



BID



IICA-CIDIA
PROCIANDINO



VIII CURSO CORTO

INVESTIGACION SOBRE MECANIZACION AGRICOLA PARA EL PEQUEÑO PRODUCTOR DE LEGUMINOSAS COMESTIBLES EN LA SUBREGION ANDINA

AND

PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA PARA LA SUBREGION ANDINA
BOLIVIA COLOMBIA ECUADOR PERU VENEZUELA



Faint, illegible text or markings in the top left corner, possibly a stamp or header.



Centro Interamericano de
Documentación e
Información Agrícola

2 9 OCT 1992

IICA — CIDIA

BV 00-473

PIKOCIAMD-

110A

S.

LE

00001858

**PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA
PARA LA SUBREGION ANDINA
P R O C I A N D I N O**

VIII CURSO CORTO

**INVESTIGACION SOBRE MECANIZACION AGRICOLA PARA EL PEQUEÑO
PRODUCTOR DE LEGUMINOSAS COMESTIBLES EN LA SUBREGION ANDINA**

**Pasto, Colombia
Diciembre, 1990**

**Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para
la Subregión Andina - PROCIANDINO
Dirección postal: Apartado 201-A
Mariana de Jesús 147 y La Pradera
Quito, Ecuador**

CITACION

**IICA-BID-PROCIANDINO. 1990. VIII Curso Corto. Investigación
sobre Mecanización Agrícola para el Pequeño Productor
de Leguminosas Comestibles en la Subregión Andina.
Edición: PROCIANDINO. Quito, Ecuador, 139 p.**

Este curso corresponde al evento codificado como 3.1.14 en el Plan Trienal de las actividades técnicas del Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina-PROCIANDINO.

Fue organizado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), entidad responsable de ejecutar en Colombia las actividades planificadas por el IICA-BID-PROCIANDINO.

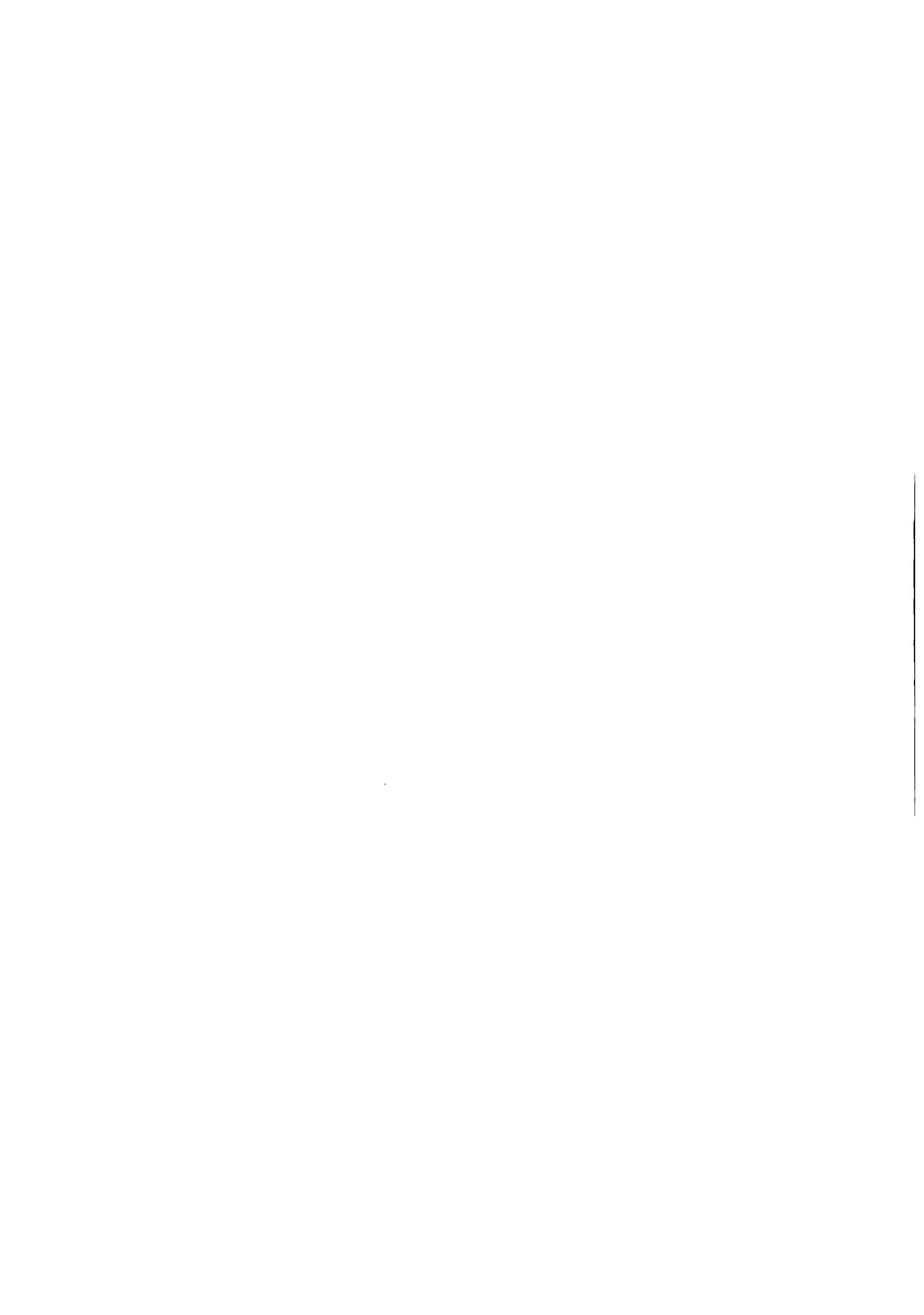
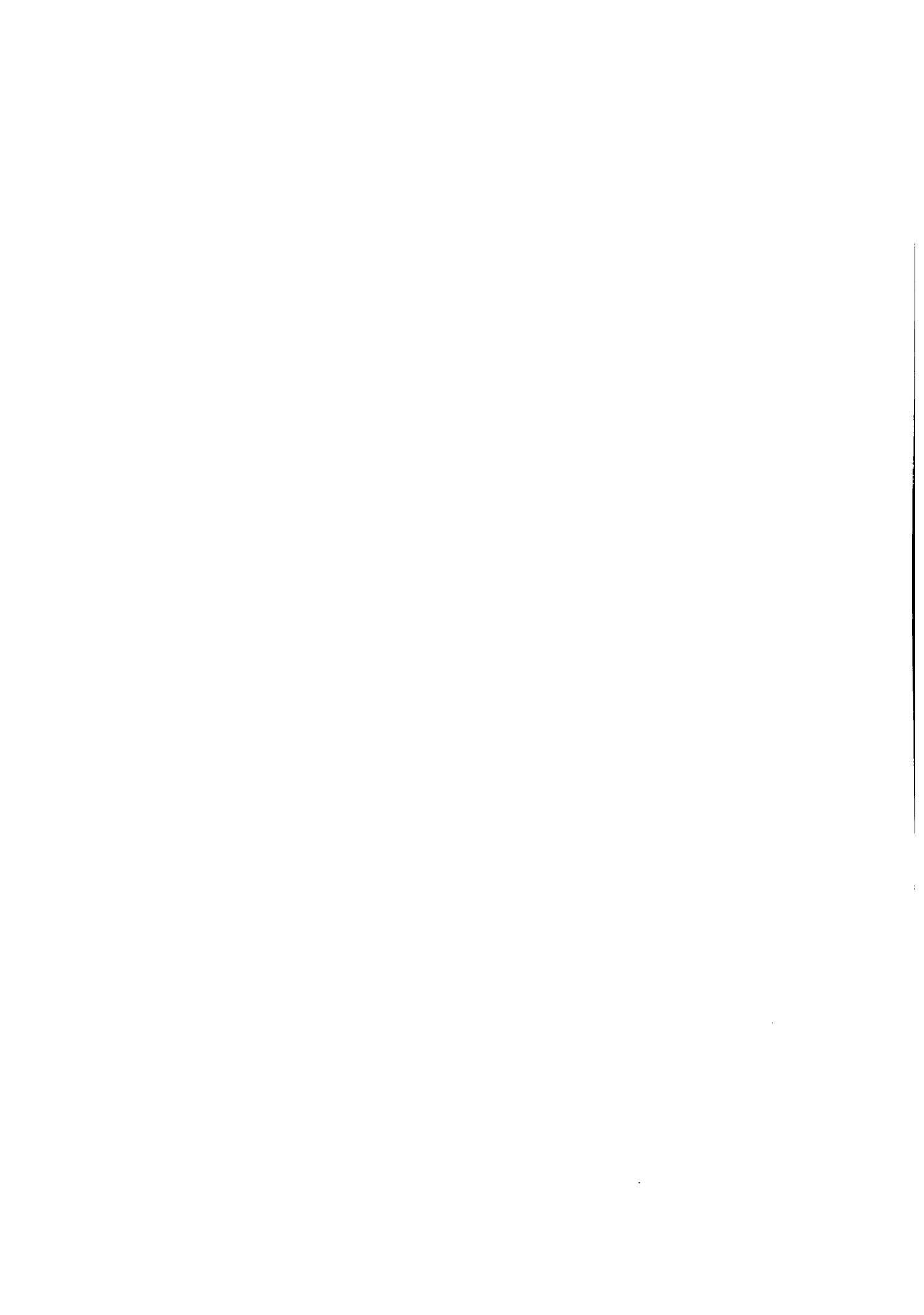


TABLA DE CONTENIDO

		<u>Página</u>
Presentación	Nelson Rivas V. IICA-PROCIANDINO	i
Introducción	Guillermo Hernández-Bravo IICA-PROCIANDINO	iii
Programación del curso		v
Conclusiones y recomendaciones		ix
Manejo mecanizado de suelos en zonas de ladera	Alvaro Flórez B. ICA, Colombia	1
La labranza y algunas propiedades físicas del suelo	Laureano Guerrero J. ICA, Colombia	7
Selección de maquinaria agrícola	Hernando Camacho <u>et al.</u> ICA, Colombia	29
La investigación en mecani- zación y maquinaria agrícola y su aporte a la industria del sector	Laureano Guerrero J. ICA, Colombia	41
Implementos usados en la preparación de terrenos para siembra	Hernando Camacho <u>et al.</u> ICA, Colombia	47
Sembradoras: uso y calibración	Hernando Camacho <u>et al.</u> ICA, Colombia	55
Cultivadoras agrícolas	Hernando Camacho <u>et al.</u> ICA, Colombia	69
Estimación de los costos de funcionamiento de la maquinaria agrícola	Hernando Camacho <u>et al.</u> ICA, Colombia	81
Prototipos de equipos e imple- mentos desarrollados en México para el pequeño productor	Santos Campos Magaña INIFAP, México	89
Equipos agrícolas de tracción animal desarrollados por INIA de Chile para los pequeños productores de leguminosas de grano	Jorge Riquelme S. INIA, Chile	107
Lista de participantes		137



PRESENTACION

El Curso Corto de "Investigación sobre mecanización agrícola para el pequeño productor de leguminosas comestibles en la Subregión Andina", se realizó enmarcado en el Subprograma de Leguminosas de Grano Comestible del Programa Cooperativo de Investigación Agrícola (PROCIANDINO), el mismo que se desarrolló en Pasto - Colombia, organizado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), CRI-Obonuco.

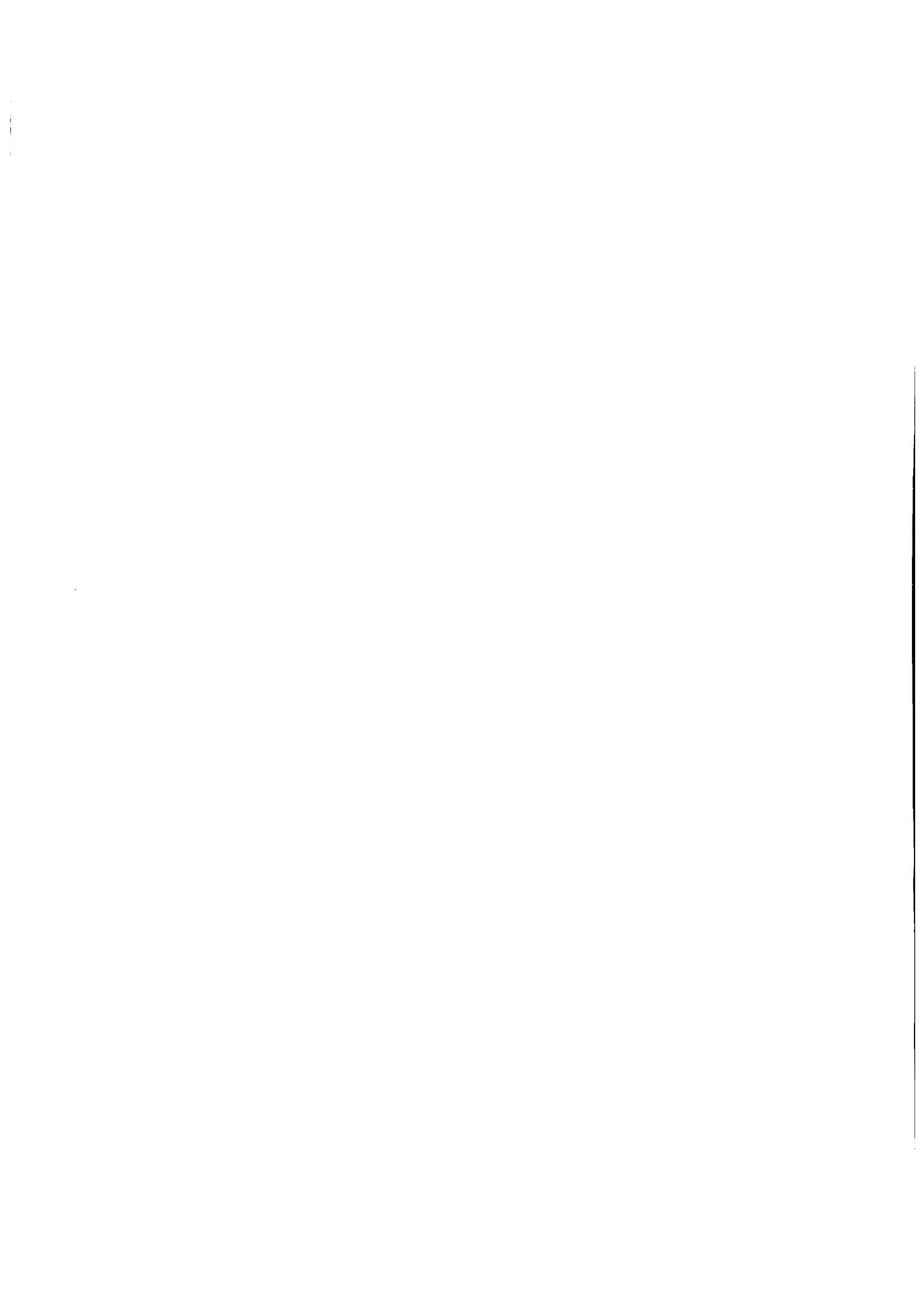
El evento se centró en la innovación tecnológica para el diseño y uso apropiado de máquinas y equipos por pequeños productores, especialmente ubicados en áreas de laderas, con el ánimo de enfatizar en la agricultura conservacionista y autosostenida. Particularmente, los temas abordaron la selección y presentación de prototipos así como los diseños avanzados de diferentes capacidades y aplicaciones para cubrir diferentes fases del proceso productivo. Igualmente, las implicaciones económicas y los efectos sobre la productividad de los suelos como consecuencia de su uso.

Un seleccionado grupo de profesionales de los países del Programa, conjuntamente con especialistas del INIFAP-México, INIA-Chile y el ICA-Colombia, analizaron los temas por estos presentados, identificando problemas nacionales y propuestas de acción cooperativa recíproca, en cuanto a la dinámica de desarrollo de la industria de maquinaria agrícola, en función de la investigación y la innovación tecnológica, así como también de la producción, comercialización y utilización de estos insumos del proceso productivo.

En estas memorias se recogen, además de las ponencias presentadas, importantes acuerdos, conclusiones y recomendaciones que fluyeron de los foros de discusión y análisis antes mencionados, las mismas que deben retomarse a nivel institucional, en los países, promovidos por los profesionales asistentes al evento y así concretar el esfuerzo realizado.

Cabe destacar la propuesta de crear una Red de cooperación para la investigación, capacitación y transferencia tecnológica en mecanización agrícola para pequeños productores; el intercambio de experiencias, conocimientos y prototipos apropiados; el levantamiento y diseminación de la información tecnológica; la realización de un curso internacional especializado sobre mecanización agrícola en América Latina, entre otras importantes ideas.

**Nelson Rivas Villamizar
DIRECTOR DE PROCIANDINO**



INTRODUCCION

La investigación y capacitación en mecanización apropiada para el pequeño agricultor, se encuentra poco desarrollada en el mundo y particularmente en América Latina.

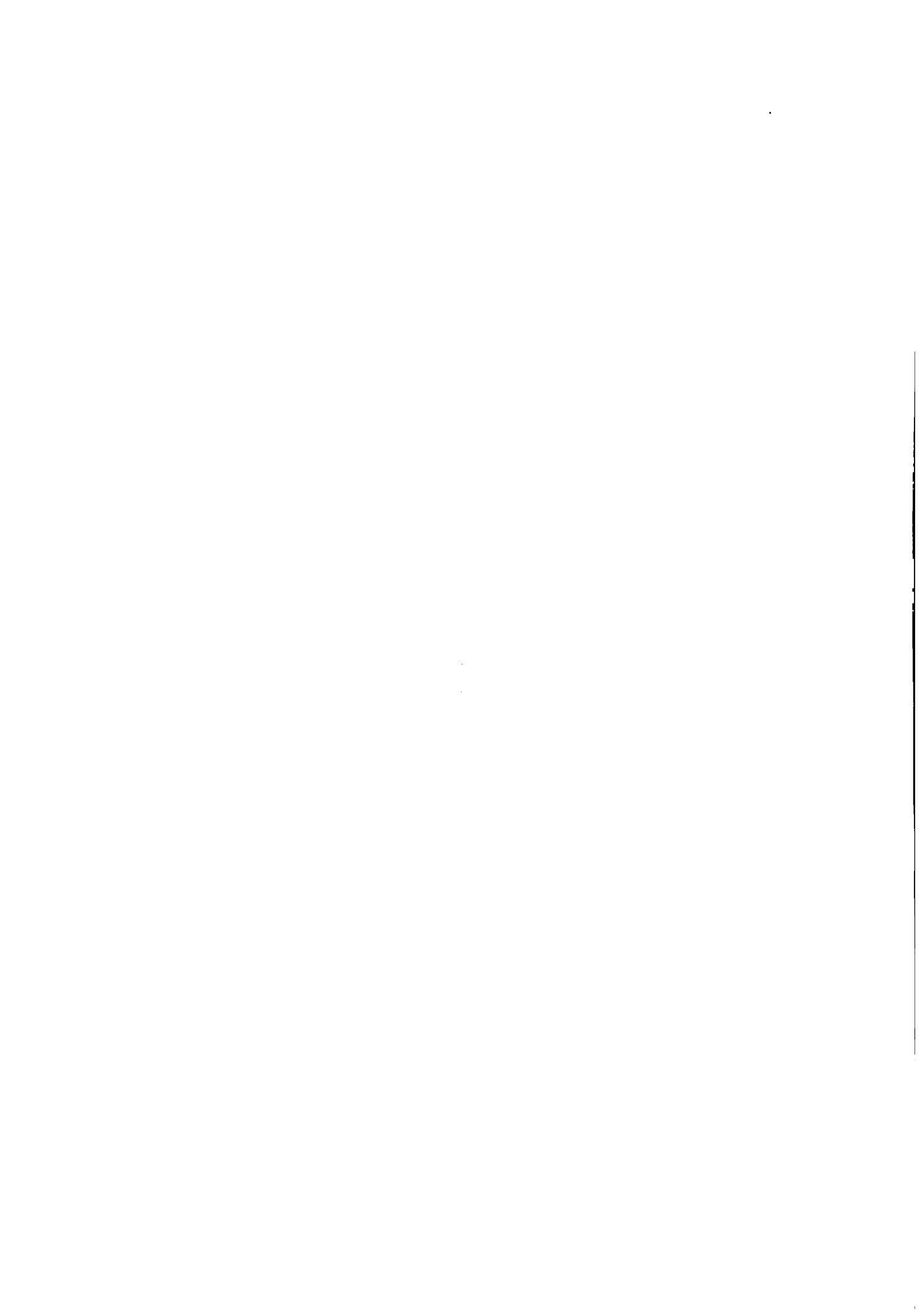
La baja capitalización de la producción agrícola está en función directa de la degradación de los suelos y las pérdidas de agua a través del factor tiempo. Este grave problema de la erosión que prevalece a su máxima expresión en nuestros terrenos de cultivo de la Subregión Andina, causando pérdidas irreparables de los valiosos recursos como son el suelo y el agua, son provocados básicamente por el hombre al no prever soluciones apropiadas para contrarrestar los efectos de los vientos, del no buen manejo del agua de lluvia y de riego, y del mal uso de la maquinaria agrícola.

El desarrollo tecnológico derivado de la investigación, debe visualizar no únicamente el mejoramiento de la producción y productividad de los cultivos, sino también la conservación del medio ecológico, donde se están sembrando y cosechando estos cultivos.

En el caso particular de los cultivos alimenticios que se producen en terrenos de ladera, es imperativo que se generen tecnologías para hacer una mejor conservación de los suelos y aguas, siendo una de estas, las labranzas conservacionistas. La oportuna y adecuada selección de los implementos agrícolas (arados, sembradoras, cultivadoras, cosechadoras) le permitirá al pequeño productor hacer más redituable la utilización de su mano de obra, de su esfuerzo físico, de su tiempo y, finalmente, de su capital invertido.

Es muy importante como estrategia, no solamente impulsar la generación de tecnologías intensivas en su uso de mano de obra como las tecnologías de tracción animal; sino también en forma paralela impulsar la fabricación de los implementos, su distribución y los servicios técnicos para su uso. En esta forma se estaría aplicando una investigación y producción participativa en beneficio del pequeño agricultor.

Guillermo Hernández-Bravo
COORDINADOR INTERNACIONAL DE LEGUMINOSAS DE GRANO

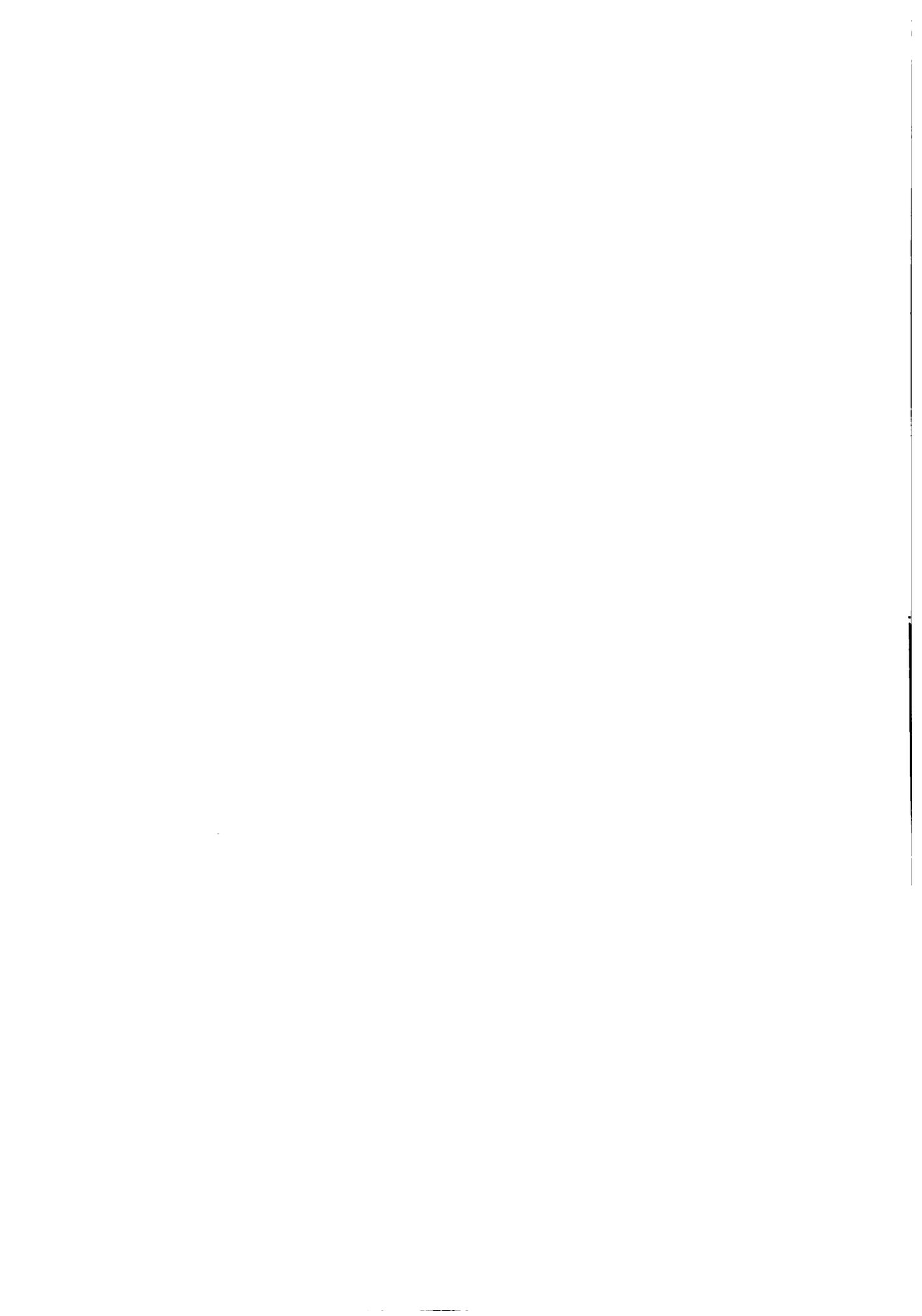


PROGRAMACION DEL CURSO

<u>Fecha y hora</u>	<u>Tema</u>	<u>Conferencista</u>
LUNES 3:		
08H00-08H30	Inauguración	
08H30-09H00	Evaluación inicial de los participantes	
09H00-10H00	Metodología de investigación en mecanización aplicada por ICA	Laureano Guerrero
10H00-10H15	Café	
10H15-11H15	Caracterización de la agricultura de la zona andina colombiana	Luis A. Restrepo
11H15-12H15	Diagnóstico sobre patrones de mecanización, implementos usados y fuentes de potencia	Marino Rodriguez
12H15-14H00	Almuerzo	
14H00-15H00	Análisis de la problemática en mecanización agrícola para el planteamiento de alternativas de solución. Enfoque socioeconómico y técnico	Laureano Guerrero
15H00-16H00	Determinación del efecto de diferentes sistemas de labranza sobre erosión, el deterioro de las características físicas del suelo y de la producción y desarrollo de los cultivos	Marino Rodriguez R.
16H00-16H15	Café	

<u>Fecha y hora</u>	<u>Tema</u>	<u>Conferencista</u>
16H15-17H45	Prototipos de equipos agrícolas y su eficiencia, desarrollados por el INIA de Chile, en beneficio del pequeño productor de leguminosas de grano	Jorge Riquelme S.
17H45-18H15	Audiovisual: Problemas y soluciones de la erosión del suelo en Ecuador	José S. de la Sala
MARTES 4:		
08H00-16H00	Trabajo de campo con implementos de tracción animal CRI-Obunuco	
13H45-16H00	Grupos de discusión	
MIÉRCOLES 5:		
08H00-09H00	Labranza apropiada: la mecanización como estrategia o como práctica en el manejo y mantenimiento de suelos agrícolas productivos	Laureano Guerrero J.
09H00-10H00	Generación de nuevos implementos agrícolas para la aplicación de la labranza apropiada	Luis A. Restrepo
10H00-10H30	Café	
10H30-12H00	Prototipos de equipos agrícolas y su eficiencia desarrollados por el INIFAP de México, en beneficio del pequeño productor de leguminosas de grano	Santos G. Campos M.
12H00-13H30	Almuerzo	

<u>Fecha y hora</u>	<u>Tema</u>	<u>Conferencista</u>
13H30-14H30	Comparación de varios sistemas de mecanización en la producción de cultivos	Marino Rodriguez R.
14H30-15H30	Transferencia de tecnología en maquinaria y mecanización hacia el pequeño productor	Alvaro Flores B.
15H30-15H45	Café	
15H45-16H45	Investigación en equipos de aplicación manual de plaguicidas	Laureano Guerrero J.
16H45-17H45	Audiovisuales sobre equipos agrícolas	.CIFEMA, Bolivia . Herrandina, Perú
JUEVES 6:		
08H00-17H00	Visita a parcelas de pequeños productores, usuarios de la tecnología de mecanización generada por el ICA.	
20H00-22H00	Grupos de discusión	
VIERNES 7:		
08H00-12H00	Visita a fabricantes de implementos agrícolas	
12H00-14H00	Almuerzo	
14H00-14H45	Evaluación final de los participantes	
14H45-16H30	Mesa redonda, discusión y acuerdos	
16H30-17H00	Evaluación del curso por los participantes	
18H00	Clausura	



CURSO CORTO

INVESTIGACION SOBRE MECANIZACION AGRICOLA PARA EL PEQUEÑO PRODUCTOR DE LEGUMINOSAS COMESTIBLES EN LA SUBREGION ANDINA

(Evento 3.1.14)
Pasto, Colombia. Octubre, 1988

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

GRUPOS DE DISCUSION

Día: Octubre 4 de 1988

Grupo 1:

- Temas:**
- a. Cuáles países no cuentan con una metodología de investigación sobre mecanización agrícola para pequeños agricultores?
 - b. Trazar compromisos bilaterales entre los países.

Integrantes: Fernando Aliaga, Bolivia
Jacinto Mejía, Colombia
Raúl Cabezas, Ecuador
Elmer Rojas, Perú
María E. Morros, Venezuela
Gabriel Campos, México (Presidente)
Laureano Guerrero, Colombia (Secretario-Relator)

Grupo 2:

- Temas:**
- a. En cuáles países está evolucionando la industria de la maquinaria agrícola en función de la investigación?
 - b. Comentarios de los países sobre dificultades encontradas en la comercialización y producción de los implementos investigados.
 - c. Trazar compromisos bilaterales entre los países.

Integrantes: Jaime Mendoza, Bolivia (Secretario-Relator)
Jorge Suescún, Colombia
Patricio Andrade, Ecuador
Juan Molina, Perú
Zulay Venero, Venezuela
Jorge Riquelme, Chile
Luis Restrepo, Colombia (Presidente)

Grupo 3:

- Temas:**
- a. En cuáles países se está afectando el suelo y el rendimiento de los cultivos por el mal uso de maquinaria agrícola?
 - b. Cuáles países no han evaluado las pérdidas de suelo agrícola en las zonas productoras de ladera?
 - c. Trazar compromisos bilaterales entre los países.

Integrantes: Marco Koriyama, Bolivia
Marino Rodríguez, Colombia (Presidente)
Juan Solano de la Sala, Ecuador
Valentín Tenorio, Perú
Eudin Méndez, Venezuela
Asela Rodríguez, Venezuela
Antonio Montaña, Bolivia

ACUERDOS Y CONCLUSIONES (Octubre 4)

Grupo 1:

Tema: Cuáles países no cuentan con una metodología de investigación sobre mecanización agrícola para pequeños productores?. Trazar compromisos bilaterales entre los países.

Metodología de investigación:

- . No existe una metodología clara y definida sobre investigación en mecanización agrícola en los siguientes países: Venezuela, Perú y Bolivia.
- . En el Ecuador, con asesoría externa (inglesa), se iniciaron trabajos sobre mecanización en el Departamento de Ingeniería del INIAP, pero no existe una metodología de investigación claramente definida.
- . En México y Colombia se tiene definida la metodología de investigación y se han priorizado las acciones a seguir.
- . En el caso colombiano, la metodología está establecida tanto para el pequeño productor como para el productor de gran empresa.

Compromisos bilaterales:

- . Intercambio de información escrita.

- . Intercambio de tecnología a nivel de planos e implementos.
- . Búsqueda de financiación para el intercambio de técnicos entre entidades de los diferentes países.
- . Intercambio de información sobre el avance de las investigaciones que se están realizando.

ACUERDOS Y CONCLUSIONES (Octubre 4)

Grupo 2:

Tema: En cuáles países está evolucionando la industria de maquinaria agrícola en función de la investigación?

- . En Perú y Bolivia no existe investigación estatal en esta materia y la industria existente trabaja unilateralmente sin apoyo de investigación.
- . Ecuador realiza investigación, pero no hay una industria a la que se pueda apoyar y liderar, salvo el caso del Convenio INIAP-SWISS CONTACT.
- . Los convenios del Gobierno Suizo con los gobiernos de Perú y Bolivia han permitido realizar investigación en desarrollo de prototipos y el establecimiento de industrias para la producción.
- . Colombia realiza investigación y apoya a la industria, la cual evoluciona parcialmente de acuerdo con los resultados de investigación.
- . En Chile hay un desarrollo de la investigación en mecanización agrícola para el pequeño productor y un entendimiento a nivel de convenio entre el sector público y el privado. Sin embargo, el sector de maquinaria motriz debería contar con un centro de pruebas oficial.
- . En cuanto a la mecanización con tractores en Venezuela, no hay un liderazgo de la investigación hacia esa industria. Se importa la totalidad de estos equipos y los estudios se orientan hacia su adaptación a diversas condiciones de operación. En cuanto a equipos de tracción animal, a pesar de haber prototipos y relaciones con la industria, no han sido lanzados masivamente por restricciones en la comercialización y crédito.

Comentarios de los países sobre dificultades encontradas en la comercialización y producción de los implementos agrícolas investigados:

- . En cuanto a producción de equipos, no existen en la mayoría de los países mayores restricciones en cuanto a la producción de los prototipos locales, pero en algunos casos si los hay para producir los equipos desarrollados en otros países.
- . La comercialización presenta las siguientes variantes: en Perú y Bolivia los costos de "comercialización" son parcialmente subsidiados por los respectivos proyectos. En el primero de los países, hay líneas de crédito de fomento; en Bolivia, este crédito no es siempre accesible al productor agrícola.
- . En Chile no hay crédito de fomento para el pequeño productor y la comercialización es responsabilidad del fabricante, lo cual origina un aumento en los costos finales del equipo.
- . Los países opinan que los costos de operación y las bajas rentabilidades de la producción agrícola, además de los costos por la dependencia tecnológica en la importación de equipos, provee una crisis que forzosamente nos llevará hacia un aumento de la tracción animal como fuente de mecanización.

Compromisos bilaterales entre los países:

- . Se propone que el IICA-PROCIANDINO lidere la edición de un directorio, en cuya publicación se condense información actualizada sobre los desarrollos de investigación en maquinaria agrícola existente en los países de América Latina. El compromiso de los países sería ajustar toda la información disponible para la edición de la publicación.
- . Que el IICA-PROCIANDINO propicie reuniones periódicas sobre tecnología apropiada en materia de mecanización agrícola con la participación de los países de América Latina.

**ACUERDOS Y CONCLUSIONES
(Octubre 4)**

Grupo 3:

Tema: En cuáles países se está afectando el suelo y el rendimiento de los cultivos por el mal uso de maquinaria?

Ecuador:

De acuerdo con el mapa de erosión de los suelos en el país, el 60% de los suelos está afectado por la erosión: erosión hídrica (20%), erosión eólica (20%), causas generadas por el hombre, fundamentalmente por el mal uso de maquinaria (20%), sumado a esto la mala distribución de las lluvias.

Las zonas erosionadas en las provincias de Pichincha y Chimborazo son las más afectadas en la Sierra, pudiéndose atribuir esta erosión al mal uso de la maquinaria agrícola. Sin embargo, la utilización de riego por gravedad, está siendo controlada por un instituto sin previa investigación con referencia a esto, dando lugar a un mal manejo del agua.

Venezuela:

En Venezuela se tiene conocimiento que los suelos se están afectando por diferentes factores tales como: lluvia, viento y mal uso de maquinaria, siendo este último el más preocupante, aunque no se tienen cifras de correlación con el factor de erosión.

En la zona de los Andes venezolanos, el pequeño productor continúa preparando los suelos con arado de palo y tracción animal. Últimamente, en las zonas de menor pendiente, están introduciendo maquinaria agrícola, pero incurren en la mala práctica de exceder el laboreo del suelo, llegando a pulverizarlo, destruyendo la estructura del mismo y permitiendo, de esta manera, la pérdida de la capa aprovechable.

En las zonas planas (Centro y Oriente de Venezuela), la preparación del suelo se hace usando maquinaria con alta capacidad de trabajo, pero siguiendo un recetario (1 pase de arado y 3 de rastra); sin embargo, no se toman en consideración las características propias de cada suelo, destruyendo de una forma bastante rápida las propiedades naturales del mismo. En estas condiciones, los costos de producción y los rendimientos de los diferentes cultivos se ven seriamente afectados, por lo cual diferentes organismos oficiales (entre ellos el FONAIAP), se han abocado a evaluar y determinar los mejores métodos de labranza en varias localidades y con diferentes cultivos.

Bolivia:

En general, sigue una mecanización intensiva con tractores agrícolas en las zonas del Altiplano. En el Departamento de Santa Cruz, como en otras regiones similares, se observan suelos erosionados causados por el mal uso de arados y rastras en el control de malezas. En la zona de los valles se presenta el mismo problema, sumado a esto la salinidad del suelo y la acidez con toxicidad de Aluminio. La erosión eólica en los valles del

Departamento de Tarijas es un problema serio, así también en las zonas tropicales. Problemas de erosión se observan también en algunas zonas bajo riego.

El Estado no tiene un programa de conservación y mantenimiento de suelos. Sin embargo, en la Universidad Mayor de San Simón de Cochabamba se ha introducido una nueva cátedra sobre tracción animal.

Perú:

No se tiene información en el país con relación a la erosión ocasionada por la mecanización agrícola; sin embargo, se observa un alto porcentaje de erosión. En la Sierra la erosión es agravada por el minifundio, ya que el agricultor realiza un sobrelaboreo y los surcos los hace en sentido de la pendiente.

Tema: Cuáles países no han evaluado las pérdidas de suelo agrícola en las zonas productoras de ladera?

Ecuador:

Los trabajos de evaluación de pérdidas del suelo se comenzaron desde 1978 en las provincias más importantes. Estas evaluaciones se han hecho aproximadamente en un 20% de las zonas.

En la zona de laderas, las pérdidas de suelo alcanzan de 30 a 100 t/año. La labranza mínima ha sido difundida como solución a estos problemas; sin embargo, el agricultor lo ha visto con apatía.

Venezuela:

La Universidad Central ha hecho evaluaciones de la erosión en suelos de ladera.

Se está trabajando en Venezuela a nivel de investigación sobre labranza mínima, tanto en zonas de ladera como en zonas planas.

Bolivia:

No se tiene información sobre trabajos específicos sobre el efecto de la erosión en los suelos. La labranza mínima es una buena alternativa para la conservación del suelo en muchas zonas.

Perú:

No se ha hecho una evaluación integral sobre los beneficios de la labranza mínima; solo algunos trabajos de conservación y manejo de suelos.

Los agricultores de zonas altas practican pocas labores, utilizando herramientas como la chakitacla o tirapié, pero desconocen el concepto de labranza mínima.

Tema: Trazar compromisos bilaterales entre los países.

