTO: La producción de cada uno de los tratamiento ajustado al 14% de humedad, expresado en kg/ha.

BENEFICIO BRUTO: El rendimiento de cada uno de los tratamiento por el precio del producto en el mercado al momento de la cosecha.

BENEFICIO NETO: El beneficio bruto menos los costos totales de producción.

TASA DE RETORNO MARGINAL (TRM): Beneficio netos sobre costos totales de producción por cien.

3.4 MANEJO EXPERIMENTAL:

- Para el establecimiento del área de estudio se seleccionaron los sitios y colaboradores de acuerdo a la zona con potencial para el cultivo de frijol, asimismo la disponibilidad y experiencia de las familias productoras con el cultivo de frijol y el uso de tracción animal. Las labores iniciales consistieron en rosado y barrido del terreno, prestando las condiciones favorables para la preparación de suelo y siembra, realizándolas en primer lugar labranza mínima con un solo pase de arado (raya de siembra), no siendo así para el testigo (arado egipcio) donde se practicó en segundo lugar un pase de arado y raya de siembra (Testigo, Arado egipcio).
- La preparación del suelo, raya de siembra y siembra, se realizó de acuerdo a los tratamientos en estudio, utilizando los mismos implementos de tracción animal y la misma yunta de bueyes en las cuatro localidades.
- Se tomaron muestras de suelos en cada sitio para realizar el análisis químico y físico antes de la siembra. Se realizó muestra de compactación y densidad aparente durante el desarrollo del cultivo a profundidades en centímetros de: 0-20, 20 - 40, 40 - 60, 60 - 80.
- La norma de siembra utilizada fue de 52 kilogramos de semilla por hectárea para cada tratamiento, utilizando la variedad de frijol DOR-364.cuyas características son las siguientes:

Arquitectura corresponde al tipo II a, guía corta, color de grano rojo oscuro con testa brillante, de forma arriñonada. Este material presenta tolerancia al mosaico dorado, florece a los 35 días después de siembra y su madurez fisiológica la alcanza entre los 70 y 78 días después de la siembra. Esta variedad tiene procedencia del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) siendo los progenitores BAT 1215*(RAB 166*DOR 125).
- Se realizó fertilización edáfica al momento de la siembra con fertilizante de formula Completa 12-24-12, a razón de 129 kilogramos por hectárea, aplicándose al fondo de la raya de siembra utilizando las mismas cantidades para todos los tratamientos (según criterio de Manejo del productor de la zona).

- El control de malezas se efectuó con herbicidas químicos para cada uno de los tratamientos, utilizando:

Pre-emergencia : Glifosato (Roundup) 1.42 litros por hectáreas.

Post-emergencia : Fomesafen (Flex) 0.71 litros por hectáreas.

Fluazifop-butyl (Fusilade) 1.07 litros por hectáreas.

- Se realizó una aplicación de insecticidas metamidofos (Filitox) y fungicida metalaxil (Ridomil) para control de mustia hilachosa (*Tanatephorus cucumeris*), a los 26 días después de siembra (dds) (etapa V4) y a los 44 dds (etapa R7).

La cosecha se realizó de forma manual a madurez fisiológica, llevando a efecto la toma de datos de componentes de rendimiento para cada tratamiento en las diferentes localidades.

VARIABLES AGRONOMICAS

- **EDÁFICOS:**

Compactación: Para conocer el grado de resistencia mecánica en los suelos del área de estudio, se realizaron evaluaciones a los 10 dds utilizando una calicata en cada uno de los sitios con dimensiones de 1 m. de ancho por 1.5 m. de largo y 1 m. de profundidad. En la calicata se diseñaron gradas de 20 cm. donde se tomaron las muestras para conocer la compactación del terreno. Se utilizó el penetrómetro de bolsillo para determinar la resistencia mecánica a la penetración, se estableció estratos de 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 cm., realizando un total de 10 sub-muestras (Ver Anexo 1, Foto 15).

Densidad Aparente: Se levantaron muestras a profundidades en cms. de 0 - 20, 20 - 40, 40-60, 60-80 a los 10 dds con toma de muestra a diferentes profundidades (dejando una especie de gradas), en una calicata de 1 m. de ancho por 1.5 m. de largo y 1 m. de profundidad. Se utilizó cilindro de 100 cm³, (Ver Anexo 1, Foto 15).

Textura: Se realizó muestreo de suelo en un total de 4 muestras obtenidas a través de un total de 20 sub muestras las cuales se homogenizaron tomando 1 libra de suelo para efectuar la determinación de las fracciones del suelo y su clase textural, así como análisis químico para determinar el contenido de macro y micro nutrientes en el suelo. (Ver Anexo 1, Foto 13).

- **PARÁMETROS TÉCNICOS DE LOS IMPLEMENTOS DE ROTURACIÓN Y SIEMBRA:**

Capacidad efectiva de trabajo: Se Determinó la velocidad del trabajo (Esto se hizo mediante la medición del tiempo gastado en una distancia incluyendo los giros (pérdidas por vueltas), realizando cinco muestras por tratamientos en los diferentes bloques (localidades), además se tomó en cuenta tiempo de siembra manual). Luego se efectuó la relación horas por hectáreas, jornales por hectáreas.

Profundidad y ancho de aradura: Se determinó mediante la medición en centímetros de los bordes dejados por la aradura, tanto a lo ancho (superior) como la profundidad que brindaba el arado desde el pie de piso.

Distancia entre hileras y golpe: Se determinó la distancia entre hileras y golpes en centímetros en base a cinco muestras para cada tratamiento. Se utilizó la siembra del frijol a chorrillo fino.

Granos destapados: Se realizaron 5 muestras en un metro lineal para determinar la cantidad de granos destapados dejados por cada tratamiento en estudio.

- **CRECIMIENTO Y DESARROLLO:**

Desarrollo radicular: Se tomaron muestras en plantas al azar a las cuales se les realizaba una excavación y separación de las partículas de suelo de las raíces de manera minuciosa, tomando su longitud en cms. desde la base del cuello de la planta hasta su punto terminal en ese momento esta se realizó en dos momentos a los 10 y 20 dds en las hileras laterales del área útil, (Ver foto 11).

Número de Nódulos: Para determinar el comportamiento sobre la capacidad de nodulación, se tomaron 3 plantas por cada uno de los tratamientos en los diferentes sitios y se les realizó el recuento de número de nódulos, tomando en cuenta el tamaño de estos así como su concentración en el sistema radicular.

Altura de planta: Se realizaron mediciones de altura de planta en centímetros a los 10, 26, 36 y 60 dds. A estas se les realizó la medición de altura desde el nivel del suelo hasta la última hoja trifoliada extendida (Ver Anexo 2, Foto 17)

Cobertura del Area Foliar: Con el fin de observar el comportamiento del desarrollo foliar se hicieron mediciones de cobertura de área foliar en diferentes momentos, los cuales estuvieron comprendido a los 20, 40, 60 y 76 días, utilizando un aparato para medir cobertura en la cual se realizaban 10 observaciones en cada muestra, realizando por tratamientos un total de 5 muestras, (Ver Anexo 2, Foto 18)

Componentes de rendimiento: En la etapa de madurez fisiológica se realizaron mediciones de componentes de rendimientos:
Población por área (No. de plantas /área): se recolectaron y contaron el total de plantas en la parcela útil de cada uno de los tratamientos.

Número de vainas por planta: Se seleccionaron 10 plantas al azar dentro de cada parcela útil, a los cuales se le contó el número de vainas por planta.

Número de granos por vaina: Se tomaron 10 vainas al azar en cada parcela útil, a las cuales se les determinó el número de granos por vainas.

Peso de 1000 granos (gr.): Se contaron la cantidad de 1000 granos por cada tratamiento y se le tomó el peso en gramos.

Rendimiento (Area útil): Se determinó el rendimiento para cada tratamiento en Kg./Ha. Se ajustó el rendimiento corrigiéndolo al 14% de humedad.

IV. RESULTADO Y DISCUSION

Efecto de diferentes sistemas de preparación de suelo y siembra. Utilizando implementos de tracción animal bajo el enfoque de labranza conservacionista en el cultivo de frijol

4.1 ASPECTOS EDAFO-CLIMATICOS:

4.1.1 PENDIENTE:

Espinoza 1995, plantea que el grado de inclinación del terreno es un factor determinante para el uso de cualquier implemento para roturar el suelo para la siembra. La funcionabilidad de las alternativa de roturación y siembra están restringida por el grado de pendiente, éstas operan perfectamente hasta pendientes del 10%. Sin embargo, se puede utilizar hasta en pendientes del 15%, estableciendo obras de conservación de suelos como curvas a nivel, surcos en contorno, etc. Para evitar la exposición del suelo a los efectos erosivos de las lluvias y el viento.

El establecimiento del área de estudio se condujo en pendientes de 5 a 8% en las diferentes localidades permitiendo el buen funcionamiento de los implementos en cuanto a la ubicación de la semilla en el centro del surco su distribución y tapado de semilla. Según estudios realizados por el Programa Suelos y Agua del INTA se dice que las sembradoras no funcionan en pendientes mayores del 15% ya que provoca una mala ubicación de la semilla en la raya de siembra, siendo esta arrastrada por los tapadores dejando así una mala distribución en el espacio. Otro factor que influye con respecto a pendientes mayores del 15% es que no existe estabilidad mecánica de la sembradora debido al desbalance del implemento en relación a la yunta de bueyes dejando de rotar las ruedas en algunos momentos y por lo tanto no efectúa la distribución de la semilla, así mismo dificulta la maniobrabilidad del implemento por parte de los productores.

4.1.2 ANALISIS DE RESISTENCIA MECANICA Y DENSIDAD APARENTE:

En muchos estudios la Labranza Convencional reduce la macroporosidad, aumentando la densidad aparente y la compactación, con reducciones en la conductividad e infiltración. La labranza afloja el suelo cercano al implemento reduciendo notablemente la densidad aparente e incrementando la porosidad, resultando en mayores tasas de infiltración, oxidación y evaporación (Bolaños 1988).

La densidad aparente es una magnitud en la que se tiene en cuenta además de los volúmenes de las partículas sólidas el volumen debido a los espacios o poros. Depende por lo tanto del grado de compactación. (Gisper, 1983). En casos donde el suelo ha sufrido bastante deterioro estructural, las prácticas de labranza mínima con tracción animal ayudarían paulatinamente a mejorar la estructura del suelo (Bolaños, 1988).

La densidad aparente según análisis físico a los 10 dds nos refleja un parámetro entre 1.19 a 1.30 gr/cm³, mostrando en la profundidad de 0 - 20 centímetros 1.30 gr/cm³, disminuyendo a 1.19 a profundidad de 20 - 60 cm, para luego aumentar a 1.29 gr/cm³ a profundidad mayores de 60 centímetros (Figura 2).

Estos resultados se relacionan con el planteamiento de Gisper 1983 aduciendo con esta densidad aparente la función de fracciones texturales de terrenos arcillosos a terreno arcillo arenoso los que poseen buenas características para el uso de implementos de roturación y siembra con tracción animal. En los resultados obtenidos se observa que a profundidades de 0-20 cm existe resistencia mecánica de 2.83 kg/cm², la cual aumenta a mayor profundidad obteniendo en 60 - 80 cm 4.41 kg/cm² (Figura 2).

Sin embargo, Alegre 1991, determinó para algunas condiciones de suelo, que a 1.5 kg/cm², ya se consideraba áreas fuertemente resistente a la penetración (Compactación) por lo que se consideró que el estrato 20-40 cms., ya se encuentra en un área compactada.

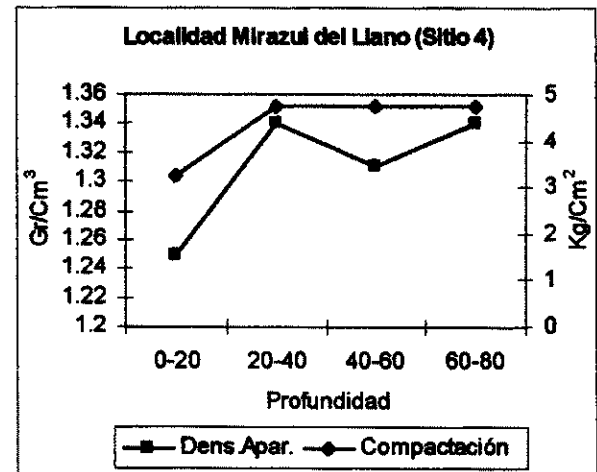
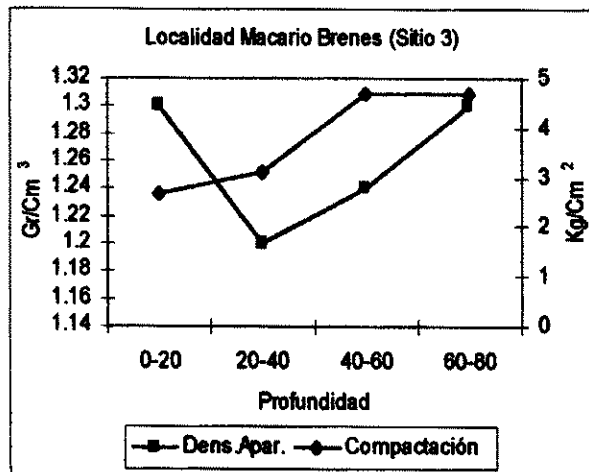
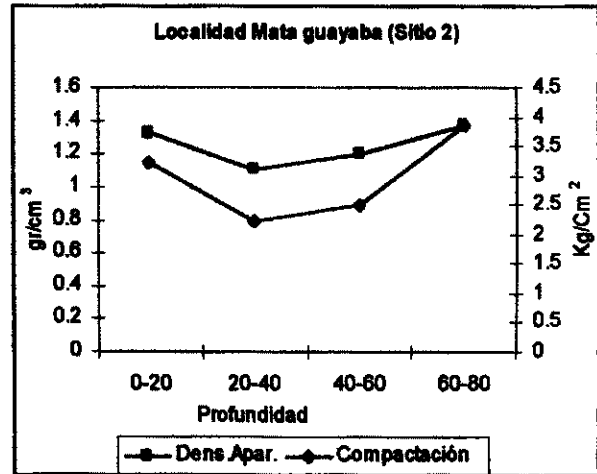
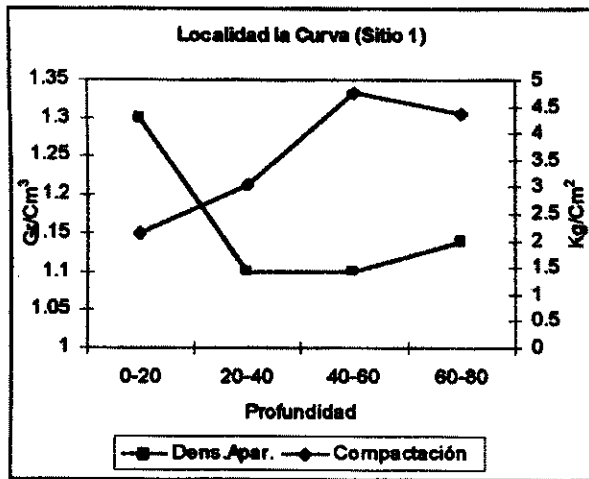


Figura 2 Comportamiento de resistencia mecánica y densidad aparente en evaluación de formas de preparación de suelo y siembra en labranza Conservacionista con tracción animal en los cuatro sitios de estudio.

Fuente: Membreño B, Velásquez P, Espinoza C., 1994.

En los primeros 30 cm. del suelo dentro del área de estudio se encuentra mayor contenido de materia orgánica, existe una mayor aireación, el número de macro poros es mayor existe un mayor contenido de humedad y un menor peso específico. A mayor densidad aparente se presenta mayor resistencia mecánica. Con menores contenidos de materia orgánica los microorganismos del suelo no pasan a más de 30 cm.

Cuando la resistencia mecánica aumenta disminuye la actividad microbiana al disminuir ésta la mineralización es baja. Es por eso que las alternativas de preparación de suelo en labranza de conservación (labranza mínima) preserva la estructura del suelo en un estado productivo, reduce la erosión y conserva la humedad.

Estos aspectos de resistencia mecánica y densidad aparente se considera de mucha importancia cuando se trabaja con alternativas de preparación de suelo y siembra por lo que brindan condiciones a la relación hídrica suelo - planta y así reflejar el potencial productivo de un suelo.

Densidad aparente (gr/cm³) en función de fracciones texturales de suelos del trópico americano según Gisper 1983.

Terreno Arenoso	1.42
Terreno Arcillo-arenoso	1.20 - 1.30
Terreno Arcilloso	1.10 - 1.20
Terreno orgánico	Menores de 1.

El arreglo geométrico y topológico de los poros que se forman entre los agregados del suelo y su estabilidad en tiempo y espacio entre cambios de humedad, tipos de labranza, temperatura etc., determinan muchas características físicas relacionadas con la productividad agronómica de un suelo, la compactación en los suelos reduce la porosidad total (Bolaños, 1988).

4.1.3 TEXTURA

La textura y estructura del suelo tienen influencia tanto en el crecimiento radicular como el aéreo. A medida que el proceso de compactación ocurre los macroporos disminuye, afectando el crecimiento radicular y por ende la producción. El tamaño y la forma de los gránulos determina la estructura (Barreto, 1987).

Los factores físicos (porosidad, densidad aparente) están regidos principalmente por la textura y estructura que son las que determinan la extensión de la penetración radicular, así como la facilidad para cultivar y la capacidad de laboreo. (Bolaños, 1988).

La textura del suelo identificada fue franco arcilloso a franco limoso, encontrándose en profundidades del horizonte "A" de 27 centímetros con bloques sub-angulares (Tabla 2, 3,4,5). En este tipo de textura el implemento sembradoras y arados evaluados no presentó ningún tipo de problema por resistencia a la remoción.

Tabla1 PROPIEDADES QUIMICAS DEL SUELO ANTES DE LA SIEMBRA DE LAS DIFERENTES LOCALIDADES DONDE SE REALIZO EL ESTUDIO. 1994

LOCALIDAD	PRODUCTOR	PH.	%		C/N	PPM	Meq/100 g Suelos		
		H ₂ O	MO	N		P	K	Ca	Mg
La Curva	Saba Sánchez	5.7	13.9	0.63	11.68	9	0.50	12	9
Mata de Guayaba	Dolores Arias	5.8	17.6	0.88	11.60	1	0.51	13	7
Macario Brenes	Ramón Carvallo	5.4	17.4	0.87	11.59	5	0.84	8	5
Mirazul del Llano	Luis Selva	5.7	18.4	0.92	11.60	5	0.41	9	8

Fuente: Membreño B., Velásquez P., Espinoza C., 1994

Los resultados del análisis químico de suelos (Tabla 1), nos muestra que los niveles de materia orgánica en todas las localidades son altos, por lo que nos indica que existe una relación carbono nitrógeno baja. La dinámica de nitrógeno en el suelo está estrechamente ligada y condicionada a la dinámica de la materia orgánica y del carbono del suelo, en particular, la relación C/N de la materia orgánica del suelo controla en cada momento la intensidad de mineralización de la materia orgánica y el destino del carbono y del nitrógeno del suelo. Esto favorece el proceso de mineralización donde el nitrógeno orgánico no disponible pasa a formas menos complejas y que si son disponibles para su asimilación, producto de una mayor actividad microbiana.

Los niveles de fósforos son bajos en todos los sitios ya que presenta rangos de 1 - 9 ppm. siendo el óptimo los mayores de 10 ppm. No siendo igual para el Nitrógeno donde el porcentaje presenta rangos de 0.63 - 0.92%.

El potasio presenta niveles óptimos (0.41 - 0.84 Meq/100 g. Suelos), debido a que estos suelos en su mayoría son de origen volcánicos.

En relación a los elementos menores como calcio los niveles existentes son medios (8-13 Meq/100 g. Suelos). El calcio estimula el desarrollo de las raíces y hojas. Forma compuesta que son parte de las paredes celulares. Esto favorece la estructura de la planta, además ayuda a los rendimientos en forma indirecta mejorando las condiciones de crecimiento de las raíces y estimulando la actividad microbiana las cantidades totales de calcio en el suelo fluctúan desde menos de 0.1 hasta 25%.

El magnesio presenta niveles bajos de 5 - 9, este es un mineral constituyente de la clorofila de las plantas, de modo que está involucrado activamente en la fotosíntesis, ayuda en el metabolismo de los fosfatos, la respiración de la planta y la activación de numerosos sistemas enzimáticos. En general estos suelos contienen menos magnesio que calcio debido a que el magnesio es más soluble y por lo tanto es más lixiviable.