Requerimiento por los países:

- . Tecnologías diversas sobre labranza de suelos.
- . Otras metodologías sobre labranza conservacionista del suelo.
- . Riego conservacionista. Tecnologías para riego en laderas.
- . Introducción de pequeños implementos de labranza apropiados para la conservación del suelo.
- . Intercambiar proyectos de trabajo.
- . Elaborar un protocolo de proyecto sobre sistemas de labranza y establecer a nivel de campo la primera etapa del proyecto, conjuntamente con técnicos del país asesor que pueda proporcionar la tecnología.
- . Medición de los parámetros físicos de los suelos y como influyen en la conservación de los mismos.
- . Intercambio de documentos de investigación (publicaciones, resultados, etc.).
- . Adiestramiento del personal técnico involucrado en programas de mecanización agrícola, conservación de suelos, explotación de cultivos en laderas y de programas de leguminosas comestibles.
- . Buscar financiamiento y recursos para la realización de investigación sobre mecanización agrícola y conservación de suelos.

Ofertas por los países:

- . Resultados de trabajos de conservación de suelos en Ecuador, Venezuela, Bolivia, Colombia, Chile y México.

- . Resultados de trabajos en Colombia sobre implementos mejorados para tracción animal, para labranza, siembra, cultivos. Asesoría sobre el manejo de equipos agrícolas.
- . Resultados en Chile sobre trabajos de tracción animal con cero labranza.
- . Resultados en México sobre sistemas de labranza con tracción animal.

GRUPOS DE DISCUSION

Día: Octubre 6 de 1988

Grupo 1:

Tema: Proposición de puntos de acción para establecer una red de investigación, capacitación y transmisión de tecnología sobre mecanización agrícola para el pequeño productor en América Latina.

Integrantes: Laureano Guerrero, Colombia
 Marco Koriyama, Bolivia
 Jorge Suescán, Colombia
 Patricio Andrade, Ecuador
 Valentín Tenorio, Perú
 Asela Rodríguez, Venezuela

Grupo 2:

Tema: Planes y compromisos para la organización de un II Curso sobre mecanización agrícola para pequeños agricultores en el ámbito de América Latina para 1990.

Integrantes: Marino Rodríguez, Colombia
 Jorge Riquelme, Chile
 Fernando Aliaga, Bolivia
 Jacinto Mejía, Colombia
 José Solano de la Sala, Ecuador
 Elmer Rojas, Perú
 María Elena Morros, Venezuela

Grupo 3:

Tema: Necesidades específicas y demanda de prototipos y planos de equipos por los países participantes en el curso.

Integrantes: Alvaro Flores, Colombia
Gabriel Campos, México
Jaime Mendoza, Bolivia
Raúl Cabezas, Ecuador
Juan Molina, Perú
Eudin Méndez, Venezuela
Zulay Venero, Venezuela
Antonio Montaña, Bolivia

ACUERDOS Y CONCLUSIONES
(Octubre 6)

Grupo 1:

Tema: Proposición de puntos de acción para establecer una red de investigación, capacitación y transferencia de tecnología para el pequeño productor de América Latina.

- . Que el IICA eleve una consulta con los respectivos institutos nacionales de investigación de cada país en relación a la conformación de una "red de investigación y comunicación sobre mecanización agrícola", considerando que todos tienen problemas comunes.

Se debe tomar en cuenta que ya ha habido un intento para conformar un Comité Internacional de Mecanización, el cual se realizó en México, en el Estado de Veracruz en 1986.

- . Cada país debe establecer previamente un marco orientador de su política de investigación en mecanización agrícola dentro de las necesidades del mismo, lo cual debe conducir a:
 - Justificación del por qué del programa y conformación de la red.
 - Establecer objetivos claros.
 - Definir la metodología.
 - Establecer las necesidades de recursos humanos, económicos y físicos.
- . Definir la línea de financiamiento de la red: alternativas:
 - JICA - Japón
 - GTZ - Alemania
 - Gobierno Suizo
 - Misión Británica
 - Gobierno Holanda

ACUERDOS Y DISCUSIONES
(Octubre 6)

Grupo 2:

Tema: Planes y compromisos para la organización de un II Curso sobre "Mecanización agrícola para pequeños agricultores en el ámbito de América Latina" para 1990.

- . El II Curso de mecanización agrícola debe ser dirigido hacia los extensionistas que trabajan con pequeños agricultores en ladera, sin dejar de lado a los investigadores que trabajan en el diseño de equipos apropiados o metodologías de labranza en esta área.
- . El curso debe estar bajo el marco del IICA-PROCIANDINO y coordinado por el Subprograma de Leguminosas de Grano, sin dejar de lado los cultivos que intervienen en la rotación como trigo, papa, etc.
- . Como alternativas de países candidatos para la realización de este próximo curso, se proponen:
 - Colombia: Por ser el país donde existe un grupo de trabajo organizado y es líder en el manejo de equipos agrícolas en laderas.
 - Ecuador: Por ser un país geográficamente central; además, esto podría incentivar la creación de un grupo de trabajo en el manejo de laderas.
 - Chile: También posee investigación en laderas y se podría fortalecer su programa de investigación. También incentivar la coordinación entre PROCIANDINO y PROCISUR.
- . Con relación al financiamiento de este curso, todos los asistentes deberían buscar, en sus propios países, la manera de cubrir los gastos que este demanda. También pedir cooperación y apoyo al IICA, BID, FAO, CIID, Gobierno Suizo, etc.
- . El temario de adiestramiento debe incluir:
 - Equipos apropiados para ladera, su operación y mantenimiento.
 - Manejo y cuidado de los animales de trabajo.
 - Normas de conservación de suelo y manejo de cultivos en pequeñas explotaciones de ladera.
 - Cálculos económicos de producción.

- Métodos de transferencia de tecnología para el pequeño agricultor.
- Experiencias significativas de países en la mecanización apropiada para cultivos en ladera.

ACUERDOS Y CONCLUSIONES
(Octubre 6)

Grupo 3:

Tema: Necesidades específicas y demanda de prototipos y planos de equipos por los países participantes en el curso.

Perú:

- . Solicita a México y Chile planos sobre sembradoras de labranza cero y mínima, respectivamente, y de equipos para la siembra en condiciones de ladera.

Venezuela:

- . Solicita a Colombia, México, Bolivia, Ecuador, Perú y Chile literatura sobre equipos para labranza mínima y sus aplicaciones.
- . Metodología de evaluación de equipos agrícolas a Colombia y otros países.
- . Resultados de trabajos sobre conservación de suelos.
- . Recomendaciones sobre el diagnóstico de necesidades.

Bolivia:

- . Pide la elaboración de un documento donde se incluya toda la tecnología generada en cada uno de los países participantes, esto es, un informe de la etapa en que se encuentra el proyecto y un informe de los prototipos finales.

Ecuador:

- . Pide a Perú el diseño y planos del prototipo de la trilladora de uso múltiple, fabricada en Cusco por Herrandina.

. Pide a Perú el diseño y planos del prototipo de la trilladora de uso múltiple, fabricada en Cusco por Herrandina.

. Solicita a Colombia el diseño y los planos de prototipos de las herramientas de labranza mínima desarrolladas por el ICA, como son:

- Arado reversible
- Rastrillo embisagrado
- Rastrillo de cuerpos rígidos
- Surcadora

Además, el diseño y los planos de la sembradora de papa desarrollada por el ICA.

. Pide a México el diseño y los planos de prototipos de sembradoras de granos de equipos de labranza mínima y la aspersora de plaguicidas.

. Solicita a Chile el diseño y los planos sobre el multicultor ICAT-INIA y sus accesorios como: arado, rastra, sembradora, rastra de 8 discos, aplicador de pesticidas, segadora.

MANEJO MECANIZADO DE SUELOS EN ZONAS DE LADERA

✓
Alvaro Flórez Basto *

INTRODUCCION

El reciente estudio sobre zonificación agroecológica de Colombia, realizado por los institutos IGAC e ICA, muestra que de una extensión total de 114.174.800 hectáreas, el 7.08% son tierras de ladera con potencial agrícola (8.082.583 ha). De estas, cerca de 7 millones tienen pendientes mayores del 25%, lo cual limita su posibilidad de ser mecanizadas mediante la utilización de tractores convencionales, puesto que su operación en forma segura está condicionada a áreas de menor pendiente.

Por otra parte, estas zonas de ladera se caracterizan por el predominio de minifundio y, particularmente, por la producción agrícola tradicional de alimentos de consumo directo como la papa, maíz, trigo y cebada, entre otros.

La mecanización de estas áreas es un problema bastante complejo, por las múltiples restricciones presentadas para la tecnificación de las diferentes labores que como la preparación del suelo, para el establecimiento del cultivo, requiere del uso de herramientas y maquinaria agrícola con características especiales para una adecuada adaptación a las severas exigencias de pendiente y baja potencia.

Tanto las condiciones socioeconómicas predominantes, como las de tipo natural, limitan considerablemente la utilización de la tecnología que ha sido diseñada y desarrollada para la explotación de cultivos de zonas planas.

En estas áreas, debido a la restricción en el uso de potencia mecánica (tractores, equipos autopropulsados), se ha generalizado la utilización de tracción animal (yunta de bueyes), como única fuente de potencia disponible por el agricultor para la ejecución de las labores agrícolas. Esto ha contribuido indudablemente al establecimiento de unos patrones de preparación del suelo muy rudimentarios, desventajosos desde el punto de vista económico, carentes de posibilidades para un manejo adecuado del suelo para conservación.

* Ingeniero Agrícola ICA-Tibaitatá, Bogotá, Colombia.

SISTEMAS TRADICIONALES DE PREPARACION DEL SUELO

La preparación del suelo en zonas de ladera se ha venido haciendo tradicionalmente con yunta de bueyes, mediante el empleo de aperos como el arado de chuzo, la rastra de pías y, en algunos casos, complementada manualmente con el azadón.

La labor de preparación del suelo, es uno de los factores poco estudiados en nuestro medio; no obstante, su importancia en el desarrollo y producción del cultivo, y lo más importante en el manejo y conservación del recurso suelo. Estas prácticas se han heredado de generación en generación y es muy poco lo que ha evolucionado con el tiempo, pues es así como el arado de chuzo traído a Colombia por los españoles, en la época de la conquista, sigue siendo una herramienta de uso generalizado, con muy pocas modificaciones por la gran mayoría de los agricultores de ladera.

La labor realizada por el arado de chuzo es básicamente de rayado, puesto que por su forma no logra voltear el suelo y la rigidez casi absoluta de su estructura no permite regular la profundidad de arada y el ancho de corte, que en el mejor de los casos no supera los 15 cm. El exceso de energía que requiere para su operación lo hace ineficiente frente a otros equipos y sistemas de fácil adopción.

La rastra de pías complementa la labor de desterronamiento, su trabajo es de rompimiento de terrones por impacto.

La preparación de suelos utilizando estos aperos, además de constituir un factor de incremento de los costos de explotación, debido a los bajos rendimientos de campo con ellos obtenidos, son agentes causantes de erosión cuyos signos son evidentes en buena parte del área agrícola de ladera en Colombia.

En general, los agricultores de ladera asocian equivocadamente la productividad del suelo con el número de operaciones de labranza, exagerando esta práctica en forma irracional. Como consecuencia, los suelos se han deteriorado rápidamente debido a la alteración de sus propiedades físicas y a la erosión causada por la acción de los implementos, la gravedad, por el agua y el viento, pues la intensidad del daño depende principalmente del número de operaciones de labranza, del tipo de implemento utilizado, de las características inherentes al suelo, como la estabilidad estructural, lo mismo que las condiciones de humedad en el momento de la realización de la labor.

Por otra parte, la acción mecánica de los implementos de labranza en ladera se constituyen en un agente causante de remoción y desplazamiento del suelo, debido al empuje ejercido sobre el cespedón en el sentido de la pendiente, cuyo efecto y acción rápida pueden en pocos años cambiar nocivamente el perfil del suelo.

La pérdida y deterioro del suelo productivo se hace aún más crítica por el uso de prácticas inadecuadas del cultivo, como el surcado en dirección de la pendiente y la quema de los residuos de la cosecha anterior. Estas prácticas las realizan por su facilidad para hacerlas o porque no disponen de equipos adecuados para la incorporación y la posterior descomposición de estos residuos.

Se estima que por el proceso de erosión se pierden anualmente en Colombia 170.000 hectáreas productivas, lo cual indica la importancia de este proceso y la necesidad de hacer un manejo racional de los suelos.

ALTERNATIVAS PARA MECANIZACION DE SUELOS DE LADERA

Ante el panorama descrito anteriormente, el Programa de Maquinaria Agrícola del ICA, ha venido adelantando una serie de trabajos tendientes a presentar alternativas de solución a los agricultores de ladera. Estos incluyen la evaluación de los sistemas de labranza tradicionales, desde el punto de vista de costos y efectos sobre los suelos y la producción de cultivos.

Como resultado de lo anterior, se ha encontrado que es posible reducir el número de operaciones de preparación en cultivos como papa, trigo, maíz, entre otros, sin que se afecte la producción de tales especies y, por el contrario, al disminuir el número de pases de los implementos, los costos ocasionados por la preparación disminuyen, permitiendo aumentar los ingresos totales de los agricultores.

Con el objeto de complementar la actividad de reducción de labranza, se detectaron las necesidades de mejoramiento de algunos de los aperos utilizados por el agricultor y el diseño y evaluación de nuevos implementos de preparación del suelo, para ser accionados con la misma tracción animal disponible por el agricultor que se adapten a las condiciones de pendiente en donde la preparación se realiza actualmente con yunta de bueyes.

La investigación en diseño ha permitido la construcción de nuevos equipos con mayor ancho de operación que los aperos convencionales y facilitado el estudio de nuevas prácticas de mecanización para el pequeño productor.

Los implementos de preparación para tracción animal diseñados y construidos por el Programa de Maquinaria Agrícola del ICA son los siguientes:

- Un nuevo arado de vertedera tipo reversible. Su objetivo principal es el cortar y voltear el suelo facilitando la incorporación y descomposición de residuos de cosechas anteriores. Está compuesto de dos elementos principales: una

barra portaherramienta, con una rueda de control de profundidad y el cuerpo del arado que se une al anterior mediante dos grapas.

- . En la estructura del cuerpo del arado se encuentra el mecanismo de graduación de profundidad y de volteo. El ancho de corte de este implemento es de 0.25 m y su profundidad de operación de 0.20 m.

Los rendimientos de campo pueden variar entre 2.000 y 2.500 m² por día. Tiene un peso de 40 kilos. Su principal ventaja frente al arado de chuzo es el volteo de la franja del suelo, lo cual facilita las labores posteriores de desterronamiento.

- . Rastrillo de discos de cuerpos rígidos. Ha sido diseñado para realizar las labores de desterronamiento y pulido de los suelos, necesario para efectuar una buena siembra. Está compuesto por una estructura rígida sobre la cual se fijan dos cuerpos de cuatro discos de 16" de diámetro. Los cuerpos van pivotados a la estructura en un extremo y sobre el otro se encuentra el sistema de graduación, mediante el cual puede variarse el ángulo que forman entre sí los dos cuerpos. Además, la estructura permite la colocación de peso adicional a fin de aumentar la penetración de los discos, dependiendo de las condiciones del terreno, la pendiente y la capacidad de tiro de la yunta.

El ancho de operación del implemento es de 1.25 m y su rendimiento varía entre 9.000 y 9.200 m² por día. Pesa 120 kg. Las ventajas de su utilización estriban en producir un buen desterronamiento e incorporación de residuos vegetales, semillas, así como su adaptación a pendientes pronunciadas.

- . Rastrillo de discos tipo embisagrado. Su finalidad es facilitar el desterronamiento de los bloques grandes compactos formados al ser volteado el suelo con el arado reversible. Está compuesto por dos cuerpos de discos de 16" de diámetro, los cuales están embisagrados en uno de sus extremos y en el otro unidos por medio de una barra con la cual se gradúa el ángulo formado entre ellos. El timón con el cual se une el yugo, va montado sobre una barra fija al cuerpo delantero y gira completamente libre, permitiendo al implemento acomodarse a las variaciones de pendiente de lote y limitando su posibilidad de volcamiento. El ancho de operación es de 1 m y su rendimiento varía entre 7.000 y 7.500 m² por día; pesa 200 kilos.

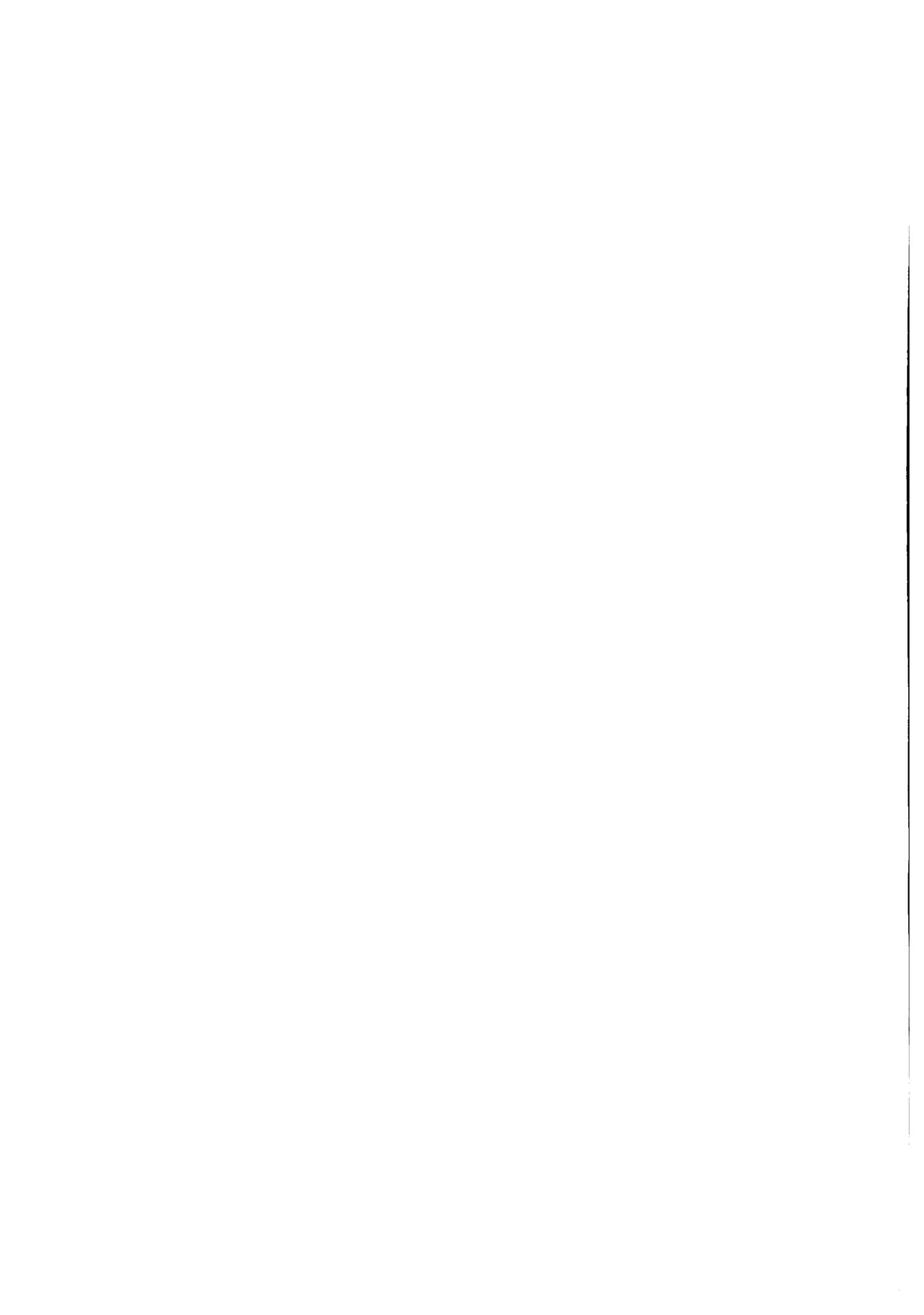
Puede ser usado con muy buenos resultados en labores de desterronamiento en lotes arados, en donde los bloques formados durante esta labor, requieren numerosos pases para reducir el tamaño de los terrones. En el caso de lotes provenientes de cultivos que impliquen la remoción del suelo

para cosecha, el rastrillo puede ser empleado como elemento único de preparación.

- . **Sembradora de cereales.** Ha sido diseñada con el objeto de realizar siembras uniformes en hileras y en la dosificación recomendada de cultivos como trigo, cebada y pastos. Está compuesta de una tolva, un sistema de dosificación de grano y un mecanismo basculante de transmisión. El anclaje se hace sobre el rastrillo de discos, cuyos cuerpos se encargan de incorporar y tapar la semilla. La dosificación de esta se hace variando la apertura de una compuerta colocada en la parte inferior de la tolva. Tiene un ancho de siembra de 1.08 m y una distancia entre surcos de 0.18 m; pesa 18 kilos. Permite dosificaciones entre 90 y 140 kg. por hectárea para trigo o cebada y hasta 30 kg. por hectárea para pasto Rye Grass.

Ventajas: La siembra de cereales en hilera y su incorporación y tapado con los discos de rastrillo, disminuye sensiblemente las pérdidas de semilla al hacer la siembra en forma convencional. El sistema origina un cultivo de germinación y emergencia uniforme.

- . **Surcadora.** Herramienta diseñada para ser montada en el cuerpo del arado reversible de forma que este sirva para un doble propósito. Consta de una reja o punta que le da penetración al conjunto y dos alas que desplazan hacia los lados la tierra movida, formando el surco. Como su nombre lo indica, se emplea en la apertura de surcos para la siembra de cultivos como papa y caña panelera, entre otros, o en la elaboración de pequeños drenajes para la conducción de agua de escorrentía de los lotes. Su uso reduce considerablemente el tiempo empleado en el surcado realizado corrientemente con azadón.



LA LABRANZA Y ALGUNAS PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO

Laureano Guerrero Jiménez *

INTRODUCCION

La preparación de suelos se inició con herramientas manuales rudimentarias de piedra y madera; siguió luego con arados de tracción animal hechos en madera y fue, posteriormente, evolucionando hacia nuevos implementos contruidos con metales. Con el advenimiento de la Revolución Industrial, se empezó el despegue de una etapa en la que, progresivamente, las máquinas e implementos agrícolas son cada vez más numerosos y especializados.

Este desarrollo ha dado origen a patrones mecanizados de producción agrícola de alta intensidad en el número de labores realizadas. Sin embargo, estos están siendo revisados a nivel mundial por razones de índole económica y técnica.

Es así como el encarecimiento de los combustibles y la maquinaria, el deterioro productivo de los suelos agrícolas, la necesidad de reducir las tasas de pérdida de agua de suelo o de manejar integralmente los problemas de malezas, han contribuido a racionalizar las prácticas de labranza y a investigar nuevas alternativas entre las que se encuentran las conocidas como "labranza de conservación".

En este artículo se tratarán algunos de los problemas que han conducido a revisar los patrones de labranza como también parte de las alternativas de solución que se vienen investigando.

NATURALEZA DEL PROBLEMA

Cada suelo con su composición característica de sólidos, aire, agua y bioorganismos, conforma, en términos físicos, una estructura cuya resistencia a la deformación o al rompimiento depende de la naturaleza y relación de sus componentes y del tipo de cargas y acciones a las cuales sea sometida.

La labranza produce una modificación artificial de la disposición natural de los sólidos del suelo y, en consecuencia,

* Director Nacional Programa Maquinaria Agrícola ICA, Colombia.

una alteración del espacio poroso que existe entre ellos. Cuando esta alteración consecutiva es excesiva, perjudica la estructura y reduce el espacio poroso con consecuencias negativas para la producción de cultivos.

PERDIDA DE ESPACIO POROSO

Es bien sabido que el espacio poroso total es el responsable de la circulación y almacenamiento de agua y del intercambio gaseoso, requisitos necesarios para que las semillas, raíces y otros organismos biológicos puedan realizar sus funciones vitales.

Durante la preparación convencional de suelos agrícolas, se rompe el conjunto estructural inicial y se degrada, según la intensidad de las prácticas que se realicen, para dar origen a una condición de porosidad artificial aparentemente buena, que desaparece rápidamente por el reacondicionamiento y reagrupación de las partículas producida por las lluvias, el riego y el tráfico.

En suelos excesivamente fraccionados o pulverizados por la acción intensa de arados y rastrillos, ocurre una reducción de macroporos durante el reacondicionamiento de partículas y, con frecuencia, se forman sellos superficiales o pequeñas capas endurecidas a escasa profundidad, que constituyen barreras físicas para el intercambio gaseoso, la penetración de agua y raíces o la emergencia de las plántulas. Esta situación, además, favorece la escorrentia y aumenta la erosión laminar.

Pereira de Souza (7) parece interpretar la anterior situación, cuando afirma que las características físicas del suelo son modificadas de acuerdo al sistema de manejo al que haya sido sometido.

Ayudan a sustentar los planteamientos hechos, resultados como los reportados por Iggo (2), que al comparar un sistema de labranza reducida frente al convencional, encontró diferencias de porosidad del 4.2% y el 1.5% a favor del sistema de labranza reducida, para las profundidades de 0-10 cm y 20-30 cm, respectivamente.

Conviene recordar que una preparación intensa conlleva un elevado número de pases del tractor, cuyo peso es una carga que debe soportar la estructura y su efecto se transmite a través del perfil ocasionando compactación en horizontes inferiores.

En no pocas veces la acción de corte y derrape de los implementos de labranza acaban formando con el tiempo los denominados pisos de arado o de rastra, que son barreras ocultas

que ocasionan restricciones para el normal desarrollo de las plantas.

A estos tipos de problemas parece aludir Malagón (4) como cuando expresa que la compactación, el menor número de poros y el mayor contenido de humedad, conducen a condiciones anaeróbicas, especialmente en suelos pesados.

La acción de la labranza produce, en todo momento, la alteración de la condición estructural presente y conduce a un mejoramiento temporal de las condiciones de aireación del suelo removido, pero generalmente, acaba con un balance negativo al finalizar el ciclo del cultivo.

En Colombia, la preparación de suelos rara vez se practica en función del tipo de suelo y del cultivo a sembrar y, con frecuencia, se realiza más con propósitos de controlar malezas o incorporar residuos vegetales para facilitar el trabajo de sembradoras con patín abresurco, tecnología que obliga a excesos de desterronamiento para poder realizar la siembra, sin que ello reporte incrementos de producción y, en cambio, encarece la preparación y perjudica la estructura.

Algunas recomendaciones de intensa preparación, previa a la aplicación de ciertos agroquímicos, para que funcione bien, vienen causando serios daños al suelo. Otro tanto ocurre con la práctica del fanguero en la producción de arroz, en donde se está sacrificando la estructura para sellar el suelo en aras de aborrar agua.

Para enriquecer un poco más estos comentarios, en el Cuadro 1 se muestra el efecto de cinco sistemas de labranza y control de malezas sobre el desarrollo de un cultivo de algodón.

El análisis del cuadro nos permite apreciar como la mayor preparación (testigo) no influyó en el desarrollo aéreo ni subterráneo ni de las plantas, tampoco en la producción; sin embargo, tuvo el mayor costo en este caso.

Esta información corresponde al primer semestre de 1985 y la investigación está planeada a cinco años, para diferentes cultivos, manteniendo los tratamientos de labranza en las mismas parcelas.

EL COMPORTAMIENTO DE LA HUMEDAD DEL SUELO

Cuando se evalúan diferentes sistemas de labranza, se presenta una tendencia generalizada a encontrarse mayores contenidos de humedad bajo los sistemas que ocasionan menor disturbación del suelo. En otras palabras, bajo estos sistemas, los cultivos disponen de mayor humedad durante su ciclo

Cuadro 1. Desarrollo del algodnero (Gossica N-23) bajo diferentes sistemas de labranza.
CRI Nataima, ICA. 85-A.

Sistemas de labranza	Altura de planta (cm)		Profundidad radicular (cm)	
	30 días	60 días	30 días	60 días
Testigo (convencional)	17.8	79.6	11.8	17.0
Sin labranza y cultivadas tempranas	20.4	84.4	11.2	15.0
Sin labranza y cultivadas tardías	19.8	71.0	9.6	12.6
Preparación de fajas de terreno	18.0	66.2	11.6	13.2
Sin labranza y cincelada previa	18.4	77.6	10.4	13.8

En todos los tratamientos en que hubo preparación del suelo, se hicieron cultivadas tempranas.

vegetativo y este efecto es especialmente notorio durante los periodos de sequía.

Si se indaga por las razones de este comportamiento, se encuentra que una de las causas más relevantes es la reducción de la tasa de evaporación, debida al efecto de los residuos superficiales y a la disminución del área de suelo expuesta al ambiente, por su menor desagregación.

Cuando se analizan las curvas de retención de humedad correspondientes a varios sistemas de labranza, se encuentra que para los tratamientos de mayor intensidad de esta, las curvas tienden a volverse axintóticas a bajos valores de tensión. Esto significa que el punto de marchitez permanente, teórico de 15 bares, en la realidad se desplaza hacia valores muy inferiores de tensión. Esto guarda relación con la pérdida de macroporos ya analizada y explica porqué pocos días después de haber llovido o haberse regado el cultivo presenta síntomas de estrés de humedad.

En cultivos bajo riego se aumenta la frecuencia de aplicación de este insumo.

Caso contrario viene ocurriendo con la reducción de labranza que disminuye la formación de sellos superficiales y favorece la acumulación de residuos que reducen la velocidad de escorrentia y el arrastre de suelo, a la vez que permite mayores volúmenes de infiltración acumulada.

Por las anteriores razones, es corriente observar en los lotes de investigación, que los cultivos bajo sistemas de labranza reducida o cero son generalmente más desarrollados y vigorosos que los de los sistemas convencionales, a pesar de que los suelos tengan contenidos similares de nutrientes. Las diferencias obedecen a mayor disponibilidad de agua y espacio poroso, factores que permiten a la planta una mayor eficiencia en el uso de los nutrientes y la energía. En las leguminosas, además, favorecen la formación de nódulos, ver Cuadro 2.

Moldenhauer (5) corrobora los anteriores análisis cuando afirma que la siembra sin labranza ha venido incrementando la productividad en los Estados Unidos, debido especialmente a los mayores contenidos de humedad y a la mayor eficiencia en el uso de ella.

Para una mayor ilustración de este tema, se incluyen las figuras 1 y 2 que presentan el comportamiento de la humedad para el tercero y sexto años de una investigación continua sobre evaluación de tres sistemas de labranza en el CNI Tibaitatá del ICA, en Mosquera, Cundinamarca.

Las muestras se han tomado para dos estratos de la capa arable: 0 - 15 cm y 15 - 30 cm de profundidad.

Cuadro 2. Efecto de tres sistemas de labranza sobre la nodulación en plantas de tres variedades de frijol arbustivo en diferentes épocas de evaluación*.

Labranza	Número promedio de nódulos en plantas de frijol							
	A la aparición de hojas trifoliadas		A la floración					
	Antioquia 8	Frijolica	D. Andino	Promedio	Antioquia 8	Frijolica	D. Andino	Promedio
Convencional	26,56	35,40	42,35	34,77	115,20	107,50	123,65	115,55
Reducida	31,75	32,15	34,94	32,95	169,25	106,48	168,25	147,99
Cero	35,68	30,13	46,52	37,43	166,25	187,75	229,75	194,58
Promedio	31,31	32,56	41,27		150,33	133,91	173,88	

* Promedio de cuatro replicaciones.

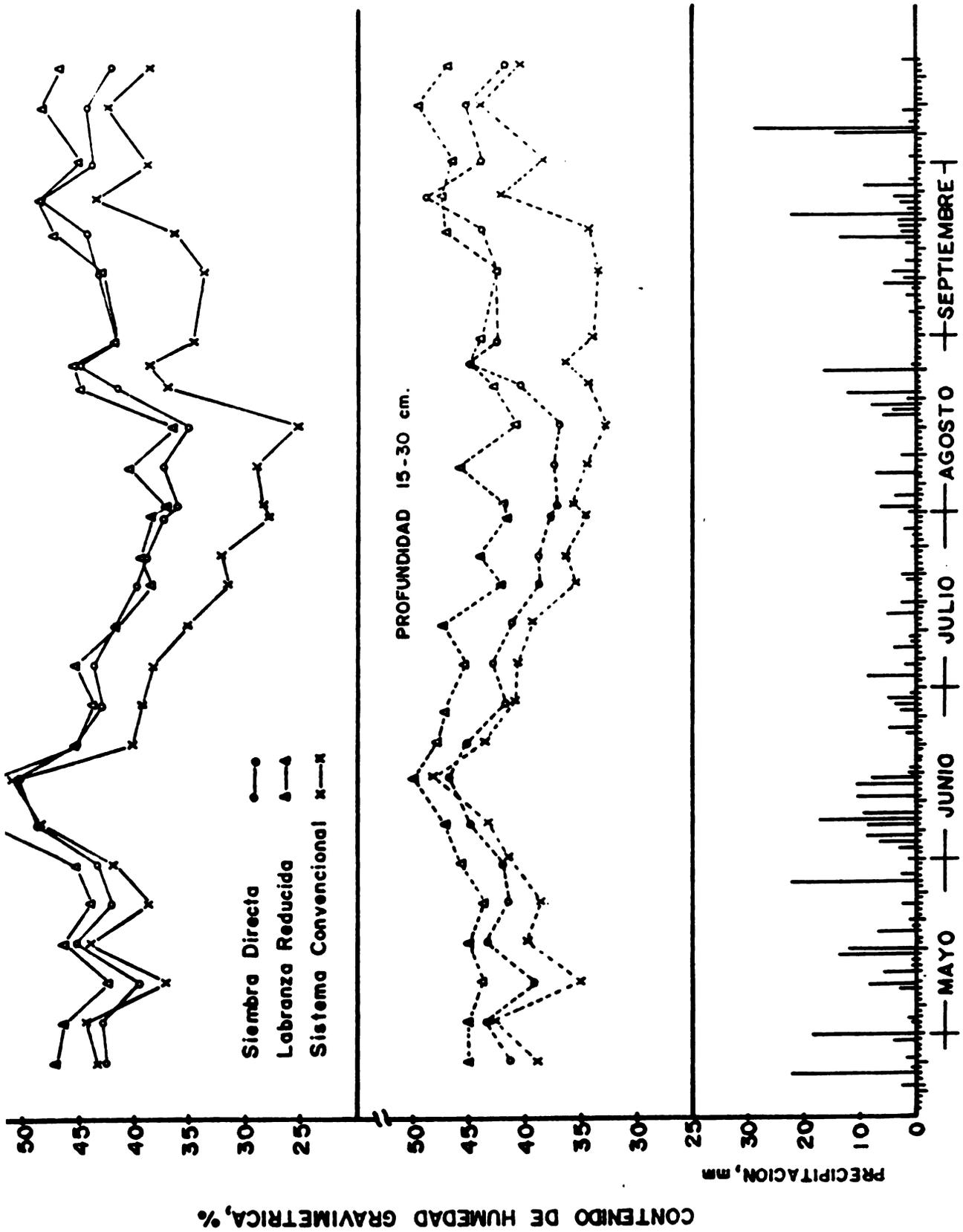


Figura 1. Variación del contenido de humedad bajo tres sistemas de labranza durante el período vegetativo. Maíz H-556 Tibaitatá 84 A.

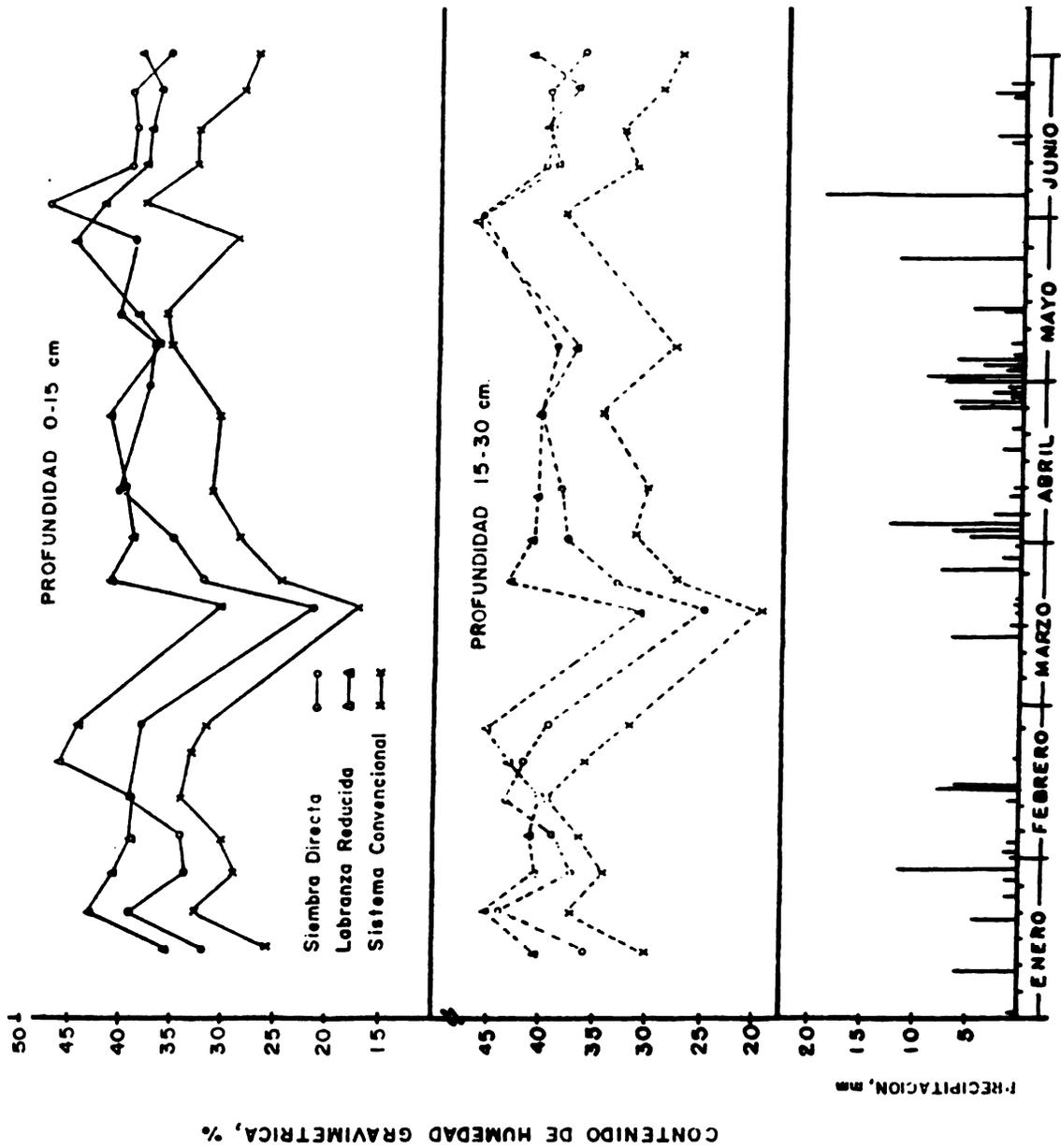


Figura 2. Variación del contenido de humedad bajo tres sistemas de labranza durante el período vegetativo. Mafz H. 556 Tibaitata 87 A.

La tendencia registrada en las figuras ha sido iterativa en cada uno de los ocho años que lleva el estudio actualmente.

Al comparar los histogramas de precipitación con las curvas de humedad del suelo, se aprecia que bajo el sistema convencional de labranza, se pierde humedad en mayor cantidad y más rápidamente, durante las épocas secas. Esto ha repercutido en el desarrollo de los cultivos y en la producción de los mismos.

LAS PERDIDAS DE SUELO

Una conservación integral del suelo debe propender por el mantenimiento o mejoramiento de las características químicas, físicas y biológicas de este. No siempre la labranza contribuye con este propósito.