Interpretaciones

P < 10 = bajo

K 0.20 - 1.5 = Optimo

Ca 4 a 20 = medio

Mg 10 a 100 = medio

Ph 5.7 - 5.8 = moderadamente ácido.

Ph 5.1 = fuertemente ácido

MO 6-8% = óptimo

La importancia que se reconoce de la materia orgánica deriva de su intervención en proceso de mucha trascendencia para el comportamiento del suelo, crecimiento de la planta y microorganismo del suelo. El contenido de materia orgánica es mayor en los horizontes O que en los A, el contenido aumenta con la precipitación y disminuye al aumentar la temperatura.

Descripción de los diferentes perfiles de suelos en cada uno de los sitios del área en estudio

**Tabla 2 DESCRIPCION DEL PERFIL DE SUELO DEL SITIO 1, PRODUCTOR SABA SANCHEZ.
(La Curva)**

HORIZONT	PROFUNDID	DESCRIPCION
E	AD (cm)	
0	2	Residuos de materia vegetativa en fase de descomposición por la influencia de microorganismo del suelo
A	2-40	Textura franco arcilloso moderadamente permeable, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo (La coloración del suelo en húmedo es 5 Y R, 3/2 pardo grisáceo muy oscuro) abundante raíces y finas, consistencia débil.
B	40-67	Textura franco arcilloso, plástico y adhesiva coloración 4 Y R 4/3 pardo rojizo, pocas raíces y muy finas estructura de bloques angulares medios muchos poros y muy finos, consistencia ligeramente fuerte.
A	> 67	Existe un horizonte "A" enterrado con iguales características al anterior excepto el color 5 Y R 3/2 (pardo rojizo oscuro).

Fuente: Membreño B., Velásquez P., Espinoza C., 1994

**Tabla 3 DESCRIPCION DEL PERFIL DE SUELO SITIO 2, PRODUCTOR DOLORES ARIAS
(Mata de Guayaba)**

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (Cm.)	DESCRIPCION
0	2	Hojarascas seca en vías de descomposición. Residuos de microorganismos en descomposición.
A	2-22	Textura franco limoso, abundante raíces, estructura columnar, bloques sub-angulares y plasticidad baja.
B	22-34	Textura franco limoso, raíces medias, compacto, estructura columnar, bastante limo, poca humedad.
C	> 34	Presencia de talpetate endurecido.

Fuente: Membreño B., Velásquez P., Espinoza C., 1994

**Tabla 4 DESCRIPCION DEL PERFIL DE SUELO Sitio 3, PRODUCTOR ROMAN CARBALLO
(Macario Brenes).**

HORIZONTE	PROFUNDIDAD	DESCRIPCION
0	2	Materia orgánica de origen vegetal, continua en proceso de descomposición.
A	2-16	Textura franco-arenoso, franco, franco- limoso, grado de estructuración bueno, bloques sub-angulares con abundantes raíces.
B	16-47	Textura franco arcilloso, presencia de talpetate con pocas raíces.
C	47-86	Presencia de un estrato de talpetate continuo compacto (limita desarrollo radicular)

Fuente: Membreño B., Velásquez P., Espinoza C., 1994

**Tabla 5 DESCRIPCION DEL PERFIL DE SUELO SITIO 4, PRODUCTOR LUIS SELVA
(Mirazul del Llano)**

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCION
0	2	Pequeño estrato conteniendo hojarasca de verde a seco residuos de madera y presencia de microorganismos visibles.
A	2-19	Textura franco arenoso permeabilidad alta, horizonte no uniforme cuya estructura es de bloques sub-angulares abundantes raíces, macro y micro poros.
B	19-52	Textura arcilloso arenoso con presencia de capa de talpetate continua y compacta con pocas raíces, ninguna presencia de microorganismo en esta capa.
C	> 52	Presencia de toba

Fuente: Membreño B., Velásquez P., Espinoza C., 1994

4.2 ASPECTOS AGRONOMICOS RELACIONADOS AL COMPORTAMIENTO TECNICO DE LOS DIFERENTES IMPLEMENTOS

La siembra tradicional con tracción animal junto con el arado Egipcio, constituyen una técnica de siembra usada desde la época colonial. Este tipo de siembra, se caracteriza por el uso de dos o más personas durante la realización de la siembra, baja capacidad efectiva, deficiente distribución espacial de las plantas, etc lo que incide en cierta forma en el rendimiento final del cultivo. (Mejer, 1993).

Con el uso de sembradoras para tracción animal que rotura el suelo abriendo la raya de siembra y que con dispositivos mecánicos deposita de manera uniforme las semillas, que cuentan con instrumentos dosificadores de semilla para controlar y regular el ritmo de siembra, teniendo un mecanismo que cubre las semillas (tapadores), ofrece grandes ventajas en función del tiempo sobre los implementos que únicamente roturan, que son utilizados comúnmente en la siembra del cultivo de frijol por las pequeñas y medianas familias productoras (Jiménez, 1992).

4.2.1 EFECTIVIDAD DE LOS IMPLEMENTOS EVALUADOS EN FUNCION DEL TIEMPO

El uso de implementos de trabajo en función del tiempo nos muestra que el arado egipcio consumió mayor tiempo por hectárea en relación al arado PROMECH y arado adaptado, siendo este último el que presentó menor tiempo de roturación (7.03 hrs/ha) (Tabla 6). En relación a la siembra de la sembradora adaptada ésta realiza la actividad en menor tiempo (7 10 hrs/ha) que la sembradora PROMECH.

Tabla 6 PARAMETROS TECNICOS EN FUNCION DEL TIEMPO EFECTIVO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

Parámetro	Sembr. Promech	Sembr. Adaptada	Arado Promech S. Manual	Arado Adap. S. Manual	Arado Egipcio S. Manual
Tiempo de trabajo (Hrs/ha)	7.31	7.10	7.42	7.03	7.54
Velocidad de Trabajo imp. Mt/seg	0.80	0.88	0.85	0.89	0.79
Pérdida por vuelta (Seg)	15.85	15.36	12.94	12.4	12.09
Velocidad trabajo Siembra mt/seg.	-	-	0.38	0.38	0.38
Jornal de siembra Dh/ha	-	-	3	3	3

Referente a la velocidad de trabajo de los implementos es notorio que el arado adaptado con siembra manual y la sembradora adaptada avanza más rápido que los otros implementos, siendo el arado egipcio el que presentó menor velocidad de trabajo (0.79 m/seg).

En relación a la manipulación de los implementos tanto la sembradora PROMECH como la adaptada pierden un tiempo similar por vueltas en las cabezas del área. No siendo así cuando se utiliza los implementos de roturación ya que estos poseen menor peso y facilita su maniobrabilidad por parte de los productores, se puede considerar entonces que con el uso de las Sembradora se requieren de mayor tiempo dado a las pérdidas por vuelta.

En lo que respecta a la siembra, al hacer uso de sembradoras, ésta actividad se realiza en conjunto con la roturación, no siendo igual con los otros tratamientos para lo cual se requiere del uso de 3 dh/ha para realizar la siembra. Se considera de acuerdo a los resultados que la velocidad de trabajo de los implementos (m/seg), es similar para todos ellos.

La velocidad de trabajo para cada tratamiento se tomó en cuenta en función de la velocidad del implemento en el caso de la sembradora y la velocidad de los implementos mas la velocidad del sembrador en el caso del uso de los arados de roturación más la siembra, en la velocidad de trabajo de siembra (m/seg) no existe diferencia ya que se mantiene un mismo ritmo de trabajo durante toda la jornada siendo en este caso más rápido y eficiente al inicio del día y más lento con menor calidad al final del día.

El uso de las sembradora con tracción animal para las pequeñas y medianas familias productoras resulta mas eficaz en función de los costos operacionales, del tiempo de trabajo y principalmente de la reducción de mano de obra para la siembra por unidad de superficie mejorando en cantidad y calidad.

**Tabla 7 PROFUNDIDAD, ANCHO EFECTIVO DE ARADURA Y
PARAMETROS DE SIEMBRA DE DIFERENTES
ALTERNATIVAS.**

TRATAMIENTOS	PROFUND. DE ARADURA	ANCHO DE ARADURA	DISTANC. ENTRE HILERA	DISTANC. ENTRE GOLPE	GRANO DESTAPADO
Sembradora PROMECH	13.07 ab	25.15 a	41.5 a	3.25 b	0.75 a
Sembradora adaptada	8.25 a	18.80 a	38.3 a	2.75 b	0.25 a
Arado PROMECH siembra manual	13.58 ab	27.60 a	41.5 a	7.75 a	1.25 a
Arado adaptado siembra manual	8.75 a	19.96 a	36.8 a	6.5 a	1.5 a
Arado egipcio siembra manual	14.05 b	26.80 a	39 a	5.75 a	0.75 a
ANDEVA	*	NS	NS	**	NS
CV %	16.10	24.89	8.14	19.23	65.52

Valores con igual letra no difieren estadísticamente (Newman Keuls a 0.05)

Fuente: Membreño B., Velásquez P., Espinoza C. 1994

4.3 PROFUNDIDAD DE ARADURA

La profundidad de siembra del cultivo de frijol oscila entre 6 y 8 centímetros (como cama de siembra) para lograr una buena germinación y emergencia (Programa de Granos Básicos del INTA). Por lo tanto la profundidad de aradura de los diferentes implementos justifican que la alternativa (arado y sembradora adaptada) se ajusta a las recomendaciones técnicas y además permite reducción de pérdidas de suelos (Díaz 1994)

Se midió la profundidad de roturación del implemento en cm. desde la superficie del suelo hasta el fondo del surco, presentando menor profundidad de aradura la sembradora adaptada y arado adaptado con 8.75 y 8.25 centímetros respectivamente, profundidades superiores presentaron el arado egipcio 14,05 cm en comparación a Sembradora y Arado PROMECH (Tabla 7). Estos resultados concuerdan con los encontrados por Díaz, 1994 y Espinoza, 1995. El análisis estadístico aplicado a esta variable nos muestra que existe diferencia significativa entre las diferentes alternativas de métodos de siembra ($Pr=0.0201$).

La profundidad de aradura está en dependencia de la regulación o distancia del timón a la reja, por medio de la telera y las cuñas fijadoras. A medida que se alarga la distancia del timón a la reja, la profundidad aumenta o disminuye.

Este parámetro es fundamental conocerlo, ya que nos indica hasta que profundidad la semilla es ubicada en el fondo del surco y con ello garantizar su germinación y emergencia, la semilla queda ubicada por encima del terreno removido y no sobre el terreno roturado, este factor es de suma importancia oscilando entre 5 y 8 cm la que se asemeja a la recomendación del Programa de Granos Básicos del INTA.

4.4 ANCHO DE ARADURA

El ancho de aradura indica el grado de remoción del suelo, por el implemento permitiendo con este factor influenciar la erosión. (Espinoza, 1995). El ancho de aradura de este tipo de implemento está orientado a la distancia de roturación a lo ancho de la superficie del suelo, siendo las aletas surcadoras de los implementos por su tamaño; el factor determinante de la cantidad de suelo removido y que queda propenso a la erosión. Con la sembradora y el arado adaptado se usan aletas surcadoras de menor tamaño, por lo tanto se reducen las pérdidas de suelo.

El análisis de varianza en la variable ancho de aradura, muestra que no existe diferencia significativa entre las diferentes alternativas. El valor más bajo lo obtuvieron los implementos adaptados tanto el arado como la sembradora con datos de 19.96 y 18.80 cms. En cambio las otras alternativas presentaron mayor ancho de aradura con medidas superiores a los 25 centímetros. (Tabla 7). Estos datos coinciden con Espinoza (1995) quien plantea que el ancho de aradura con los implementos mejorados permiten baja remoción, en relación al uso de arado Egipcio que tradicionalmente utiliza el agricultor, obteniendo así una menor posibilidad de pérdidas de suelo.

4.5 DISTANCIA ENTRE HILERA

Este parámetro en el cultivo de frijol es fundamental ya que se debe considerar las condiciones edáficas y principalmente las características morfológicas de la planta, además determina mayor o menor área descubierta propiciando la erosión del suelo y probabilidades de desarrollo de malezas, así como la competencia que esta podrían tener si se utilizan distancias entre hileras no adecuadas.

El análisis estadístico realizado para esta variable no muestra diferencias significativas entre las diferentes alternativas ($P=0.2181$) Este factor lo determina en uno de sus parámetro el ancho del arado por lo que se obtuvieron distancia de 36.8 a 41.5 centímetro (Tabla 7).

4.6 DISTANCIA ENTRE GOLPE

Siempre es preferible dejar bien distribuidas las semillas dentro de la raya de siembra, que colocar grupos de semillas ya que al colocar grupos no hay un buen desarrollo de la planta, debido a una mayor competencia por agua, luz y nutrientes en un espacio reducido (Hooley 1984).

El análisis de varianza para la variable distancia entre golpe muestra, que existe diferencia altamente significativa en la utilización de los diferentes implementos ($P=0.001$), se puede observar que los tratamientos de sembradoras

obtuvieron las menores distancias entre golpe, mostrando una adecuada distribución de la semilla garantizando densidades de población relativamente homogéneas, no siendo así para los arados de roturación con siembra manual en donde se expresan mayores distancias entre golpes. Altieri (1983), expresa que la habilidad competitiva y la densidad del cultivo, influyen sobre el rendimiento final del cultivo.

El comportamiento de la distancia entre golpe de los tratamientos con siembra manual se aumentan en comparación a los de siembra con la máquina sembradora, esto está dado por la distribución manual que efectúa el sembrador, siendo mal distribuida la semilla y permitiendo heterogeneidad en las poblaciones dado muchas veces por el sistema de siembra a golpe que efectúan (Tabla 7).

4.7 GRANOS DESTAPADOS:

Este es un factor considerado de mucha importancia ya que se le debe brindar las condiciones mínimas a la semilla para su germinación y emergencia. En el estudio se muestra que con la utilización de la sembradora se cubre de manera homogénea la semilla, obteniendo las menores cantidades de semilla destapada por metro. No siendo así para la siembra a mano en donde el golpe de tierra que proporciona el sembrador para tapar la semilla, en mucho de los casos deja buenas cantidades de grano destapado (Tabla 7).

El análisis de varianza en la variable grano destapado no mostró diferencias significativas ($Pr=0.0625$), considerando si con un factor determinante la ventaja del uso de la sembradora en este aspecto sobre la siembra a mano que realiza el sembrador, coincidiendo con la conclusión de Espinoza (1995) que las sembradoras presentan mejor eficiencia en el tapado de los granos.

4.8 DESARROLLO RADICULAR Y AREA FOLIAR

4.8.1 Desarrollo radicular:

Las características del suelo tales como estructura, porosidad, grado de aireación, capacidad de retención de humedad y contenido de nutrimentos pueden ser muy importantes en la conformación del sistema radical y su tamaño (Hidalgo, 1985).

Es necesario recordar, sin embargo, que el sistema radical se concentra generalmente cerca de la base del tallo, casi en la superficie del suelo. (Hidalgo, 1985).

El desarrollo radicular a los 10 días fue mayor en el tratamiento Arado Egipcio y menor en el tratamiento Sembradora PROMECH, no siendo así a los 20 dds que es donde se constató que el mayor desarrollo de raíz lo presentan el arado PROMECH y el menor la sembradora adaptada, (Foto 11). Se demuestra que la profundidad de aradura tiene efecto sobre el desarrollo radicular, la que además está influenciada por los tipos de textura de suelo y por el diseño de los arados ya que diferencia en cuanto al tamaño de la reja y aletas surcadoras.

4.8.2 Número de nódulos:

La subfamilia Papilionoideae, Phaseolus Vulgaris, L. presenta nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radical.

Estos nódulos tienen forma poliédrica y un diámetro aproximado de 2 a 5 mm. son colonizados por bacterias del género Rhizobium, las cuales fijan nitrógeno atmosférico. El nitrógeno fijado contribuye a satisfacer los requerimientos de este elemento en la planta (Hidalgo, 1985).

El número de nódulos para cada uno de los tratamientos en estudio, presentaron uniformidad, siendo las alternativas con arado de roturación con siembra manual (arado PROMECH, ADAPTADO y EGIPCIO) las que presentaron mayor número de nódulos con rangos de 22 a 28 nódulos, observándose que estos presentaban mayor tamaño en relación a los de la alternativa sembradora (con números de 18 a 20).

El número de nódulos esta relacionado al desarrollo radicular de la planta de frijol así como a la textura del suelo y principalmente al grado de remoción que dejan los implementos de roturación

Tabla 8 EFECTO DE LA FORMA DE PREPARACION DE SUELO UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE IMPLEMENTOS DE TRACCION ANIMAL SOBRE EL CRECIMIENTO HORIZONTAL DEL CULTIVO DE FRIJOL

TRATAMIENTO	AREA FOLIAR			
	20 dds	40 dds	60 dds	76 dds.
Sembradora PROMECH	68 *	89 a	98 a	25 a
Sembradora Adoptada	69 a	87 a	95 a	24 ab
Arado PROMECH, siembra manual	66 a	84 a	97 a	22 ab
Arado adoptado siembra manual	62 a	76 a	94 a	21 b
Arado egipcio siembra manual	66 a	85 a	97 a	23 ab
ANDEVA	NS	NS	NS	*
CV %	9.82	7.35	3.44	7.48

Fuente: Membreño B., Velásquez P., Espinoza C., 1994

4.8.3 Crecimiento horizontal del área foliar: se realizaron mediciones de crecimiento horizontal en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, para conocer el crecimiento del área foliar en porcentaje de cobertura, logrando constatar que la mayor cobertura se presentó en el tratamiento Sembradora PROMECH a los 40 y 60 dds y el menor en el Tratamiento Arado adaptado, notándose que no existe marcada diferencia entre la cobertura de cada uno de los tratamientos estudiados.

Los mayores efectos de cobertura se dan en las etapas comprendidas entre floración (R6) y llenado de vainas (R8), decayendo completamente en la etapa fenológica R9 (76 dds) momento de la madurez fisiológica, que es donde se da una defoliación normal del cultivo por finalizar su ciclo con la cosecha del mismo (Tabla 8).

El crecimiento horizontal de las plantas tiene relación con la profundidad y ancho de aradura que ejercen los implementos favoreciendo el crecimiento ortotrópico, así como el sostén de la planta para evitar el acame, además tiene influencia el tipo de suelo influenciando el crecimiento horizontal.

Con éstos resultados observamos que no presentan diferencias el uso de los diferentes implementos sobre la cobertura horizontal del área foliar ya que su comportamiento es similar en los diferentes casos teniendo mayor influencia la característica de la variedad sobre el efecto de los implementos en estudio.

4.8.4 Altura de planta:

La altura final de planta está influenciada por diferentes condiciones. La importancia de la altura de planta es que permite determinar la tolerancia al acame, resistencia a sequía y sostenimiento de carga productiva del cultivo, así como la facilidad de mecanización integral (Reyes, 1990).

Referente a la altura de planta, se tomaron datos a los 10, 26, 36 y 60 dds no mostrando diferencias en los diferentes tratamientos en estudio en los cuales a los 36 días después de siembra se obtuvieron alturas de 41.13 a 49.48 cm. y a los 60 días de 52.78 a 56.03 cm., estos resultados no tienen mucha repercusión entre los diferentes métodos de siembra y por ende en los resultados finales de rendimiento (Figura 3).