Durante la preparación bajo los sistemas convencionales intensivos se remueven grandes volúmenes de suelo, se deja la superficie mullida y sin cobertura, lo cual facilita la acción de agentes erosivos como el viento o el agua. En nuestro país, la acción nociva de estos agentes se ve favorecida, pues los suelos se preparan convencionalmente al final de la temporada de verano para sembrar al iniciar las lluvias. Así, las mayores precipitaciones ocurren cuando el suelo está suelto y sin cobertura. En estas condiciones, no solo se pierden grandes cantidades de suelo, sino también buena parte de los insumos como son los fertilizantes, los herbicidas y las semillas.

Estos problemas de la labranza convencional deben servirnos de fundamento para adoptar los sistemas de conservación y profundizar en la investigación y perfeccionamiento de los mismos, de acuerdo a nuestras necesidades.

Investigadores como Moldenhauer y otros (5) consideran la siembra sin labranza como el sistema más efectivo para reducir el control de erosión en los suelos agrícolas.

En Colombia, y en general en las laderas de la región andina, se produce un tipo de erosión mecánica, de magnitud ya preocupante, ocasionada principalmente por los arados de vertedera de tracción animal que desplazan el prisma de suelo cortado en el sentido de la pendiente, de tal suerte que al repetirse esta acción durante varios años, la capa arable sufre un desplazamiento de las partes altas hacia las bajas, dando lugar a la formación de taludes y al afloramiento de horizontes aún no aptos para la producción. Esto no es otra cosa que la reducción del espacio productivo de los pequeños agricultores que se ubican en las vertientes de nuestras cordilleras.

El desconocimiento y la falta de precaución en el uso de implementos contribuye al proceso erosivo de los suelos en los sistemas convencionales de labranza. Es así como las huellas de

arados, rastrillos y llantas orientadas en el sentido de la pendiente, así esta sea suave, constituyen canalículos que favorecen la concentración de aguas y el arrastre de material. Cuando se orientan a través de la pendiente se constituyen en pequeños diques que ayudan a contener el arrastre de sólidos.

En el Cuadro 3 se presentan las pérdidas de suelo y agua para cinco sistemas de labranza en un lapso de cinco años.

El tratamiento a base de rastrillo de discos presentó las mayores pérdidas de suelo, a pesar de la resistencia que esta presenta a la erosión por su origen volcánico y aunque en el área del Municipio de Obonuco, Nariño, el 84% de los aguaceros ocurridos en el lapso reportado, estuvieron en el rango de 0 a 5 mm/h, un valor muy por debajo del límite crítico del potencial erosivo de un aguacero.

Los rastrillos de discos usados consecutivamente como únicos implementos de preparación forman los llamados pisos de rastra, capas endurecidas a poca profundidad que restringen la infiltración, aumentan la escorrentía y el arrastre de suelo. Esto no significa que se deba prescindir de estos implementos, sino que es necesario planear su uso y manejo.

LAS ALTERNATIVAS DE LABRANZA

Lo ideal sería que con base en el conocimiento de la especie a sembrar y del terreno a ser preparado, se escogiera el tratamiento de labranza y el respectivo implemento. Así lo plantean también Buckman y Brady (1) al considerar que la labranza óptima consiste en hacer -solamente- las labores necesarias para lograr una cosecha de alto rendimiento. Cada agricultor puede, por lo tanto, ajustar sus propias necesidades a las características del terreno, a los requerimientos de la cosecha y a sus propios medios.

No siempre es posible usar estos criterios, algunas veces el mercado de implementos es demasiado restringido; en otras oportunidades ya se tiene hecha una inversión alta, en equipos. Pero lo que sí se puede es racionalizar el uso de la maquinaria disponible.

El solo hecho de existir varios tipos de arados y rastrillos diferentes por sus principios de acción sobre el suelo, crea la posibilidad de numerosas alternativas y combinaciones, para preparar una cama de semillas. Si a lo anterior se adiciona la existencia de máquinas para siembras en suelos no preparados y la posibilidad de rotación o alternación de los sistemas, se aumenta aún más la gama de posibilidades de labranza, pudiéndose para

Cuadro 3. Pérdidas de agua y suelo bajo diferentes sistemas de labranza durante 5 años. CRI-Obonuco. ICA. (8).

Sistema de labranza	Agua L/ha	Suelo kg/ha
3 Av + 3 Rp	77.240	1.225
1 Av + 2 R	66.705	1.060
1 Ach+ 2 R	76.570	1.120
1 Av + 2 R	73.155	1.066
3 R	77.941	5.086
Total	371.611	5.55

Av = Arado de vertedera
Ach = Arado de chuzo

Rp = Rastra de púas
R = Rastrillo de discos

cada caso determinar la más apropiada, tanto desde los puntos de vista económico y de producción, como de conservación de suelos.

De acuerdo con los planteamientos anteriores, existe una gran variedad de opciones para la formación de una cama de semillas, pero la que se seleccione deberá ser viable técnica y económicamente y con énfasis en la conservación del suelo, pues el deterioro progresivo de este afecta la productividad y la rentabilidad a mediano y largo plazo.

De forma genérica se clasifican los sistemas de preparación de suelos bajo las modalidades de convencionales, de labranza reducida y de labranza cero. A estas dos últimas también se le denomina sistemas de labranza de conservación.

En las convencionales, la preparación se basa en el empleo de arado y rastrillos o de rastras pesadas que sustituyen el arado y en ambos casos se deja el suelo mullido y la superficie limpia y pulida.

En la labranza reducida se presentan numerosas variantes, pero en todas se busca dejar, al menos, parte de los residuos sobre la superficie y dar solo el número necesario de pases de implementos para no compactar el suelo ni desagregarlo en forma exagerada. Queda así una superficie rogusa y con residuos que requiere el empleo de sembradoras aptas para trabajar bajo estas condiciones, pero que a su vez es menos susceptible al encostramiento y a la erosión.

En la siembra sin labranza o labranza cero no se emplean arados ni rastrillos. Es en esencia la modernización de la siembra a chuzo en donde el control de malezas no se hace con fuego, sino con herbicidas y en lugar del chuzo se emplea una sembradora especializada que funciona bien en suelos no disturbados previamente.

Sobre esta última alternativa, Nowak (6) expresa que extensionistas e investigadores en conservación de suelos concuerdan en que la siembra sin labranza tiene un gran potencial para ahorrar suelo, combustible y trabajo.

Los defensores de los sistemas de labranza de conservación argumentan, entre otras, las siguientes ventajas:

- . Menor consumo de energía.
- . Reducción de la erosión y compactación del suelo.
- . Disminución de la escorrentía y de la tasa de evaporación.
- . Menor requerimiento de maquinaria.
- . Iguales o mayores niveles de productividad.

. Generación de nuevas alternativas de manejo del suelo y las malezas.

Los sistemas de conservación permiten reducir el daño a las características físicas de los suelos y en algunos casos mantener tales características o contribuir paulatinamente a mejorarlas, pero en ningún momento son la panacea que permita "milagrosamente" recuperar suelos ya deteriorados por prácticas equivocadas de labranza.

El empleo de la siembra sin labranza en suelos en los que ya se han formado artificialmente capas endurecidas, exige la destrucción previa de tales capas con arados de cinceles o subsoladores, según la profundidad a que estas se encuentren.

La realidad es que la labranza de conservación es una estrategia amplia y compleja que requiere de abundante investigación y ajustes en su aplicación; se necesita asistencia técnica al agricultor en la etapa inicial, pero que adquiera una serie de conocimientos, evite errores y tenga claridad sobre los fines perseguidos con tal innovación.

Los cuadros 4 y 5 muestran el comportamiento de la producción en investigaciones sobre labranza realizadas en el CRI Nataima del ICA en Espinal, Tolima y en el CNI Tibaitatá del ICA en Mosquera, Cundinamarca.

Obsérvese para el caso de Nataima, Cuadro 4, como la producción es más estable bajo los sistemas de labranza reducida y directa o cero. Es que la mayor disponibilidad de humedad y la mayor eficiencia en el uso de esta bajo estos sistemas, actúa como amortiguador en los periodos críticos de verano, evitando o reduciendo el efecto de estrés de humedad.

En el Cuadro 5 se puede observar como la producción ha sido mayor en los sistemas de labranza de conservación. Los tratamientos se han conservado año tras año en las mismas parcelas. El cultivo no ha tenido riego.

LA LABRANZA Y LA RENTABILIDAD DE LAS COSECHAS

Las técnicas de labranza de conservación, como parte del manejo de los suelos agrícolas, contribuyen a mantenerlos productivos, a reducir en ocasiones los costos y a mantener o elevar la rentabilidad de los productores.

Sería extenso reportar la información que existe al respecto procedente de diferentes países. Para ilustración se presentan los cuadros 6 y 7, donde se detallan los costos, la producción de maíz para forraje en el CNI Tibaitatá en 1984, bajo los sistemas de labranza convencional y cero. Las rentabilidades respectivas

Cuadro 4. Producción por hectárea de soya y sorgo en el CRI-Nataima, Espinal Tolima, bajo diferentes sistemas de labranza.

Sistema de labranza	Soya, 1983* kg/ha	Sorgo 1983* kg/ha	Soya 1984** kg/ha
Convencional I	2277	5937	1526
Convencional II	1927	5159	2078
Labranza reducida	1745	4909	1778
Siembra directa	1775	5933	1802

Cultivos con riego.

* Estimada con base en la cosecha obtenida en parcelas experimentadas.

** Lotes cosechados con combinadas.

Cuadro 5. Producción de forraje (ton/ha) de maíz ICA H 556, bajo tres sistemas de labranza. CNI-Tibaitatá.

Sistema de labranza	1983	A ñ o s		
		1984	1986	1987
Labranza cero	42	43.1	39.6	34.7
Labranza reducida	23	44	--	21.5
Convencional	23	33	23.5	18.9

* En 1985 las heladas destruyeron el cultivo.

Cuadro 6. Costos de producción por hectárea, semestre 84A. Sistema de siembra sin labranza - maíz para forraje.

Labores	Jornales		Horas máquina		Materiales		Total
	No.	Subt. Costo Unit.	No.	Subt. Costo Unit.	Cant.	Subt. Costo Unit.	
COSTOS DIRECTOS							
Herbicides presiembra + aplicación	2	400 800	0.5	1000 500	Glifosato 1 gl.	6600 6600	7900
Siembra	2	400 800	1.5	1000 1500	Maíz H556 25 kg	90 2250	4550
Herbicide preemergente	1	400 400	0.5	1000 500	Atrazina 2,5kg	420 1050	1550
Fertilización	1	400 400	0.5	1000 500	Fert.compuesto 180 kg	30 5400	6300
Cultivada y desyerba	8	400 3200	2	1000 2000			5200
Insecticida	1	400 400	0.5	100 500	Carbaril 1 kg	850 850	1750
Recolección choclo	30	400 12000			Empaque 300	60 18000	30000
Picado-transp.forraje	3	400 1200	9	1500 13500			14700
A. total costos directos	47	400 18800	14.5	19000		34150	71950

COSTOS INDIRECTOS	
Arrendamiento	6000
Intereses 11% A	7915
Administración 2% A	1439
Imprevistos 10% A	7195
Asistencia técnica	<u>1000</u>
B. Total costos indirectos	\$23549

C. Costos totales (A+B): \$95499
D. Producción: 300 bultos choclo/ha - 43 ton. forraje/ha
E. Precio de venta: \$300 bulto choclo = \$90000
\$1000 ton. forraje = \$43000
F. Ingresos brutos: (DxE): \$133000
G. Ingresos netos: (F-C): \$133000 - 95499 = \$ 37501
H. Rentabilidad: (G/H): 39.3%

Cuadro 7. Costos de producción por hectárea - Semestre 84 A. Sistema convencional - maíz para forraje.

Labores	Jornales		Horas máquina		Clase	Materiales		Total
	No.	Costo unit.	No.	Costo unit.		Cant.	Costo unit.	
COSTOS DIRECTOS								
Preparación de tierra			6	1000				6000
Siembra	1	400	1	1000	Maíz H556	20 kg	90	3200
Herbicida preemergente			0.5	1000	Atrazina	2.5kg	420	1550
Fertilización	1	400	0.5	1000	Fert.compuesto	180 kg	30	6300
Desyerba (1)	14	400		5600				5600
Cultivada			1	1000				1000
Insecticida	1	400	0.5	1000	Carbaril	1 kg	850	1750
Recolección choclo	24	400		9600	Empaque	240	60	24000
Picado-transp.forraje	2	400	8	1500				12800
A. total costos directos	43	400	17.5	17200				21500

COSTOS INDIRECTOS

Arrendamiento	6000							
Intereses 11% A/SEM	6842							
Administración 2% A	1244							
Imprevistos 10% A	6220							
Asistencia técnica	<u>800</u>							
B. total costos indirectos	\$21106							

C. Costos totales (A+B): \$83306

D. Producción: 240 bultos choclo/ha - 33 ton. forraje/ha

E. Precio de venta: \$300 bulto choclo = \$72000

\$1000 ton. forraje = \$33000

F. Ingresos brutos: (DxE): \$105000

G. Ingresos Netos: (F-C): \$105000 - 83306 = \$21694

H. Rentabilidad: (G/C) 26%

fueron de 26% y 39%. Los mayores costos totales bajo el sistema de labranza cero obedecieron a la recolección y empaque de la mayor producción obtenida.

El Cuadro 8 presenta el costo por mecanización imputable a cada kilogramo de papa producido bajo 5 sistemas de labranza, en el Centro Regional de Investigaciones San Jorge del ICA en Soacha, Cundinamarca. El tratamiento 1 es el usado por el agricultor, los otros cuatro son tratamientos de labranza reducida. Obsérvese que con cualquiera de estos se incurre en menos costos que en el convencional.

En otras palabras, los sistemas de labranza de conservación son un buen negocio para el productor actual y contribuyen a asegurarle el futuro a las generaciones venideras.

RECONOCIMIENTO EN EL CAMPO DE PROBLEMAS OCASIONADOS POR LAS PRACTICAS DE LABRANZA

A continuación se indican algunas formas prácticas para reconocer el problema. No se incluyen aquí aquellas formas de reconocimiento y cuantificación que exigen análisis de laboratorio e interpretación de estos:

- . El suelo pierde su capacidad de almacenamiento de agua y aire. El cultivo presenta síntomas de deficiencia de agua, a pesar de haber llovido pocos días antes.
- . La raíz principal de las dicotiledóneas, que crece verticalmente hacia abajo, se curva y presenta un crecimiento lateral. En ocasiones sufre bifurcación. En general, el volumen de raíces se reduce en todas las especies restringiéndose la nutrición de las plantas a una pequeña capa superficial de suelo.
- . Al adicionar lentamente gotas de agua sobre un terrón se desagrega con gran facilidad formando una masa sin estructura. Los terrones no tienen estabilidad ni capacidad porosa para almacenar el agua o dejarla circular por su interior.
- . En las plantas se pueden manifestar deficiencias de algunos nutrientes que, aunque estando en el suelo, no son disponibles para el cultivo, bien por falta de agua u oxígeno o porque las capas endurecidas no le permiten a las raíces llegar hasta ellos.
- . Al realizar una calicata y observarla detenidamente, se puede apreciar una o más capas endurecidas, encontrándose muchas veces la primera a profundidades no mayores de 10 cm. La mayoría de las raíces se encuentran por encima de la

Cuadro 8. Costos por mecanización para la producción de cada kilogramo de papa bajo diferentes sistemas de labranza usando tracción animal. CRI San Jorge, Soacha, Cundinamarca.

Sistemas de labranza	Promedio en pesos col/kilogramo en las 5 cosechas				Promedio General \$ pesos col	P. Duncan Grupos *
	82 - A	82 - B	83 - A	83 - B		
1	0,8486	0,4217	0,5298	0,5911	1,1573	A
2	0,7299	0,3302	0,4395	-----	0,8781	B
3	0,5014	0,2963	0,3866	0,5134	0,7728	B
4	0,5202	0,3254	0,4144	0,4349	0,7950	B
5	0,4712	0,3366	0,4189	0,4915	0,9252	B

* Diferencias significativas al nivel del 5%

NOTA: Los costos están expresados en pesos colombianos del respectivo semestre.

primera capa endurecida. Estas capas presentan alta resistencia a la penetración de elementos cortantes o punzantes y al depositar agua en su superficie la infiltración es muy lenta.

- . Los cultivos sembrados en suelos con los problemas descritos tienden a florecer y presentar maduración prematura y su desarrollo se restringe.
- . Cuando en suelos con este tipo de problemas se siembran pastos, es frecuente que los animales lo arranquen con el pisoteo o al comer.
- . Se aumenta el volcamiento de los cultivos.
- . En suelos salinos o sódicos el deterioro mecánico de estos contribuye a agravar el problema facilitando la afloración de parches.
- . La productividad del suelo se reduce a pesar del uso de otro tipo de tecnologías agronómicas.

ALGUNAS CAUSAS DEL PROBLEMA

- . Uso inadecuado de implementos y prácticas de labranza por desconocimiento de la existencia de otras alternativas o por restricciones para obtenerlas en el mercado local.
- . Falta de mayor investigación y transferencia de tecnología sobre el tema. Desconocimiento generalizado de la importancia que tiene la parte física del suelo para que la parte química y biológica puedan cumplir sus funciones.
- . Indolencia frente a la destrucción de los recursos naturales. En terrenos arrendados quien los explota rara vez tiene interés para conservar los suelos.
- . Recomendaciones de abundante preparación para que funcionen bien algunos agroquímicos.
- . Preparación de terrenos por fanguero.
- . Utilización de sembradoras con abresurcos tipo patin, mecanismo que solo opera bien en suelos sueltos y sin residuos superficiales.

RECOMENDACIONES

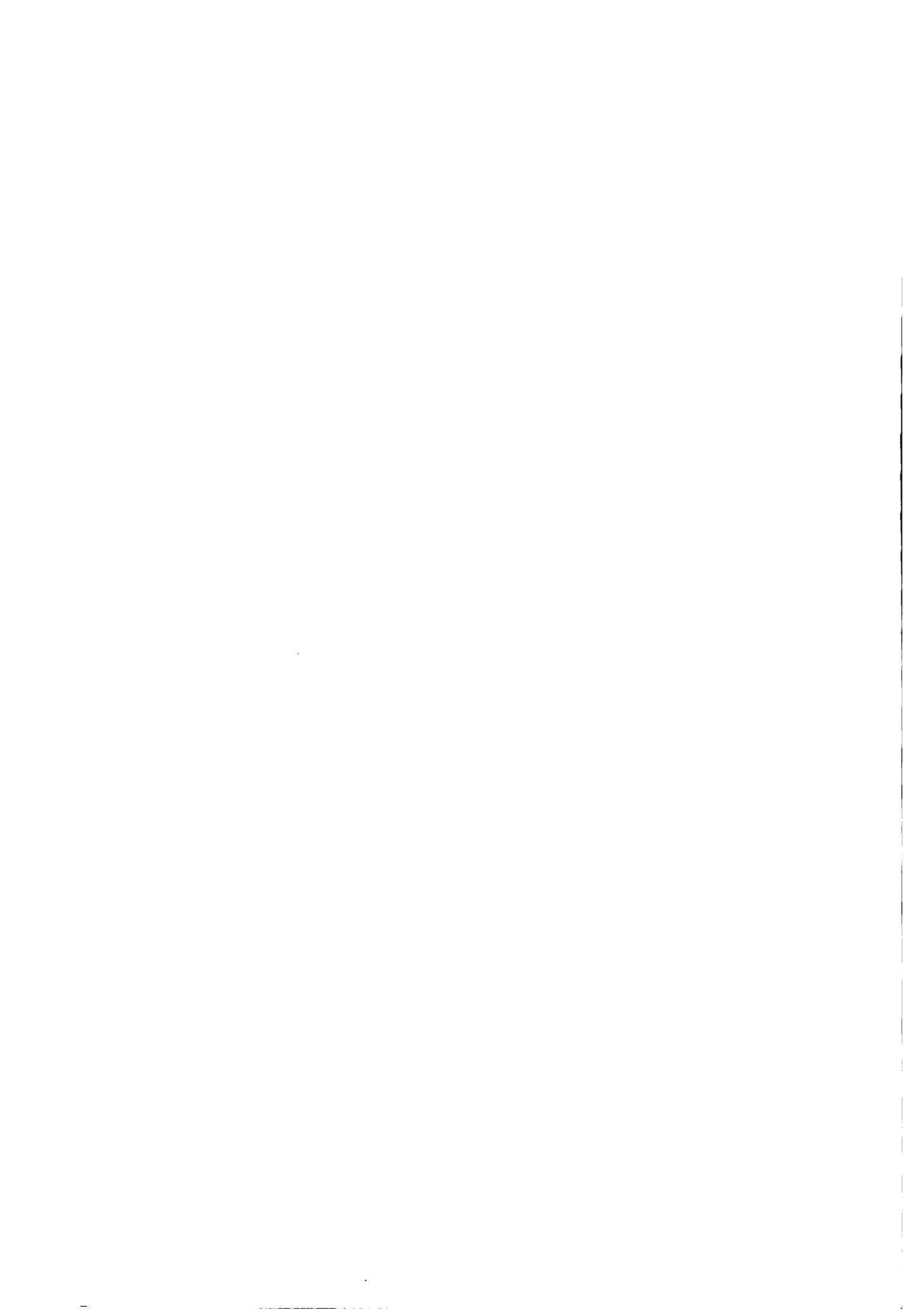
- . Si sus suelos aún no han sido degradados, analice la posibilidad de usar los sistemas de labranza de conservación. Con ellos le legará suelos productivos a sus descendientes. Pida asesoría al respecto al Programa de Maquinaria Agrícola del ICA.
- . En suelos con pisos de arados o rastras utilice implementos de desgarrar como el arado de cinceles y el rastrillo de dientes flexibles que le ayudan a reducir progresivamente el problema. Complemente esta acción usando una buena sembradora.
- . Compre sembradoras con abresurco tipo doble disco angulado o adapte este sistema a la que ya tiene; esto le permite reducir el número de pases de rastrillo y le facilita la siembra.
- . No quemar los residuos de las cosechas anteriores, ellos además de aportarle nutrientes, le ayudan a mejorar la estructura.
- . Si continúa usando arados y rastrillos de discos, haga el menor número de pases posibles. Una buena sembradora le ayudará en este propósito.
- . La siembra de cultivos para abonos verdes es una buena práctica.

BIBLIOGRAFIA

1. BUCKMAN y BRADY. 1986. Citados por Rodríguez, D.M. En: Informe anual. Programa de Maquinaria Agrícola. ICA. CRI Obonuco, Pasto, 67 p.
2. IGGO, G. 1980. The concept of minimum tillage in sugarcane. South Africa Sugar Industry. Agronomist Association. (Estados Unidos), 10 p.
3. ICA. Informes anuales Programa de Maquinaria Agrícola 1983-1987, Bogotá, Colombia.
4. MALAGON, C.D. 1974. Propiedades físicas de los suelos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, 343 p.
5. MOLDENHAUER, G.W. et al. Conservation tillage for erosion control. Conservation tillage. A Special Issue. Journal

of Soil and Water Conservation. Ankeny, Iowa. USA pp. 144-151.

6. NOWAK, P.J. Obstacles to adoption of conservation tillage. Conservation tillage. A Special Issue. Journal of Soil and Water Conservation. Ankeny, Iowa. USA. pp. 62-165.
7. PEREIRA DE SOUZA, R. 1983. Retorno as origens com tecnologia moderna. Revista Plantio Direto (Brasil), 10 p.
8. RODRIGUEZ, D.M. 1984. Influencia de la reducción de operaciones de labranza sobre algunas propiedades físicas del suelo, erosión y escorrentía. Tesis de Magister Scientiae. Programa de Graduados Universidad Nacional - ICA, 89 p.



SELECCION DE MAQUINARIA AGRICOLA

Hernando Camacho García et al. *

INTRODUCCION

Se entiende como selección de maquinaria agrícola, el proceso mediante el cual se escogen los equipos y máquinas necesarios para una explotación agrícola determinada.

El objetivo del proceso de selección es determinar con mayor o menor precisión, el tamaño y capacidad de los equipos requeridos para satisfacer las necesidades básicas de una determinada explotación, en forma tal que los productos obtenidos generen el máximo de ingresos con el mínimo de costos.

El proceso de selección es, en general, difícil, principalmente para las condiciones del trópico, por la gran variación que presentan los factores de clima y suelo, determinantes en los procesos de selección. Pueden mencionarse entre otros, la precipitación y distribución de las lluvias, las condiciones de suelo y topografía y la disponibilidad de mano de obra calificada.

En razón del elevado costo de los equipos y de las labores mismas de mecanización, la selección debe ser muy cuidadosa. Un error en la escogencia de los equipos puede ocasionar cuantiosas pérdidas y, en ocasiones, el fracaso de una empresa.

La metodología que se sugiere para el proceso de selección de maquinaria agrícola no corresponde a un sistema matemático preciso, sino que es una guía para orientar al experto en la estimación del tamaño de los equipos que se van a utilizar, lo cual implica una cuantificación del tamaño de los tractores en cuanto a potencia y ancho de operación de los implementos. En ningún momento se pretende determinar la adaptación del equipo a labores específicas de trabajo, ya que esto lo estudiará el técnico de acuerdo con su experiencia y conocimientos.

La selección de maquinaria agrícola será sencilla en la medida que se disponga de información confiable y suficiente en cuanto a registros meteorológicos, condiciones de la finca o zona y características de los suelos, disponibilidad de maquinaria en la zona, mano de obra calificada y topografía.

* I.M. ICA. Subgerencia de Investigación, División de Ingeniería Agrícola, Programa de Maquinaria Agrícola.

Una buena selección de maquinaria se traduce en grandes beneficios económicos para diferentes sectores: para su propietario, por reducción de los costos de operación; para el país, por ahorro de divisas al evitar subutilización de la maquinaria importada; y, para el industrial y fabricante de implementos, por cuanto al establecer un buen patrón de uso por año de los equipos, se fomenta una demanda real que les permite ajustar sus programas de producción.

UTILIZACION DE LA SELECCION E INFORMACION REQUERIDA

La metodología planteada para la selección de maquinaria agrícola puede ser aplicada según las diferentes condiciones iniciales de la explotación, de acuerdo con las siguientes alternativas:

- . Selección general de la maquinaria para la explotación.
- . Selección de implementos cuando se dispone de las fuentes de potencia (tractores).
- . Selección de la fuente de potencia cuando se tienen los implementos.

El tratamiento del primer punto genera la información completa para la solución de los dos restantes, cuando esas situaciones se presentan.

La información requerida para el estudio de selección de maquinaria puede resumirse en los siguientes puntos:

- . Area dedicada a la producción.
- . Cultivo o cultivos a sembrar y plan de rotación de 4 ó 5 años.
- . Selección de las labores mecanizadas de acuerdo con el tipo de cultivo, las condiciones del suelo y las costumbres de la zona.
- . Epoca y tiempo disponible para cada labor con base en la información sobre la normal ocurrencia de lluvias en la zona, o previo estudio de las condiciones meteorológicas.
- . Textura, humedad y estado del suelo en el momento de realizar las labores mecanizadas, principalmente la labranza.
- . Disponibilidad de maquinaria en la zona y su importancia relativa en función de confiabilidad de servicio, repuestos y experiencias en la operación y mantenimiento.

PLANIFICACION DE LAS LABORES MECANIZADAS

Esta planificación consiste en la determinación de dos factores: las labores mismas que han sido seleccionadas anteriormente (como arada y rastrillada), y los tiempos permisibles por labor o conjunto de labores.

Mediante la ayuda de un gráfico Gantt (Figura 1) se planean las operaciones mecanizadas, listándolas en orden cronológico y empezando por aquellas de mayores requerimientos de potencia. Sobre la horizontal se incluye el calendario del año y semestre objeto de la planeación. Si los dos semestres difieren en cuanto a disponibilidad de tiempo para la siembra, se incluyen los dos para hacer la selección teniendo en cuenta las condiciones más críticas.

Las casillas P y E se utilizan para marcar las actividades programadas y ejecutadas respectivamente, de tal manera que el gráfico se puede utilizar como instrumento de planeación y supervisión durante la ejecución de operaciones.

Las dificultades para estimar los tiempos disponibles se presentan cuando se conoce el tiempo por conjunto de labores y no por cada labor. Tal es el caso de la preparación de tierras en la cual se ejecutan (según la Figura 1) tres operaciones: una arada, una rastrillada con californiano y una rastrillada con pulidor.

Para efectos del cálculo y selección de los equipos se considera necesario separar y analizar individualmente las operaciones competitivas. Es posible hacer el análisis individual de las operaciones conociendo el número de operaciones o pases por labor. El Cuadro 1, ilustra la participación porcentual de cada operación en el conjunto 'preparación de tierra' para diferente número de pases en las labores de arada, rastrillada y pulida. Los datos de tiempo disponible por labor se muestran en el gráfico de Gantt.

El procedimiento de selección se explica más fácilmente mediante un ejemplo.

Se requieren sembrar 200 hectáreas en cultivos de rotación (maíz, frijol y soya) en zona plana a 1.000 metros sobre el nivel del mar. Los suelos son de textura arcillosa, muy secos en el momento de la arada. Epoca de siembra en el primer semestre: marzo 15 - 30; periodo vegetativo del maíz: 120 días.

Epoca de siembra en el segundo semestre: 15 - 30 de septiembre; periodo vegetativo de la leguminosa de rotación: 78 días; promedio anual de precipitación: 1.600 mm.

Al analizar la Figura 2, que muestra el comportamiento de la precipitación mensual durante varios años, se encuentra que los meses secos son enero, febrero, junio, julio, agosto y diciembre.

Cuadro 1. Distribución de tiempo empleado en tres operaciones competitivas con respecto al tiempo total disponible para la preparación.

% en arada		% en rastrillada		% en pulida	
(1)	68,51	(1)	20,40	(1)	11,09
(1)	56,90	(2)	33,90	(1)	9,20
(1)	48,65	(3)	43,50	(1)	7,85
(1)	45,10	(3)	40,30	(2)	14,60
(1)	42,51	(4)	50,63	(1)	6,87
(1)	39,75	(4)	47,40	(2)	12,85

NOTA: La cifra entre paréntesis corresponde al número de pases ejecutados en la correspondiente operación.

GRAFICO DE GANTT

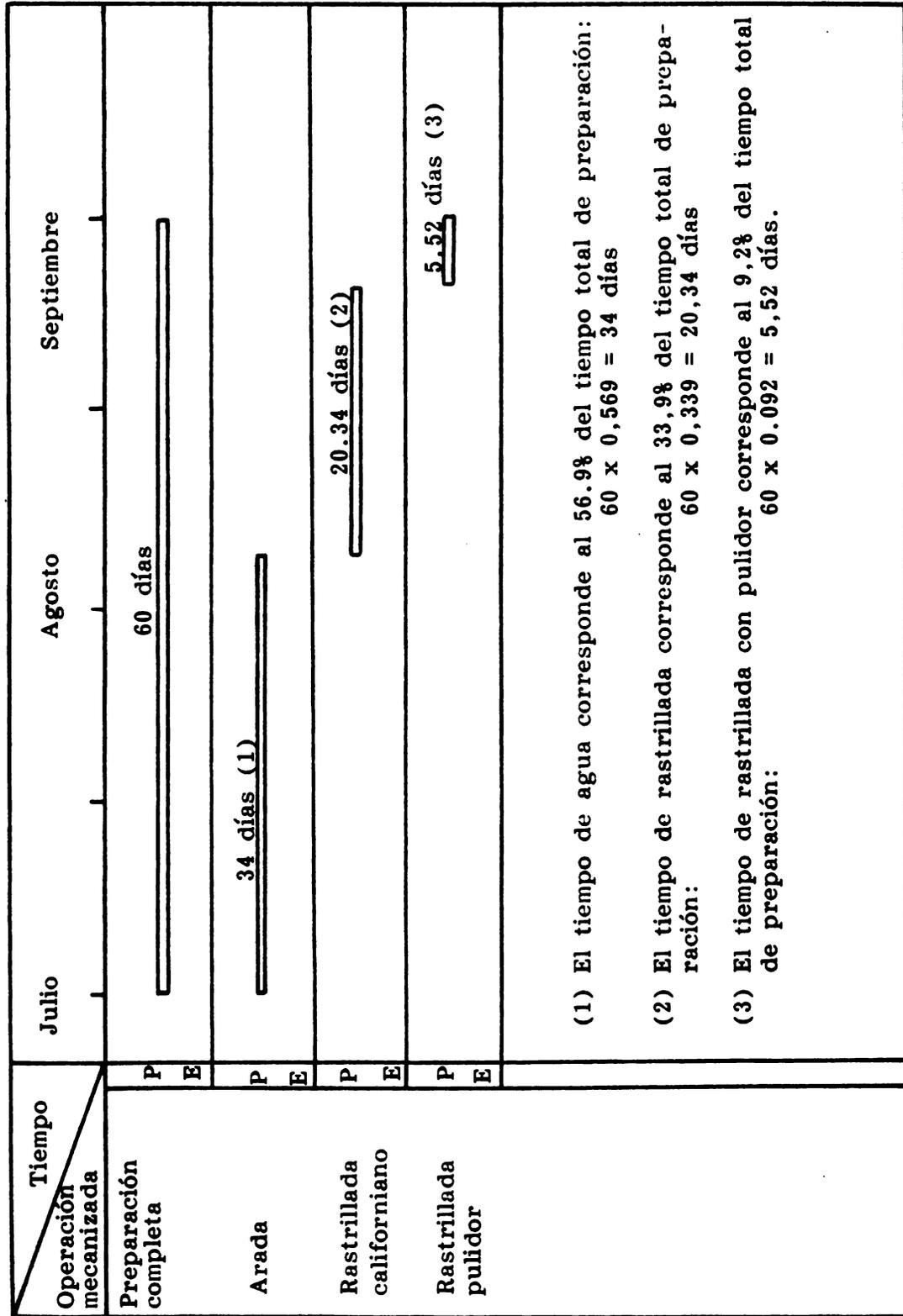


Figura 1. Planificación de labores mecanizadas calendario 1980, semestre B.

El maíz sembrado el 15 de marzo se cosechará aproximadamente el 15 de julio, quedando dos meses para la preparación del suelo, antes de sembrar, entre el 15 de julio y el 30 de septiembre, el siguiente cultivo de rotación. Este no se cosechará del 15 al 20 de diciembre, quedando para la preparación del primer semestre 85 días comprendidos entre el 20 de diciembre y el 15 de marzo, fecha de siembra del maíz.

Es claro que para el segundo semestre se dispone de mucho menos tiempo para la preparación. Por lo tanto, como se anotó anteriormente, esta situación más crítica se utilizará para proceder a la selección de la maquinaria. Tiempo disponible para la preparación: 2 meses, del 15 de julio al 15 de septiembre.

Aunque los dos meses son 60 días calendario, ellos corresponden a 40 días laborables a los cuales hay que restar los 16 días de lluvia durante ese tiempo (8 en julio y 8 en agosto, Figura 2).

Finalmente, quedan entonces 24 días laborables para este ejemplo. Estas consideraciones, sin embargo, pueden variar mucho de acuerdo con las condiciones de la zona, el criterio del experto y el sistema de contratación de operarios.

Podría decirse, en nuestro ejemplo, que es posible trabajar durante todos los días sin exceptuar sábados ni festivos y que, de otra parte, las lluvias de esos meses solo ocasionan pérdidas de medios días, en cuyo caso, los días disponibles serían: 60 días calendario, menos 16/2 días de lluvia, menos 6 domingos. (Se decidió trabajar 2 domingos).

Es decir, $60 - 16/2 - 6 = 46$ días laborables.

Esta selección del tiempo disponible deberá ser cuidadosamente analizada, pues es el punto de partida fundamental para el proceso de selección.

Los días finalmente disponibles se convierten en horas utilizando criterios similares a los expuestos. Por ejemplo, si los operarios de la maquinaria son empleados fijos y tanto el sistema de contratación como el clima y las condiciones generales de la zona lo permiten, se tratará de trabajar el máximo número posible de horas por día: entre 10 y 12 horas. Tomamos 10 horas. En cualquier caso se debe considerar un "coeficiente de operación" entre 70 y 80% con el fin de compensar las demoras en el trabajo causadas por falta de combustibles o fallas en las máquinas. Si se decide no utilizar el coeficiente, será necesario, entonces, recuperar el tiempo perdido con trabajo nocturno.

Estas consideraciones son válidas cuando se operan máquinas nuevas o en muy buenas condiciones. En la operación de maquinaria vieja, el criterio del técnico definirá el "coeficiente de operación" que en ningún caso debe ser inferior a 60%, ya que eso

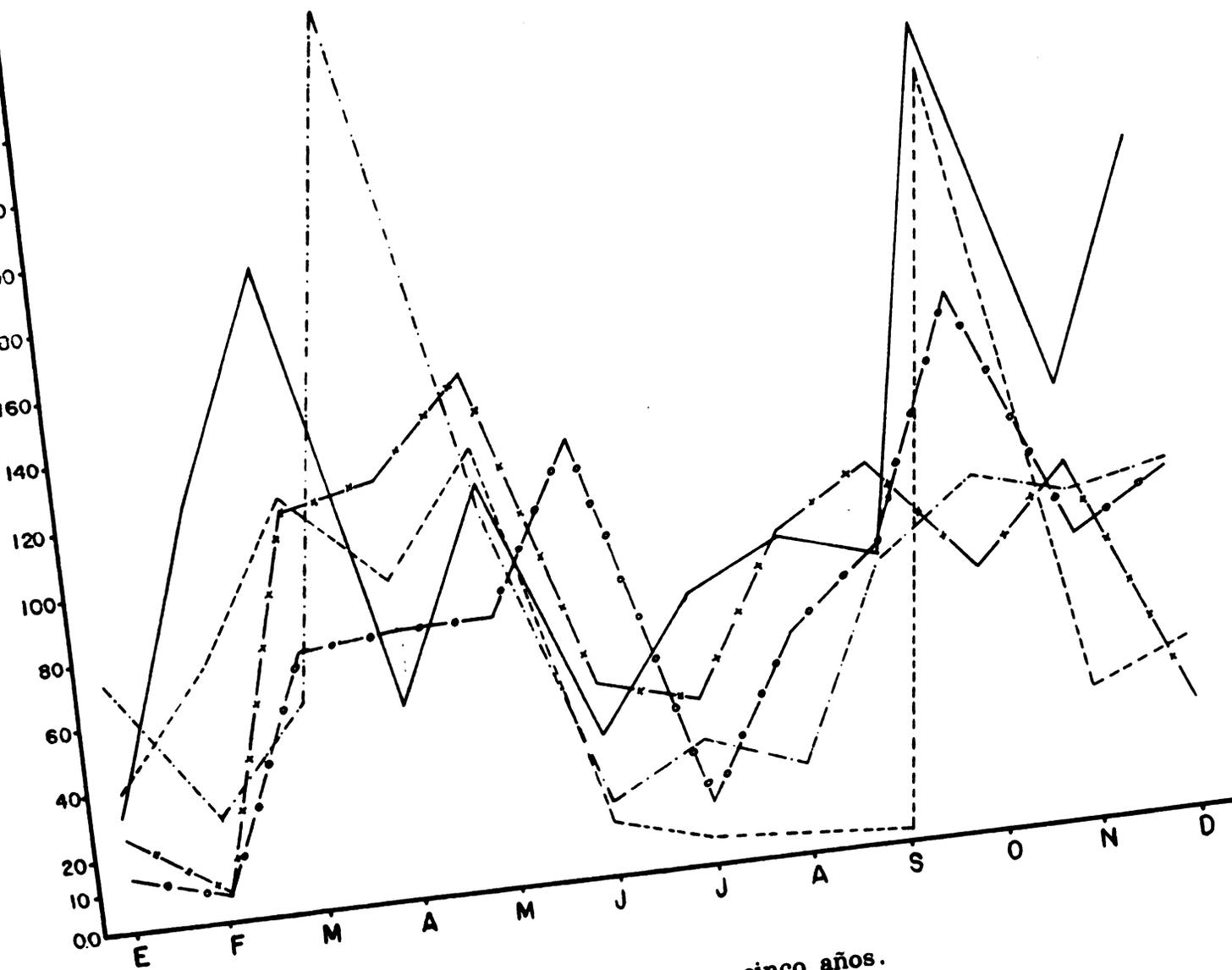


Figura 2. Precipitación mensual de los últimos cinco años.

1º AÑO	—
2º "	- - - - -
3º "	—●—●—●—
4º "	- - - - -
5º "	-▲-▲-▲-▲-

PROMEDIO DE DIAS CON LLUVIA DE LOS MESES SECOS

Mes	Días
Enero	8
Febrero	10
Junio	11
Julio	8
Agosto	8
Diciembre	11

equivaldría a considerar inconfiable el equipo que se opera, en cuyo caso la selección de equipos tampoco podría considerarse confiable.

La disponibilidad final de tiempo en horas para nuestro ejemplo sería: 46 días disponibles x 10 horas/día = 460 horas para labores de preparación de tierras.

DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LOS IMPLEMENTOS

Para definir el tamaño de los implementos, es necesario conocer el rendimiento o producción del trabajo ejecutado por la combinación tractor-implemento. El rendimiento se expresa en unidades de área por unidad de tiempo o viceversa y se determina así:

$$R = V \times A \times Ef$$

Donde:

R = Rendimiento

A = Ancho de corte del implemento

Ef = Eficiencia, expresada como el porcentaje del tiempo total utilizado en la labor.

Las velocidades de operación tienen un rango aproximado para cada labor como se muestra en el cuadro 2. De otra parte, la eficiencia de cada labor depende principalmente de la habilidad del operario y tipo de implemento. Sus valores están dentro de unos rangos generales y se incluyen en la misma tabla.

La expresión $R = V \times A \times Ef$ nos permite despejar el valor de A = ancho del implemento, característica que se quiere averiguar.

El rendimiento requerido (Rr) para cumplir la tarea propuesta se obtiene al dividir el área que se va a trabajar por el tiempo disponible:

$$Rr = \frac{\text{Area de trabajo}}{\text{Tiempo disponible}}$$

Cuadro 2. Velocidades de operación y eficiencia de campo de algunas operaciones mecanizadas.

Operación	Velocidad km/h	Eficiencia %
Labranza:		
Arada	4 - 6.5	75 - 90
Rastrillada	4.5 - 8.0	80 - 90
Pulida	4.5 - 8.0	80 - 90
Rastra de púas	3.5 - 5.5	70 - 90
Surcada	5.5 - 8.0	80 - 90
Packers	6 - 9.0	80 - 90
Nivelación	5 - 7.0	80 - 90
Siembra:		
Sembradora maíz algodón	4 - 6.5	65 - 80
Sembradora chorro	3 - 4.5	65 - 80
Culturales:		
Aspersión	Variable	65 - 85
Cultivada (1)	2.5 - 4.5	60 - 80
Cultivada (2)	4.0 - 8.0	70 - 90
Guadañas	5.5 - 8.0	70 - 90

Para el caso del ejemplo que nos ocupa:

$$Rr = \frac{200 \text{ ha}}{460 \text{ horas}} = 0,435 \text{ ha/hora equivalente a } 2,3 \text{ horas/ha}$$

Para efectos de comodidad en los cálculos, los valores obtenidos se expresan en m²/hora. Por lo tanto Rr = 4.350 m²/hora.

El valor así calculado de Rr (4.350 m²/hora), se utiliza para todas las operaciones de labranza. Como previamente se ha seleccionado el número de operaciones, se procede entonces a calcular el tiempo para cada una aplicando su participación porcentual de acuerdo con el Cuadro 1. Este cuadro se ha elaborado para condiciones medias de preparación de tierras, considerando operaciones de arada, rastrillada con californiano y rastrillada con pulidor. Si se tiene un esquema diferente de labranza en el cual se incluyen operaciones diferentes a las mencionadas, el técnico deberá calcular la participación porcentual de cada operación dentro del conjunto total de operaciones de labranza.

Para el ejemplo que se viene desarrollando, supongamos que las condiciones del terreno son tales que una buena preparación puede lograrse con: una arada, dos rastrilladas con californiano y una con pulidor, los tiempos por operación serían:

$$\text{Tiempo para arar } 0,5690 \times 460 \text{ horas} = 261,74 \text{ horas}$$

$$\text{Tiempo para rastrillar } 0,339 \times 460 \text{ horas} = 155,94 \text{ horas}$$

$$\text{Tiempo para pulir } 0,092 \times 460 \text{ horas} = 44,32 \text{ horas}$$

En consecuencia, tomando estos tiempos y aplicando la ecuación (1), los rendimientos requeridos para los implementos de labranza serían:

$$Rr \text{ en arada} = \frac{200 \text{ ha}}{261,74 \text{ horas}} = 0,76 \text{ ha/hora}$$

$$(7,600 \text{ m}^2/\text{hora})$$

$$Rr \text{ en rastrillada} = \frac{200 \text{ ha}}{155,94 \text{ hora}} = 1,2 \text{ ha/hora}$$

$$(12,825 \text{ m}^2/\text{hora})$$

$$Rr \text{ en pulida} = \frac{200 \text{ ha}}{44,32 \text{ hora}} = 4,5 \text{ ha/hora}$$

$$(45,126 \text{ m}^2/\text{hora})$$

De la ecuación $R = V \times A \times Ef$ se obtiene el valor A, que corresponde al ancho de corte del implemento.

$$A = \frac{Rr}{V \times Ef}$$

Los valores medios de V y Ef, obtenidos en el Cuadro 2, deberán ser constatados por el técnico, por si las condiciones especiales de la zona los hacen atípicos.

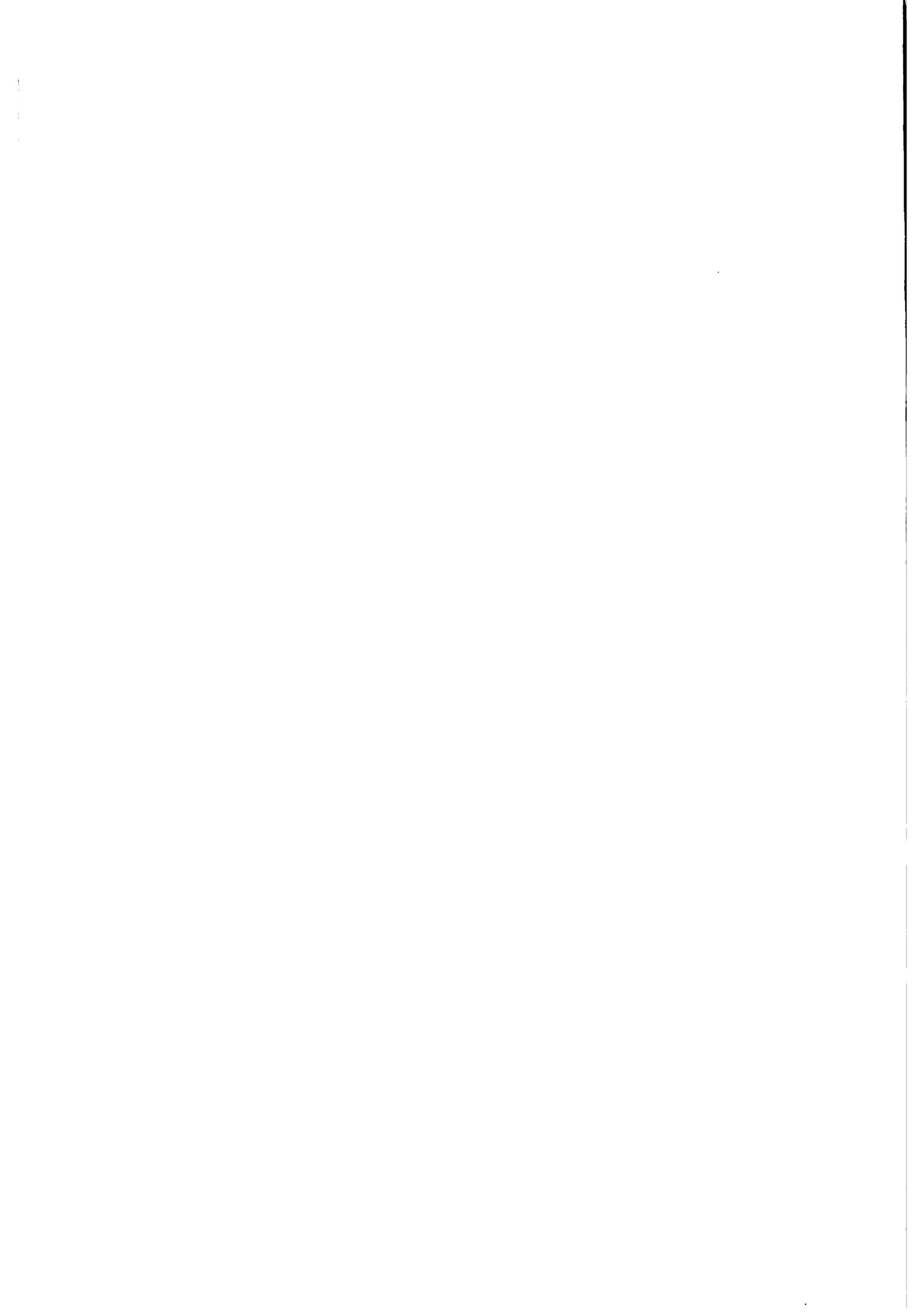
Para el ejemplo que se viene desarrollando, el ancho requerido de los respectivos implementos sería:

$$\text{Ancho del arado} = \frac{7.600 \text{ m}^2/\text{hora}}{5.000 \text{ m}/\text{hora} \times 0,85} = 1,292 \text{ m}$$

$$\text{Ancho del rastrillo} = \frac{12.825 \text{ m}^2/\text{hora}}{7.000 \text{ m}/\text{hora} \times 0,9} = 2,03 \text{ m}$$

$$\text{Ancho del pulidor} = \frac{45.126 \text{ m}^2/\text{hora}}{9.000 \text{ m}/\text{hora} \times 0,9} = 5,57 \text{ m}$$

El criterio del técnico con la ayuda de catálogos e información sobre disponibilidad de implementos en el mercado define, finalmente, los equipos que se deben adquirir.



**LA INVESTIGACION EN MECANIZACION Y MAQUINARIA AGRICOLA
Y SU APOORTE A LA INDUSTRIA DEL SECTOR**

Laureano Guerrero Jiménez *

1. Breves comentarios sobre la industria nacional de maquinaria agrícola

Inicia en Colombia su despegue en el periodo 1960-65, lapso en el cual se establecieron políticas gubernamentales específicas tendientes a impulsar la producción de maquinaria agrícola para contribuir a la tecnificación del sector agropecuario, sustituir importaciones e iniciar las exportaciones en este renglón.

Entre las medidas tomadas en esa época merecen destacarse las siguientes:

- Certificado de Abono Tributario (CAT). Inicialmente consistió en un 15% sobre el valor de las exportaciones. Posteriormente, este porcentaje ha sufrido modificaciones.
- Introducción de materias primas utilizadas en la elaboración de productos exportables aplicando las estrategias y procedimientos del denominado Plan Vallejo.
- Disminución de aranceles de importación para los bienes de capital (maquinaria) utilizados en esta industria y traídos desde el exterior.
- Restricción a la importación de máquinas que se fabricarán en el país en cantidad suficiente para satisfacer la demanda (protección arancelaria).

Las anteriores iniciativas y otras complementarias contribuyeron a la creación de dos tipos de empresas, productoras básicamente de implementos agrícolas. Una, con tecnología moderna en el proceso de fabricación y con radio de acción nacional; y la otra, con estructura tipo taller y cobertura regional.

Las dos, iniciaron su producción copiando tecnologías foráneas bajo la modalidad de licencia concebida por la casa matriz respectiva o simplemente reproduciendo máquinas cuyas patentes estaban ya expiradas.

* Director Nacional Programa Maquinaria Agrícola. ICA, Colombia.

Si bien algunos de nuestros fabricantes realizan adaptaciones al modelo original extranjero, en realidad es poco lo que se ha logrado en el desarrollo de diseños propios acordes a las necesidades del país.

No todos los que iniciaron actividades al comienzo de la década de los sesentas subsisten en el mercado; sin embargo, los que permanecen han ampliado sus líneas de producción y mejorado la calidad de sus productos en cuanto a materiales y presentación de los mismos, pero tienen serias deficiencias en la evaluación técnica del comportamiento de sus máquinas respecto a las necesidades de los sistemas nacionales de explotación agropecuaria.

Actualmente, se fabrican en el país, además de herramientas manuales, arados de discos, de cinceles y rotatorios, rastrillos de discos de varios tipos y tamaños, cultivadoras de varias clases, cortamalezas, sembradoras de grano grueso, voleadoras de agroquímicos, remolques, caballoneadores, subsoladores, zanjadoras, picapastos, desgranadoras de maíz, trilladoras estacionarias, aspersoras de agroquímicos, trapiches, molinos para producción de raciones, despulpadoras de café y se está incursionando en algunos campos nuevos como el de las máquinas de manejo de forrajes, en donde ya se inicia la producción de cortadoras-picadoras. Además, se producen repuestos y partes o mecanismos para algunos equipos más complejos.

Con el propósito de contribuir a generar investigación en mecanización y máquinas agrícolas apropiadas para el agro colombiano, y para llenar en parte el vacío existente en este campo, se creó en 1968 el Programa de Maquinaria Agrícola como parte del Departamento de Ingeniería Agrícola del Instituto Colombiano Agropecuario.

2. Importancia tecnológica y socioeconómica de la investigación en maquinaria y mecanización agrícola

La investigación en mecanización agrícola ha generado y debe continuar desarrollando técnicas apropiadas acordes con los suelos, su cobertura superficial y los cultivos a sembrar (relación suelo-planta-máquina), logrando en la práctica sistemas de manejo mecanizados que permitan mantener o mejorar la productividad conservando los recursos suelo y agua.

El acopio tecnológico en maquinaria y mecanización agrícola ha conseguido multiplicar el trabajo del hombre, haciendo viable la realización de labores en grandes extensiones, en virtud de los altos rendimientos de campo que permiten la ejecución oportuna de estos trabajos dentro de un lapso relativamente corto, impuesto por las condiciones de clima y ciclo vegetativo de los cultivos.

Aún para el pequeño productor existen actividades que por su condición de arduas, fatigosas o de alto riesgo, requieren del uso de implementos apropiados para facilitar su realización, tal como ocurre con la preparación de suelos o la aplicación de cierto tipo de agroquímicos.

La existencia de máquinas e implementos especializados permite la aplicación de nuevas técnicas de producción y la distribución y localización oportunas y adecuadas de la mayoría de los insumos agrícolas, tales como semillas, fertilizantes y plaguicidas.

Es claro que los rendimientos de campo que permiten la siembra de grandes extensiones con menores costos unitarios y la posibilidad de optimar la aplicación de los insumos, son factores que favorecen grandemente la expansión de la frontera agrícola y la elevación de la productividad.

Además de estos aspectos estimulantes para el productor, la utilización de maquinaria agrícola tiene repercusiones en otros sectores. Así, su contribución al aumento de la frontera agrícola o a la productividad del campo, tiene efectos sensibles sobre el costo de vida y la generación de empleo directo o indirecto. De igual manera, estos dos aspectos inciden sobre las divisas del país, al generar excedentes para exportación o reducir importaciones de productos agropecuarios.

Las características generales de la agricultura colombiana y las particulares de cada una de sus regiones agroecológicas, hicieron necesaria la iniciación de investigaciones específicas en maquinaria y mecanización agrícola, en diversos frentes, que están conduciendo a la generación de técnicas apropiadas de producción y de máquinas e implementos para desarrollarlas.

Desde su comienzo, a finales de la década de los sesenta, el Programa de Maquinaria Agrícola del ICA enfocó sus acciones de investigación a la generación de tecnología en los siguientes campos:

- . Establecimiento de las técnicas apropiadas de mecanización para los principales cultivos por región agroecológica, tanto en zonas planas como de ladera.
- . Diseño y adaptación de maquinaria para las condiciones propias de la agricultura colombiana.
- . Evaluación de maquinaria agrícola nacional e importada.
- . Transferencia de los resultados de investigación a los diferentes usuarios.

Durante su existencia, este Programa ha venido estudiando en cada una de las áreas de su competencia, problemas específicos

para plantearles alternativas de solución, ya sea mediante un proceso de validación de tecnología, o a través del desarrollo de proyectos de investigación.

En el cumplimiento de las funciones encomendadas al Programa, se han obtenido en las diferentes áreas resultados positivos que están siendo transferidos a los productores tanto industriales como agrícolas. A manera de ejemplo pueden mencionarse los siguientes:

- . Estudio de patrones apropiados de mecanización para diferentes cultivos y regiones agroecológicas con objetivos relevantes a mediano y largo plazos en conservación de los recursos suelo y agua, manejo integrado de malezas altamente agresivas, reducción de costos, mantenimiento de los ecosistemas, estabilización o elevación de la productividad y, como consecuencia de los anteriores, mayor competitividad en el mercado de productos agrícolas. Una muestra de este tipo de acciones, lo constituye el aumento importante del área sembrada con técnicas de labranza de conservación o siembra sin labranza en el altiplano de Naríño usando tracción animal y en el Valle del Sinú con tracción mecánica.

Igualmente, se aprecia el inicio del auge en la adopción de recomendaciones dadas por esta Sección sobre cambios o rotaciones en las prácticas e implementos de preparación de suelos, basadas en las investigaciones realizadas sobre problemas tales como: formación de piso de arado y deterioro de la estructura del suelo, que viene afectando el desarrollo de los cultivos en algunas regiones.

- . Un número importante de máquinas han sido diseñadas o adaptadas para solucionar problemas sentidos por los productores de varios cultivos en diversas regiones del país. Arados y rastrillos para tracción animal, sembradoras manuales de grano, preparadora de fajas de terreno, sembradora neumática para semilla de algodón, máquina para siembra sin labranza, son, entre otras, una muestra de la acción acometida en esta área.

Prototipos y planos para construcción de estos, se tienen disponibles y actualmente se están realizando los contactos necesarios para lograr su fabricación a escala comercial.

Conviene resaltar el enfoque dado a algunos de estos diseños para solucionar problemas específicos del país y para los cuales no existe, por obvias razones, tecnología internacional. Tal es el caso de la investigación que condujo al desarrollo de un prototipo de sembradora neumática para varios tipos de semillas, pero con énfasis en la capacidad de dosificar semillas de algodón con linter, para obviar las deficiencias de las actuales siembras de este cultivo que obligan a la realización de resiembras o

raleos que inciden en los costos y en la productividad. Otro caso típico lo constituye el problema de la cosecha de papa en algunas regiones de ladera donde la mano de obra es costosa y escasa, para el que no existe en la actualidad alternativa distinta a la recolección manual con azadón. Por esto, la Sección viene desarrollando, a través de un proyecto, una arrancadora con tracción animal, la cual se encuentra a nivel de evaluación de campo y de acuerdo a los primeros resultados permitirá aumentar los rendimientos de campo en la cosecha, reducir los costos y el daño mecánico de tubérculos. Se haría extensivo continuar citando casos especiales concretos en donde se ha requerido investigación de tipo nacional.

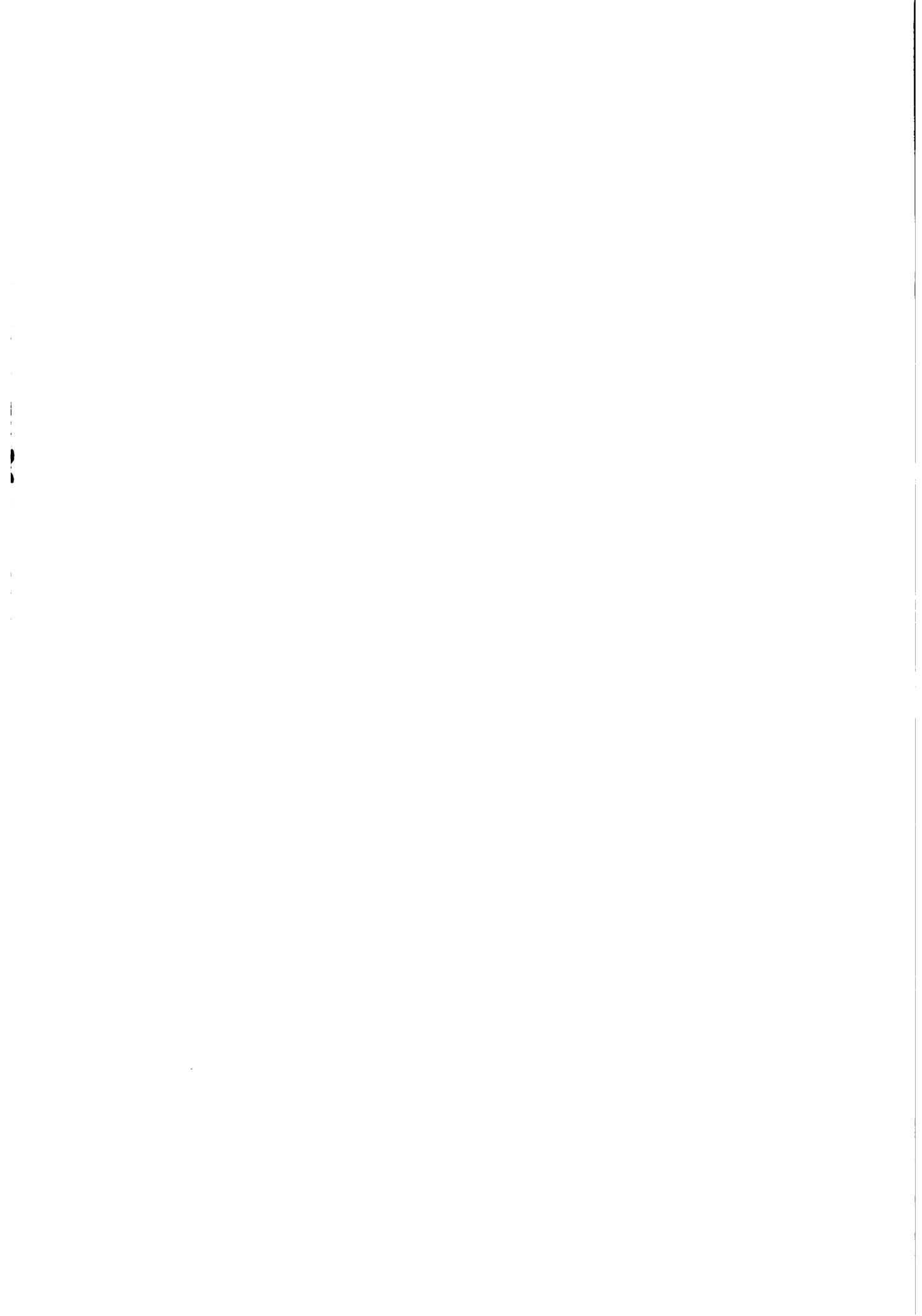
- . Se ha evaluado una gama amplia de máquinas e implementos de diferente procedencia para establecer su comportamiento en la ejecución de los trabajos para los cuales son ofrecidos en el mercado y mediante este procedimiento determinar si tales equipos son o no aptos para las condiciones locales de producción y si requieren adaptación o mejoramiento.
- . La evaluación reviste gran importancia si se tiene en cuenta que a través de ella se recopila información técnica sobre las máquinas e implementos ofrecidos, la cual hace posible la orientación y asesoría a los usuarios de maquinaria agrícola mediante la atención de consultas o la publicación de información.

Por otra parte, esta actividad también ha permitido asesorar al gobierno respecto a las necesidades de importación de máquinas agrícolas sin lesionar la industria nacional.

Cuando las evaluaciones son realizadas a implementos de fabricación nacional, en no pocas ocasiones, los resultados obtenidos en las pruebas han facilitado el mejoramiento de estas máquinas.

Las pruebas de laboratorio y campo de varias máquinas importadas han conducido al convencimiento de la industria nacional sobre la necesidad de estas en los sistemas de producción y sobre la viabilidad de fabricarlas en el país. Esta convicción ha hecho posible que hoy se disponga de máquinas de fabricación nacional, tales como arados de cinceles, cultivadoras de estrellas, arados rotativos, entre otras, que hasta hace unos cinco años se importaban.

- . En el campo de la transferencia de tecnología, en maquinaria agrícola, se viene realizando una labor importante que requiere ser reforzada a nivel nacional.



IMPLEMENTOS USADOS EN LA PREPARACION DE TERRENOS PARA SIEMBRA

Hernando Camacho García et al.*

INTRODUCCION

La labranza como ciencia es poco conocida en Colombia, pues generalmente, se la ha considerado como una labor estática y rutinaria.

Sin embargo, el desarrollo mundial de la Ingeniería Agrícola y el avance de las investigaciones al respecto, han llevado a establecer principios generales y a demostrar que la labranza es una labor dinámica, que se apoya en las características físicas del suelo y del cultivo a plantar, en factores ambientales y biológicos y en las condiciones de malezas y residuos superficiales, particulares para cada lugar. En consecuencia, la selección de los implementos y del tipo de labores a realizar se ajustarán a cada caso específico.

SISTEMAS ACTUALES DE LABRANZA

Actualmente existen tres modalidades o alternativas de labranza. La selección de una de ellas por parte del agricultor o del asistente técnico, requiere de un análisis serio de las condiciones locales y de la disponibilidad de equipos.

Labranza convencional

Incluye la preparación de suelos mediante la aplicación de labores de prelabranza y el uso de arados, rastrillos y niveladoras.

Labranza mínima

Disminuye operaciones en relación con la labranza convencional. Entre sus ventajas están la reducción del número de labores, por ejemplo, disminución del número de pases de

* I.M. ICA. Subgerencia de Investigación, División de Ingeniería Agrícola, Programa de Maquinaria Agrícola.

rastrillo; la integración de equipos para reducir el número de pases de la máquina sobre el campo ejemplo, realización simultánea de rastrillada y siembra; y, la suspensión de algunas prácticas de labranza ejemplo, preparación de la cama de semillas con rastrillo, sin utilizar el arado.

Siembra sin labranza

Consiste en la siembra mecanizada, directamente sobre las socas de cultivos anteriores o sobre rastrojos o pastos. Las malezas se eliminan mediante herbicidas. Se puede considerar como el paso más avanzado en la reducción de labores de labranza.

CARACTERISTICAS DE LA LABRANZA

Se enumeran por separado las características de los tres sistemas de labranza, por cuanto hay entre ellos algunos puntos aparentemente antagónicos.

Labranza convencional

- . Prepara una cama de semillas que garantiza buena germinación, desarrollo del cultivo, rápida infiltración y aireación adecuada.

Estas condiciones se obtienen al comienzo, pero desaparecen rápidamente al sellarse y compactarse el suelo, con las lluvias o los riegos.

- . Controla malezas: Las malezas presentes en el momento de la preparación son destruidas e incorporadas al suelo. Sin embargo, cuando la preparación es excesiva, proporciona un medio ecológico ideal para la germinación de las malezas que poseen, generalmente, semillas diminutas.
- . Incorpora residuos y abonos verdes.
- . Incorpora agroquímicos tales como abonos, insecticidas, nematocidas.
- . Controla plagas y enfermedades por destrucción directa o dejándolas expuestas a la acción de otros agentes como el sol, agua, pájaros u otros predadores.
- . Facilita las labores de siembra, de cosecha y de aplicación de riegos, cuando se nivela el terreno.

Labranza minima

- . Prepara una cama de semillas adecuada, cuyas bondades no desaparecen tan rápidamente como en la labranza convencional, aunque inicialmente presente condiciones inferiores a esta.
- . Reduce el consumo de combustibles, actualmente costosos y escasos.
- . Produce menor compactación del suelo al disminuir el número de pases de la maquinaria, o evita la formación de pisos de arado al no utilizar este implemento.
- . Disminuye la erosión tanto hídrica como eólica, ya que los residuos quedan mezclados en la parte superficial del suelo, ayudando a controlar el arrastre.
- . Facilita la incorporación de agroquímicos.
- . Reduce los costos comparativamente con la labranza convencional.

Siembra sin labranza

- . Se obtiene una buena cama de semillas, cuyas características iniciales no son tan ideales como en los otros dos sistemas, pero permanecen durante todo el ciclo del cultivo, pues el suelo conserva sus propiedades físicas al no ser disturbado.
- . Controla malezas, pues, como estas se eliminan mediante herbicidas y no son incorporadas, sus residuos impiden la emergencia de nuevas malezas mediante el método de asfixia, al ir formando un manto superficial de residuos (MULCH).
- . Controla la erosión tanto eólica como hídrica; cuando los residuos quedan en la superficie, evitan el impacto del agua directamente sobre el suelo; reducen la velocidad de escorrentía e impiden la acción directa del viento sobre la superficie del terreno.
- . Conserva las propiedades físicas del suelo. No hay disturbación de este, o si se presenta es solo en pequeñas fajas o a lo largo del surco.
- . Disminuye la evapotranspiración. La superficie queda cubierta y la evaporación se hace menor, ya que los rayos solares no llegan directamente sobre la superficie del suelo.
- . Reduce las necesidades de riego. El suelo se conserva fresco y las pérdidas de agua son menores, de acuerdo al numeral anterior.

- . Elimina el uso de arados y rastrillos. Reduce sustancialmente los pases de maquinaria sobre el lote evitando así la compactación.
- . Reduce significativamente el consumo de combustibles.
- . Se pueden sembrar mayores extensiones, al ganarse el tiempo requerido para la preparación del suelo.
- . Disminuye sensiblemente los costos, pues se reducen las operaciones. Esto tiene como contraparte el alto costo de los herbicidas usados en la siembra sin labranza.

IMPLEMENTOS DE LABRANZA PRIMARIA

Los arados, principales elementos en la labranza primaria, son equipos diseñados para roturar el suelo y algunos de ellos pueden producir inversión de la faja de terreno trabajado. Hay varios tipos de arados en función de los factores que afectan la labranza, enunciados en forma general en la introducción. Los arados más conocidos son: de discos convencional, de vertedera, de cinceles, rotativos y arados rastra.

Arado de discos convencional

Diseñado y construido principalmente para ser operado en suelos muy secos o muy húmedos o con obstáculos como piedras o residuos leñosos, principalmente de árboles. Presenta grandes variaciones y posibilidades de ajustes en el enganche, como también en el ángulo, filo, concavidad, superficie y diámetro del disco.

El arado de discos requiere, generalmente, de 10 a 15 caballos de fuerza a la barra de tiro por cada disco, de acuerdo al tipo de suelo, la humedad, el área de corte, la velocidad de trabajo y las malezas presentes. Este requerimiento de fuerza se tiene cuando la velocidad es de 4 - 6 km/hora; por encima de esta velocidad, el tiro puede aumentarse en mucha proporción convirtiéndose la operación en ineficiente.

Las ventajas del arado de discos convencional son: puede operar en suelos secos y duros donde un arado de vertedera no puede penetrar; puede operar en suelos pesados con alto contenido de humedad; opera con menos desgaste en suelos que tengan rocas o raíces de árboles; y, mezcla los residuos de los cultivos con la capa superior del suelo, lo cual reduce la erosión en las regiones donde esta se presenta.

Las desventajas son: requiere más fuerza para la misma cantidad de trabajo en la mayoría de las condiciones del suelo;

por ejemplo, a 6.5 km/hora el arado de discos puede necesitar hasta 60% más de potencia que el arado de vertedera; no cubre los residuos de los cultivos en forma satisfactoria cuando se necesitan sembreras limpias; deja el terreno menos uniforme y con terrones, lo cual exige que el rastrillo de discos sea pasado dos o más veces. En cambio, cuando se emplea el arado de vertedera, es necesario pasar el rastrillo dos veces como máximo; requiere de 15 a 20% más tiempo que el arado de vertedera, para preparar un terreno; y, no trabaja por succión sino por peso.

Arado de vertedera

Al igual que el de disco, presenta variaciones en el enganche, el cual puede ser montado, semimontado o de tiro, y en la vertedera de acuerdo a su forma y tamaño, con el fin de adaptarse a las variaciones físicas y de humedad de los suelos. Puede clasificarse en tres grandes rangos: vertedera de propósitos generales, vertedera corta y de curvatura pronunciada y vertedera larga de curvatura suave o gradual.

Las ventajas de los arados de vertedera son: requieren menos potencia por unidad de área de corte que el arado de discos; ofrecen mayor facilidad de operación cuando están bien ajustados; producen mejor acabado del suelo, reduciendo la labranza secundaria; ofrecen menores gastos y esfuerzos de mantenimiento y reparación; y, son, generalmente menos costosos que el arado de discos.

Las desventajas son: no pueden ser utilizados en suelos demasiado secos o demasiado húmedos; nunca pueden usarse en suelos con obstáculos leñosos como troncos o raíces de árboles ni donde haya piedras; y, tienen mayor desgaste en suelos muy arenosos.

Arado de disco superficial (arado rastra - one way)

Mientras el arado de disco convencional presenta un soporte por cada disco, fijado al bastidor principal del arado, el superficial solamente presenta uno o más apoyos y los discos van soportados en un solo eje a manera de rastrillo. Es pues, en esencia, un cuerpo de rastrillo en el cual el ángulo de ataque del disco es similar al del arado convencional.

Las funciones del arado de rastra son: realizar la labranza primaria en lotes destinados a la producción de cereales menores, o cultivos de sistema radicular parecido; incorporar matamalezas u otros tipos de agroquímicos al suelo; y, mezclar la capa superior del suelo con malezas o material verde de la superficie.

Las ventajas del arado rastra son: garantiza altos rendimientos de campo por los anchos de corte hasta de 5.20 m o más; requiere por disco mucho menos (4 veces menos) potencia que

el arado convencional; ofrece una superficie pareja después de la arada, reduciendo al máximo las labores de labranza secundaria; y, reduce los costos de preparación en la producción de cereales menores.

Las desventajas son: no es útil para todos los cultivos por realizar una labor muy superficial; y, la disponibilidad en los mercados de América Latina es muy restringida.

Arado de cinceles

Está formado por el cuerpo de una cultivadora o de un subsolador. Sus principales partes son: una barra portaherramienta, cuerpos o barras verticales y prolongaciones delanteras o pies.

Tiene como función romper capas endurecidas que se han formado en la superficie o a una profundidad no mayor a 30 cm. También puede presentar variaciones en cuanto a enganche, forma de los cuerpos y forma del pie.

Las ventajas del arado de cinceles son: mejora la infiltración; ayuda a controlar la erosión, pues no produce volteo del suelo; y, mejora la aireación al roturar las capas endurecidas.

Sus desventajas son: solo se puede utilizar en suelos físicamente sueltos; y, solamente puede usarse en lotes con bajísima población de malezas y con prácticas adecuadas de control de las mismas.

Arado rotativo (rotavator)

Consiste en un eje horizontal con cuchillas que reciben movimiento del toma de fuerza del tractor. Tiene como objeto cortar una capa de suelo y fraccionarla mediante impacto contra una coraza metálica graduable, que se encuentra en la parte posterior. Presenta variaciones en cuanto a tamaño y forma de las cuchillas. De acuerdo con el tipo de trabajo que se vaya a realizar, se seleccionará la velocidad de giro del rotor, mediante cambio de la relación de piñones, en la caja de engranajes.

Sus ventajas son: es muy útil en la incorporación de potreros a la producción agrícola, especialmente cuando son pastos de reproducción por estolones como kikuyo (Pennisetum clandestinum); es adecuado para la preparación de sementeras limpias y poco profundas, como las que requieren los cereales; se puede utilizar en la preparación de terrenos inundados mediante el sistema de fangueo; y, sirve para la incorporación de algunos agroquímicos y para cultivar entre surcos por ejemplo, en caña de azúcar.

Las desventajas del rotavator son: su uso continuado destruye la estructura del suelo; no se puede emplear donde hay demasiados obstáculos como piedras o raíces gruesas; no sirve para preparar sembreras profundas; su trabajo en terrenos con depresiones es defectuoso; y, causa mayor desgaste a la máquina que lo mueve.

IMPLEMENTOS DE LABRANZA SECUNDARIA

Son implementos destinados a complementar la labranza primaria, mediante el desterronamiento, pulido de la superficie y fraccionamiento de los residuos.

Básicamente pueden ser de discos, de páas o de rodillos.

El contenido de humedad del terreno es muy importante para el empleo de rastrillos, pues de él depende que haya un buen desterronamiento y que sean necesarios mayor o menor número de operaciones.

Rastrillo de discos

Rompe los terrenos por corte, impacto, peso y rotación. Mezcla el suelo, nivela la tierra y destruye malezas. Las fuerzas laterales en los rastrillos son compensadas mediante la posición de las caras cóncavas de los discos. La mitad de los discos, generalmente en grupo, lleva la sección cóncava en un sentido y la otra mitad en sentido contrario. Los discos del rastrillo pueden ser lisos o dentados. La penetración de los discos se puede obtener de las siguientes maneras: usando rastras más o menos pesadas; aplicando pesas a las rastras (lastre); variando la cantidad de discos por rastra; aplicando fuerzas hidráulicas hacia arriba o hacia abajo; colocándole ruedas de transporte o ruedas reguladoras de profundidad; utilizando discos afilados o romos; empleando discos de mayor o menor diámetro; usando discos dentados; y, aumentando o disminuyendo la traba.

Los rastrillos de discos presentan varias clasificaciones. De acuerdo a la dirección de trabajo son normales o excéntricos, y según el enganche, de tiro, semimontados o de alce hidráulico.

El tamaño de la rastra depende, a su vez, del ancho de corte, del diámetro de los discos, del número, de la separación entre ellos y del peso por disco.

Rastra de dientes

Este implemento se emplea para aflojar la tierra previamente arada, para rastrillar terrenos pedregosos donde la misma forma de los dientes y la suspensión mediante cadenas le permiten eludir obstáculos, para recoger malezas y residuos superficiales y amontonarlos en un sitio, para romper costras o sellos del suelo. Su trabajo es básicamente por impacto o vibración.

Puede ser de dientes rígidos o flexibles. Presenta variaciones en cuanto a tamaño, inclinación de los dientes y forma de los mismos y en cuanto a disposición de los dientes en el marco.

Rodillos compactadores o pulverizadores

Son implementos pesados, por lo tanto su enganche es generalmente de tiro. En esencia, consisten de una serie de ruedas libres y pesadas que van montadas sobre un eje horizontal.

AJUSTES DE LOS IMPLEMENTOS DE LABRANZA

Todos los equipos para labranza, tanto primaria como secundaria, requieren de ajustes previos antes de iniciar el trabajo.

En los arados, después de seleccionar el más adecuado, es necesario tener en cuenta tanto la nivelación longitudinal como la transversal, al igual que la posición y el ángulo de cada disco, cuando son modificables. Estos ajustes nos permitirán un buen trabajo.

En los rastrillos, además de las nivelaciones mencionadas para los arados, se deben tener en cuenta la cantidad de traba necesaria para producir un desterronamiento adecuado.