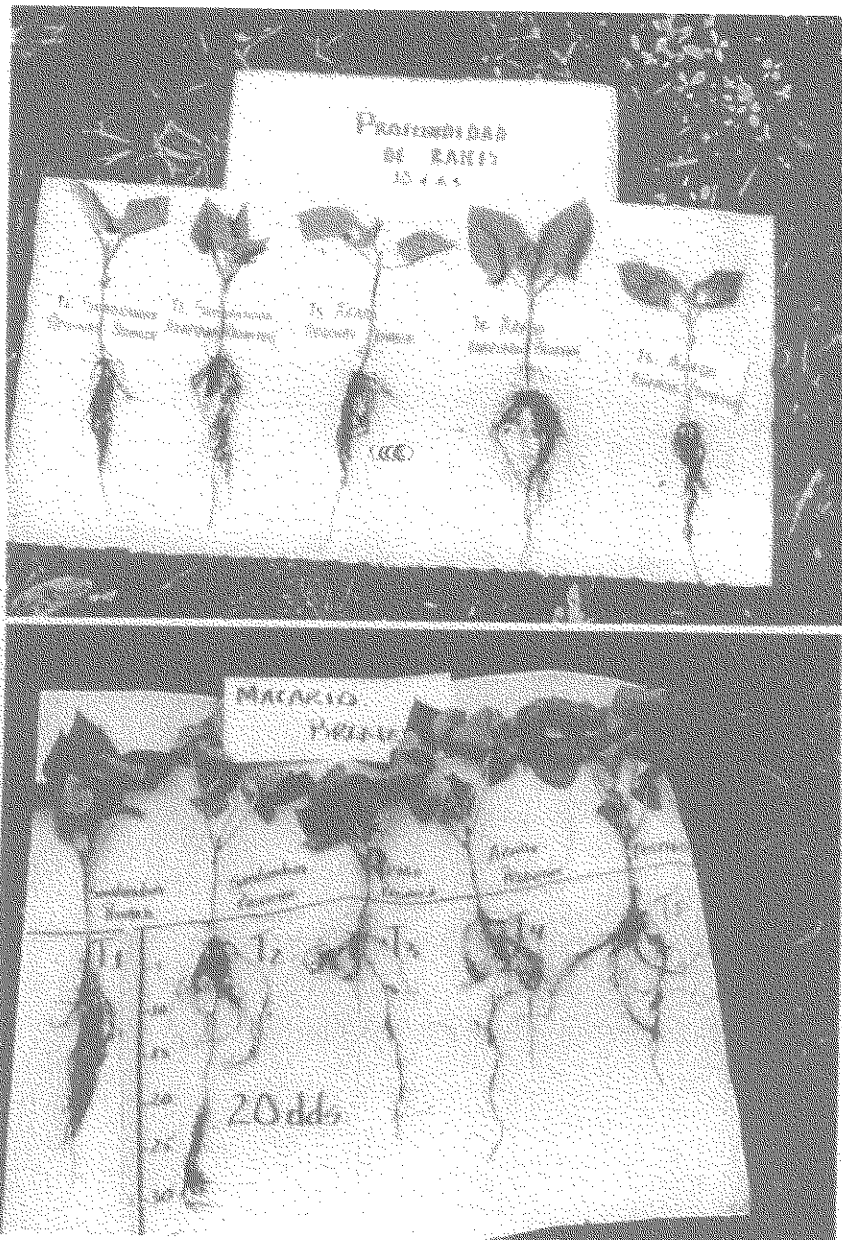


Foto 6
Desarrollo Radicular en evaluación de diferentes implementos de roturación y siembra a los 10 y 20 días después de siembra.

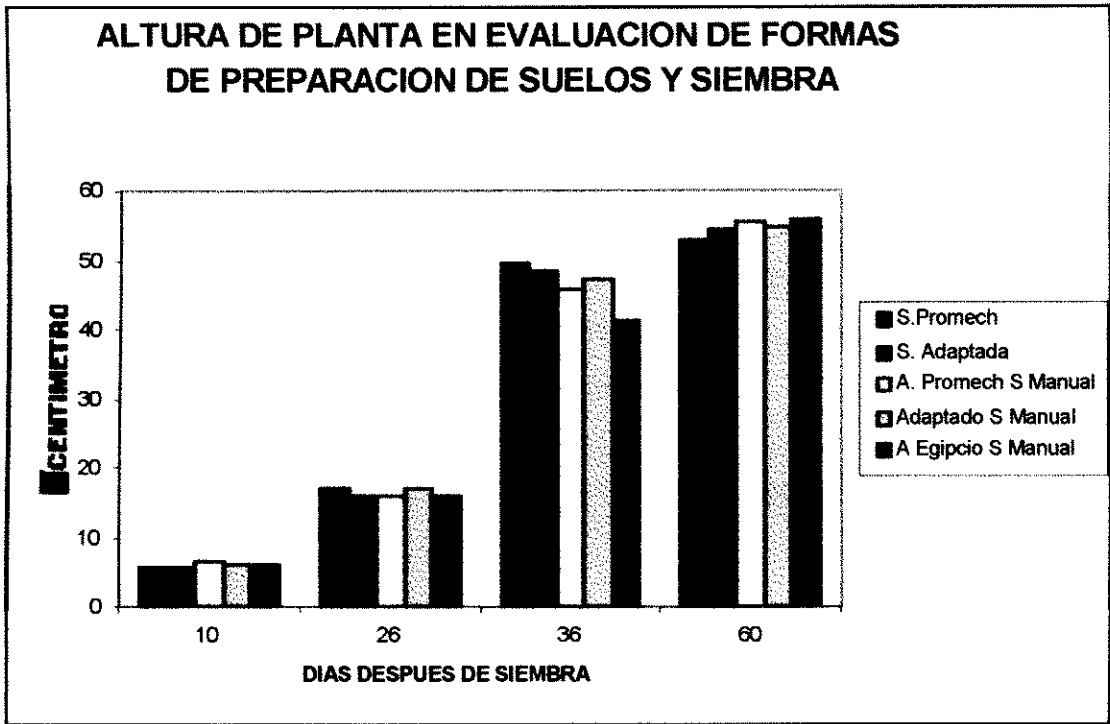


Figura 3 ALTURA DE PLANTAS EN EVALUACION DE DIFERENTES FORMAS DE PREPARACION DE SUELO Y SIEMBRA.

4.9 EFECTOS DE DIFERENTES ALTERNATIVA DE ROTURACION Y SIEMBRA SOBRE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE FRIJOL COMUN.

Uno de los objetivos fundamentales de la investigación agrícola es la obtención de altos rendimientos de manera que permita satisfacer la demanda de las familias productoras. Los rendimientos agrícolas de un cultivo están determinados por los componentes de rendimientos, cuyo comportamiento tiene influencia en los rendimientos finales obtenidos.

Muchos estudios en frijol y en otros cultivos han intentado determinar si es posible seleccionar un solo componente para aumentar el rendimiento pero generalmente han fracasado, debido al fenómeno de compensación de componentes, al aumentar un componente los demás son reducidos (White, 1985).

Tabla 9 COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE DIFERENTES ALTERNATIVAS.

Tratamientos	Plantas Ha	Vainas Planta	Granos Vaina	Peso de 1000 gramos
Sembradora PROMECH	214,045 a	6.6 a	5.4 a	200.50 b
Sembradora Adaptada	219,385 a	6.05 a	5.7 a	208.50 a
Arado PROMECH, siembra manual	241,923 a	6.25 a	5.65 a	200.25 b
Arado Adaptado, siembra manual	251,341 a	7.5 a	5.95 a	198.25 b
Arado egipcio, siembra manual.	267,032 a	5.25 a	5.3 a	198.25 b
ANDEVA	NS	NS	NS	*
C V %	14.14	13.9	13.9	1.22

4.9.1 Número de plantas por área

Una densidad de siembra óptima con semilla de buena calidad es un factor muy importante ya que de la buena elección de ésta, depende el rendimiento. Algunos autores indican que la habilidad competitiva y la densidad del cultivo influyen sobre el rendimiento final (Zindahl, 1980; Altieri, 1983).

La densidad poblacional de los tratamientos osciló entre 214,045 a 267,032 plantas por hectáreas, siendo este último el arado egipcio, con siembra manual seguido de arado adaptado con siembra manual, sin embargo, el análisis estadístico indican que no hay significancia ($Pr=0.2113$) entre los tratamientos, por lo tanto la separación de media según Tukey 5% nos muestra una sola categoría estadística (Tabla 9).

Se puede observar que en los tratamientos con sembradora se obtienen menor densidad de plantas con respecto a la siembra manual la cual está influenciada por la distribución, teniendo mejor distribución y uniformidad con la sembradora.

4.9.2 Número de Vainas por Planta

El número de vainas por plantas siempre está asociado con el rendimiento (Mezquita, 1973) y puede disminuir conforme se aumenta la densidad de siembra (Hakanson, 1988). El número de vainas por planta es uno de los parámetros que más relación tiene con el rendimiento y está en dependencia del número de flores que tiene la planta (Tapia, 1987).

Los resultados obtenidos indican que en el número de vainas por planta, el tratamiento arado adaptado presentó mayor número en relación al arado egipcio (7.5-5.25) entre los diferentes tratamientos se observa similitud en cuanto a la variable número de vainas por plantas. Se determina entonces que estos no tienen influencia sobre el tipo de implemento utilizado como métodos de siembra. Según Marin (1994) el promedio de vainas por plantas para la variedad DOR-364 es de 14.4. El análisis de varianza para el número de vainas por planta no muestra diferencia significativa ($Pr=0.4904$), sin embargo el mayor número de vainas lo presenta el arado adaptado con siembra manual (Tabla 9).

4.9.3 Número de granos por vainas

Según Mezquita (1973) el número de granos por vainas siempre se asocia con el rendimiento.

Además ésta variable es una característica genética propia de cada variedad, la que varía poco con las condiciones ambientales, Marin (1994), reporta a la variedad DOR-364 presentando como promedio 5.5 granos por vainas.

El número de granos por vaina osciló entre 5.95 y 5.3, obteniéndose los mayores valores en arado adaptado con siembra manual, sin embargo el análisis de varianza muestra que no existe diferencia significativa ($Pr=0.7796$). El valor más bajo lo tuvo el arado egipcio con siembra manual (Tabla 9), coincidiendo con lo reportado por Marin (1994), para la variedad DOR-364, por lo tanto podemos afirmar que el número de vainas por grano es una característica genética.

4.9.4. Peso de Mil Granos

El peso de 1000 grs. es una variable importante que demuestra la capacidad de traslocar nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo, al grano de frijol en la etapa reproductiva. Muchos autores afirman que ésta variable esta influenciada por diferentes factores (Costa et al., 1971; Souza, 1973), por el contrario otros afirman que este componente no varían significativamente ya que es influenciado por factores genéticos. (Vernetti, 1983).

El peso de 1000 grs. para la variedad DOR-364 es de 210 gr. (Marín, 1994), los que superan a los obtenidos en el estudio.

El análisis de varianza en la variable peso de 1000 granos muestra que existe diferencia significativa ($Pr=0.0004$).

Se puede observar que el tratamiento sembradora adaptada obtuvo los mayores pesos de 1000 granos (208.5 gr) en relación a los tratamientos de uso de arado con siembra manual. El tratamiento que menor peso presenta fue arado adaptado y es el que había presentado mayor número de vainas por planta y número de granos por vainas. Estos resultados coinciden con el argumento de White (1995) el cual señala que un aumento en el número de vainas por planta y/o grano por vainas, puede provocar reducción en el peso de la semilla y por lo tanto bajar el rendimiento.