SEMBRADORAS: USO Y CALIBRACION

Hernando Camacho García et al. *

DEFINICION

La siembra de cultivos agrícolas, en forma mecanizada, se realiza mediante la utilización de sembradoras, cuyo propósito es depositar uniformemente la semilla sobre el suelo y, en algunos casos, abrir el surco, cubrir la semilla y apisonar la tierra sobre esta.

La realización de estas funciones se hace mediante diferentes dispositivos de la sembradora que analizaremos brevemente.

<u>Función</u>	<u>Dispositivo</u>	<u>Objetivo</u>
Abrir el surco	Abresurco (patín, disco, reja)	Garantizar que la semilla se coloque a una profundidad adecuada para su germinación.
Medir la cantidad de semilla	Dosificador (plato, piñón, sistema neumático, rodillos)	Proporcionar la cantidad de semilla recomendada por unidad de área, a fin de obtener un rendimiento óptimo en el momento de la cosecha.
Colocar la semilla en el suelo	Mecanismo de colocación de semilla (tubos de entrega por gravedad, bandas transportadoras, válvulas rotatorias)	Transportar las semillas desde el dosificador y colocarlas en el surco, de manera que estén correctamente espaciadas.

* I.M. ICA. Subgerencia de Investigación. División de Ingeniería Agrícola. Programa de Maquinaria Agrícola.

<u>Función</u>	<u>Dispositivo</u>	<u>Objetivo</u>
Cubrir la semilla	Mecanismo cubridor de semilla (reja, cuchilla, disco, cadena)	Garantizar que la semilla quede en contacto con la tierra y no esté depositada en un hueco o bolsa de aire.
Apisonar el surco	Rueda apisonadora	Conformar una sementera firme y apretada, que proporcione excelente suelo y contacto húmedo para la semilla, mejorando así las condiciones de germinación.

CLASIFICACION

Los equipos para siembra de cultivos se clasifican en dos grupos generales: sembradoras en hileras, sembradoras al voleo.

Sembradoras en hileras

Este tipo de equipo coloca la semilla en surcos paralelos. Dependiendo del tipo de grano a sembrar se distinguen dos clases: sembradoras por sitio y sembradoras a chorrillo.

Sembradoras por sitio

Se usan para semillas de cultivos, tales como, maíz, algodón, soya, que requieren de una distancia precisa entre hileras y una distribución uniforme de las plantas dentro de las hileras. Son también conocidas como sembradoras de grano grueso.

Sembradoras a chorrillo

Se usan para semillas como cebada, trigo, avena y otros granos pequeños como pastos o leguminosas, destinados a producir cultivos de alta densidad de población.

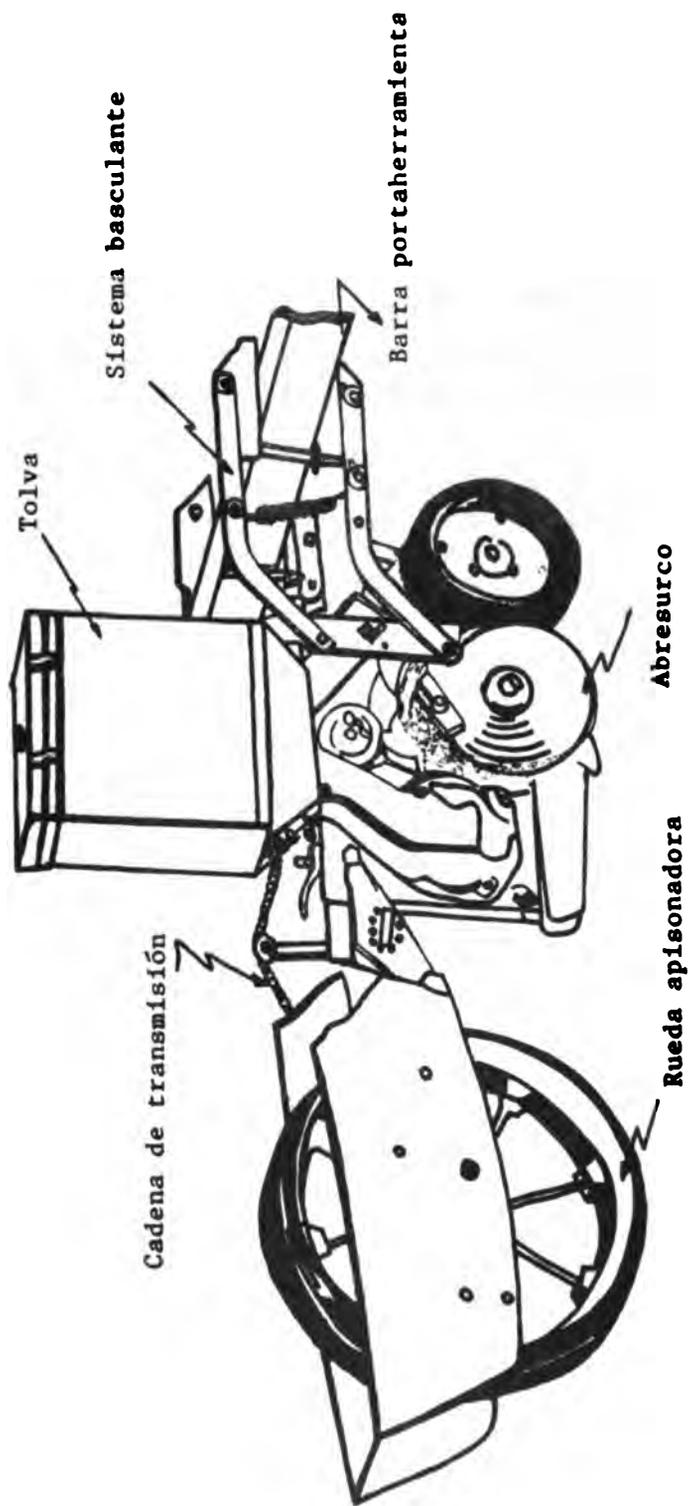


Figura 1. Prototipo de una sembradora por sitio.

Sembradoras al voleo

Estos equipos depositan la semilla al azar dentro de una banda de terreno. Generalmente, se emplean en la siembra de granos pequeños como avena, cebada y pastos. La precisión de la siembra no es buena; además requieren del paso posterior de un implemento para cubrimiento de la semilla.

DESCRIPCION

Sembradoras por sitio (Figura 1)

Están compuestas por varios elementos, la mayoría de los cuales, son similares para los diferentes modelos a saber:

1. **Estructura:** Consta de un mecanismo basculante de doble paralela u otro similar que le permite a la sembradora acomodarse al perfil del suelo. Sobre este sistema va montada la base de la tolva y en la parte baja se encuentra el abresurco. Este, generalmente, es un patín fuerte, a través del cual se deposita en el suelo el grano que procede de la tolva. La rueda colocada en la parte posterior se encarga de tapar la semilla y compactar el suelo contra ella.
2. **Sistema de transmisión (Figura 2):** En el más generalizado de ellos, el movimiento se transmite desde el eje de la rueda propulsora, por medio de un sistema de piñones rectos y cadena agrícola, al eje inferior de la tolva. En la parte interna de este eje va montado un piñón cónico que engrana con una corona colocada en la base de la tolva y que comunica el movimiento al sistema dosificador.

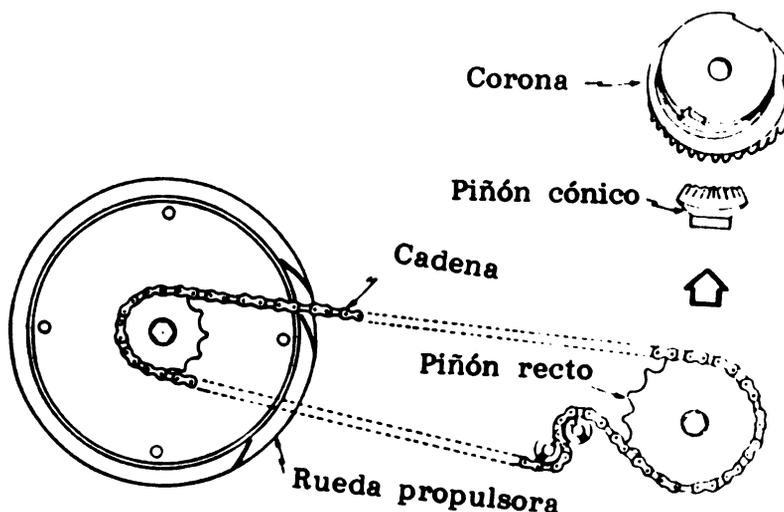


Figura 2. Sistema de transmisión en sembradoras por sitio.

3. **Sistema dosificador (Figura 3):** Está compuesto por la tolva y el plato distribuidor. La tolva, generalmente, tiene la forma de un tronco de cono invertido, el cual garantiza el flujo continuo del grano hacia el plato distribuidor que va colocado en el fondo de la tolva en posición horizontal. El plato tiene una serie de alvéolos o celdillas en su superficie que varían de forma y separación, dependiendo de los tipos de semilla y las densidades de siembra. El plato gira debido al movimiento que le comunica la corona y arrastra los granos, uno o más por agujero, para ser expulsados por el tubo de descarga. El exceso de granos es apartado de las celdillas por un enrasador accionado por un resorte.

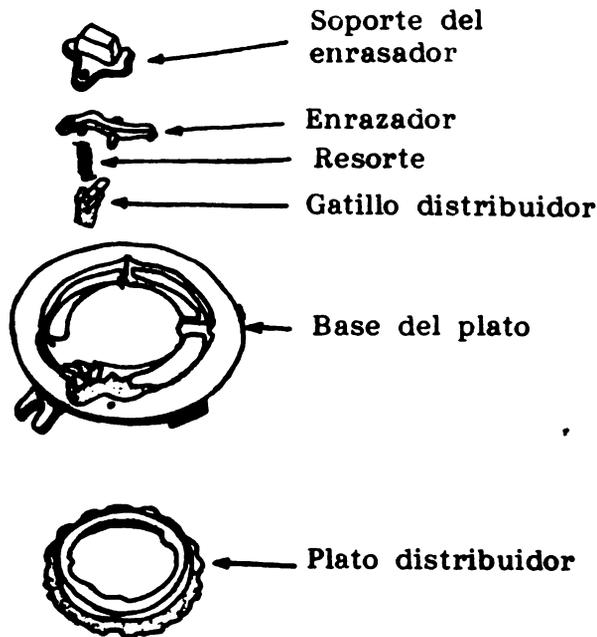


Figura 3. Sistema dosificador en sembradoras por sitio.

A medida que el plato gira hasta colocarse en el punto en que la celda está sobre el tubo de descarga, un gatillo, también movido por un resorte, expulsa la semilla evitando que permanezca en el alvéolo.

4. **Sistema de enganche:** Las unidades sembradoras por sitio van soportadas independientemente sobre una barra portaherramientas, en la cual están montados los tres puntos para el alce hidráulico del tractor o un sistema de tiro.

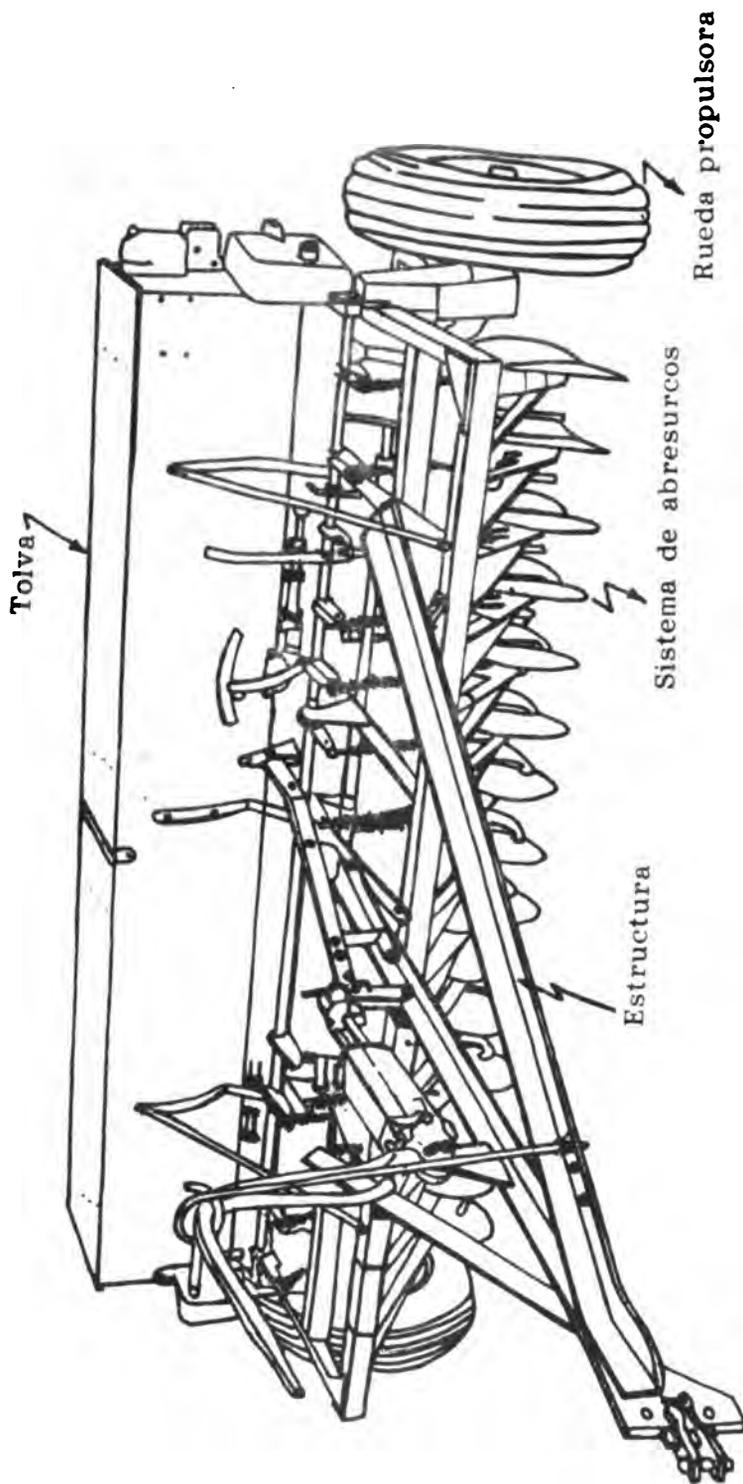


Figura 4. Prototipo de una sembradora a chorrillo.

En los extremos de la barra se colocan las pautas que sirven de guía al operario para mantener uniforme la distancia entre surcos, en las pasadas consecutivas del tractor.

Sembradoras a chorrillo (Figura 4)

Las sembradoras de grano pequeño o sembradoras a chorrillo constan de las siguientes partes:

1. **Estructura:** De acuerdo con el tipo de montaje al tractor (en tres puntos o para tiro) la estructura varía un poco.

En general, es un armazón rígido que soporta la tolva en la parte superior, el sistema de abresurcos en la inferior y el de tapado en la posterior. A cada lado de la estructura va colocada una rueda, generalmente tipo automóvil, que sirve para el transporte, control de profundidad y transmisión del movimiento al sistema dosificador.

2. **Sistema dosificador (Figura 5):** Consta de las siguientes partes: la tolva que generalmente es liviana y tiene forma de canaleta. Su capacidad debe ser alta, puesto que, a diferencia de la sembradora de grano grande, en esta la tolva es una sola para toda la máquina.

En la parte inferior de la tolva se encuentran uno o dos agitadores encargados de remover la semilla para evitar que se pegue a las paredes y permitir que fluya uniformemente hacia el rodillo dosificador. En cada una de las descargas o chorros de la sembradora están los rodillos acanalados que dosifican la cantidad de semilla, de acuerdo a la velocidad de rotación (r.p.m.) del eje y el área del rodillo que se encuentre frente a la descarga. Esta se puede graduar variando la apertura de la compuerta para facilitar el acceso de grano al rodillo.

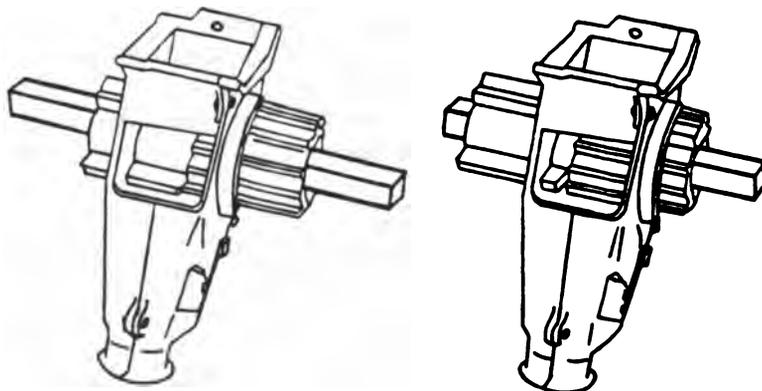


Figura 5. Rodillo dosificador de la sembradora a chorrillo.

3. **Sistema de transmisión:** Generalmente está compuesto por la rueda y una transmisión de piñones y cadena. Esta lleva el movimiento de un par de engranajes o a una caja reductora que permite variar la velocidad de rotación del eje de los rodillos dosificadores.
4. **Sistema de abresurco y tapado de las semillas:** El primer sistema se encarga de formar el surco donde se va a depositar la semilla. El dispositivo de colocación de la semilla la transporta hasta el abresurco que puede ser de uno de los siguientes tipos: de disco, para terreno bien preparado; de patín, para suelos con residuos vegetales; de reja, para terrenos pedregosos.

Cualquiera que sea el tipo de abresurco, generalmente está montado sobre un sistema basculante que garantiza un contacto permanente con el suelo.

El sistema de tapado de la semilla, cuyo objetivo es comprimir lateral y verticalmente la tierra alrededor de la semilla, puede ser de uno de los siguientes tipos: de cadenas, compuesto por eslabones de varilla de hierro más o menos pesados que arrastran tierra sobre la semilla sin compactar el suelo; de ruedas pesadas, que generalmente no forman parte de la sembradora, sino que son acopladas detrás de esta; su uso principal es en suelos secos, en los cuales es necesario un mayor grado de compactación; de dientes flexibles, formados por varillas de resorte que por su movimiento vibratorio acumulan y compactan tierra sobre la semilla.

Sembradoras al voleo (Figura 6)

Las sembradoras al voleo están compuestas por las siguientes partes:

1. **Tolva:** En términos generales tiene forma de cono invertido y es de gran tamaño. En la parte central se coloca el agitador, que es un eje con una serie de brazos cortos. En la parte baja se encuentran las compuertas de descarga y el plato de distribución de semilla. La tolva va unida al tractor mediante una estructura, generalmente construida en tubo, en la cual van dispuestos los tres puntos para enganche.
2. **Sistema de transmisión:** El sistema más corrientemente usado es mediante el toma de fuerza, que a través de un sistema de junta universal telescópica acciona una caja de transmisión. En esta, un par de engranajes cónicos transmiten el movimiento al plato de distribución y al agitador interno de la tolva.
3. **Sistema dosificador:** El agitador de la tolva expulsa semilla

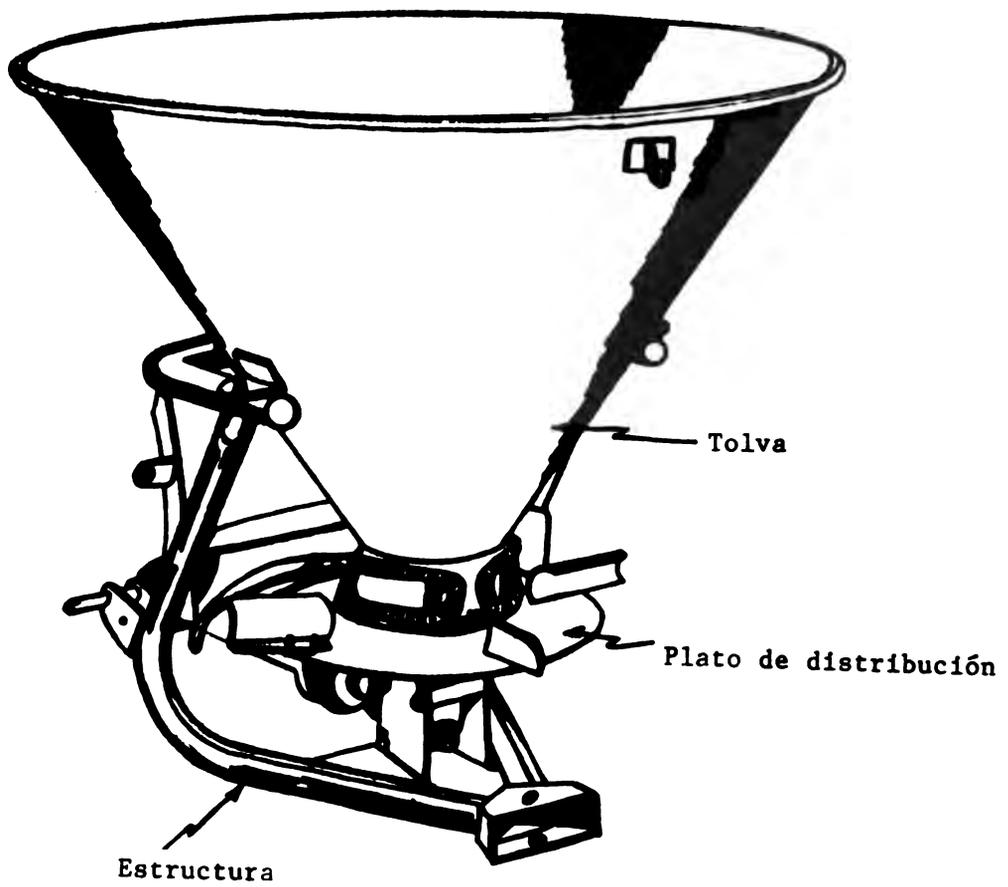


Figura 6. Prototipo de una sembradora al voleo.

a través de las pequeñas compuertas al plato distribuidor, el cual con sus brazos lanzadores, por fuerza centrífuga envía la semilla al terreno, en una banda de ancho constante. La apertura de las compuertas es graduable mediante un sistema de palancas.

CALIBRACION

Sembradoras por sitio

La graduación de este tipo de sembradoras se hace teniendo en cuenta los siguientes datos: diámetro de la rueda propulsora, relación de piñones rectos entre la rueda propulsora y el eje inferior de la tolva, relación de piñones cónicos entre el eje de la tolva y la base del plato, y número de alvéolos del plato sembrador.

Ejemplo:

Calibrar una sembradora, de las siguientes características, para sembrar maíz con una densidad aproximada de 52.000 plantas por hectárea.

Diámetro de la rueda propulsora: 60 cm

Piñones rectos disponibles: 6, 7, 8, 9, 12 y 15 dientes

Plato para maíz: 18 celdas

Piñones cónicos (fijos): 17 y 28 dientes

Procedimiento de calibración:

1. Número de plantas por vuelta de rueda: Inicialmente se seleccionan 2 piñones rectos de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Por ejemplo: Se va a utilizar el piñón de 6 dientes en el eje de la rueda y el de 12 dientes en el eje de la tolva. Los piñones cónicos de la tolva son 17 en el eje y 28 en la base del plato y no son intercambiables. Número de granos por vuelta = relación de piñones rectos x relación de piñones cónicos x número de celdas del plato de distribución.

$$1 \text{ vuelta} \times \frac{6}{12} \times \frac{17}{28} \times 18 \text{ celd} = 5.45 \text{ granos por vuelta}$$

2. Recorrido por vuelta de la rueda propulsora: En una revolución, la rueda ha recorrido una longitud de $L = \text{diámetro de la rueda} \times 3.14 = 0.60 \times 3.14 = 1.88 \text{ metros}$.

3. Distancia entre plantas: La distancia entre plantas será = la longitud recorrida por la rueda dividida por el número de granos depositados por vuelta = $\frac{1.88 \text{ cm}}{5.45 \text{ granos}} = 34.4 \text{ cm}$

4. Número de plantas por hectárea: Si la distancia entre surcos es de 90 cm, el número de plantas por hectárea será igual a la relación entre esta área y el área ocupada por cada planta:

$$\frac{10.000 \text{ m}^2/\text{ha}}{0.344 \text{ m} \times 0.90 \text{ m}} = 32.300 \text{ plantas/ha}$$

Para aumentar la densidad, se debe variar la relación de piñones rectos, a fin de reducir la distancia entre plantas en el surco.

Si utilizamos la relación 8/9 entre el eje de la rueda y el de la tolva tendremos:

$$1 \text{ vuelta} \times \frac{8}{9} \times \frac{17}{28} \times 18 = 9.71 \text{ granos/vuelta}$$

La distancia entre plantas será:

$$\frac{188 \text{ cm}}{9.71 \text{ granos}} = 19.35 \text{ cm}$$

El número de plantas por hectárea con un 90% de germinación será de: 51.700, que corresponde aproximadamente a la densidad deseada.

Sembradoras a chorrillo

La graduación de este tipo de sembradoras se hace en base a los siguientes datos: número de descargas de la tolva y la distancia entre ellas; diámetro de la rueda propulsora; descarga en cada chorro por vuelta de la rueda propulsora; engranajes utilizados en la transmisión o posición del piñón loco en la caja de engranajes; y, posición de la compuerta de salida del grano.

Ejemplo: Una sembradora de grano fino de 17 chorros colocados a 18 cm va a ser utilizada para sembrar cebada a razón de 90 kg/ha. La rueda propulsora tiene 75 cm de diámetro. Cómo se efectúa la calibración de la máquina?

Si la máquina tiene una tabla de calibración, esta trae el juego de piñones a utilizar o la posición del piñón loco en la caja para una descarga en kilos por hectárea, del cereal dado o en libras por acre; en este último caso, el factor por el cual hay que multiplicar para obtener kg/ha es de 1.12.

Como paso inicial se colocan los piñones señalados o la posición en la caja de engranajes indicada en la tabla para la densidad de siembra deseada. Esta calibración corresponde, en general, a una variedad de semilla diferente a la que se va a

sembrar, por lo cual siempre debe calibrarse la máquina con la semilla que se va a usar.

Se coloca suficiente semilla sobre una o varias descargas, pero dejando abierta solamente la compuerta de una de ellas.

Se bloquea la máquina en forma tal que se pueda hacer girar la rueda propulsora con la mano, y luego se gira esta algunas vueltas hasta que fluya un poco de semilla por el tubo de descarga. A partir de este momento, se recoge la semilla que se descarga durante el movimiento de 10 vueltas de la rueda.

1. Area de descarga: Si la descarga fue, por ejemplo 30 gr, la densidad sería: Area de descarga = distancia entre chorros x número de vueltas de la rueda x longitud recorrida por vuelta de la rueda.

$$\begin{aligned} \text{Area de descarga} &= 18 \text{ cm} \times 10 \text{ vueltas} \times (75 \times 3,14) \text{ cm/} \\ \text{vuelta} &= 42.390 \text{ cm}^2/\text{chorro} = 4.24 \text{ cm}^2/\text{chorro} \times 17 \text{ chorros} = \\ &72 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

2. Cantidad de semilla depositada en el área de descarga:
En 72 m² depositaría:
0.030 kg/chorro x 17 chorros = 0.51 kg

3. Descarga por hectárea. La descarga en kg/ha sería:
 $10.000 \text{ m}^2/\text{ha} \times \frac{0.51 \text{ kg}}{72 \text{ m}^2} = 70.8 \text{ kg/ha}$

Para depositar 90 kg/ha es necesario aumentar la velocidad de rotación del eje del piñón de descarga o abrir más las compuertas de descarga.

La calibración se hace por ensayo y error hasta obtener la cantidad de gramos por chorro correspondientes a la densidad deseada. Para el caso del ejemplo, esta se alcanza cuando el chorro deposite 38 gramos en las 10 vueltas de la rueda.

Sembradoras al voleo

La calibración de estos equipos se hace teniendo en cuenta los siguientes datos: la velocidad de rotación del eje del toma de fuerza que, generalmente, es constante para todas las máquinas e igual a 540 r.p.m.; la velocidad de avance del tractor se puede fijar entre 5 y 10 km/hr; el ancho de la banda de distribución que depende de cada equipo y varía entre 8 y 10 m para los corrientes, pero puede llegar a 20 m para los más grandes, de acuerdo con el material que se desee esparcir; y, posición de las palancas de descarga.

Ejemplo:

Se desea sembrar arroz con una voleadora a razón de 120 kg/ha y a una velocidad de 8 km/hr. Cómo se calibraría el equipo?

Se determina el ancho de la banda de distribución de arroz, haciendo funcionar el equipo con 540 r.p.m. en la toma de fuerza. Supongamos 9 metros de ancho. Se determina en descarga para cada posición de las compuertas de salida en kg/hr haciendo operar el equipo con el tractor parado.

Se encontró que para la posición 1, descarga 259 kg/hr y para la posición 2, 800 kg/hr.

1. Número de hectáreas cubiertas por hora: Eficiencia del 90%. Se determinan por el producto de la velocidad por el ancho de cubrimiento y por la eficiencia de operación.

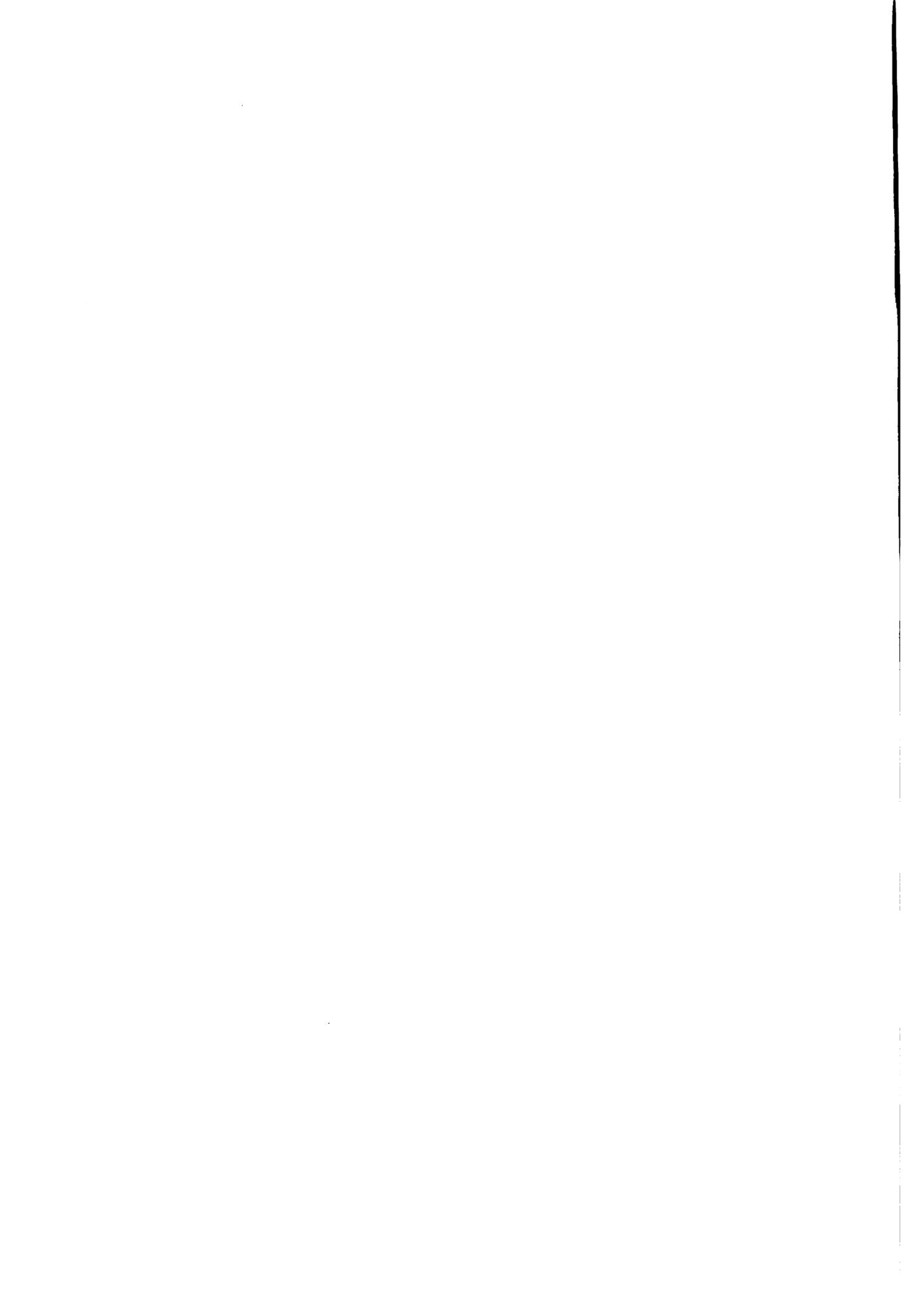
$$\frac{8 \text{ km/hr} \times 9 \text{ de ancho}}{10.000 \text{ m}^2/\text{ha}} = 7.2 \text{ ha/hr} \times 0.9 = 6.5 \text{ ha/hr}$$

2. Descarga en kilos por hectárea: Para la velocidad de 8 km/hr la descarga sería:

$$\text{Posición 1: } \frac{250 \text{ kg/hr}}{6.5 \text{ ha/hr}} = 38 \text{ kg/ha}$$

$$\text{Posición 2: } \frac{800 \text{ kg/hr}}{6.5 \text{ ha/hr}} = 123 \text{ kg/ha}$$

En este caso, se sembraría a 8 km/hr con la palanca de descarga en la posición 2.



CULTIVADORAS AGRICOLAS

Hernando Camacho García et al. *

DEFINICION

Son mecanismos especializados para el control de malezas y el rompimiento de sellos o costras superficiales. Normalmente se emplean en cultivos en surco, plantados con sembradoras por sitio. En ocasiones se utilizan para incorporar agroquímicos en los entresurcos de los cultivos.

PARTES DE UNA CULTIVADORA

Consta de una estructura o de una barra porta-herramientas, de los cuerpos o brazos y de los elementos de trabajo.

Estructura o barra porta-herramienta

Las cultivadoras de estructura presentan un marco en ángulo, palanquilla o tubo de sección cuadrada según el modelo, al cual se sujetan los cuerpos de la cultivadora.

En las cultivadoras de barra porta-herramientas, sobre este elemento de sección cuadrada, hueca o sólida, van montados los respectivos cuerpos. Esta parte lleva también el sistema de enganche, bien sea de tiro o integral.

Los de tiro van montados sobre ruedas de caucho o metálicas sujetas a la estructura, las cuales permiten obtener posiciones de transporte y trabajo; al mismo tiempo, ayudan a regular la profundidad de operación en el campo, al ser accionadas en forma mecánica o hidráulica mediante controles remotos. Algunos integrales o de enganche en tres puntos llevan ruedas para controlar la profundidad de trabajo.

* I.M. ICA. Subgerencia de Investigación, División de Ingeniería Agrícola, Programa de Maquinaria Agrícola.

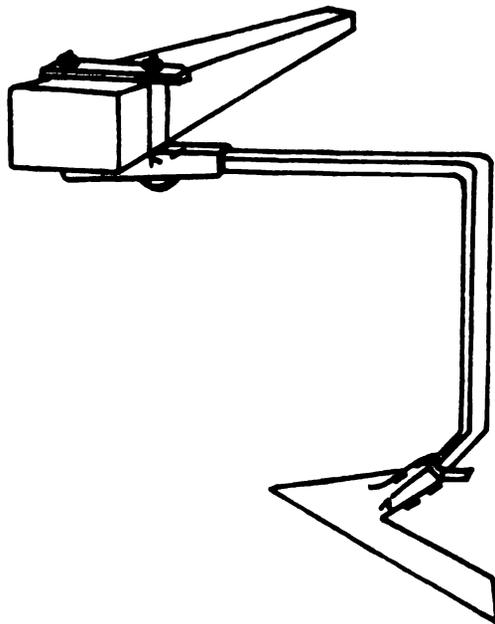


Figura 1. En ángulo recto.

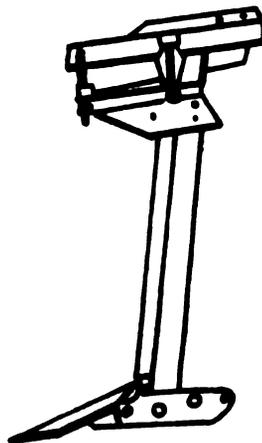


Figura 2. Oblicuos.

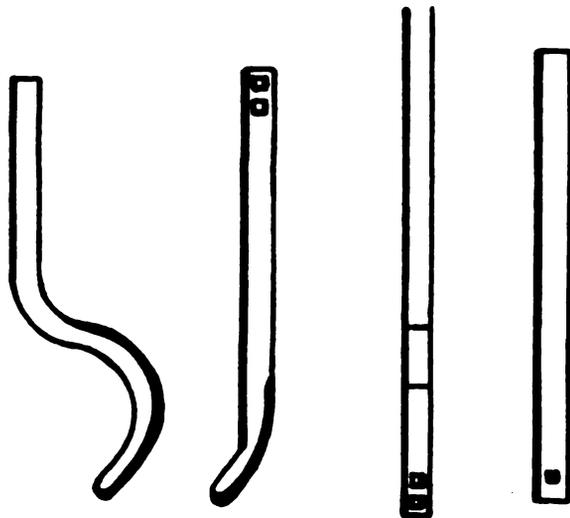


Figura 3. Verticales.

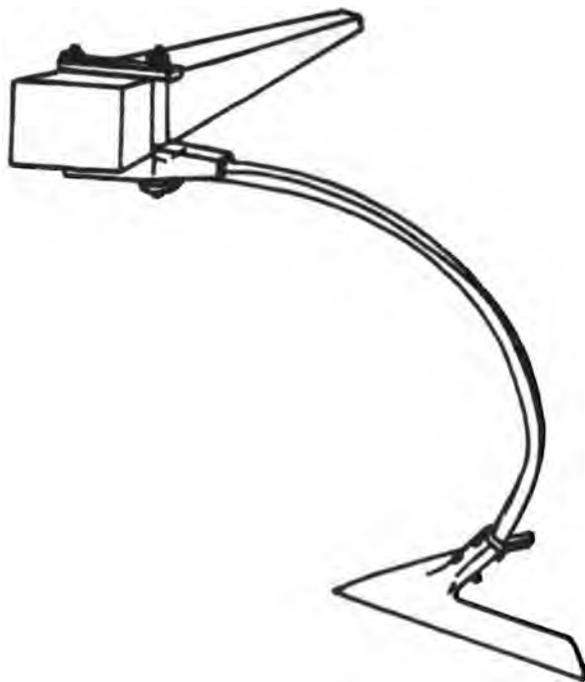


Figura 4. Curvos.

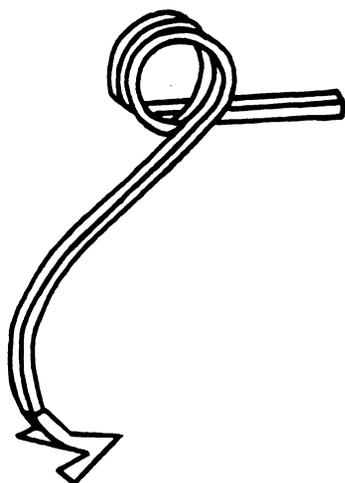


Figura 5. Con muelle.