Con el uso de Labranza Conservacionista se encontró diferencias de ésta variable sobre la labranza tradicional que utilizan los agricultores (Tabla 9). Estos resultados coinciden con los encontrados por Jiménez (1996), quien obtuvo el mayor peso de 1000 gr. en Labranza Conservacionista.

4.10 RENDIMIENTO DE GRANO

El rendimiento es dependiente del genotipo de la variedad, de la ecología y del manejo a que se someta el cultivo (Tapia & Camacho, 1988). El rendimiento de grano es el resultado de un gran número de factores biológicos y ambientales que se correlacionan entre sí, para luego expresarse en producción por área. En el rendimiento se refleja la efectividad del manejo agronómico que se le ha dado al cultivo, tanto antes de su establecimiento como a lo largo de su ciclo (Campton, 1985).

Tabla 10 RENDIMIENTO DE GRANOS DE FRIJOL (Kg/Ha) BAJO DIFERENTES ALTERNATIVAS DE METODOS DE SIEMBRA EN LABRANZA CONSERVACIONISTA CON TRACCION ANIMAL

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO KG/H	CATEGORIA ESTADISTICA
Sembradora PROMECH	1,056.12	ab
Sembradora adaptada	1,123.21	a
Arado adaptado con siembra manual	1,000.41	ab
Arado PROMECH con siembra manual	950.75	b
Arado Egipcio con siembra manual	1,060.17	ab
ANDEVA	**	
CV %	6.41	

Valores con igual letra no difieren estadísticamente (Newman Keuls a 0.05)

Fuente: Membreño B., Velásquez P., Espinoza C., 1994

El análisis estadístico nos refleja diferencia significativa ($PR=0.0305$) entre los tratamientos, donde el tratamiento sembradora adaptada presentó los mayores rendimientos y el arado PROMECH los menores, podemos notar que los rendimientos promedios en la mayoría de los casos, las alternativas (sembradoras), superando los rendimientos del tratamiento Arado PROMECH con siembra manual.

En los resultados obtenidos sobre la variable rendimiento de grano de los implementos de roturación y siembra en labranza Conservacionista con tracción animal, la sembradora adaptada, presentó los mejores rendimientos 1123.21 Kg/Ha. seguido del tratamiento sembradora PROMECH con 1056 Kg/Ha. Los bajos rendimientos se registraron en la tecnología (Arado Promech con siembra manual) (Tabla 10).

La separación de medias a través de la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% presenta tres categorías estadísticas, donde el grupo a indica que es la sembradora adaptada con tracción animal y la b el arado PROMECH con siembra manual, los otros tres tratamientos se consideran categorías intermedias (Tabla 10).

Los rendimientos obtenidos en el estudio se debe a la buena distribución pluviométrica durante el ciclo vegetativo del cultivo, la adecuada fertilización de base, el potencial de rendimiento de la variedad DOR-364 y el uso de semilla de buena calidad. Se demuestra que con el uso de sembradoras se obtienen mayores rendimientos por área en relación al uso de implementos de roturación con siembra manual.

4.11 ANALISIS ECONÓMICO:

Los totales de costos variables y beneficios netos de cada tratamiento se presentan en la tabla 11 Esta información muestra cual de los diferentes métodos de roturación y siembra es más rentable.

El análisis económico realizado al estudio muestra costos que varían para los implementos de roturación con siembra manual, las sembradoras no presentan costos variables por poseer las características de realizar en una sola operación el surcado, la siembra y el tapado de las semillas.

Asimismo los mayores beneficios netos se obtienen con la sembradora adaptada con C\$7,333.00, seguido de sembradora original con C\$6,277.00 (Tabla 11), a diferencia de las otras alternativas quienes presentan los más bajos beneficios netos. Estos resultados se corresponden con la mejor eficiencia del uso de alternativas de sembradora de tracción animal. El análisis de dominancia se efectúa, primero, ordenando los tratamientos de menor a mayor costos que varían. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían mas bajos (CIMMYT, 1988). La mayor tasa de retorno marginal la presenta la alternativa sembradora adaptada sobre los demás tratamientos los cuales resultan dominados por esa tecnología (Tabla 12). Para formular a los agricultores una recomendación basada en experimentos, solo se debe usar el análisis de presupuesto parcial cuando el análisis de varianza muestre efectos significativos.

(Tabla 11) PRESUPUESTO PARCIAL, ENSAYO ALTERNATIVAS DE ROTURACION Y SIEMBRA CON TRACCION ANIMAL

CONCEPTO	SEMBRADOR PROMECH	SEMBRAD. ADAPTADA	ARADO PROMECH SIEMBRA MAN.	ARADO ADAPT. SIEMBRA MAN.	ARADO EGIPCIO SIEMBRA MANUAL
Rendimiento Kg/Ha	1,056.00	1,123	951	1,000	1,060
Ajuste (10%)	105	112	95	100	106
Rendimiento ajustado	951	1,111	856	900	954
Beneficio bruto	9,277	7,333	5,650	5,940	6,296
Arado	--	--	--	--	100
Mano de obra (Siembra)	--	--	45	45	45
Total Costo Varían	0	0	45	45	145
Beneficio Neto	6,277	7,333	5,605	5,985	6,151

Valor Kg de Frijol C\$ 6.00 Postrera 94

Fuente: Membreño B., Velásquez P., Espinoza C., 1994

(Tabla 12) ANALISIS DE DOMINANCIA, ENSAYO ALTERNATIVAS DE ROTURACION Y SIEMBRA CON TRACCION ANIMAL

TRATAMIENTO	COSTOS QUE VARIAN	BENEFICIO NETO	TRM %
Sembradora Original PROMECH	0	6,277.00	
Sembradora adaptada	0	7,333.00	105.00
Arado original con siembra manual	45.00	5,605.00	D
Arado adaptado con siembra manual	45.00	5,898.00	D
Arado Egipcio con siembra manual	145.00	6,151.00	D

Fuente: Membreño B., Velásquez P., Espinoza C., 1994

Tabla 13 DESCRIPCION COMPARATIVA ENTRE LOS PARAMETROS EVALUADOS DE LOS DIFERENTES IMPLEMENTOS.

Implemento	Ventajas	Desventajas
Sembradora PROMECH	<ul style="list-style-type: none"> - Realiza surcado, siembra y tapado de la semilla. - Mejor distribución de semilla - Menor granos destapados - Profundidad uniforme - Mejor eficiencia de trabajo - Mayor durabilidad 	<p>Uso restringido de suelo con alta presencia de mulch. No se puede utilizar con pendientes mayores al 15%. Mayor remoción del suelo</p>
Sembradora ADAPTADA	<ul style="list-style-type: none"> - Realiza surcado, siembra y tapado de la semilla. - Mejor distribución de semilla - Menor granos destapados - Profundidad uniforme - Mejor eficiencia de trabajo - Mayor durabilidad - Menor remoción de suelo 	<p>Uso restringido de suelo con alta presencia de mulch. No se puede utilizar con pendientes mayores al 15%.</p>
Arado PROMECH	<ul style="list-style-type: none"> - Permite surcar y aporcar - Mayor capacidad de volteo - Incorpora rastrojo - Mayor durabilidad 	<p>Mayor rompimiento del prisma del suelo. Suelo propenso a la erosión Uso restringido en suelo con altas pendientes. Menor eficiencia de trabajo (en comparación a siembra).</p>
Arado ADAPTADO	<ul style="list-style-type: none"> - Menor rompimiento del suelo - Permite ejercer la labranza de conservación - Mayor durabilidad - Menor capacidad de volteo 	<p>No permite la incorporación de rastrojos Menor eficiencia de trabajo (en comparación a siembra).</p>
Arado EGIPCIO	<ul style="list-style-type: none"> - Generalmente liviano - Puede ser fabricado por el mismo agricultor. - Fácil y cómodo para transporte. - Permite su uso en pendientes mayores del 15% 	<p>Dificultad para arar en terrenos pesados. Corta duración Menos eficiencia de trabajo (en comparación a siembra) Propicia la erosión de los suelos</p>

V. CONCLUSIONES

La sembradora con tracción animal representa, para las familias productoras una alternativa viable en cuanto a la calidad y eficacia del trabajo, ya que el tiempo para la siembra de área es menor en relación a los otros implementos.

Al introducir implementos mejorados se reduce el tiempo de trabajo, el requerimiento de mano de obra, la conservación del recurso suelo, lo que da como resultado un cambio que impacta favorablemente la economía de las familias productoras y así mismo contribuye en una mayor producción del cultivo de frijol.

Con el uso de implementos mejorados se garantiza mayor vida útil, resistencia y calidad de trabajo, en comparación con el arado egipcio.

La tecnología sembradora adaptada por PRODETEC, además de presentar los mejores rendimientos mantiene una ventaja sobre los otros tratamientos, específicamente sobre la profundidad de aradura (8.25 centímetros) el cual contribuye a una mejor conservación del recurso tierra y agua.

Los implementos que tuvieron mayor profundidad de aradura (Arado PROMECH, Arado Egipcio) presentaron el mayor desarrollo de raíz principal.

Los implementos mejorados tienen mayores posibilidades de regulación (profundidad de siembra) de acuerdo a las condiciones del terreno, tipos de cultivo y altura de yunta de bueyes en comparación con el arado tradicional.

Con las sembradoras se obtienen mejor distribución y uniformidad de siembra, así como menor número de granos destapados en comparación con los implementos de roturación con siembra manual.

El análisis estadístico aplicado a la distancia entre golpe refleja diferencia altamente significativa, apreciándose la discrepancia entre la siembra ejecutada por la máquina y la realizada a mano resultando dos grupos homogéneos según la prueba de Tukey.

La sembradora adaptada por PRODETEC efectúa una menor perturbación del suelo en comparación a las demás alternativas de siembra.

No existe diferencia marcada de los tratamientos en estudio sobre el desarrollo del área foliar.

De los componentes de rendimiento el número de vainas por planta, número de granos por vainas y número de plantas por área no presentaron diferencia significativa entre tratamiento.

La variable peso de 1,000 granos presentó diferencia significativa, siendo el tratamiento sembradora adaptada la que obtuvo el mayor peso.

La alternativa que presentó mayor rendimiento de grano fue la sembradora adaptada.

El mayor beneficio neto se obtiene haciendo uso de la alternativa sembradora adaptada.

VI. RECOMENDACIONES

Es recomendable hacer nuevos experimentos similares a éste, en varios sitios del país para hacer una mejor valoración de los resultados y que al transferir los resultados, de antemano se hallan tomado en cuenta las condiciones sociales, económicas y ambientales de cada sitio.