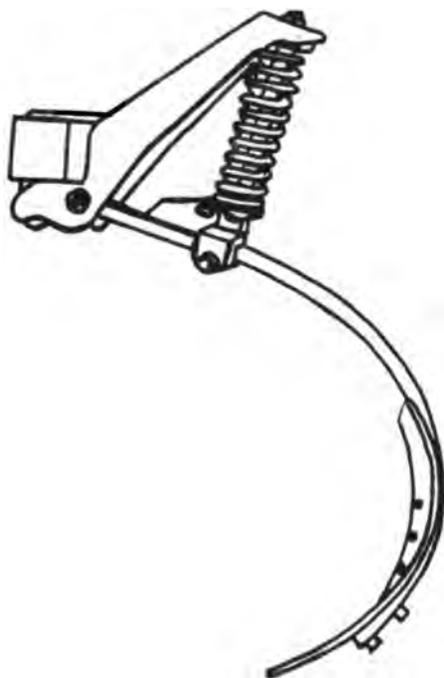


Figura 6. Curvos con resorte.

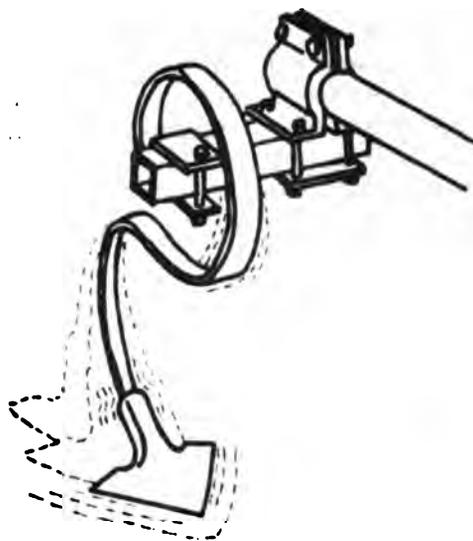


Figura 7. En ese.

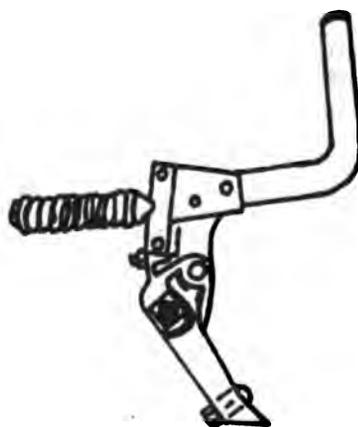


Figura 8. Articulados o compuestos.

Cuerpos

Están suspendidos de la barra porta-herramienta y constituyen el soporte de los elementos de trabajo. También se les denomina con los nombres de barras o brazos y pueden constar de una o varias piezas. Algunos presentan articulaciones y mecanismos de graduación que permiten cambiar la posición y el ángulo de ataque de los elementos de trabajo, como también el ancho y la profundidad de operación. En muchos casos, los cuerpos son basculantes y permiten mejor adaptación a la topografía del terreno.

Los brazos presentan varias modificaciones a saber:

Los brazos curvos, con muelle, en ese, o los que llevan resorte, tienen la particularidad de ser vibrantes y al encontrar un obstáculo se desplazan hacia atrás, cargándose de energía, para posteriormente vencerlo o evadirlo.

La forma de los cuerpos influye en los requerimientos de potencia y en la versatilidad del equipo. Comúnmente, en una cultivadora se combinan dos o más tipos de brazos para reducir los requerimientos de energía y permitir un mejor flujo de malezas y del suelo removido evitando atascamientos.

Elementos de trabajo

Son las piezas que realizan la labor propiamente dicha. También presentan varias modificaciones y la selección de uno u otro tipo de ellas depende del estado de desarrollo del cultivo y las malezas, de las características del suelo y de la humedad de este al momento de realizar el trabajo.

Pueden ser de una de las siguientes formas o tipos:

1. **Escardillo:** Trabaja como estirpador de malezas, las arranca y/o corta al producir remoción de la capa superficial del suelo. Puede presentar succión durante el trabajo.

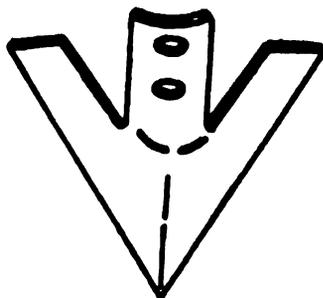


Figura 9. Escardillo.

2. **Medio escardillo:** Por su forma es el elemento que puede ir más cerca al cultivo sin producir daño a este. Los hay derechos e izquierdos; su acción es similar a la del escardillo.

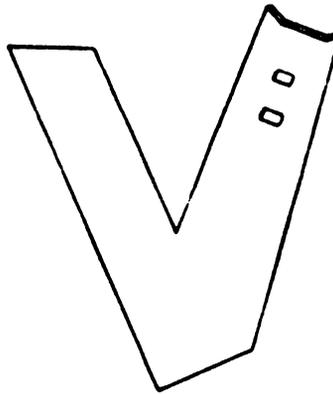


Figura 10. Medio escardillo.

3. **Cuña:** Trabaja de manera similar al escardillo.

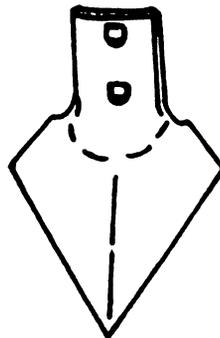


Figura 11. Cuña.

4. **Pie surcador:** Como lo indica su nombre, deja sobre la superficie un pequeño surco que sirve para mejorar la penetración de agua al suelo o para facilitar el drenaje superficial, según el caso.

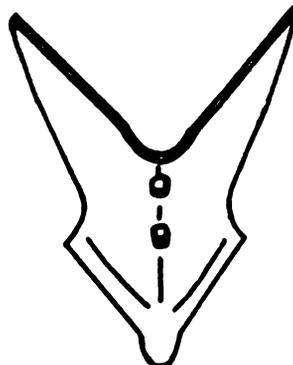


Figura 12. Pie surcador.

5. **Pie de navaja:** Sus alas largas cortan subterráneamente las raíces causando la muerte a las malezas, sin removerlas del sitio. Actúa de manera similar a un arado de raíces.

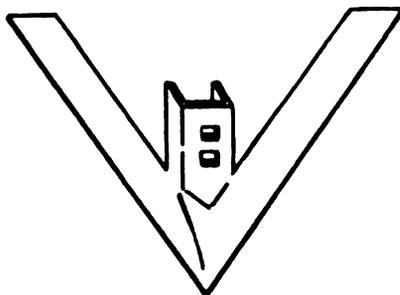


Figura 13. Pie de navaja.

6. **Bisel doble o simple:** Son muy útiles en la roturación de costras o sellos; su efecto sobre las malezas es de arrancado, no de corte. Mejoran la aireación del suelo y facilitan la penetración de agua.

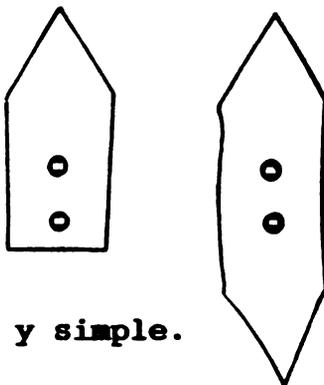


Figura 14. Bisel doble y simple.

7. **Disco:** Su efecto es similar al de un arado de disco. Permite, según el ángulo de ataque, remover e invertir una faja de suelo y con ella enterrar las malezas. La tierra removida se lanza hacia el cultivo, sin taparlo, causando asfixia a las malezas del surco.

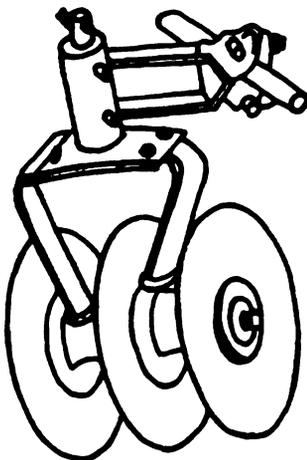


Figura 15. Disco.

8. **Estrella:** Su movimiento de rotación y su ángulo de ataque le permite remover la capa superficial y arrancar las malezas dejándolas sacudidas sobre la superficie.



Figura 16. Estrella.

CLASIFICACION DE LAS CULTIVADORAS

Según el montaje pueden ser:

De tiro

Van montadas sobre ruedas, las cuales están suspendidas al marco o estructura. Estas cultivadoras se enganchan a la barra de tiro del tractor.

Montadas al tractor

Las hay de tres tipos:

1. **Laterales:**

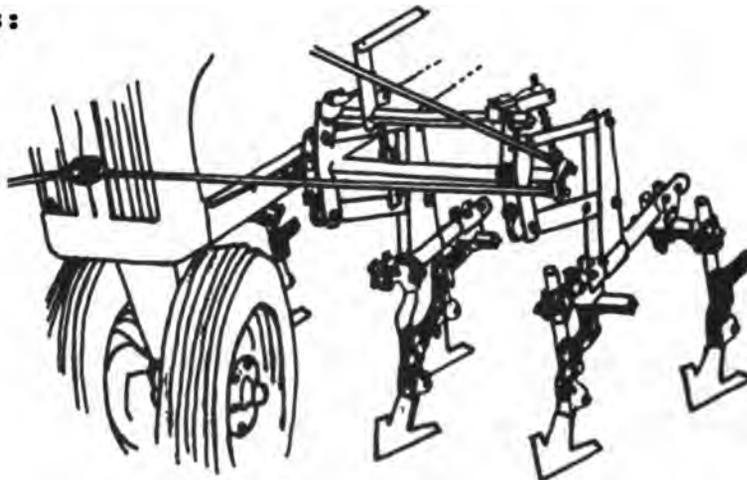


Figura 17. Cultivadora de montaje lateral.

2. Frontales o anteriores:

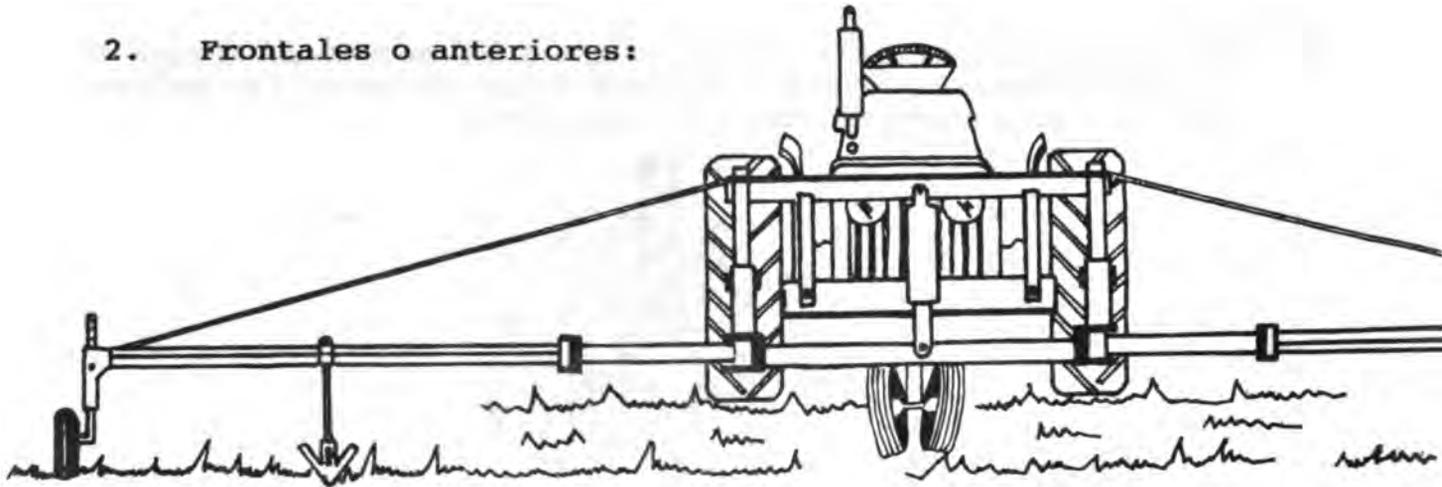


Figura 18. Cultivadora de montaje frontal o anterior.

3. De montaje posterior o integrales:

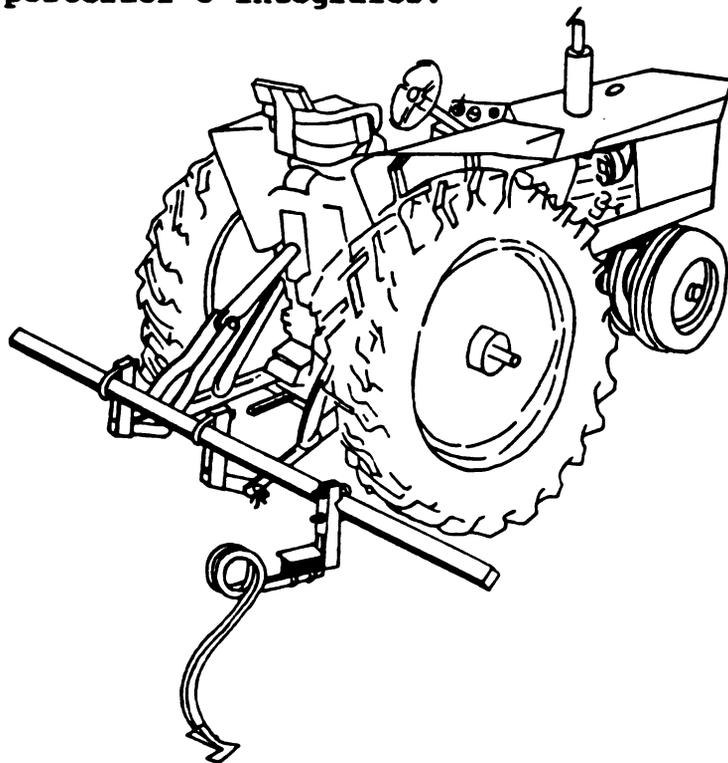


Figura 19. Cultivadoras de montaje posterior o integrales.

Las de montaje lateral y delantero son muy útiles en cultivos con surcos estrechos y/o no paralelos, donde es necesario que el operario mire permanentemente el trabajo, para evitar daño al cultivo.

Las integrales son más comunes, requieren que durante la siembra, los surcos hayan quedado equidistantes para así evitar daños a la plantación, ya que el tractorista no está mirando permanentemente la ejecución del trabajo.

Según el modo de acción son de una de las siguientes clases:

De elementos rígidos

Son aquellas en las cuales el elemento de trabajo va fijo al cuerpo o brazo. Dentro de estas están las de escardillo, biseles, cuña y pie surcador. El efecto de arrancado, corte de las malezas y roturación del suelo, lo realizan mediante impacto, succión y filo.

Son útiles en terrenos de estructura arenosa o franca para el control de malezas y en terrenos pesados permiten además romper costras y mejorar el drenaje superficial.

De elementos rotativos

Se caracterizan porque el elemento de trabajo gira durante la operación alrededor de un eje del cuerpo. Los hay de dos tipos: de discos o de estrellas. Estas últimas pueden ser de estrellas libres que giran al estar en contacto con el suelo y desplazarse la fuente de potencia que las hala, o accionadas por la toma de fuerza del tractor mediante un eje intermedio.

Las de discos son útiles en terrenos sueltos o cuando se quiere aporcar el cultivo y/o asfixiar las malezas del surco dejándolas tapadas.

Las de estrella se pueden utilizar en cualquier terreno, pero son particularmente útiles en terrenos pesados o cuando la humedad del lote es excesiva y se tiene que cultivar, es decir, son especiales para cuando es necesario sacudir la maleza y dejarla expuesta superficialmente. Su efecto es mejor cuando las malezas están recién emergidas.

VELOCIDAD DE OPERACION

Varia según las características del suelo y de la cultivadora, como también según el estado de desarrollo del cultivo y las malezas. En general, puede decirse que la velocidad de operación está dentro de los siguientes rangos: cultivadoras de elementos rígidos 4 - 8 km/h y cultivadoras de elementos rotativos 5 -10 km/h.

REQUERIMIENTOS DE ENERGIA

Dependen del tipo y tamaño de la cultivadora, del suelo, de las malezas presentes y de la velocidad y profundidad de operación. A manera de guía, puede decirse que los requerimientos en orden ascendente para anchos de operación y profundidad similares son como sigue:

Rotativa PTO > Elementos rígidos > Rotativas libres

Los requerimientos de potencia son generalmente bajos para la mayoría de las cultivadoras, dado que su trabajo es superficial.

AJUSTES

Dependiendo del tipo de cultivadora se hará uno o varios de los siguientes ajustes:

1. Longitudinal

2. Transversal:

Con esto se busca que la barra portaherramientas o la estructura, según el caso, quede paralela a la superficie del suelo. Así todos los elementos de trabajo estarán al mismo nivel.

3. Profundidad de trabajo:

Se puede regular según las necesidades con los mecanismos que para tal fin tiene cada implemento.

4. Separación entre elementos de trabajo:

Se realiza sobre la barra o la estructura y en algunas cultivadoras sobre los cuerpos, cuando estos presentan esta posibilidad. Este ajuste permite regular el área a remover de acuerdo al ancho del estresurco y a la necesidad de evitar atascamientos en la máquina.

5. Ajuste en algunas articulaciones:

Lo presentan solamente las que poseen cuerpos articulados.

6. Ajustes o graduaciones del elemento de trabajo tales como cambio de inclinación de los discos o de los escardillos:

Las cultivadoras se pueden calibrar antes de salir al campo, pero siempre se recomienda que el operario esté pendiente de hacer los ajustes que se necesitan sobre el terreno.

ESTIMACION DE LOS COSTOS DE FUNCIONAMIENTO
DE LA MAQUINARIA AGRICOLA

Hernando Camacho García et al.*

INTRODUCCION

La obtención de beneficios de la mecanización agrícola requiere, además de un conocimiento de los aspectos técnicos relacionados con la selección, manejo, operación y conservación, conocimientos en la determinación o estimación de los costos de utilización de la maquinaria.

Los costos de mecanización representan un rubro importante y muy significativo en los costos globales de producción de un cultivo, permitiendo al usuario dosificar sus labores mecanizadas hasta niveles económicos, determinar los costos de alquiler y conocer la época de reposición y valor de venta de los equipos utilizados.

TIPOS DE COSTOS

Dos tipos o grupos de costos se presentan según se refieran a la propiedad misma de las máquinas (costos fijos), o al nivel de utilización (costos variables).

En los primeros, los de propiedad, el costo es generalmente independiente del uso que se dé a los equipos y pueden clasificarse así:

- . Depreciación: Corresponde a la pérdida de valor que sufre la máquina con el correr del tiempo, sea por desgaste normal del trabajo, o por obsolescencia o envejecimiento.
- . Interés: El capital invertido en los equipos sería fuente de ingresos en cualquier otro tipo de inversión como acciones, UPAC o cuentas de ahorro, de ahí la necesidad de cargar a los equipos agrícolas el interés que el dinero produciría en otras inversiones.

Los costos de operación o variables dependen de la utilización que se dé a la maquinaria agrícola; componen este grupo los siguientes rubros:

* I.M. ICA. Subgerencia de Investigación, División de Ingeniería Agrícola, Programa de Maquinaria Agrícola.

- . **Mantenimiento y reparaciones:** Son los costos derivados de las reparaciones mecánicas y de los servicios recomendados por el fabricante, como ajustes de partes y cambios de elementos.
- . **Operación:** Es el costo del operario del tractor o equipo.
- . **Combustible y lubricantes:** Costos del consumo de combustible, gasolina o ACPM que usa el tractor y aceites y grasas para su normal funcionamiento.

CALCULO DE LOS COSTOS

1. Costos fijos:

- . **Depreciación:** La pérdida de valor de un equipo sigue la tendencia representada en la curva de la Figura 1. Se observa una pérdida de valor muy acentuada en los primeros años y una reducción muy pequeña en los últimos años.

El sistema matemático utilizado para determinar con precisión el valor de un bien en cualquier edad es muy útil para saber el precio de venta de un equipo, pero se considera impráctico para el cálculo de los costos de utilización de maquinaria agrícola, en razón de la diversidad de costos entre años sucesivos, lo que permitiría recomendar el uso de maquinaria vieja en todos los casos.

Una corrección de la curva, como se ilustra en el gráfico, es más práctica y permite homogeneidad en los costos a través de los años de uso de las máquinas, permitiendo un tratamiento aritmético medio, en razón de que los decrecimientos de valor son uniformes a través del tiempo.

La depreciación puede calcularse por la fórmula:

$$D = \frac{Vi - Vf}{Vu} \quad \text{en donde:}$$

Vi = Valor inicial
 Vf = Valor final o de salvamento
 Vu = Vida útil del equipo

El valor de salvamento se estima en 10% del valor de compra del equipo, según varios autores; aún así, es difícil para las condiciones de Colombia determinar la bondad del sistema del cálculo; sin embargo, es un patrón que puede ser utilizado, pues da un rango bastante aceptable.

La vida útil de un equipo es difícil de determinar cuando no se posee un estudio económico de costos acumulados y valor

de sustitución como lo ilustra la Figura 1. Algunos autores coinciden en los valores que se representan en el Cuadro 1. Ejemplo: Un tractor de \$ 1.000.000 trabaja 850 horas por año, cuál será el valor de depreciación hora?

$$D = \frac{Vi - Vf}{Vu} \quad \text{en donde:}$$

$$Vi = 1.000.000$$

$$Vf = 100.000$$

$$Vu = 10.000 \text{ horas}$$

$$D = \frac{1.000.000 - 100.000}{10.000} = \frac{900.000}{10.000} = \$ 90/\text{hora}$$

Debe aclararse que cuando se habla de horas tractor, se refiere a la lectura del horómetro y no a las horas reloj, que generalmente corresponden a una cifra mayor.

Si un tractor con motor para operación a 2.000 r.p.m. trabaja durante una hora reloj a 1.000 r.p.m. solamente se considerará, y así aparece en el horómetro, 0.5 horas-tractor.

Interés: Varios sistemas y fórmulas se plantean para el cálculo del interés; la fórmula más práctica y acorde con el sistema de estimación de costos que se plantea en este trabajo es la del interés sobre el valor medio del capital.

$$\text{Interés} = \frac{Vi + Vf}{2} \times t \quad \text{en donde:}$$

$$Vi = \text{Valor inicial}$$

$$Vf = \text{Valor final}$$

$$t = \text{Tasa de interés}$$

Esta fórmula representa el interés para toda la vida útil del equipo. Asumiendo, en nuestro caso, una tasa de interés anual de 24%, tendremos:

$$I = \frac{1.000.000 + 100.000}{2} \times 24 = \$ 132.000 \quad (\text{interés para las 10.000 horas de trabajo})$$

$$\text{Luego, Interés por hora} = \frac{132.000}{10.000} = 13,2/\text{hora}$$

Las tasas de interés pueden variar de acuerdo con las políticas económicas vigentes y sus cambios constantes, lo mismo que con las fluctuaciones que se puedan presentar en los papeles de inversión.

Cuadro 1. Vida útil.

Equipos	Horas de trabajo por año	Vida útil (años)	Desgaste (horas)	Reparaciones y mantenimiento. % Costo inicial por 100 horas de trabajo
Arado	138	15	2.000	5.4
Rastra discos	133	15	2.000	7.8
Rastra púas	100	20	2.000	4.8
Cultivadoras	167	12	2.000	7.2
<u>Sembradoras</u>				
Maíz algodón	67	15	1.000	8.4
Arroz	50	20	1.000	9.6
Guadañas	125	12	1.500	14.4
Tractores de ruedas	670	15	10.000	1.2
Remolques	267	15	4.000	2.2

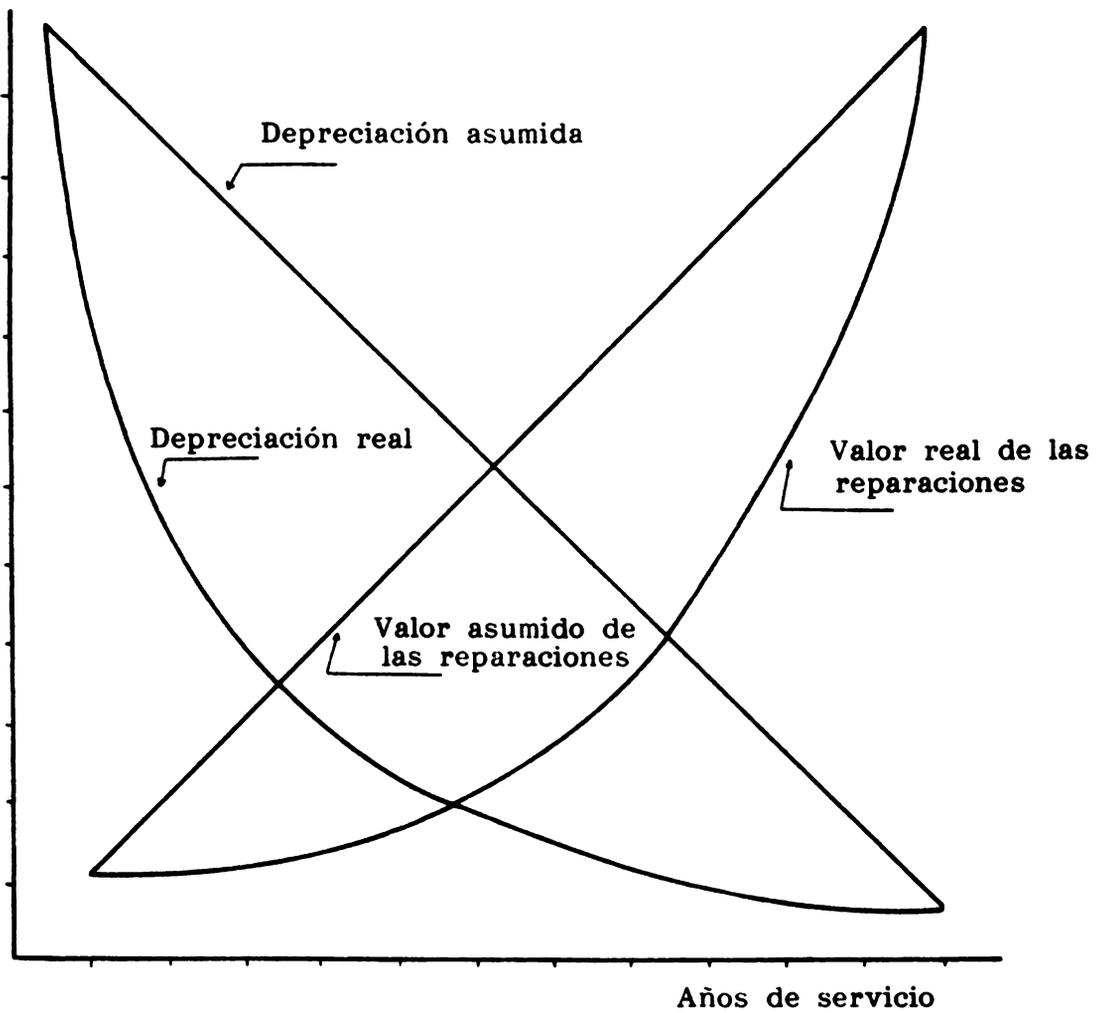


Figura 1. Tendencia del cambio del valor de un bien a través del tiempo.

- Almacenamiento: Se calcula con base en la fórmula $A = 0.5\% \frac{Vi}{Vu}$, que representa un porcentaje sobre el valor del equipo. El almacenamiento se puede estimar también en base al área ocupada por la máquina o equipo.

Para el tractor del ejemplo anterior tenemos:

$$A = \frac{0.5 \quad Vi}{100 \times Vu} \quad \text{en donde:}$$

A = Valor del almacenamiento
 Vi = Valor inicial del tractor
 Vu = Vida útil en horas

$$A = \frac{0.5 \times 1.000.000}{100 \times 10.000} = 0.5 \text{ \$/hora}$$

En el segundo caso sería necesario conocer el total de costos de la construcción de almacenamiento o bodega, su vida útil y su área total, para así determinar el costo de almacenamiento por m².

Ejemplo: Se tiene una bodega de 200 m², cuyo costo total es de \$200.000 y se ha calculado una vida útil de 20 años. Cuál será el costo de almacenamiento por m² en esa bodega?

$$A = \frac{Ct}{Vu \times a}$$

A = Costo almacenamiento
 Vu = Vida útil del galpón o bodega
 a = Área útil de la bodega

$$A = \frac{200.000}{20 \times 200 \text{ m}^2} = 50 \text{ \$/m}^2 \text{ por año}$$

Conociendo el costo unitario de almacenamiento, es fácil conocer el costo de almacenamiento de un equipo dependiendo del área que este ocupe.

2. Costos variables:

Están en relación directa con el uso que se dé al equipo, tanto por el número de horas trabajadas como por la clase de trabajo que se realice.

Estos costos están constituidos por: reparación y mantenimiento, combustible y lubricante y costos por jornales.

Reparación y mantenimiento: Están en función del uso y cuidados que se le dé al equipo. Los trabajos pesados exigirán reparaciones más frecuentes y mayor mantenimiento.

Estos costos se pueden conocer de manera precisa cuando se han llevado registros detallados sobre el particular. En caso contrario, se puede utilizar como guía los índices dados en el Cuadro 1, que están expresados en porcentaje del costo inicial por 100 horas de trabajo.

$$R \text{ y } M = \frac{Vi \times i}{100}$$

$$R \text{ y } M = \frac{1.000.000 \times 12}{100} = \$ 12.000$$

$$R \text{ y } M \text{ por hora} = \frac{\$ 12.000}{100} = \$ 120/\text{hora}$$

Combustible: Existen fórmulas que permiten establecer el consumo y, por consiguiente, los costos tanto para los motores diesel como para los de gasolina.

Para motores a gasolina:

CC = 0.07 a 0.08 galones/hora por potencia máxima en la toma de fuerza (en HP).

CC = Consumo de combustible en galones/hora.

Para diesel:

CC = 0.06 galones/hora por potencia máxima en la toma de fuerza (en HP).

Ejemplo: Para un tractor con 50 HP máximo en el toma de fuerza, el consumo de combustible será:

A gasolina:

$$CC = 0.075 \times 50 = 3.75 \text{ galones/hora}$$

Diesel:

$$CC = 0.06 \times 50 = 3 \text{ galones/hora}$$

El costo por hora será igual al consumo por el valor del galón del combustible respectivo.

Lubricantes: Se pueden considerar, para trabajos similares, como el 15% del valor del combustible.

L = 15% costo del combustible
L = Costo por lubricantes

Costos por jornales: Con un operario que devengue \$ 200 diarios, el costo por año será:

$$\frac{200}{\text{día}} \times 30 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} = \$ 72.000/\text{año}$$

Asumiendo un 40% por prestaciones tenemos:

$$\$ 72.000 + \frac{40 \times 72.000}{100} = 72.000 + 28.000 = \$ 100.800$$

Costo por año = \$ 100.800

$$\text{Costo por hora} = \frac{\text{Costo año}}{\text{No. horas uso tractor/año}}$$

$$\text{Costo/hora} = \frac{100.800}{850} = 118,6 \text{ \$/hora}$$

Los costos globales serán la suma de los costos fijos más los variables.

✓
**PROTOTIPOS DE EQUIPOS E IMPLEMENTOS DESARROLLADOS EN MEXICO
PARA EL PEQUEÑO PRODUCTOR**

✓
Santos G. Campos Magaña *

INTRODUCCION

La falta de equipo agrícola y herramientas adecuadas para el agricultor de escasos recursos limita el aprovechamiento eficiente de los terrenos dedicados a la agricultura, tal es el caso del barbecho con yunta para lo cual el productor requiere caminar hasta 40 km para preparar una hectárea.

En el Cuadro 1 se presentan los niveles de mecanización actuales en México, donde se pone de manifiesto la importancia del uso de la tracción animal en el país.

Se señala que de los 22.1 millones de hectáreas que comprende la frontera agrícola, en 11.7 millones interviene la tracción animal y que de esta fracción más del 80% corresponden a la región centro y sur del país.

Con el objeto de presentar soluciones para las necesidades de mecanización en estas regiones, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) cuenta con una Unidad de Ingeniería y Mecanización Agrícola (UIMA) con sede en el CECOT, Veracruz, México, y cuya finalidad es generar tecnología apropiada a las condiciones socioeconómicas de los pequeños productores.

Los planes de trabajo que realiza esta Unidad en determinada región, se basan en los siguientes objetivos específicos:

- . Conocer la problemática del agricultor con la finalidad de identificar las necesidades y prioridades de la mecanización agrícola.
- . Diseñar, modificar, construir y evaluar tecnologías prometedoras en base a las necesidades identificadas.
- . Difundir las tecnologías probadas para que estén al alcance del usuario.

* M.Sc. Experto de la Región Sur de la Red de Mecanización e Instrumentación. INIFAP, México.

CUADRO 1. MUNICIPIOS DEL DISTRITO DE TEMPORAL V DE VERACRUZ DONDE EXISTE UNA DEMANDA POTENCIAL DE IMPLEMENTOS Y EQUIPOS MEJORADOS PARA EL PEQUEÑO AGRICULTOR. SARH. INIA. CAECOT. FEBRERO 1985

MUNICIPIOS	USO DE TRACCION ANIMAL			USO ESFUERZO HUMANO			USO DE TRACCION MOTRIZ			YUNTAS DE BOVINOS REPORTADAS
	L.P.	L.S.	CyPC	L.P.	L.S.	CyPC	L.P.	L.S.	CyPC	
Medellín - Jamapa	60	70		20	90		40	10	10	1484
Paso de Ovejas	60	70		20	96		40	10	5	1480
Soledad de Doblado	50	75		20	96		50	5	5	705
Emiliano Zapata	75	80		20	100		25			450
Alto Lucero	80	80		15	100		20	5		230
Comapa	80	80		15	100		20	5		425
Puente Nacional	40	60		30	90		60	10	10	1015
Cotaxtla	20	70		15	95		80	15	5	506
Paso del Macho	30	70		20	100		70	10		361
Antigua-U.Galván	20	60		10	--		80	30	--	178

L P. - Labores primarias (barbecho-rastreo)

L.S. - Labores secundarias (surcado-siembra y atierre)

CyPC - Cosecha y postcosecha (cosecha, trilla y desgrane)

Niveles de mecanización actuales en México.

	a Superficie	b Mecanizables	c No mecaniz.	d Actualmente mecanizadas
Riego	4.8	4.8	-	4.8
Temporal	17.3	11.2	6.1	5.5
Total	22.1	16.0	6.1	10.3
	Area de influencia de tracción humana + animal		%del total donde se emplea la tracción humana + anim.	
Riego				-
Temporal	11.8			53

El presente trabajo tiene la finalidad de mostrar la metodología que se siguió en el diagnóstico para la identificación de necesidades de mecanización, así como algunos resultados de investigación.

METODOLOGIA DE DIAGNOSTICO

El objetivo primordial en el diagnóstico era no imponer tecnologías sobre el agricultor, sino estudiar sus prácticas actuales y ofrecer alternativas a estas. Para estudiar y participar en las prácticas tradicionales fue necesario convivir con el agricultor en su ambiente de trabajo y mantener un contacto estrecho. Esto fue para generar confianza y ofrecer alternativas que realmente tomen en cuenta el ambiente total del agricultor y su familia.

La metodología para determinar las necesidades de maquinaria agrícola se basó en los siguientes puntos:

1. Inventario de recursos y fuentes de energía con que se realizan las diferentes labores agrícolas.
2. Análisis diario de las actividades.
3. Análisis de su sistema de producción.

4. Determinación del tiempo disponible laborable a través del año.
5. Factibilidad financiera.
1. Inventario de recursos y fuentes de energía con que se realizan las diferentes labores agrícolas

Una de las fases en la identificación de necesidades de mecanización agrícola en una región, es la de recopilar información concerniente a:

- a. Superficie agrícola (ha)
- b. Cultivos principales (ha) (riego y temporal)
- c. Tamaño de predios
- d. Labores realizadas y tipo de energía empleada.
- e. Número de: animales de tracción, tractores e implementos.

Las principales fuentes de documentación empleadas en la región fueron:

- . Documentación existente en los departamentos de estadísticas de los distritos.
- . Opiniones, cuestionarios y entrevistas a los encargados de las Unidades de Asistencia Técnica.

Los puntos a, b, c y e son información directa que se puede obtener de las fuentes antes mencionadas y las cuales no se requiere realizar un análisis profundo de la información obtenida; sin embargo, lo concerniente al punto d, es necesario hacer un análisis profundo, pues una de las fuentes más importantes para definir niveles de mecanización imperantes en la zona con bastante claridad, nos da la pauta para determinar cuales pueden ser las prioridades de mecanización de una región.

El formato para la concentración de información es el siguiente:

	Energía		
Labor	% fuerza motriz	% fuerza animal	% fuerza humana

Barbecho
 Rastreo
 Surcado
 Siembra
 Cultivo
 Atierrre
 Aspersión
 Cosecha
 Trilla
 Transporte

Del inventario de maquinaria agrícola actual, y de acuerdo a sus fuentes de tracción, podemos determinar la capacidad real de mecanización con que cuenta una región. Esto nos permitirá también determinar los niveles de eficiencia de uso de los recursos con que cuenta un productor o una región.

Eficiencia del uso del equipo agrícola

Actividad	Capacidad teórica C.T. $CT = \frac{10}{V+w} \text{ (h/ha)}$	Capacidad real CR = (hr/ha)	Eficiencia $\frac{C.T}{C.R.}$
-----------	---	--------------------------------	----------------------------------

Barbecho
Rastreo
Nivelación
Surcado
Siembra
Fertilización
Aspersión
Cultivo
Atierre

Donde:

V = Velocidad de trabajo (km/h)

w = Ancho del implemento (m)

2. Análisis diario de las actividades

Se definió que la Unidad a investigar fuera la unidad familiar, y para su selección se siguió la siguiente metodología: concentrar el estudio en ejidos por medio de reuniones con directivos de las presidencias municipales, se identificaron ejidos representativos con ejidatarios dispuestos a aceptar nuevas tecnologías, para lo cual se buscó una muestra de ejidos que reunieran las siguientes características:

- . Tracción animal
- . Cultivos de temporal y riego
- . Que tuvieran acceso a tractores.

Por medio de entrevistas con cuestionarios previamente diseñados, se seleccionaron cuatro unidades familiares de cuatro diferentes comunidades, las cuales eran representativas de la región de estudio.

El sistema que se adoptó para adquirir los datos de tiempo y mano de obra requerida en todas las labores agrícolas de cada uno de los cuatro agricultores, fue visitar a cada agricultor, por lo menos una vez por semana, y en épocas de trabajo intensivo con

más frecuencia; para esto se les proporcionaron unos formatos semanales que incluían sus actividades diarias, así como el tiempo gastado en cada una de ellas. Se trabajaron con los implementos tradicionales de los productores y se discutieron con ellos las ventajas y desventajas de su sistema actual y sus posibles alternativas. Los resultados de estas se presentaron en forma de histogramas, los cuales describen las horas hombre que demanda cada labor agrícola. Cada semana dentro del histograma está representada por una barra vertical que contiene información acerca de la labor realizada, así como el tiempo requerido.

La información que se obtiene es la eficiencia de uso de su mano de obra familiar, así como el periodo en el que hay disponibilidad de la misma, así como donde se pudiera realizar otras actividades o donde se requirió contratar mano de obra extrafamiliar.