Llevar a las familias productoras el uso de la sembradora adaptada de tracción animal como alternativa de roturación y siembra, fomentando la promoción de sembradoras mejoradas de tracción animal, con el objeto de una mayor utilización a nivel de finca.

Dado al deterioro de los suelos donde se cultiva frijol se debe utilizar métodos de siembra con implementos de poca remoción del suelo.
Orientar políticas de crédito que faciliten la adquisición de este tipo de sembradora que sean accesibles para las familias campesinas.

VII. BIBLIOGRAFIA

- ALEGRE, J.C. 1991.** Informe sobre la consultoría en Manejo de Suelos en las Regiones I, II, IV de Nicaragua, MAG, (Ministerio de Agricultura y Ganadería, FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Nicaragua, 30 p.
- ALTIERI, M. 1983.** Agroecology the Scientific Basic of alternative agriculture. Berkeley, California U.S.A. 162p
- BARRETO, H, J 1987.** Cambio de propiedades químicas, patrones de fertilización y enclavamiento en suelos bajo labranza cero CIMMYT, México 23 p.
- BLANCO, F. 1995.** Dos sistemas de labranzas con tracción animal en el cultivo de frijol, INTA Región A-2, Nicaragua. 12 p.
- BOLAÑOS, J. 1988.** Suelos en relación a labranza de conservación aspectos físicos. CIMMYT, México. 20 p.
- CAMPTON, L. 1985.** La investigación en sistemas de producción con sorgo en Honduras, Aspectos agronómicos. INISORKM, CIMMYT, México. D.F. 37 p.
- COSTA, V., W.N., S.S. Brandao, J.D. Galvo & F.R. Gómez. 1971.**
Efeito do empacamento entre fileiras e da densidade naffleira sobre a producao do graos e outras características agronómicas do soya (*Glycine max* (L) Merr) *Experientiae*, viciosa, 12 (12). Pp 431-476.
- DIAZ, E. 1995.** Agricultura en laderas. El yuntero centroamericano. Fomenta, Honduras. 25 p.

- DIAZ T. 1994.** Evaluación del arado combinado mas sembradora en tres tipos de pendientes, FOMENTA, Nicaragua. 25 p.
- ESPINOZA, A. 1995.** Resultado de validación. Arado combinado y sembradora PROMECH. PSAINTA, FOMENTA, Programa Suelos y Agua, Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, Nicaragua. 22 p.
- FOMENTA, Programa Regional de fomento a la tracción animal 1994.** Curso de tracción animal, Nicaragua. 55 p.
- GISPER, C. 1983.** El suelo y la planta. OCEANO, España. Pp.135-150.
- HAKANSSON, S. 1988.** Competition, in stands of short-lived plants desnitty effects measured in three componentes stands. Swed. Unif. of Agric. Sci. Crop producción Sciences 3. Uppsala Sweden. 181 p.
- HIDALGO, R. 1985.** Morfología de la planta de frijol común. CIAT-Cali, Colombia.
- HILDEBRAND, P. and Poey, F. 1989.** Ensayos agronómicos en finca según el enfoque de sistemas agropecuarios. 134 p.
- HOOLEY, R. 1984.** Manual de tracción Animal. Comité Central Menonita. Santa Cruz, Bolivia. 54 p.
- JIMENEZ, J. 1996.** Efecto de labranzas y métodos de control de malezas sobre la dinámica de las malezas y el crecimiento y rendimiento de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) Postrera. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. 53 p.

- JIMENEZ, J. 1992.** Evaluación comparativa de diferentes tipos de sembradoras a tracción animal y motriz en el cultivo de maíz. Cochabamba, Bolivia. 26 p.
- MAG, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1991.** Guía tecnológica para la producción de frijol común (*Phaseolus Vulgaris L*), Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos CMI6B, Managua, Nicaragua. 59 p.
- MARIN, E. 1990.** Estudio agroecológico y su aplicación al desarrollo productivo agropecuario. Región IV, Ministerio de Agricultura y Ganadería, N Generación de Tecnología y Transferencia Agropecuaria MAG-GTTA, Managua, Nicaragua 240 p.
- MARIN, V. 1994.** Isolation of improved lines from eight local landraces of common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) from Nicaragua. Swdsh University of Agricultural Sciences Uppsala. 19 p.
- MEJER, H. 1993.** Experiencia de mecanización agrícola en América Latina, Lima, Perú. Pp 59-208.
- MESQUITA, B.E. 1973.** Influencia de algunos componentes morfológicos en el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) Tesis MSC. Chapingo, México. Escuela Nacional de Agricultura. Colegio de Post-graduados.
- PEDROZA, H. 1993.** Fundamentos de experimentación Agrícola. CECOTROPIC, Managua, Nicaragua. Pp. 14-128.
- PEDROZA, H. 1995.** Sistema de Análisis estadístico aplicado a la experimentación Agrícola. UNA. Managua, Nicaragua. Pp. 1-16.

- PROMECH**, Proyecto de mecanización agrícola de Honduras. 1987 Curso de tracción Animal, Honduras. 40 p.
- PROMECH**, Proyecto de mecanización agrícola de Honduras 1989 Informe de pruebas de funcionamiento de diferentes tipos de sembradoras de tracción animal, Tegucigalpa, Honduras. 88 p.
- PROMECH**, Proyecto de mecanización agrícola de Honduras. 1990 La tracción Animal alternativas sostenibles para el desarrollo de diferentes actividades de mecanización agrícola, Honduras. 22 p.
- REYES, C.P. 1990.** El maíz y su cultivo A.G.T. Editorial México, D.F., México Tercera edición. 460 p.
- SOUSA, P. 1973.** Efeito do tres épocas do semiaradura no rendimento do graos e Características agronómicas do duas cultivares do soya (Glycine max (L) Merr). Porto Alegre, Brasil.
- TAPIA, H. 1987.** Variedades mejoradas de frijol con grano rojo para Nicaragua, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias ISCA -DIG, Managua, Nicaragua. 26 p.
- TAPIA & CAMACHO, A 1988.** Manejo Integrado de la producción de frijol basado en labranza cero, Managua, Nicaragua. 181 p.
- VALVERDE, I. 1986.** Tolerancia a la competencia de malezas en seis cultivares de frijol (Phaseolus Vulgaris L.) Turrialba 36 (1) Pp 59-61.
- VERNETTI, F. 1983.** Soja: Genética y mejoramiento. Fundacao Cargill. Brasil. Vol 2.
- WHITE, J. 1985,** Conceptos básicos de fisiología de frijol, investigación y Producción, CIAT-Cali, Colombia. Pp 43-60.
- ZINDAHL, R. 1980.** Weed crop competition a review. Oregon State University. U.S.A. Pp 11-27.

VIII. ANEXOS 1



Foto 13
Levantamiento de muestras de análisis físico y químico de suelo.



Foto 14
Observación de perfil de suelo.



Foto 15
Levantamiento de datos de densidad aparente y resistencia mecánica.



Foto 16
Recuento de población inicial.

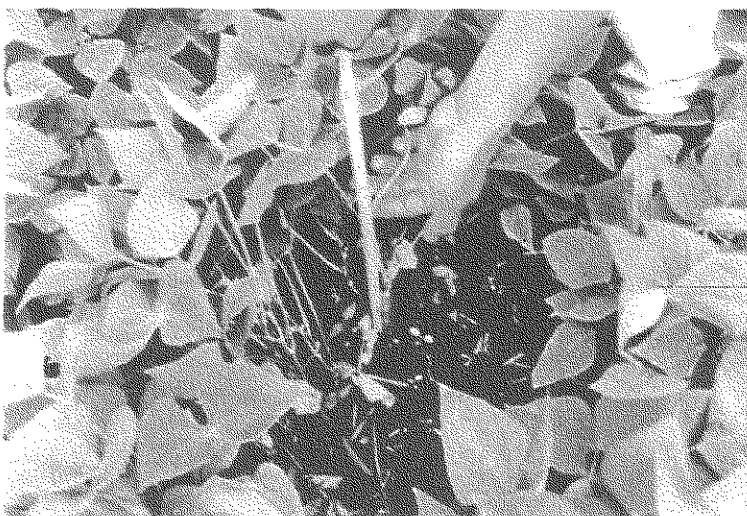


Foto 17
Medición de altura de planta a los 26 días después de siembra.

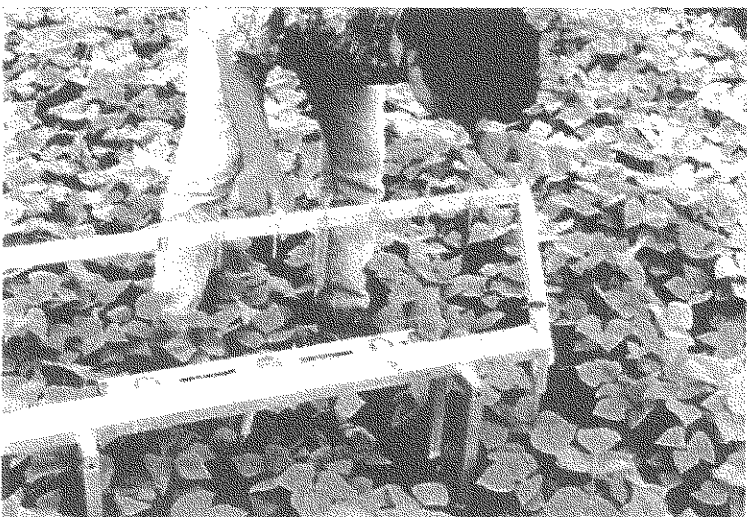
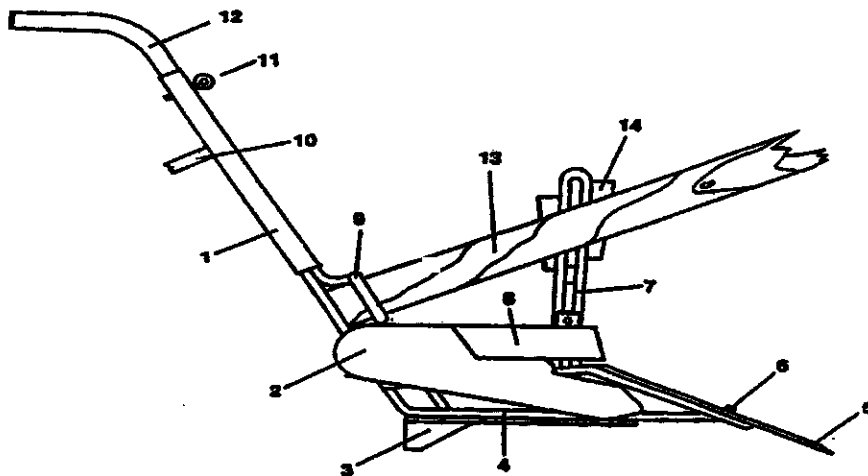


Foto 18
Medición de crecimiento horizontal (cobertura del área foliar).

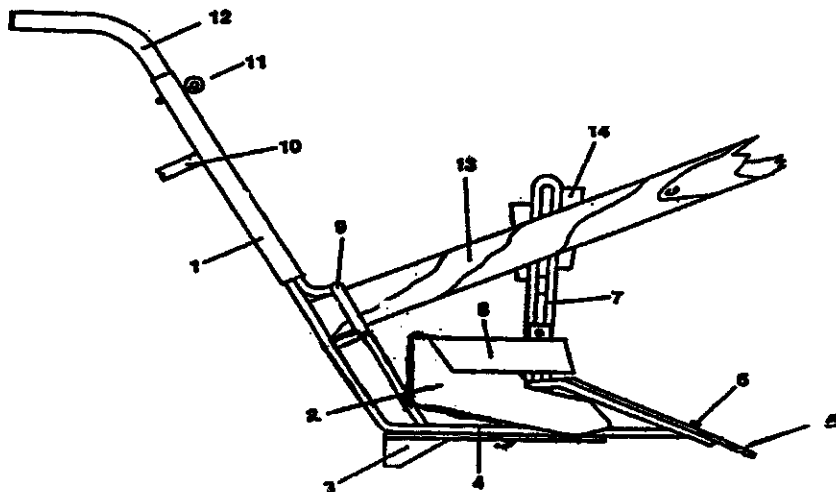
ANEXO 3

Figura 4. Arado PROMECH y sus partes.



- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1).- Mancuerna | 8).- Alita para arar |
| 2).- Aletas, surcadoras, aporcadoras | 9).- Aro |
| 3).- Talón | 10).- Mancuerna auxiliar |
| 4).- Bastidor | 11).- Seguro para regulación de mancuerna |
| 5).- Punta ó reja | 12).- Mancuerna regulable |
| 6).- Tornillo fijador de la reja | 13).- Timón |
| 7).- Trela | 14).- Cufias |

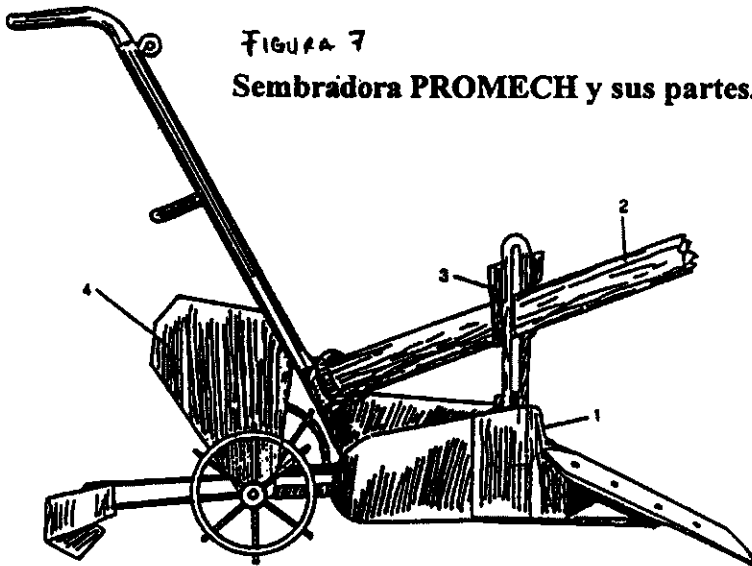
Figura 5. Arado adaptado por PRODETEC y sus partes.



- | | |
|----------------------------------|---|
| 1).- Mancuerna | 8).- Alita para arar |
| 2).- Aletas, ... | 9).- Aro |
| 3).- Talón | 10).- Mancuerna auxiliar |
| 4).- Bastidor | 11).- Seguro para regulación de mancuerna |
| 5).- Punta ó reja | 12).- Mancuerna regulable |
| 6).- Tornillo fijador de la reja | 13).- Timón |
| 7).- Trela | 14).- Cufias |

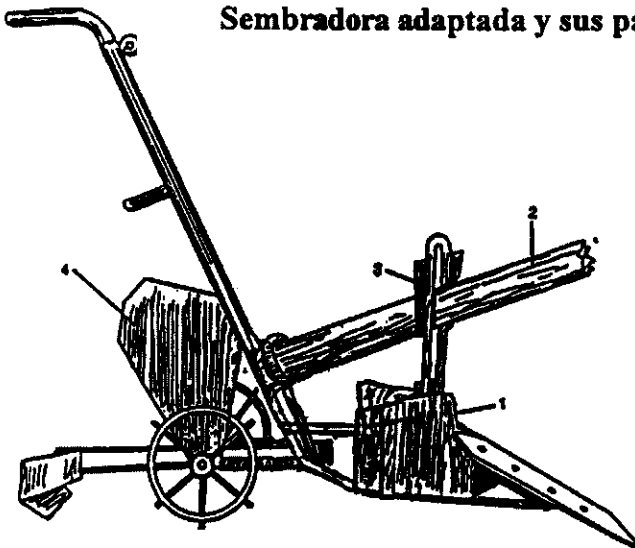
ANEXO 4

FIGURA 7
Sembradora PROMECH y sus partes.



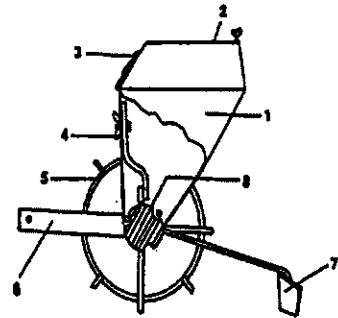
- 1. Arado combinado
- 2. Timón
- 3. Cuñas
- 4. Sembradora

FIGURA 8
Sembradora adaptada y sus partes.



- 1. Arado combinado
- 2. Timón
- 3. Cuñas
- 4. Sembradora

FIGURA 6 SEMBRADORA.



- 1)-Tolva
- 2)-Tapa de tolva
- 3)-Cadena de acople
- 4)-Regulador de semillas
- 5)-Rueda
- 6)-Tubo
- 7)-Tapador
- 8)-Rotor

ANEXO 5

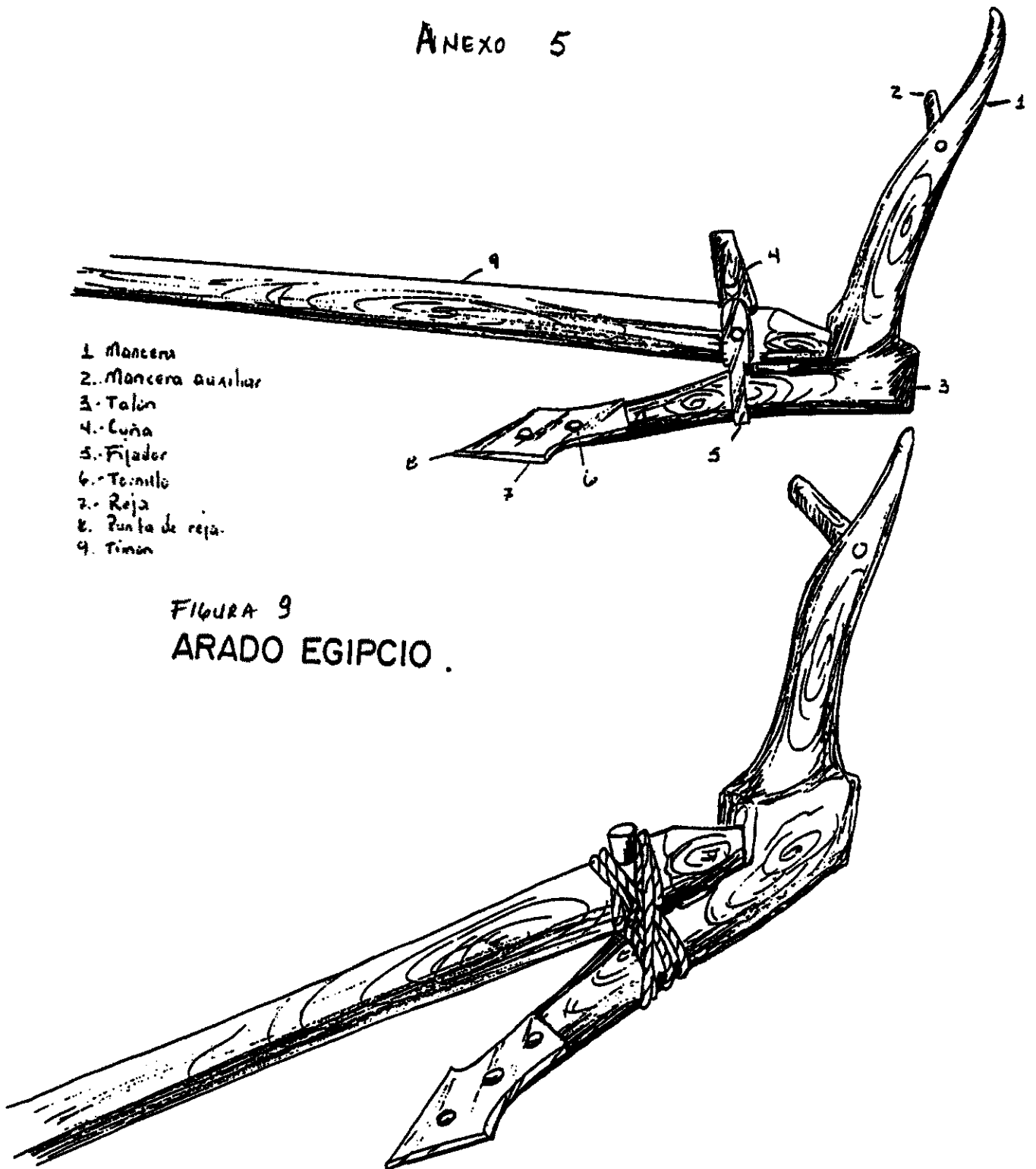


FIGURA 9
ARADO EGIPCIO .