3. Análisis de su sistema de producción

Se determinaron los cultivos tradicionales que ellos trabajan a través del tiempo y que superficie del total que poseen dedican a cada cultivo, para lo cual se siguió el siguiente tabular:

	CULTIVO				
	Junio	Julio		Abril	Mayo
Limpia					
Barbecho	██████████				
Rastro	██████████				
Nivelación	██████████				
Surcado	██████████				
Siembra	██████████				
Fertilización					
Control de plagas					
Cultivo					
Atierra					
Azone					
Cosecha					
Desgrane					

Donde el tiempo se indica en forma semanal a través del año en el cual se ubican sus actividades de acuerdo al periodo en que se realizan y el tiempo necesario para hacerlo. Ejemplo: el barbecho se realiza durante el mes de junio,

CULTIVO / MAIZ DE TEMPORAL

Junio	Julio	Abril	Mayo																																
<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 12.5%;"></td><td style="width: 12.5%;"></td> </tr> </table>									<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 12.5%;"></td><td style="width: 12.5%;"></td> </tr> </table>									<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 12.5%;"></td><td style="width: 12.5%;"></td> </tr> </table>									<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 12.5%;"></td><td style="width: 12.5%;"></td> </tr> </table>								

Barbecho



* Representa los jornales por ha por su número de hectáreas indicando en el periodo donde se puede realizar la práctica al tiempo real necesario para cubrir su superficie a sembrar donde un día-hombre comprende 6 horas útiles de trabajo de 3 horas en la mañana y 3 en la tarde.

4. Determinación del tiempo disponible laborable a través del año

Una de las fases importantes del diagnóstico es conocer la probabilidad de trabajo en días por mes equivalente (el agricultor normalmente en la zona trabaja de 6 a 10 a.m. y de 3 a 6 de la tarde) para realizar labores en campo. La determinación de estos días depende de varios factores, entre los más importantes están:

- . Volumen de la lluvia por día
- . Textura del suelo
- . La condición del suelo (si está cultivado o no).

Esta información debe estar contenida de la siguiente manera:

Mes	Jun.	Jul.	Abr.	May												
Días traba- jables	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr> <td style="width: 12.5%;"></td><td style="width: 12.5%;"></td> </tr> </table>															

Esto nos permitirá, en base a nuestro inventario, a la eficiencia de nuestro equipo y a la fuente de potencia, definir las necesidades de mecanización para una determinada actividad, o bien donde es necesario optimizar algún componente para establecer una mayor superficie de cultivo.

Esta información puede ser vaciada en el siguiente cuadro:

Actividad	a Capacidad real de nuestro equipo (hr/ha)	b Tiempo dispo- nible (días)	c Capacidad de nues- tro inven- tario (ha)	d Superficie agrícola (ha)	e Necesidades de mecaniza- ción (ha)
-----------	---	--	---	-------------------------------------	--

Barbecho
 Rastreo
 Surcado
 Siembra
 Fertilización
 Aspersión
 Atierre
 Cosecha
 Transporte
 Trilla

$$C = (a*b)$$

$$e = (c - d)$$

5. Factibilidad financiera

Antes de iniciar cualquier introducción de tecnología, que represente un costo extra al productor, se debe analizar los beneficios que pueden representar; para esto debemos definir los costos de producción donde intervengan los aspectos de mecanización en su sistema tradicional, para lo cual puede ser empleado el siguiente tabular:

Actividad	Costos \$ ha	Mano obra No.\$*total	Uso imple- mento \$	Uso de fuente de tracción (\$) \$* total
-----------	--------------	--------------------------	------------------------	--

Barbecho
 Rastreo
 Surcado
 Siembra
 Fertilización
 Aspersión
 Atierre
 Cosecha
 Transporte
 Trilla

* Costo por día.

Para el sistema mejorado debemos considerar las mismas columnas que en el análisis de su sistema tradicional.

Donde:

Para el cálculo de la amortización del implemento sería:

$$A = C.F. + C.V. \quad \text{Ec. (1)}$$

$$C.F. = D + I \quad \text{Ec. (2)}$$

$$D = \frac{VI - VR}{VU} \quad \text{Ec. (3)}$$

$$I = \frac{VI + VR}{2} \times I \quad \text{Ec. (4)}$$

$$C.V. = \frac{VI}{VU} \quad \text{Ec. (5)}$$

D = Depreciación	VU = Vida Util
A = Amortización	C.F.= Costos Fijos
VI = Valor Inicial	C.V.= Costos Variables
VR = Valor de Rescate	I = Tasa de interés anual

La comparación de las columnas por actividad nos permitirá definir si hay ahorro en mano de obra o ahorro en uso de la fuente de tracción (optimización), la cual nos daría reducción en costos de producción o la posibilidad de incrementar nuestra superficie sembrada.

RESULTADOS DEL DIAGNOSTICO

Como resultados del diagnóstico se identificaron tres problemas prioritarios en cuanto a mecanización agrícola que son:

- . Baja productividad humana en trabajos con alta demanda de mano de obra.
- . Esfuerzo excesivo y dificultad para realizar las labores agrícolas y caseras.
- . Poco aprovechamiento de los recursos disponibles.

En relación a la identificación de la problemática, se presenta el Cuadro 2, donde se describe que en la mayoría de los municipios muestreados es alto el porcentaje del uso de tracción animal en labores primarias y secundarias, comparado con la tracción motriz y que la mano de obra se utiliza más en la cosecha y postcosecha.

CUADRO 2. PORCENTAJES DE UTILIZACION DE LA ENERGIA PARA REALIZAR LAS DIFERENTES LABORES EN EL DISTRITO DE TEMPORAL V DE VERACRUZ. SARH. INIA. CAECOT. FEBRERO 1985.

LABOR	T I P O D E T R A C C I O N		
	MOTRIZ	ANIMAL	HUMANA
Barbecho	60	40	--
Rastreo	20	--	--
Surcado	25	75	--
Siembra	20	--	80
Aporque (atierre)	20	80	--
Cultivo	20	80	--
Cosecha	--	--	100
Trilla - desgrane	15	--	85
Transporte	5	80	15

FUENTE: Encuestas realizadas en cada Unidad del Distrito V de Veracruz 1984. (del folleto técnico No.24) "Estudio técnico-económico de las necesidades de implementos en el Distrito V de temporal."

En el Cuadro 3 se puede apreciar que el uso de la fuerza animal, como fuente de tracción, es importante principalmente en las labores secundarias como cultivo y atierre. Así también el uso de la fuerza humana en las labores de siembra, cosecha y trilla.

EQUIPO DESARROLLADO

La Unidad ha generado prototipos para resolver los problemas específicos encontrados. Algunas tecnologías han sido probadas y validadas con agricultores y otras están en proceso de desarrollo.

Los equipos desarrollados que se encuentran en la fase de fabricación son:

Equipos de labranza

- . Yunticultor
- . Multibarra
- . Rastra de discos de marco rígido

Equipos post-cosecha

- . Molino de nixtamal
- . Trilladora de arroz
- . Trilladora de uso múltiple
- . Desgranadora manual

Equipos para la utilización de recursos naturales

- . Ariete hidráulico
- . Sistema de perforación de pozos

DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS

El yunticultor

Es una barra porta-implementos de tracción animal, que consiste en un chasis de hierro porta-herramientas, este está sostenido por dos ruedas y en cada una tiene un sistema de ajuste para regular y nivelar la profundidad de los implementos. La forma de acoplar los implementos a la barra es mediante orquillas.

El yunticultor cuenta con equipo opcional de trabajo consistente en: 3 mariposas para surcar y aterrar, 2 arados de vertedera, una cultivadora articulada de siete rejas, sembradora-

CUADRO 3. RENDIMIENTO DEL YUNTICULTOR, MULTIBARRA Y RASTRA DE MARCO RIGIDO.

EQUIPO	YUNTICULTOR	TIEMPO/HR/HA
1 Arado		17
2 Arados		11
Rastra		4
Surcado		3
Siembra		3
Cultivo		4
Atierre		3
PLATAFORMA CBN CAPACIDAD P/500 kg		
MULTIBARRA		
Arado 23 cm		20
Arado 32 cm		14
Surcado y siembra		8
Cultivo		8
RASTRA		
Rastra de marco rígido		8

fertilizadora, una rastra, una aspersora y una plataforma que se utiliza para carga y transporte. Para el desarrollo de las prácticas agrícolas que se pueden ejecutar con cada uno de estos implementos, el operador tiene la ventaja de ir sentado.

La multibarra

Es una manera porta-herramientas de tracción animal que consiste en un bastidor con cuatro espacios a lo largo de la barra donde se acoplan los implementos de acuerdo a la labor que se requiere realizar; cuenta también con un sistema de ajuste que permite regular la profundidad de trabajo.

La multibarra cuenta con los siguientes equipos: un arado, una mariposa con sembradora y cultivadora de tres rejas, las cuales se pueden acoplar e intercambiar fácilmente de acuerdo a la labor que se pretende realizar.

La rastra de discos

Es un implemento de tracción animal que consiste en un marco rectangular de dos cuerpos de cuatro discos cada uno.

El ángulo de cada cuerpo se puede ajustar con respecto a la dirección de avance, con el fin de variar el tratamiento que se le vaya a dar al suelo, y acomodarlos en forma paralela para facilitar su transporte fuera del terreno.

La rastra cuenta con un asiento para que el operador vaya cómodamente sentado y, a la vez, integre su peso al del implemento para mejorar la profundidad de trabajo.

Considerando que parte fundamental de la evaluación de una tecnología nueva es el análisis financiero del impacto de su adopción sobre la economía del productor, se presenta un resumen (Cuadro 4) de los costos y beneficios, así como su tasa de retorno por hectárea de los equipos de labranza mencionados.

El análisis mostrado compara tres sistemas de labranza de maíz señalando que la ventaja relativa de un sistema en comparación con otro varía con los cambios en la superficie sembrada.

En este caso, las tasas de retorno indican cual de los tres sistemas puede recomendarse dada la superficie a sembrarse.

Se recomienda la utilización de la multibarra para una hectárea, ya que tiene la tasa de retorno más alta, 323% en comparación de 268% en el tradicional y el del yunticultor.

Después de la segunda hectárea, el sistema de la multibarra sigue siendo el más rentable, pero de aquí en adelante se puede

CUADRO 4. TASA DE RETORNO POR HECTAREA PARA LOS TRES SISTEMAS DE PRODUCCION DE MAIZ.
TASA DE INTERES 0% (\$US)

SISTEMA	CONCEPTO	SUPERFICIE SEMBRADA (ha)					
		1	2	3	4	5	6
SEMI TRAC TORI ZADO.	Beneficio bruto/ha	600	600	600	600	600	600
	Costos totales/ha (Cuadro 11.7)	223.5	188.6	176.9	1/1.1	16/.6	165.3
	Tasa de retorno(%)	268	318	339	351	358	363
MULTI BARRA	Beneficio bruto/ha	600	600	600	600	600	600
	Costos totales/ha (Cuadro 11.7)	185.5	149.7	137.6	131.7	128.0	125.6
	Tasa de retorno(%)	323	401	436	456	469	478
YUNTI CUL- TOR	Beneficio bruto/ha	600	600	600	600	600	600
	Costos totales/ha (Cuadro 11.7)	223.5	166.6	147.6	138.2	132.5	128.7
	Tasa de retorno(%)	268	360	407	434	453	466

NOTA: El agricultor no se arriesgaría a un cambio de un sistema a otro si no existe una diferencia mínima de un 20%

justificar el yunticultor en el lugar del sistema tradicional ya que su tasa de retorno es mayor.

En la Figura 1 podemos ver que las curvas de beneficio neto por superficie son mayores para la multibarra y el yunticultor comparadas con el sistema semi-tractorizado.

A continuación presentamos los rendimientos en el campo de los equipos de labranza desarrollados.

Trilladora de uso múltiple

Esta es una trilladora estacionaria que es alimentada manualmente, la cual ha sido utilizada para la trilla de una gran variedad de cereales y leguminosas.

Este equipo consiste básicamente de un tambor con sección triangular y un cóncavo de alambión. La fuente de potencia es un motor de gasolina de 2.6 kilowats.

Los ajustes con que cuenta son: la velocidad del tambor que varía mediante ajustes a la velocidad del motor a cambio de poleas y el espacio entre el cóncavo y el tambor.

Molino de Nixtamal

Este molino compacto es básicamente una adaptación de el molino de mano comercial marca Azteca a un motor eléctrico de 0.25 caballos de fuerza, a través de un motoreductor a base de corona/tornillo sinfín y cuya reducción es de 1:30.

El rendimiento obtenido del molino es de aproximadamente 9.5 kg de masa por hora.

Las principales características de este modelo son el de ser compacto, mecánicamente confiable y fácil de desarmar para su limpieza diaria. Util para pequeñas congregaciones donde se cuenta con energía eléctrica.

Trilladora del IRRI

La trilladora del IRRI consiste básicamente en dos unidades:

- . La unidad de trilla: es a base de un cilindro de pías y un cóncavo inferior de varillas redondas que separan el grano del tallo por golpes y frotamiento.
- . El sistema de limpieza: donde caen los granos es a base de cribas oscilantes a través de la cual pasa una corriente de aire de un ventilador.

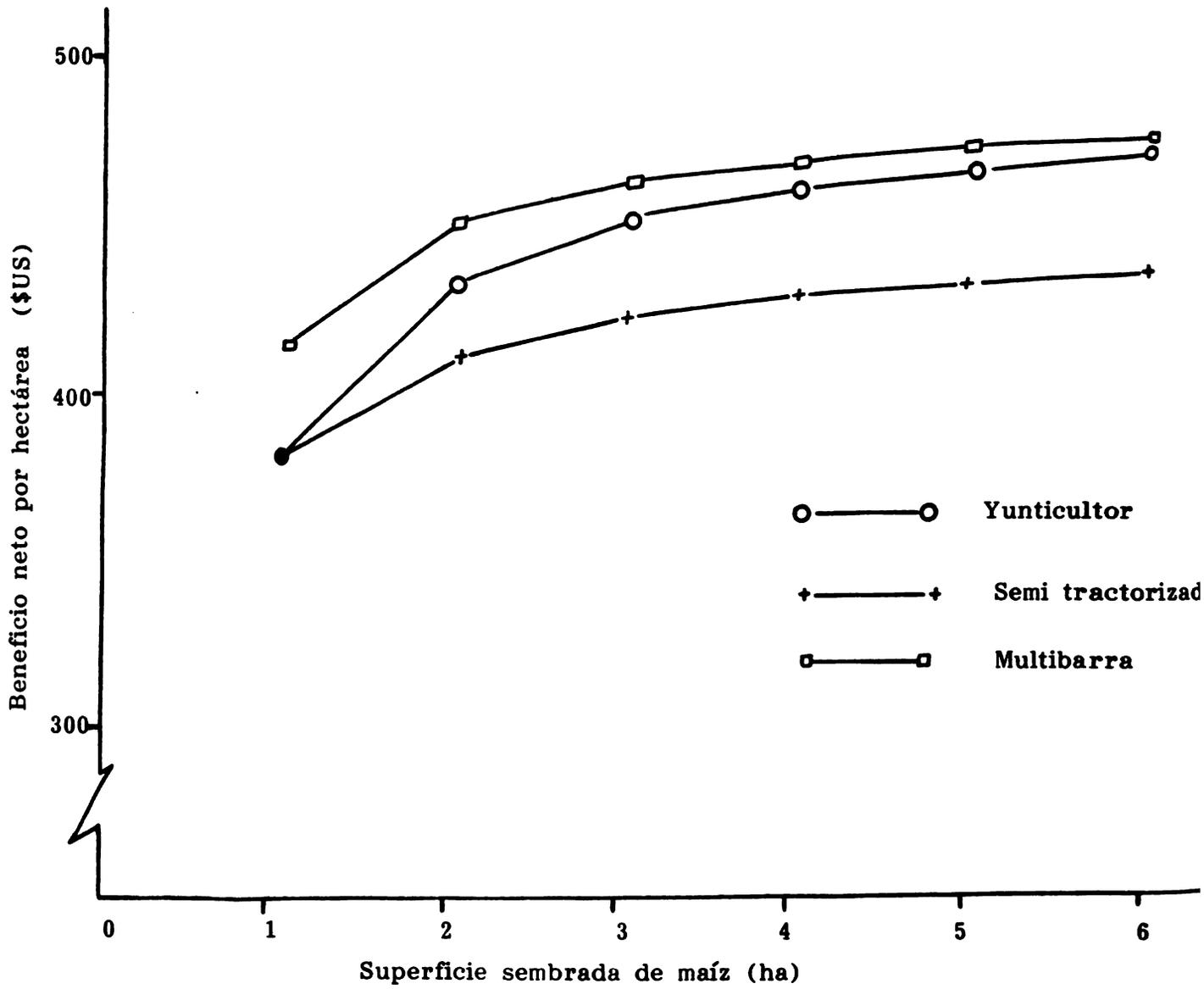


Figura 1. Curvas de beneficio neto de los tres sistemas de labranza convencional en maíz. Tasa de interés anual 0%.

Los rendimientos que se han obtenido con la trilladora son de 7g de grano trillado por hora.

Sistema manual de perforación de pozos someros por inyección de agua

El uso de pozos angostos es apropiado para la explotación del manto freático somero a fin de abastecer de agua para uso doméstico o riego de pequeñas parcelas.

Con el método se perforan pozos de 105 mm de diámetro y hasta 20 m de profundidad en material no consolidado. El método para perforar por inyección de agua consiste en cortar el suelo con una barrena acoplada al extremo de tubería de 4 cm de diámetro que se va acoplando por tramos de 1.5 m hasta alcanzar la profundidad deseada, por la tubería circula un chorro de agua inyectada por una bomba centrífuga, el agua deslava, lubrica y eleva a la superficie el suelo cortado.

Un pozo inyectado tiene menor costo que uno excavado tradicionalmente, y se avanza más rápidamente (hasta 4 m/hora en suelos francos sin piedras o capas duras) y ofrece poco riesgo para los obreros y el hecho de sellar el pozo reduce la posibilidad de contaminación exterior. Algunos de estos ya han sido instalados en comunidades de la zona central y sur de Veracruz.

Bomba de ariete para el medio rural

Es un equipo formado por el ensamble de tubería metálica y tres válvulas de fabricación sencilla, de tal forma que indefinida y automáticamente bombea aprovechando un moderado escurrimiento de agua (manantial o pequeño arroyo). El gasto de entrega es de aproximadamente 5% del agua que le da el impulso y puede elevar hasta 12 veces arriba la caída del escurrimiento, teniendo como límite de elevación hasta 80 m y a distancias de entrega hasta de 1 km.

La bomba encuentra su mejor aplicación en regiones de serranía, donde los asentamientos humanos tienen como única posibilidad práctica de abastecimiento de agua manantiales o pequeños arroyos de difícil acceso y, por tal razón, hacen impráctica otra fuente de energía para el bombeo que no sea la natural.

Todos los equipos mencionados se encuentran actualmente en su etapa de fabricación comercial, en diferentes lugares de la República, por ejemplo: Ozumba, Edo. de México, Zacatecas, Zac., Puebla, Pue., Xalapa, Ver. y Veracruz, Ver.

A la fecha se han fabricado 950 multibarras y 130 yunticultores, que ya están en manos de productores.

Adicionalmente, podemos señalar que están en proceso de desarrollo los siguientes equipos:

- . Una cosechadora de yuca
- . Una sembradora-fertilizadora de cero labranza
- . Una cortadora de pastos de tracción animal
- . Mecanización integral del cultivo de piña
- . Secadoras de grano de bajo costo

El presente trabajo ha sido el resultado de casi 10 años de investigación en el cual han participado las siguientes personas:

Ing. M.Sc. Brian G. Sims
Ing. M.Sc. Javier Albarrán Simon
Ing. M.Sc. David Moreno Rico
Ing. M.Sc. Santos G. Campos Magaña
Ing. M.Sc. Sergio Jácome Maldonado
Ing. M.Sc. Gerald A. Cornish
Ing. Martín Cadena Zapata
Ing. Adrián Aragón Ramírez
Ing. Ramón Jiménez Regalado
Ing. Jesús Uresti Gil

**EQUIPOS AGRICOLAS DE TRACCION ANIMAL DESARROLLADOS
POR INIA DE CHILE PARA LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES
DE LEGUMINOSAS DE GRANO**

Jorge Riquelme S.*

INTRODUCCION

De acuerdo a informes estadísticos del Gobierno de Chile (7), existen 425 mil familias que viven en el campo (ver Cuadro 1). De acuerdo a la tenencia de la tierra, se puede dividir en propietarios mayores de 12HRB** : 33.000 familias, pequeños empresarios menores de 12 HRB: 148.000 y minifundistas, asalariados y pobladores rurales 244.000.

El primer grupo es propietario del 53% de la superficie agrícola útil y genera el 70% del producto agrícola comercial. Sus necesidades de mecanización se encuentran relativamente cubiertas, de acuerdo al número de tractores y equipos (Cuadros 2 y 3), (2).

En cambio, para el segundo y tercer grupo su demanda por mecanización solo puede ser satisfecha por la existencia de equipos de tracción animal, la que está estrechamente relacionada con la disponibilidad de animales de tiro (Cuadros 4 y 5).

También, al país le preocupa la alta dependencia por energía fósil, de la cual un 40% es importada, que significa un gasto de divisas de 1.000 millones de dólares anuales (6). De esta manera, el uso de la tracción animal se transforma en un importante ahorro de combustible, lo que nos hace más independiente de los cambios futuros que se produzcan por la crisis energética.

Ante estas condiciones, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA, Chile), en 1983 inicia un proyecto de mecanización agrícola por tracción animal, en la Estación Experimental La Platina, zona centro del país (4).

Los objetivos de este proyecto son:

- . Aumentar la eficiencia de la tracción animal tradicional ya existente en el país.

* Ing. Agr. M.Sc. INIA, Est. Exp. Quilamapu.

** HRB: Hectárea Riego Básico.

- . Obtener una barra porta-aperos que se adaptará a las condiciones agrícolas del país (al tipo de animales y requerimiento de labor).
- . Obtener un equipo de bajo costo inicial, que estuviera al alcance del mediano y pequeño agricultor (3).

DESARROLLO DE PROTOTIPOS

El proyecto de tracción animal comienza por estudiar porta-aperos para tracción animal ya existente y se construyen prototipos basados en información de origen francés (Tropicultor) e inglesa (Nikart) (4).

El tropicultor fue diseñado por Jaen Nolle (5) y consiste en un chasis metálico constituido por dos arcos iguales de sección tubular o rectangular, con una lanza unida en forma articulada y ruedas de neumáticos instalados sobre dos semiejes que permite regulación de ancho de vía. El sistema que levanta, está formado por una palanca que actúa sobre los brazos laterales y un resorte que ayuda a elevar el implemento (ver Figura 1).

El Nikart nace ante el pedido de ICRISAT, al NIAE (National Institute of Agricultural Engineer) en Gran Bretaña (11). Este equipo presenta un ancho de vía fijo con un despeje máximo de 0,50 m. Otra característica relevante es que el timón o lanza de tiro es posible engancharla en posición totalmente centrada o desplazada en un costado del porta-apero para evitar esfuerzos laterales al trabajar con implementos en posición descentrada en la barra porta-herramienta, como es el caso de los arados (ver Figura 2).

Las pruebas con ambos equipos demostraron la necesidad de construir un equipo apropiado a las condiciones de trabajo del país y al tipo de animales existentes.

De esta manera, durante el año 1983, se desarrolla un prototipo que luego se mejora en convenio con una empresa privada denominada ICAT (Ingeniería y Construcciones Alfredo Trentini). Así, en el año 1984 se presenta un modelo de serie que recibe el nombre de Multicultor ICAT-INIA.

Entre las ventajas del multicultor se destacan:

- . Utilización de un tercer punto para regular el ángulo de ataque de los implementos, permitiendo un giro en la barra de 80 grados.
- . La línea de tiro nace en el punto centro de giro de las ruedas evitando sobrecarga de él.

- . El sistema de levante de la barra porta-herramienta que está ubicado en el centro del equipo, con posiciones de altura regulable directamente en el trabajo.
- . Para el enganche de los implementos, se dispone de un acople rápido, centrando la lanza de tiro según sean los requerimientos (3).

Otros detalles del Multicultor ICAT-INIA son:

El porta-aperos para tracción animal, consta de un chasis metálico de sección tubular formado por dos arcos en forma de "U" unidos por sus extremos libres (Figura 3). En la unión de ambos arcos se encuentra un soporte tubular que permite instalar los semiejes del sistema de rodado (Figura 4).

El sistema de rodado consiste básicamente en dos ruedas de 14" de diámetro, con neumático 600 x 14. Las ruedas pueden ser instaladas en los soportes del chasis, permitiendo diferentes anchos de trocha, al cambiar la ubicación de los semiejes (interno o externo). Junto con ello, consta de perforaciones permitiendo variar desde 54 cm hasta 156 cm entre centro de ruedas (3).

El sistema de enganche de los animales es lo suficientemente versátil como para acoplar los animales, sean estos de diferentes especies (equinos, mulas y bovinos, como también, según el número de animales. Cuando se utiliza un solo animal, especialmente en el caso de caballos, ambas lanzas se instalan centradas (Figura 5). También existe la posibilidad de instalar ambas varas desplazadas de la línea central, quedando una muy cerca del centro y la otra en el extremo; así, un animal queda ubicado entre ellas y el otro al costado opuesto (Figura 6). Con bueyes se utiliza el enganche central con pértigo y yugo comúnmente en el país ("tipo español"). Esto se logra instalando una vara en la perforación central, lo que permite poner un animal a cada lado (Figura 7).

El sistema de levante manual-mecánico de la barra porta-herramienta se encuentra montado sobre el chasis del multicultor (Figura 8). El sistema consta de dos brazos laterales y un tercero central, semejante al sistema de levante hidráulico de un tractor. Los brazos laterales se encuentran unidos mediante platinas perforadas a un eje cilíndrico que en el centro tiene un brazo maestro conectado al mecanismo de la palanca de levante. También existe una platina dentada llamada "traba" accionada con el pie que permite fijar la posición de trabajo deseada al eliminar el desplazamiento de la palanca cuando está enganchada. Existen tantas posibilidades de levante como perforación tenga la palanca de levante, que se combina con las perforaciones del brazo maestro y las tres diferentes posiciones en los brazos laterales superiores. De esta manera, las posiciones con relación mecánica 5:1 permiten levantar 5 kgs en la barra porta-

herramienta a una altura de 150 mm con un esfuerzo de 1 kg en la palanca (3).

Los implementos desarrollados para este multicultor son variados, por lo que destacaremos los más importantes para el manejo de cultivo de leguminosas.

Dentro de la línea de preparación de suelo tenemos:

a. Arado de vertedera:

Este arado tiene una reja de 9", de vertedera cilíndrica con un costado de 20", para evitar los esfuerzos laterales. Está instalado sobre un cuerpo especialmente construido para ser montado en la barra mediante mordaza de tornillos intercambiable (Figura 9). Con el fin de minimizar fuerzas laterales, debe instalarse la rueda derecha en la parte interna del chasis, logrando de este modo un perfecto control del ancho de labor y de la profundidad (Figura 10).

b. Rastra de disco:

Este implemento posee dos versiones: una de 6 y otra de 8 discos (Figura 11 y 12). Los discos son dentados de 16" de diámetro, distribuidos en dos cuerpos. La unión con la barra porta-herramienta se realiza mediante dos mordazas articuladas en el plano horizontal (una de cada cuerpo), y dos tirantes que unen los extremos de los cuerpos con la torreta de la barra porta-aperos (Figura 13).

c. Cultivador escarificador:

Este apero está compuesto por los siguientes elementos: 7 soportes flexibles, 7 puntas (tipo flecha), 7 mordazas de acople rápido, 1 barra porta-implemento adicional con abrasadera de acople; de esta manera, para distribuir en forma adecuada los elementos cultivadores se utilizan dos soportes que unen las dos barras (Figura 14). En la barra principal se instalan tres elementos separados uno de otro por 0,40 m y en la segunda, se distribuyeron los cuatro restantes, también a 0,40 m. De esta manera, el ancho total de trabajo es de 1,60 m con una separación real entre elementos de 0,20 m.

d. Rodillo jaula:

Este implemento está compuesto por 4 discos de 12" y doce fierros redondos, dispuestos en forma oblicua a la dirección del cilindro, un eje y dos brazos con acople (Figura 15). La función de este rodillo es romper terrones superficiales como complemento a la labor de preparación de suelo. También produce una pequeña compactación superficial para asegurar el establecimiento del

cultivo. Esta herramienta, en combinación con los escarificadores, produce un trabajo semejante a un vibrocultivador de tracción motriz. Los escarificadores levantan los terrones para que el rodillo actúe en mejor forma, desintegrándolos (Figura 16).

Otros equipos utilizados en el manejo de cultivo de leguminosas son: surcadores, acequiador, cultivador, sembradora y pulverizadora.

En relación al precio de estos equipos (Cuadro 6), es más barato si se le compara con el tractor, pero de todos modos se requiere de 2.000 \$USA para comprar el multicultor con los implementos de preparación de suelo. Es una inversión difícil de abordar por el pequeño agricultor, sino cuenta con una línea de crédito especial. Por este motivo, la demanda por el equipo no ha sido masiva, solo han mostrado entusiasmo por él pequeños empresarios agrícolas y agricultores propietarios de tractores que han visto un ahorro por concepto de combustible al utilizar el pulverizador de tracción animal.

El costo del equipo resulta accesible y no supera en su conjunto a la maquinaria que reemplaza (Cuadro 7).

MEDICION DE EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS EN EL CULTIVO DE LEGUMINOSAS DE GRANO

Como una manera de mejorar la eficiencia y aumentar la productividad en el cultivo del fréjol, en la temporada agrícola 1987/1988, se probó el multicultor ICAT-INIA, en el Campo Experimental Santa Rosa de INIA-Quilamapu, Chillán (10).

El Cuadro 8 muestra la capacidad de trabajo obtenida en el manejo de una hectárea, trabajando con un caballo de 650 kg, sobre un suelo de textura liviana, barbecho quemado de trigo. Se aprecia que la labor que demanda mayor tiempo es la aradura. Si se reemplaza la labranza de inversión por una labranza vertical, es posible reducir más el tiempo.

El Cuadro 9 muestra resultados de mediciones de aradura con cincel tirado por bueyes. En general, se produce una reducción en el tiempo de labranza; con un arado convencional de vertedera tardan 38,2 horas en arar una hectárea (1). De los datos que entrega el Cuadro 8, también se puede inferir que mejorando la eficiencia, en los tiempos de giro, arando trayectos más largos, y utilizando caballos en vez de bueyes, se puede incrementar la velocidad de trabajo.

También se hizo un estudio de costo, comparando el sistema semimecanizado convencional, con tracción animal mejorada (12).

Los cuadros 10 y 11 muestran una ventaja para el sistema con tracción animal mejorado al sistema convencional de 3 qq.

Otras evaluaciones se han realizado con el multicultor 5, FAMA-INIA, para el establecimiento de lentejas (Lens culinaris Medik) en el secano costero de la VII región, con un criterio de conservación de suelo. En esta zona con cerros de más de 15% de pendiente, donde el suelo es más arcilloso y erosionado, se practica el barbecho de otoño con suelo descubierto, como una forma de controlar malezas y arar cuando la humedad facilita la penetración de los arados (6). Luego se espera hasta la temporada siguiente, y se siembra tapando con el arado cuando ocurren las primeras lluvias. Lo que sugerimos con nuestro trabajo es evitar el barbecho y utilizar un sistema de labranza que deje más residuos sobre el suelo para aminorar el impacto de la gota de la lluvia. El Cuadro 12, presenta las comparaciones de capacidad de trabajo entre la aradura de inversión convencional y vertical. Los resultados muestran una amplia ventaja por la aradura vertical; el menor tiempo empleado evita la necesidad de barbecho ya que en el mismo año se puede arar y sembrar.

CONCLUSIONES

Un gran porcentaje de los agricultores de Chile son pequeños propietarios que utilizan como fuente de energía la tracción animal.

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile, ha desarrollado equipos de tracción animal apropiados que mejoran la eficiencia de la tracción animal tradicional.

El multicultor ICAT-INIA, presenta una serie de ventajas tecnológicas, pero aún siendo más barato que el tractor, la inversión inicial no está al alcance económico de los pequeños agricultores del país, los que tampoco cuentan con una línea de crédito especial.

El multicultor 5 FAMA-INIA, presenta un valor más cercano a la capacidad de inversión de los pequeños agricultores de Chile.

Las evaluaciones realizadas con el multicultor ICATA-INIA en el cultivo de fréjol, indicaron que este se adaptaba muy bien a las condiciones de manejo de este cultivo. El resultado del análisis económico indicó una ventaja de 3 qq/ha para este sistema con respecto al convencional.

Las evaluaciones realizadas en el secano interior para el cultivo de lenteja, indican una notable ventaja para el uso de arado cincel de tracción animal en la preparación de suelo, requiriéndose de 10 hr/ha en comparación al método convencional que requiere de 22 hr/ha.

BIBLIOGRAFIA

1. **IBANEZ, M., CONCHA, L. y PHILLIPS, R. 1982. Situación tecnológica de la labranza en suelos de secano en la Costa de la Provincia de Nuble. Agro Sur 10(2):70-74. Chile.**
2. **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA DE CHILE. 1986. Estadísticas Agropecuarias Año Agrícola 1985/1986. Imprenta INE. Marzo de 1985. 43 p.**
3. **MERY GREZ, J. 1987. Tesis Doctoral: Metodología para la evaluación de porta-aperos para tracción animal utilizados en países en desarrollo. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. 315 p.**
4. **MERY GREZ, J. 1985. La mejora de la tracción animal. Una necesidad en Chile. Agricultura Madrid - España. p. 962-965.**
5. **NOLLE, J. 1986. Machinisme modernes a traction animale. Edit L'Harmattan 5-7, sue de l'école Polytechnique 75005 Paris.**
6. **PENA, L. 1973. Recopilación de artículos sobre tema de conservación de suelos y aguas. Chillán, Universidad de Concepción. Facultad de Agronomía. pp. 19-27.**
7. **PINTO, M. et al. 1983. Uso de la energía en la explotación agrícola y forestal en: Uso eficiente de energía en Chile WEC/CME, Santiago. Mesa Redonda, 14 de diciembre 1982, Universidad de Chile). 325 p.**
8. **RETAMAL, S. 1987. Plan nacional de desarrollo rural. En: I Reunión Nacional de Mecanización Agrícola con Tracción Animal. Chillán, Chile, p. 13-42.**
9. **RIQUELME, J. 1986. Multicultor 5 FAMA-E-INIA. IPA La Platina No. 33. p. 31-33, Chile.**

10. RIQUELME, J. 1988. Manejo del cultivo de fréjol con tracción animal. Serie Quilamapu No. 4, Chillán, Chile. p. 45-50.
11. THIERSTEIN, G.B. 1983. The animal-drawn wheeled tool carrier. Patencheru. P.O., India, International Crops Research Institute for the semi-arid tropics (ICRISAT). Informative Bulletin No. 5. 12 p.
12. VELASCO, R. y FRANCO, I. 1988. Costos de producción y margen bruto del cultivo del fréjol. En: Seminario Perspectiva del cultivo del fréjol. Serie Quilamapu No. 7. Linares, Chile. p. 42-65.

A N E X O D E C U A D R O S Y F I G U R A S

CUADRO 1- ESTRUCTURA DE LA TENENCIA DE LA TIERRA

ESTRATOS	FAMILIAS		SUP. AGRIC. UTIL (%)	PRODUC. AGRIC. COMERC. (%)
	Nº	%		
1. EMPRESARIOS COMERCIALES PREDIOS MAYORES DE 12 H.R.B.	33.000	8	53	70
2. PEQUEÑOS EMPRES. Y ASIGN. CORA PREDIOS MENORES DE 12 H.R.B.	148.000	35	45	30
3. MINIFUNDISTAS, ASALARIADOS Y POBLADORES RURALES	244.000	57	2	-
T O T A L E S	425.000	100	100	100

FUENTE: PLAN NACIONAL DE DESARROLLO RURAL,
D.S. Nº 55-86 (AGRICULTURA) 1986.

CUADRO 2- TRACTORES EN EL PAIS POR POTENCIA Y EDAD, 1985

TRACTORES	Nº
<u>MENOR DE 50 HP</u>	
• MENOR DE 15 AÑOS	1.030
• MAYOR DE 15 AÑOS	4.570
	<u>5.600</u>
	SUB TOTAL
<u>MAYOR DE 50 HP</u>	
• MENOR DE 15 AÑOS	19.740
• MAYOR DE 15 AÑOS	9.000
	<u>28.740</u>
	SUB TOTAL
T O T A L	34.340

FUENTE: INE, ENCUESTA MAESTRA AGROPECUARIA, 1985/1986.

NO SE CONSIDERA LA I, II, XI Y XII REGIONES

CUADRO 3- EQUIPOS DE TRACCION MOTRIZ PAIS, 1985

T I P O	Nº
1. ARADOS	27.440
2. RASTRAS	28.750
3. SEMBRADORAS	8.220
4. CULTIVADORAS	6.140
5. SEGADORAS	7.120
6. RASTRILLOS	6.110
7. CHOPER Y COSECHADORA DE FORRAJE	5.350
8. ENFARDADORA	5.460
9. PULVERIZADORAS Y NEBULIZADORAS	10.160
10. CARROS DE ARRASTRE, 2 TON.	29.740

FUENTE: INE, ENCUESTA MAESTRA AGROPECUARIA, AÑO AGRICOLA 1985/1986.

NO INCLUYE I, II, XI Y XII REGIONES

CUADRO 4- ANIMALES DE TIRO EN CHILE

(ESTADÍSTICA AGROPECUARIA 1985/1986)

CABALLARES DE TIRO	161.920
BUEYES	178.600

FUENTE: INE, CHILE.

CUADRO 5- IMPLEMENTOS DE TIRO ANIMAL PAIS, 1985

T I P O	N°
1. ARADOS	196.600
2. RASTRAS	116.210
3. CULTIVADORAS	25.160
4. SEGADORAS	3.620

**FUENTE: INE, ENCUESTA MAESTRA AGROPECUARIA,
1985/1986.**

NO INCLUYE I, II, XI Y XII REGIONES

CUADRO 6- PRECIOS DEL MULTICULTOR ICAT-INIA CON SUS IMPLEMENTOS. (USA \$, JUNIO 1988)

	USA \$
1. CARRO BÁSICO SIN NEUMÁTICOS CON TIRO PARA CABALLO	992
2. ARADO DE VERTEDERA 9" CON SOPORTE	94
3. ARADO ACEQUIADOR	94
4. SURCADOR CON SOPORTE	77
5. ESCARIFICADOR DE 7 PUNTAS CON SEGUN DA BARRA	335
6. RODILLO DESTERRONADOR	237
7. RASTRA 6 DISCOS	440
8. APLICADOR DE PESTICIDA	1.656
TRACTOR DE 70 HP	15.000
ARADO TRACCIÓN ANIMAL CONVENCIONAL	120

CUADRO 7- PRECIOS DEL MULTICULTOR FAMAE-INIA CON SUS IMPLEMENTOS. (USA \$, JUNIO 1988)

	USA \$
1. BARRA MULTICULTOR-5	90
2. ARADO DE VERTEDERA SIMPLE	23
3. SURCADOR	12
4. VASTAGO PARA HERRAMIENTAS C/UNO	5
5. PUNTA TIPO CINCEL	2
6. PUNTA ESCARDILLO	4
7. PUNTA TIPO ZAPATÍN	3

CUADRO 8- CAPACIDAD DE TRABAJO DEL MULTICULTOR ICAT-INIA EN EL MANEJO DEL CULTIVO DEL FREJOL. CAMPO EXPERIMENTAL SANTA ROSA. TEMPORADA 1987/1988.
(EQUIPO TIRADO POR UN CABALLO DE 650 KG).

IMPLEMENTOS	ANCHO TRABAJO (m)	VELOCIDAD (km/hr)	CAPACIDAD TEORICA (ha/hr)	CAPACIDAD EFECTIVA (ha/hr)	EFICIENCIA (%)	CAPACIDAD EFECTIVA (hr/ha)
1. ARADO DE VERTEDERA (2 UNID.)	0,44	4	0,176	0,100	57	10
2. RASTRA DE DISCOS (8 discos)	1,30	4,3	0,559	0,400	72	2,5
3. ESCARIFICADOR (9 puntos)	1,80	4,7	0,846	0,667	79	1,5
4. VIBROCULTIVADOR (RODILLO + ESCARIFICADOR)	1,60	4,7	0,752	0,667	88	1,5
5. SURCADORES (2 Unid.)	2	4	0,800	0,500	63	2
6. SEMBRADORA (2 Unid.)	1	4	0,400	0,250	63	4
7. PULVERIZADORA	7,15	4,6	3,289	2	60	0,5

**CUADRO 9- CAPACIDAD DE TRABAJO DEL MULTICULTOR ICAT-
INIA TIRADO POR DOS BUEYES TRABAJANDO CON
ARADO CINCEL, CAUQUENES, MAYO 1988.**

ANCHO TRABAJO TEORICO :	1 m
VELOCIDAD PROMEDIO :	2,82 KM/HR
CAPACIDAD TEORICA :	0,282 HA/HR
CAPACIDAD EFECTIVA :	0,124 HA/HR
EFICIENCIA :	44%
CAPACIDAD EFECTIVA :	8,06 HR
<u>PERDIDA DE EFICIENCIA</u>	
ANCHO TRABAJO REAL :	0,865 m = 13,5%
TIEMPO MUERTO POR GIROS :	32%
TIEMPO MUERTO POR DESCANSOS ANIMAL :	10,5%
PROFUNDIDAD DE TRA BAJO :	11,2 cm

CUADRO 12- COMPARACION ENTRE DOS METODOS DE LABRANZA EN EL SECANO INTERIOR. CAUQUENES, CHILE, MAYO 1988 (EQUIPO TIRADO POR UN CABALLO DE 600 KG).

METODO	PROFUNDIDAD LABOR (cm)	ANCHO TRABAJO (m)	VELOCIDAD (km/hr)	CAPACIDAD TEORICA (ha/hr)	CAPACIDAD EFECTIVA (ha/hr)	EFICIENCIA (%)	CAPACIDAD EFECTIVA (hr/ha)
1. ARADO DE VERTEDERA	15	0,225	3,45	0,078	0,057	60	21,3
2. ARADO CINCEL	8	0,500	4,46	0,223	0,105	47	9,5

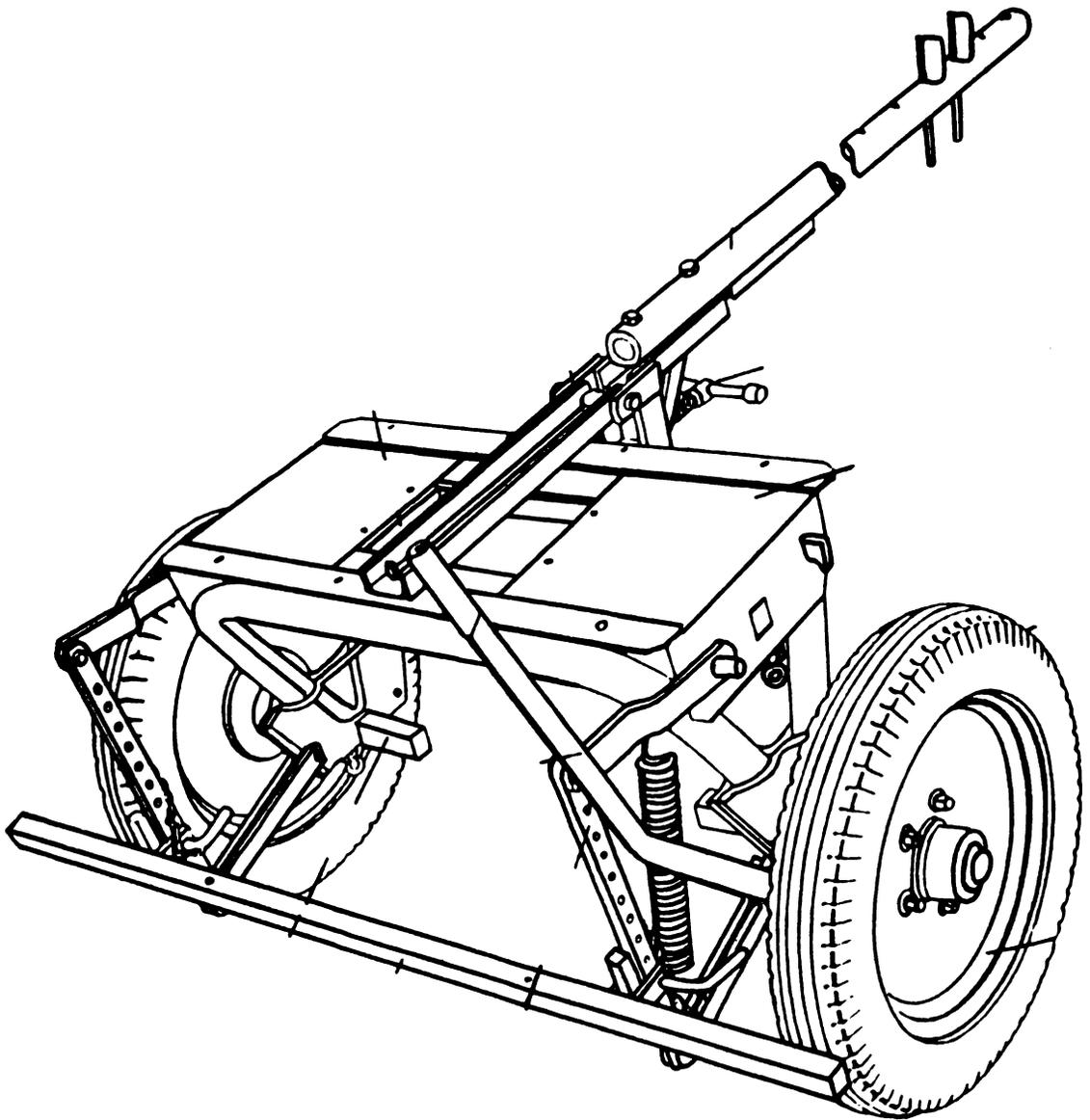


FIGURA 1- TROPICULTOR (DISEÑO DE JEAN NOLLE).

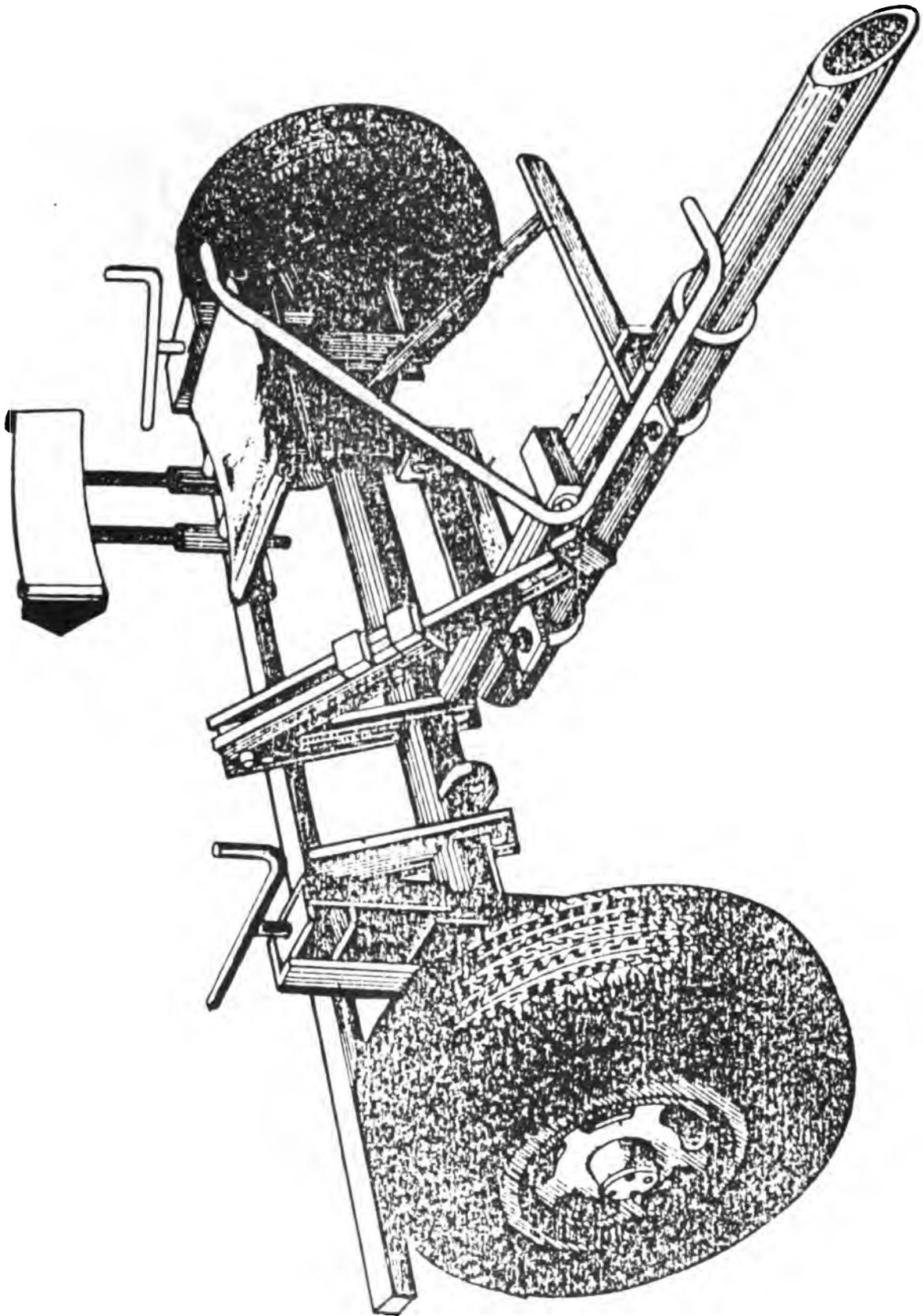


FIGURA 2- NIKART (DISEÑO DE NIAE)

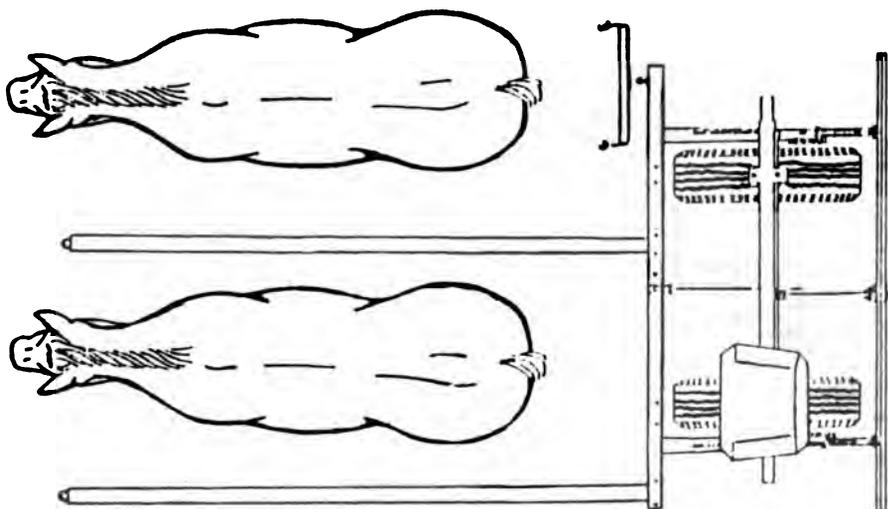


FIGURA 4- UBICACION DE LAS VARAS DE ENGANCHE Y BALANCIN PARA DOS CABALLOS.

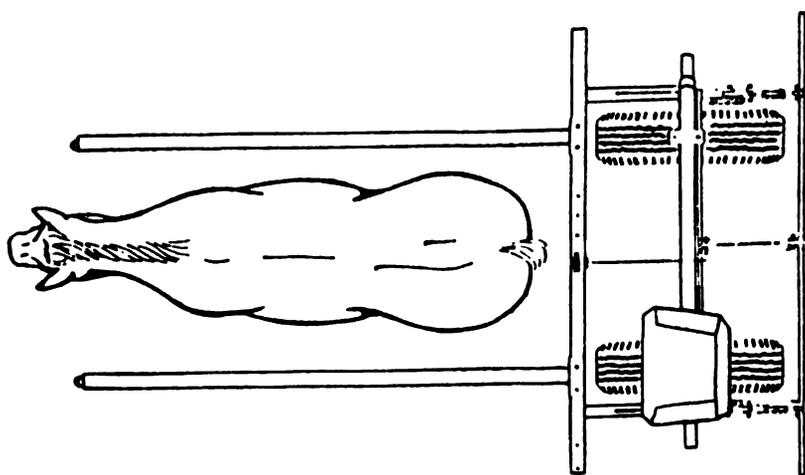


FIGURA 3- UBICACION DE LAS VARAS CENTRALES PARA UN CABALLO

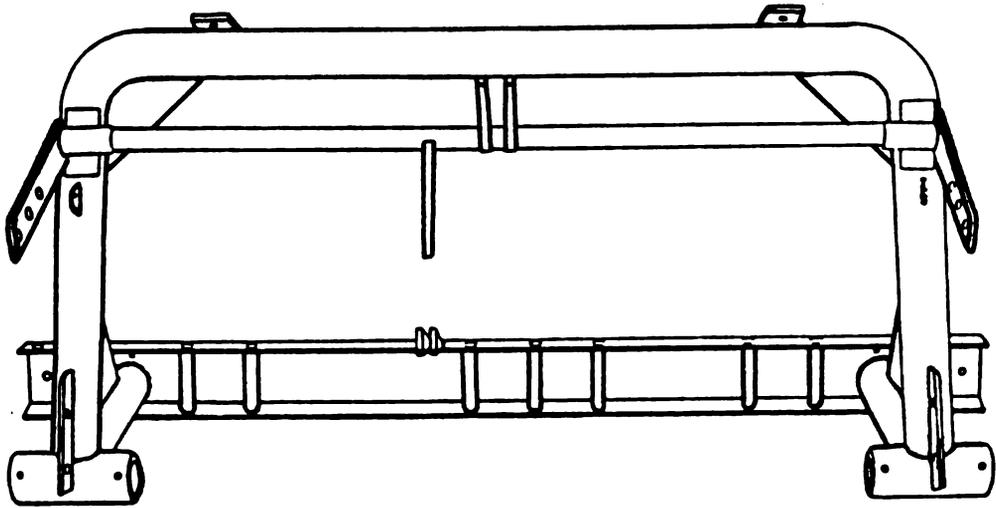


FIGURA 5- CHASIS BASICO DEL MULTICULTOR PARA TRACCION ANIMAL

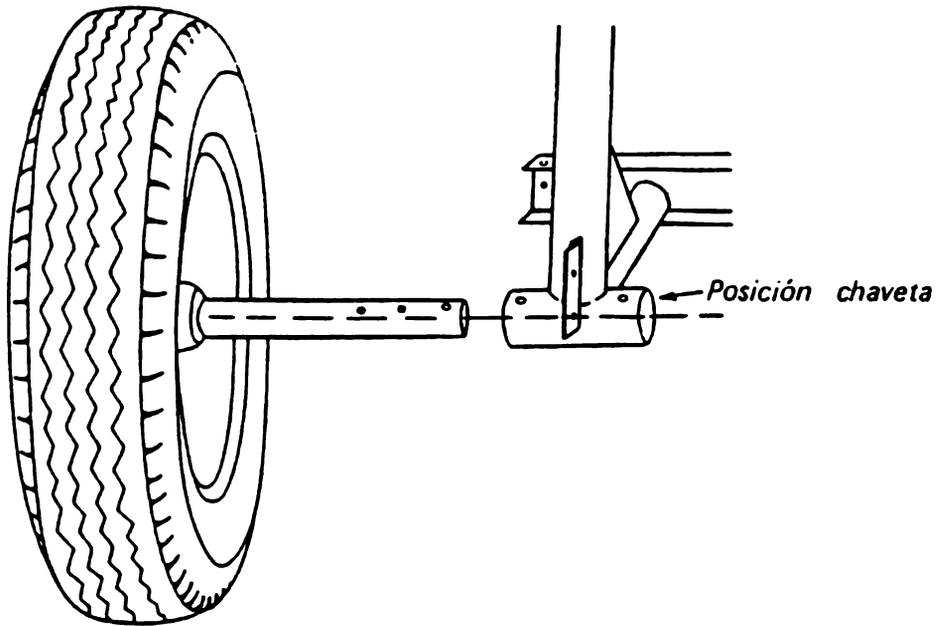


FIGURA 6- DESPIECE DEL SISTEMA DE RODADO

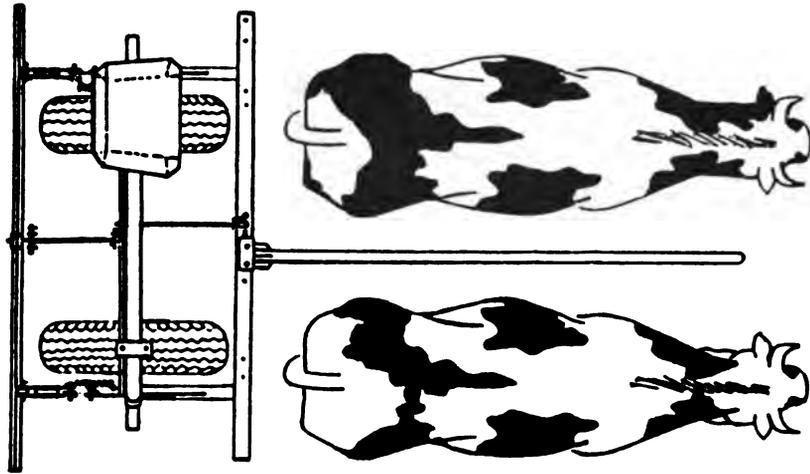


FIGURA 7- UBICACION DEL PERTIGO PARA BUEYES

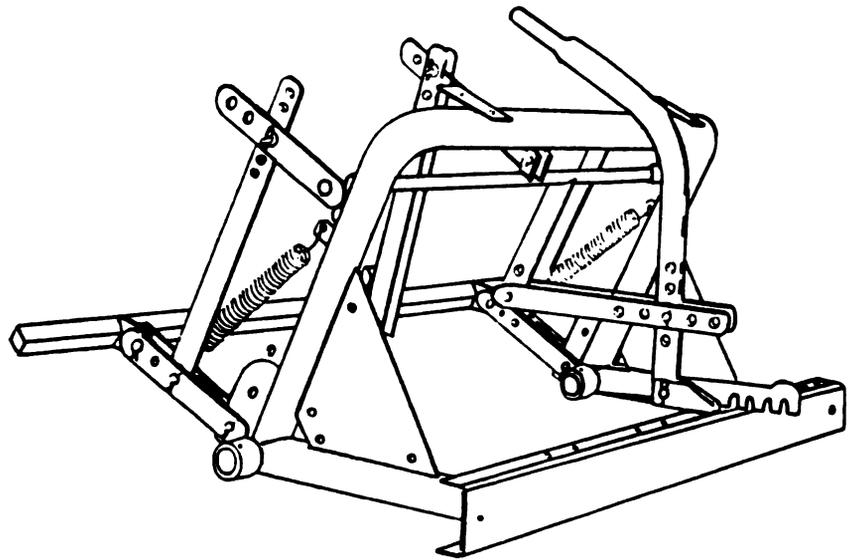


FIGURA 8- SISTEMA DE LEVANTE MANUAL MECANICO

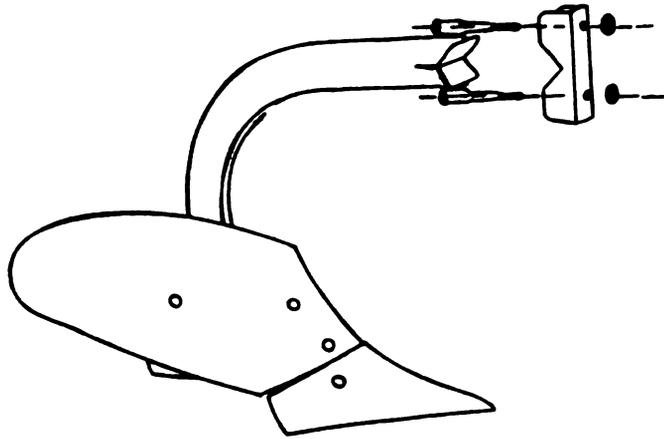
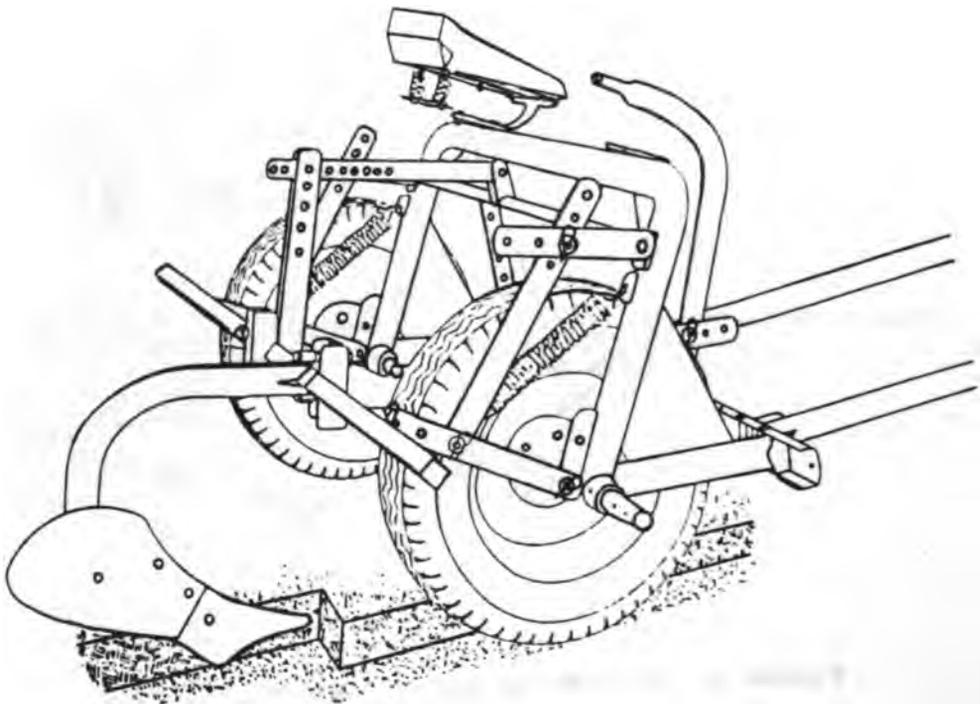


FIGURA 9- ARADO DE VERTEDERA



**FIGURA 10- UBICACION DEL ARADO CON RESPECTO A LA RUEDA PARA
REGULAR EL ANCHO DE CORTE.**

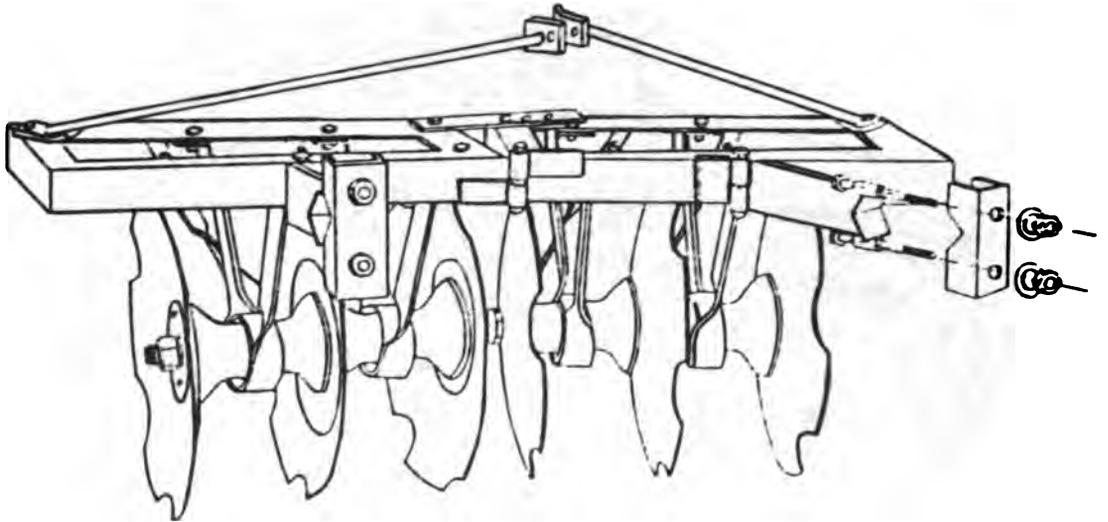


FIGURA 11- RASTRA DE 6 DISCOS, VISTA ANTERIOR

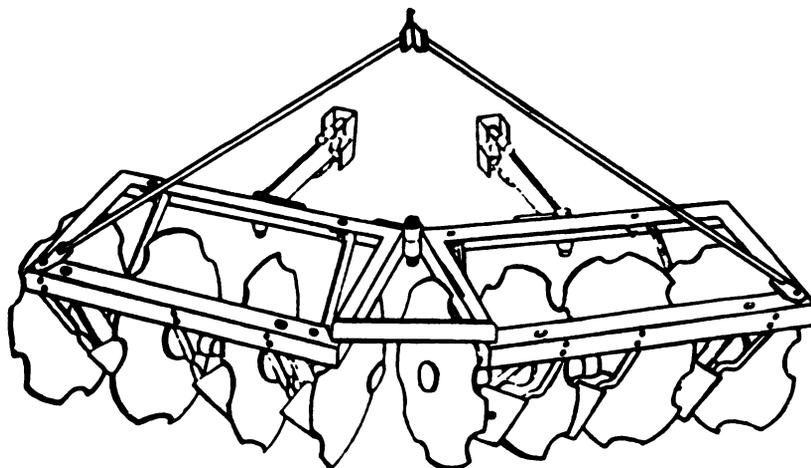
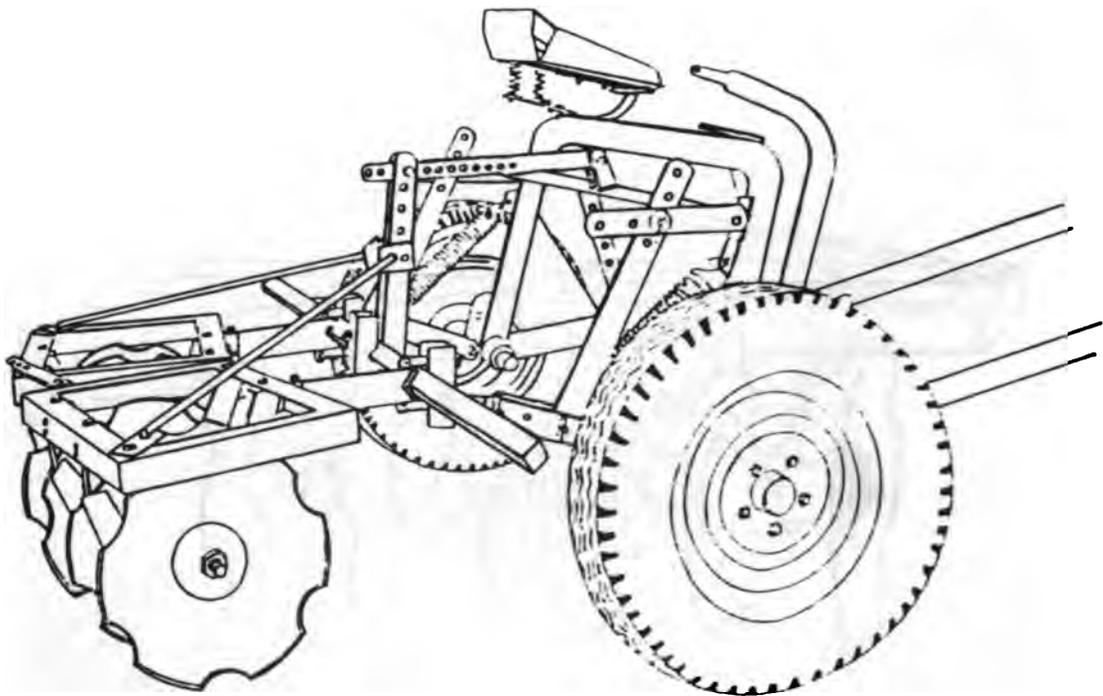
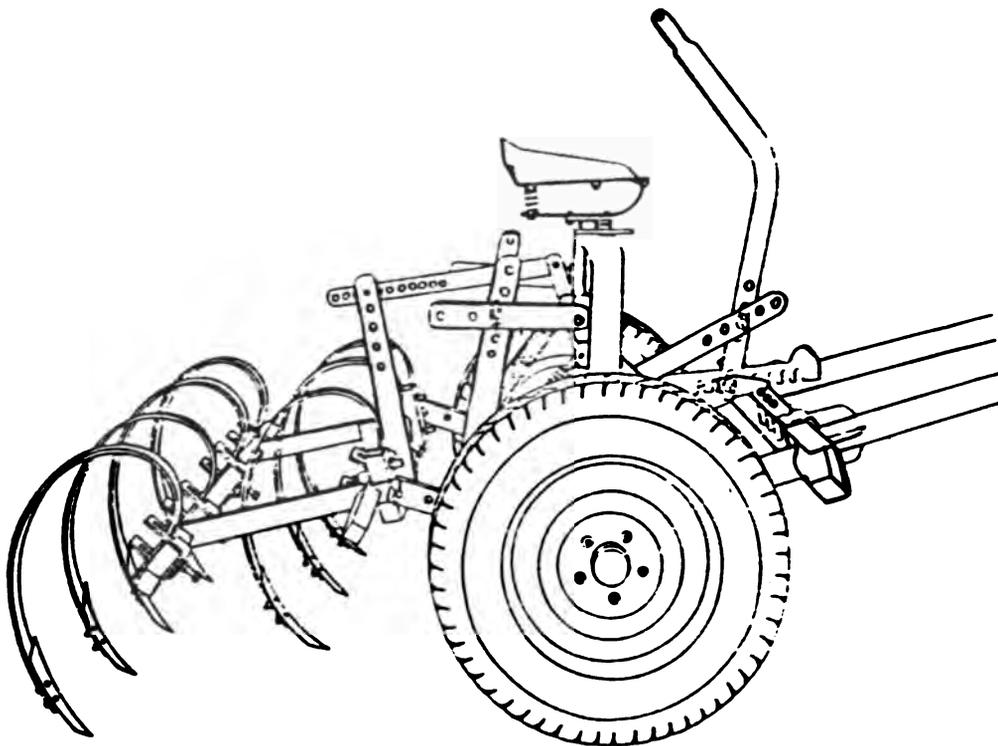


FIGURA 12- RASTRA DE 8 DISCOS, VISTA POSTERIOR



**FIGURA 13- ENGANCHE DE LA RASTRA DE DISCO CON LAS ABRAZADERAS DE A-
COPLE Y LOS BRAZOS TENSORES.**



**FIGURA 14- DISTRIBUCION DE LOS SOPORTES CON SUS PUNTAS EN LAS
DOS BARRAS PORTA-HERRAMIENTAS.**

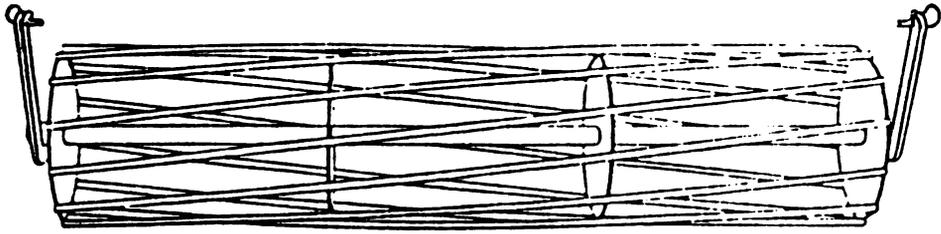


FIGURA 15- RODILLO JAULA CON BRAZOS SOPORTANTES

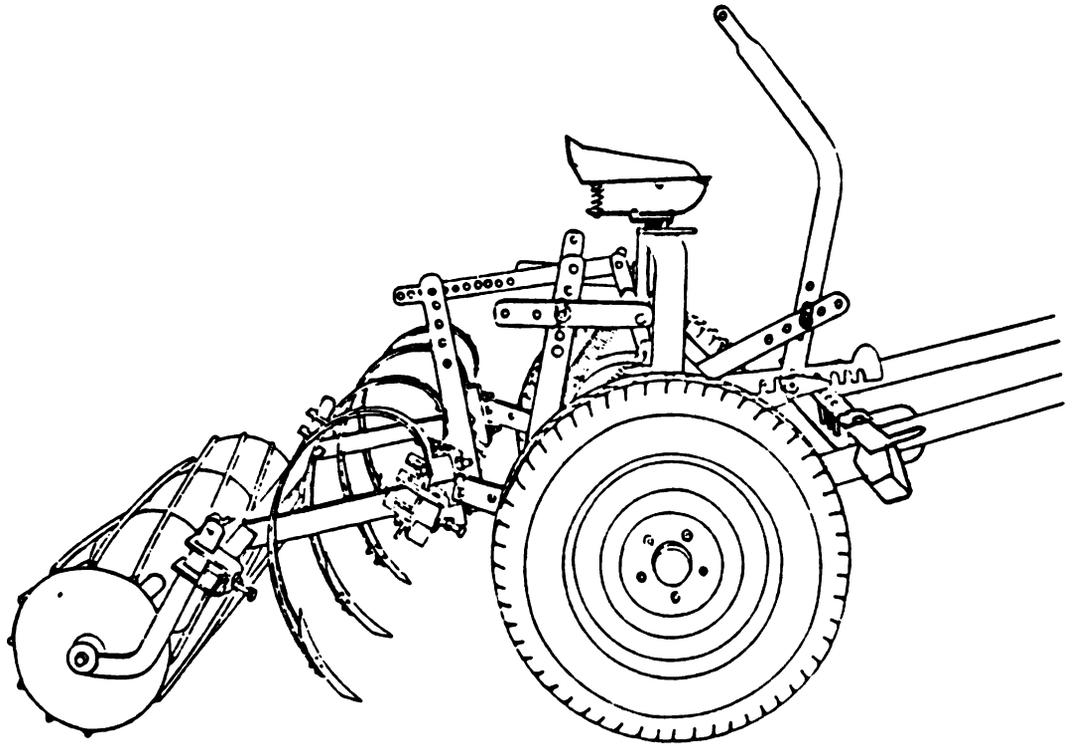


FIGURA 16- COMBINACION RODILLO JAULA Y ESCARIFICADORES

APENDICE 1.

<u>ESTIMACION DEL USO DE LA TIERRA EN CHILE</u>	
(EN MILLONES DE HA)	
SUPERFICIE CULTIVABLE	3,3 HAS
SUPERFICIE GANADERA	12,8 HAS
SUPERFICIE AGRÍCOLA	1,4 HAS
SUPERFICIE LEGUMINOSAS 1987/1988 150.000 HAS (10,7%)	
FUENTE: INE, CHILE.	

LISTA DE PARTICIPANTES

<u>Pais/nombre</u>	<u>Institución/dirección</u>
BOLIVIA	
Fernando Aliaga A.	Supervisor Nacional de Extensión Agrícola. IBTA. Calle Méndez Arco No. 710 entre Plaza España, cajón postal 5783, telf. 341743.
Marco Koriyama Vera	Encargado Programa Semilla. IIA "El Vallecito" Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Carretera al Norte, km 7,5 Santa Cruz - Bolivia, telf. 4-2130, télex No. 702.
Oscar Mendoza Vargas	Director. Centro de Investigación, Formación y Extensión en Mecanización Agrícola (CIFEMA). Cochabamba, Bolivia, km 4 carretera Cochabamba - Santa Cruz, casilla 83, telf. 25515.
Antonio Montaña Peña	Técnico Extensión Agrícola. IBTA. Calle España esq. Ecuador, edif. Bolívar, ofic. 303, telf. 21045, télex 6229.
CHILE	
Jorge S. Riquelme S.	Encargado Proyecto Mecanización Agrícola. INIAA. Av. Vicente Méndez 515, Chillán, Chile, telf. 221179.
COLOMBIA	
Alvaro Flores Basto	Ingeniero Agrícola. ICA-Tibaitatá, A.A. 111523, Bogotá, telf. 2863702.
Laureano Guerrero J.	Director Nacional Programa Maquinaria Agrícola. ICA. A.A. 151123, Bogotá, telf. 2863702.
Jacinto Mejía López	Ing. Agr. Programa de Hortalizas. ICA. Carrera 13-12-19 Ocaña, Norte de Santander, Colombia, telf. 23713.

Pais/nombre

Institución/dirección

Luis Alfonso Restrepo H.

Investigador Maquinaria Agrícola.
ICA-CNI Tibaitatá, A.A. 551123,
Bogotá, telf. 2863702.

Daniel Marino Rodríguez R.

Ingeniero Agrónomo Sección
Maquinaria Agrícola. ICA Obonuco,
Pasto, A.A. 339, telf. 33532.

Jorge León Suescán Gómez

Jefe Seccional Programa Cultivos
Asociados. ICA-CRI La Selva,
Rionegro, Antioquia, Colombia,
telf. 2712459.

ECUADOR

Galo P. Andrade E.

Asistente de Investigación
Agropecuaria. INIAP. Cantón Ibarra,
Prov. de Imbabura, edif. Ministerio
de Agricultura y Ganadería, ofic.
07, telf. 950239.

Raúl O. Cabezas Rojas

Investigador Agropecuario. INIAP-
E.E. Santa Catalina, km 14
Panamericana Sur Quito, Ecuador,
telf. 629691, casilla 340.

Guillermo Hernández-Bravo

Coordinador Internacional
Leguminosas de Grano. IICA-
PROCIANDINO. Mariana de Jesús 147 y
La Pradera, A.A. 201-A, telf.
232697, télex 2837 IICA ED.

José A. de la Sala T.

Investigador 5. INIAP-E.E. Santa
Catalina, km 14 Panamericana Sur
Quito, Ecuador, telf. 629691.

MEXICO

Santos G. Campos Magaña

Experto Regional de la Red de
Mecanización. Instituto Nacional de
Investigaciones Forestales y
Agropecuarias (INIFAP). A.A. 429,
Veracruz, México, telf 348354.

PERU

Juan Pablo Molina O.

Investigador en chacras de
agricultores. INIAA. Av. Los Incas
1032, Wanchac, Cusco, Perú, telf.
225775.

Pais/nombre

Institución/dirección

Elmer B. Rojas Alvarado

Investigador en campos de agricultores - frijol. INIAA-E.E.A. Baños del Inca, Cajamarca, Perú, telf. 07 Baños del Inca.

Valentin F. Tenorio B.

Investigador en Leguminosas de Grano. INIAA-E.E. de Canaan, Ayacucho, telf. 912271.

VENEZUELA

Edwin O. Méndez Rubio

Investigador. FONAIAP. Av. Universidad, via El Limón, Maracay, Edo. Aragua, telf. 043-830232.

María Elena Morros C.

Ingeniero Agrónomo. FONAIAP-E.E. El Cuji, via Duaca - Barquisimeto, Edo. Lara, Venezuela, telf. (051) 21503.

Asela Rodríguez H.

Investigador en Adiestramiento en Leguminosas y Cereales. FONAIAP. Carretera El Tigre, Ciudad Bolívar, km 5 El Tigre Edo. Anzoátegui.

Zulay Venero Alfonso

Investigador en Adiestramiento. FONAIAP. Av. Miranda, telf. 21801(047).



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA