

ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS HERRAMIENTAS DE PREPARACION DEL SUELO CON TRACCION ANIMAL Y UNA MANUAL, EN ZONAS DE LADERA

Luz Marina García C.*

Miguel Serrano L. **

Oscar A. Herrera G. ***

COMPENDIO

En la vereda de Potrerillo del Municipio de Caldono y en el Resguardo Indígena La María del Municipio de Piendamó, Departamento del Cauca, Colombia, se realizó un estudio comparativo en el cual se evaluaron dos arados para tracción animal- el Arandino y el convencional- y una herramienta manual, el azadón, en cuanto a su desempeño técnico y económico-administrativo. En la primera localidad se realizó un ensayo de ajuste de la metodología convencional empleada en estudios de mecanización, lográndose aportes para adaptarla a estudios en ladera con tracción animal. El ensayo definitivo con la metodología modificada se llevó a cabo en La María; el arado Arandino proporcionó los mejores ancho de corte, profundidad de trabajo y capacidad de campo efectiva, el menor costo por hectárea y resultó ser el preferido por los bueyeros del norte del Cauca, debido a su mayor rendimiento, mejor calidad de los materiales de fabricación y por ser más liviano. Por su parte, el arado convencional presentó la mayor eficiencia de campo y la labranza manual los menores promedios de área neta y volumen de suelo removido; esta última puede resultar útil en aquellos casos en que el agricultor y su familia o la comunidad efectúan la labranza.

ABSTRACT

This work was carried out at the location of Potrerillo (Caldono) and at the "Indian Reservation La María" (Piendamó) in the Northern zone of Cauca department (Colombia). Two different implements using animal draught (Arandino plow and conventional plow) and a manual tool - the hoe- were compared. A preliminary trial was made at the first location in order to adjust the methodology which allowed to clear some elements to plan the definitive trial at "La María". It contributed to the methods for research on animal draught in slopes. Compared with the conventional plow and the hoe the Arandino plow provided the highest width of cut, depth of labor and field capacity, and the least cost per hectare. For the farmers and plowmen it was more profitable to carry out the plowing labor with the Arandino plow because it provides a larger tilled area in a shorter time, better quality of materials and because it is lighter and easier to handle. The conventional plow showed larger field efficiency than the Arandino. The manual tillage (using the hoe) will be useful if the own farmer or the community carry out the labor.

INTRODUCCION

En la discusión académica sobre la labranza del suelo es posible ubicar dos posiciones en torno a su conveniencia o inconveniencia. Para unos autores (SAMPAT, 1987; AMEZQUITA, 1992; ULRICH, s.f.), las prácticas de labranza influyen en las condiciones físicas del suelo y su efecto puede ser benéfico o perjudicial, de acuerdo con las condiciones en que se encuentre el suelo cuando se lleva a cabo dicha labor, particularmente, en cuanto al contenido de humedad; el equipo utilizado y la intensidad de uso de dichas prácticas. Dependiendo de los

fines específicos buscados con la labranza, del tipo y estado del suelo y de las especies a sembrar, se puede requerir una labranza profunda o, superficial y con o sin volteo del suelo.

Otros autores sostienen que en los trópicos la capa viva del suelo no sobrepasa los 18 cm de profundidad, de manera que cuando el suelo se remueve por la labranza se entierra esa capa viva y se lleva a la superficie una capa inerte de suelo. Para quienes sostienen esta posición, la labranza debe practicarse de manera superficial,

* Estudiante de pregrado. Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira. A.A. 237.

** Ing. Agr. Corporación para Estudios Interdisciplinarios y Asesoría Técnica. CETEC.

*** Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira. A.A. 237.

en la forma más reducida posible y sin inversión del suelo; la mejor opción sería la no labranza (PRIMAVESI, 1982).

Con respecto al empleo de herramientas manuales y de la tracción animal en la labranza y otras labores, tanto a nivel mundial como en Colombia se conocen estudios que han abordado esta temática desde diversas perspectivas: historia de la tracción animal; aplicación en suelos de ladera; conservación del suelo; herramientas para tracción animal; transformación de máquinas de tracción animal; metodología e indicadores para evaluación de la tracción animal; relación hombre-herramienta en la labranza manual.

SERRANO en Colombia ha llevado a cabo estudios en terrenos pendientes del norte del Departamento del Cauca, en los cuales ha encontrado que la labranza con tracción animal es rentable para pequeños productores y es un sistema biológica, económica y ambientalmente eficiente en el aprovechamiento del suelo cuando se acompaña de prácticas de conservación a lo largo del proceso productivo; sin embargo, cuando se emplea el arado de vertedera sin el acompañamiento de dichas prácticas, tiene un efecto erosivo que ocasiona problemas graves de degradación de los suelos. También ha concluido que con la introducción de la tracción animal a la zona, reemplazando la labranza manual, los agricultores han aumentado la productividad en más del doble y los hueyeros han encontrado una actividad rentable (SERRANO, 1991, 1992).

Según este mismo autor, aunque en Colombia existen muchos diseños de equipos para tracción animal, el arado reversible de vertedera es el más empleado en Colombia; de él existe una versión que se fabrica en Nariño y otra mejorada por el ICA (1979). Tiene un ancho de corte de 27 cm, puede lograr una profundidad de 23 cm y su peso oscila entre 30 y 60 kg. Los equipos para tracción animal en Colombia han sufrido un proceso de transformación, pasando por el arado de chuzo hasta llegar a máquinas más sofisticadas que no han ocasionado la completa desaparición de las primeras; el ICA, a partir de 1971, diseñó y evaluó varios equipos tanto para labranza primaria como secundaria; en 1991 la Funda-

ción Carvajal adoptó un equipo procedente del Ecuador al cual dió el nombre de Arandino; se trata de un equipo multiusos que se utiliza en labranza primaria y labores de surcado, aporque, desyerba, cultivo y cosecha de tubérculos; consta de una armazón que actúa como una barra portaherramientas a la cual se le pueden instalar diferentes herramientas como una vertedera reversible, reja sencilla, reja tiburón, aletas para surcado y aporque para dos distancias diferentes entre surcos, cosechadora de tubérculos, escardilllos cultivadores ajustables a diferentes distancias y una rueda de apoyo. Este equipo pesa 45 kg con todos los aperos y 24 kg sólo con la vertedera (ICA, 1979; CAMACHO, 1984; MAITRE, 1992).

En el mundo no son muchos los trabajos sobre metodología de evaluación de labores manuales y con tracción animal y en Colombia aún son menos. PEARSON (s.f.) aporta algunos trabajos sobre velocidad de trabajo, al igual que DAROCH y NISSEN (1983); estos últimos determinaron la velocidad en una longitud de 20 m de recorrido arando, midiendo tiempo cada 5 m. SERRANO en 1991 introduce la contabilización del tiempo en vueltas, como parte de los tiempos inútiles. FLOREZ en 1985 y SOTO en 1992 han realizado estudios sobre rendimiento de los equipos con tracción animal. Otros autores han realizado investigaciones sobre potencia y fuerza de tiro y efectuado comparaciones entre tracción animal y trabajo manual (HOPFEN, 1970; CAMACHO, 1980).

La labranza con tracción animal se perfila como una alternativa viable para la mecanización de la pequeña propiedad, en términos de: mayor eficiencia en el uso de energía; mayores posibilidades de sostenibilidad; mecanización de las zonas de ladera en donde no es posible el uso del tractor por la topografía abrupta, el minifundio y la inexistencia de capital; menores riesgos de deterioro ambiental; mayor eficiencia y menor fatiga en el trabajo, en comparación con las labores manuales. Por otra parte, la experiencia acumulada por los agricultores durante años de convivencia con la tracción animal - que no desapareció con la modernización de la agricultura mundial-, incluye un

acervo de saberes empíricos cuyo estudio puede contribuir tanto al mejoramiento de estas tecnologías premodernas como al enriquecimiento del conocimiento agronómico.

En el presente estudio se establecieron los siguientes objetivos:

- Determinar la eficiencia en el empleo del arado Arandino, el arado convencional de vertedera y el azadón, en labores de preparación primaria del suelo (arada y surcada).
- Contribuir al diseño de una metodología apropiada para realizar evaluaciones de trabajos con tracción animal.
- Evaluar la colonización de vegetación arvense en las áreas preparadas con los tres métodos.
- Realizar la evaluación económica de los dos tipos de labranza con tracción animal comparados.
- Conocer la actitud de los bueyeros respecto a los equipos utilizados en el estudio.

METODOLOGIA

Las pruebas de campo se llevaron a cabo en la vereda Potrerillo del Municipio de Caldono, en la microcuenca del río Cabuyal, a 1500 m sobre el nivel del mar, con temperaturas que oscilan entre 20 y 24 °C; y en el Resguardo Indígena La María, municipio de Piendamó, con una altura sobre el nivel del mar de 1600 m, precipitación anual de 1800 mm y temperatura de 18 - 20 °C. Ambas localidades pertenecen al Departamento del Cauca, Colombia y sus suelos se encuentran dentro de la Asociación Pescador y en el Conjunto Pescador (Oxic Dystropept). Las características de los equipos y animales utilizados en los ensayos aparecen en los Cuadro 1 y 2.

La fase preliminar se realizó en la localidad Potrerillo con el fin de ajustar la metodología, considerando la novedad del equipo Arandino tanto para los bueyeros como para los mismos bueyes. En esta fase se pretendía aclarar los

siguientes elementos: inexperiencia del bueyero asignado con el equipo Arandino; problemas de los bueyes con los aperos; ensayo de tres métodos para medir velocidad; prueba y comparación del sistema de surcado: con el arado de vertedera y con aletas surcadoras. Se decidió emplear en la surcada la vertedera usada para arar, debido a características de calidad de la labor. Igualmente, con el propósito de disminuir el factor de error, se decidió trabajar, tanto con bueyes como bueyero con experiencia en el uso de ambos equipos.

El ensayo definitivo se ejecutó en la localidad La María, realizando las labores previas al cultivo de yuca: labranza primaria y surcada, los cuales se compararon con un testigo que consistió en el ahoyado con azadón (Cuadro 3). Las variables medidas en el campo para la labor de arada fueron: tiempo total arando (h), profundidad de trabajo (cm), ancho de corte efectivo (cm), velocidad 1 (m/s), velocidad 2 (m/s), tiempo en vueltas (s); para la surcada se tomaron: ancho del caballón (cm), profundidad del caballón (cm), tiempo en vueltas (s), velocidad 1 (m/s) y el tiempo total surcando (min); y para el testigo labranza manual: profundidad (cm) y área de la cajuela (cm^2) y área trabajada por día (m^2). Adicionalmente, se calcularon los siguientes parámetros: velocidad real, capacidad de campo teórica, capacidad de campo efectiva, eficiencia de campo y volumen de suelo removido; en los dos tratamientos con tracción animal; y en el testigo: volumen de suelo removido por cajuela y por hectarea, área neta removida y área trabajada por día.

La capacidad de campo efectiva se determinó midiendo el área trabajada por día de 6 horas. La velocidad 1 se midió en una distancia 10 m; la velocidad 2 se midió contabilizando el tiempo y la distancia en un pase de ida y vuelta del arado. Para la labor de surcada sólo se midió la velocidad 1; la velocidad real se calculó con base en el recorrido lineal total del arado durante un día de 6 horas. El tiempo en vueltas se midió desde el momento en que el bueyero paraba los bueyes y levantaba el arado del suelo hasta cuando lo volvía a introducir al suelo después de voltear.

ACTA AGRONOMICA

CUADRO 1. Características de los equipos utilizados en los ensayos.

Herramienta	Color*	Peso (kg)	Ancho de corte nominal (cm)	Profundidad Nominal (cm)
Arado Convencional	Verde	30-60	27	30
Arado Arandino	Amarillo	24**	36	30

* El color del implemento es muy importante para su identificación por los agricultores y bueyeros

** Sólo armazón y vertedera

CUADRO 2. Características de los animales utilizados en los ensayos

Localidad	Nombre	Raza	Edad años	Peso (kg)*	Alzada (m)	Largo (m)
1	Pinto	Criollo	7	614	1.45	2.32
1	Amarillo	Criollo	5	538	1.45	2.08
2	Negro	Normando	5	700	1.40	2.40
2	Jardi	Normando	5	690	1.43	2.30

* Ponderación con cinta

También se determinó el costo por hectárea de las labores y la vegetación arvense que surgió en cada lote 30 días después de haber surcado el suelo; y se realizó una encuesta entre bueyeros para evaluar características cualitativas del trabajo efectuado por los dos equipos.

RESULTADOS

CAPACIDADES Y EFICIENCIA

La capacidad de campo efectiva (CCE) del arado

convencional fue de 1934 m²/día, en tanto que con el arado Arandino fue de 2366 m²/día y de 890 m²/día con labranza manual. En consecuencia, se requieren 31 h (5.2 días), 25 h (4.2 días) y 67 h (11.2 días) para arar una hectárea con el arado convencional, arado Arandino y labranza manual, respectivamente. La CCE obtenida con el Arandino fue 49% superior a la del convencional y 166% superior a la labranza manual; el arado convencional superó a la labranza manual en un 117%, por este concepto (Cuadro 4).

ACTA AGRONOMICA

CUADRO 3. Distribución de labores y número de operaciones en los tratamientos de labranza utilizados en la localidad La María.

Tratamiento	Labor	Implementos Utilizados	Número de operaciones
Testigo	Ahoyado	Azadón	1
I	Arada	Arado de Vertedera Convencional	1
	Surcada	Arado de Vertedera Convencional	1
II	Arada	Arado de Vertedera Arandino (timón largo)	1
	Surcada	Arado de Vertedera Arandino	1

CUADRO 4. Resumen comparativo de los tratamientos

Variable	Arado Convencional	Arado Arandino	Labranza Manual
CCE* (m ² /día)	1934.05	2365.63	890.40
Indice	217.21%	265.68%	100%
Profundidad Surcada (cm)	19	22	21
Indice	90.47%	104.76%	100%
Area suelo movido (m ² /ha)	10.000	10.000	5495.07
Indice	181.98%	181.98%	100%
Volumen suelo movido (m ³ /ha)	2008.33	2900.00	1180.99
Indice	170.05%	245.55%	100%

* CCE - Capacidad de campo efectiva; las unidades empleadas (m²/día) se están usando con mayor frecuencia en los trabajos con tracción animal, pues la unidad convencional (ha/h) resulta demasiado grande para la escala con que se trabaja en la tracción animal.

ACTA AGRONOMICA

La capacidad de campo teórica (CCT) en el tratamiento convencional fue de 3945 m²/día con la velocidad 1 y 2736 m²/día con la velocidad 2. Para el tratamiento Arandino los valores de CCT fueron, respectivamente, de 5233 y 3363 m²/día (Cuadro 5).

La eficiencia de campo (EC) para los tratamientos convencional y Arandino fue de 51 y 48%, respectivamente, tomando como referencia la velocidad 1, y de 75 y 72%, respectivamente, con la velocidad 2.

CUADRO 5. CCE, CCT y EC esperadas y encontradas.

Tratamiento	Área Preparada (CCE) m ² /día	CCT 1* m ² /día	CCT 2* m ² /día	EC 1* %	EC 2* %
Convencional	1934.05	3944.61	2735.59	51.24	75.11
Arandino	2365.63	5233.37	3362.54	47.99	72.19

* CCT 1 = Calculada con la velocidad 1
EFIC 2 = Calculada con la CCT2

EFIC 1 = Calculada con la CCT1
CCT 2 = Calculada con la velocidad 2

Con relación a la surcada, la CCE⁴ con el arado Arandino fue de 27 m²/min y con el convencional de 23 m²/min, siendo la EC con el Arandino superior en un 14% a la obtenida con el convencional.

VELOCIDAD Y TIEMPO DE VUELTAS

La velocidad 1 tuvo un comportamiento igual en los dos tratamientos (0.67 m/s), en tanto que la velocidad 2, en promedio, fue inferior en un 6.5% en el arado Arandino (0.43 Vs 0.46 m/s).

La velocidad real promedio para el tratamiento Arandino fue de 0.43 m/s y para el convencional de 0.40 m/s (Cuadro 6). Los tiempos en vueltas en las labores de arada y surcada fueron menores con el arado Arandino en un 10 y 12%, respectivamente.

PROFUNDIDAD, ANCHO DE CORTE Y VOLUMEN DE SUELO REMOVIDO

Con el tratamiento Arandino en la labor de arada el ancho de corte promedio fue de 25 cm y de 92 cm en la labor de surcada, la profundidad alcanzada con este arado fue de 22 cm en promedio arando y un valor similar surcando. En cuanto al convencional, el ancho de corte arando y surcando fue de 22 y 94 cm, respectivamente, en tanto que la profundidad alcanzada en las dos labores fue, respectivamente, de 20 y 19 cm.

Cuando se aró con Arandino se removió 142 m³/ha (7%) más de suelo que arando con el arado convencional y 969 m³/ha (82%) más que trabajando con azadón. Con el arado convencional se removió 827 m³/ha (70%) más que con el azadón.

⁴ La labor de surcada es muchas veces más rápida que la arada, por ello se expresa la CCE en m²/min.

ACTA AGRONOMICA

CUADRO 6. Velocidad real de trabajo.

Tratamiento	Velocidad Real de Trabajo m/s		
	Mínimo	Promedio	Máximo
Convencional	0.35	0.40	0.52
Arandino	0.37	0.43	0.52

VEGETACION ASOCIADA

La vegetación arvense que se presentó 30 días después de surcado el terreno se registra en el Cuadro 7. La mayor amplitud de especies se localizó en el tratamiento de labranza manual, a lo cual contribuyeron las lluvias que ocurrieron después de la labranza.

EVALUACION ECONOMICA Y ENCUESTA A BUEYEROS

El agricultor que contrata la labranza con tracción animal podría ahorrarse 20% en los costos de preparación, contratando los servicios con arado Arandino. Los costos de la labranza manual, fueron superiores en 48% a la labranza con arado convencional y en 40% a la labranza con arado arandino.

Para el bueyero por el contrario, si cobra el mismo precio por día utilizando el arado Arandino o el convencional, obtendrá ganancias inferiores en 20.5% con el Arandino, ya que los costos de éste son más elevados.

En cuanto a la encuesta a bueyeros, a pesar de que todos los encuestados trabajan el arado convencional, en el día de campo organizado para el efecto tuvieron la oportunidad de experimentar el Arandino y el 91% de ellos lo prefirió por la mejor calidad de los materiales, mayor rendimiento, más servicios y por ser más liviano.

DISCUSION

La mecanización de la agricultura produce efectos de orden técnico y económico-administrativo y adicionalmente, de alguna manera interfiere en la cotidianidad, la manera de hacer las cosas e incluso la cultura de las personas y comunidades vinculadas con dicho proceso.

En cuanto a lo técnico y económico-administrativo, el estudio permitió establecer que el mayor ancho de corte y los menores tiempos en vueltas explican la mayor CCE del arado Arandino. Paradójicamente, este arado tuvo menor eficiencia de campo debido a que utilizó menor proporción de su ancho de corte nominal (36 cm) debido a que la potencia de tiro disponible era insuficiente para utilizar toda la potencialidad de la herramienta; la menor EC unida a la mayor inversión inicial de este arado explicaría los mayores costos y la menor rentabilidad para el bueyero, si se utiliza el sistema tradicional de contrato cobrando por día y al mismo precio que con el arado convencional. Lo anterior sugiere que utilizando el equipo Arandino, se debe remunerar por área trabajada y no por día, con lo cual ganan tanto el bueyero por mayores ingresos como el agricultor por una labranza en menor tiempo.

Con relación a la disponibilidad de potencia de tiro, no es fácil aumentarla en las condiciones de la zona del estudio, ya que dadas las elevadas pendientes sería peligroso utilizar animales más

ACTA AGRONOMICA

CUADRO 7. Vegetación arvense, 30 días después de la preparación.

Tratamiento	Vegetación	
	N. Científico	N. Común
Testigo	<u>Pteridium aquilinum</u>	Helecho marranero
L. Manual	<u>Ipomoea congesta</u>	Batatilla
	<u>Salvia</u> sp.	Salvia
	<u>Lantana canescens</u>	Venturosa
	<u>Sida</u> sp.	Escoba
	<u>Bidens pilosa</u>	Papunga
	<u>Erigeron bonariense</u>	Venadillo
	<u>Pitecellobium dulce</u>	Chiminango
	<u>Papalum conjugatum</u>	Horquetilla
	<u>Crotalaria stipularia</u>	Crotalaria
	<u>Hyptis capitata</u>	Botonillo
	<u>Setaria geniculata</u>	Limpia botellas
	<u>Spermacore verticillata</u>	Lechecillo
	<u>Fragrostis maipurensis</u>	Pasto amor
	<u>Clidemia</u> sp.	Clidemia
	<u>Echinochloa colonum</u>	Liendrepuerco
	<u>Rubus</u> spp.	Zarzamora
T. Convencional	<u>Pteridium aquilinum</u>	Helecho marranero
	<u>Rubus</u> spp.	Zarzamora
	<u>Ipomoea congesta</u>	Batatilla
T. Arandino	<u>Pteridium aquilinum</u>	Helecho marranero
	<u>Rubus</u> spp.	Zarzamora
	<u>Ipomoea congesta</u>	Batatilla

pesados. Y utilizar otras especies, como caballares y mulares implicaría realizar estudios, pues significaría un cambio de tecnología con efectos culturales.

Se concluye también, que los datos de eficiencia son muy importantes para el bueyero pues le indican el tiempo que está desperdiando en el campo por el no uso de todo el ancho de corte que potencialmente tiene la máquina, lo cual tiene efecto sobre los costos de uso del equipo; en tanto que para el agricultor interesa la capacidad de campo que le indica el tiempo que tarda-

rá la labor y el costo de la misma, si se cobra por día.

La labranza manual con azadón, a pesar de ser más costosa y dispendiosa (su duración es prácticamente el doble de la labranza con tracción animal), es una alternativa que continuará teniendo vigencia en aquellas unidades campesinas sin capacidad económica para emplear la tracción animal o en donde se dispone de suficiente mano de obra familiar para emprender esta labor.

El mayor volumen de suelo removido con la

labranza con tracción animal, debido al volteo del suelo con la vertedera, sugiere alto riesgo de degradación de los suelos si no se acompaña esta tecnología con prácticas de conservación; los caballones estables ubicados en curvas a nivel y el empleo de formas de labranza que no volteen el suelo, como es el caso del uso de la reja sencilla o la reja tiburón provista de aletas del Arandino, son alternativas a considerar. En lo que se refiere a la vegetación asociada, si bien la labranza con tracción animal produce un control inicial de la vegetación en competencia con el cultivo, que puede significar reducción en los costos de desyerbas y aumento en el rendimiento de la yuca, no se puede perder de vista la función conservacionista del suelo que significa la presencia de una amplia gama de especies arvenses.

En relación con aspectos metodológicos, específicamente en cuanto a la medición de la velocidad, los datos suministrados en la literatura no son tomados de una jornada normal de trabajo como ocurrió en este ensayo, sino que son el resultado de pruebas a las que son sometidos los animales en condiciones experimentales y dándoles lugar a que descansen entre prueba y prueba.

La metodología empleada para determinar la velocidad 1 es muy fácil de ejecutar por un solo investigador y permite tomar muchos datos, pero tiene el inconveniente de que no involucra los tiempos perdidos; la metodología para hallar la velocidad 2 tiene el inconveniente de que en terrenos con topografía desigual es muy difícil tomar datos con regularidad. En general, estos datos deben tomarse con mucha reserva pues están afectados por múltiples variables, entre ellas los cambios que ocurren en el transcurso de la jornada por cansancio del animal, algo que amerita un estudio específico.

Pareciera ser que el método más aceptable sería el de la velocidad real, ya que incluye todos los tiempos perdidos originados por diferentes causas, incluidos los tiempos en vueltas; sin embargo, también presenta un inconveniente: al incluir todas las pérdidas mimetiza aquellos factores que afectan la eficiencia del sistema, por lo cual debe acompañarse de la medición de los

diferentes tiempos perdidos, o combinar dos de los tres métodos empleados en este ensayo.

En lo que concierne al aspecto humano y animal, grandes diferencias separan a la tracción animal de la mecanización con tractor; en ésta, es factible garantizar una profundidad y un ancho de corte relativamente uniformes y constantes; en la tracción animal, un sinnúmero de variables del terreno y las condiciones de trabajo que afectan al animal y al bueyero, inducen a éste a tomar constantemente decisiones en el sentido de variar dichos parámetros, por lo cual es imposible evitar una total desuniformidad en cuanto a ellos en un mismo terreno; iguales consideraciones se pueden hacer en cuanto al trabajo manual con azadón. De manera que en la tracción animal, a diferencia de la mecanización tractorizada, la capacidad y eficiencia de las máquinas no sólo dependen de sus especificaciones técnicas.

Por otra parte, la adopción de esta tecnología, como de cualesquier otras, implica unos elementos culturales que de no ser tenidos en cuenta pueden dar al traste con ellas, como ha sucedido con tanta frecuencia en los programas de extensión rural. La tracción animal no es ajena a estas consideraciones.

En el caso estudiado, a pesar de la evidencia del mejor desempeño del arado Arandino, no se puede decir que está resuelto el problema de su adopción; aún quedan por resolver aspectos de orden técnico como el hecho de que los campesinos no aprobaron la surcadora porque se atasca con frecuencia; pero principalmente, los relacionados con aspectos humanos y de costos. De todas maneras se trata de una nueva tecnología en la que hay que inducir su adopción sin dar la espalda a las inquietudes e intereses de la comunidad involucrada. En adición, hay que hacer consideraciones de tipo económico que implica su adopción.

BIBLIOGRAFIA

- AMEZQUITA, E. Efecto de la labranza en las propiedades físicas del suelo. Seminario de Manejo Integral de suelos para una Agricultura Sostenible, Palmira, Agosto 26 - 28 de 1992. Palmira, s.e., 1992. 17 p. (Material fotocopiado).
- CAMACHO, H. Mecanización en el cultivo de la caña panelera. Revista ICA (Colombia). Vol. 15, 1980. p. 135-143.
- _____. Uso de maquinaria en suelos de ladera con fines conservacionistas. Suelos Ecuatoriales (Colombia). Vol. 20 No. 1, 1984. p. 146-150.
- DAROCH, R. y NISEN, M.J. Pruebas de un sistema de tiro articulado para suelos con pendiente. Agrosur (Chile). Vol. 11 No. 1, 1983. p. 38-42.
- FLOREZ, A. Mecanización en el cultivo de la papa. Revista ICA (Colombia), v. 20, 1985. pp. 264-271.
- HERRERA, O. Notas para el Curso de mecanización agrícola. Palmira. Universidad Nacional de Colombia, 1981. 80 p.
- HOPFEN, H. J. Aperos de labranza para las regiones áridas y tropicales. Roma : FAO, 1970. 155 p.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Prototipos de máquinas para zonas de ladera diseñadas y construidas por el ICA. Bogotá. ICA, 1979, 27 p. (Boletín Promocional No. 15.)
- MAITRE, A. Informe sobre la demostración comparativa del arado de palo tradicional, el arado Arandino de la Fundación Carvajal y el arado de vertedera reversible AVR - 25 del convenio ICA - METALAGRO. Barichara, s.e., 1992. 23 p (Informe. Agosto de 1992, mecanografiado).
- PEARSON, R.A. Draught animal power. Application of animal power. s.l., Centre for Tropical Veterinary Medicine, s.f. s.p.
- PRIMAVESI, A. Manejo ecológico del suelo : la agricultura en regiones tropicales. Buenos Aires, El Ateneo, 1982. 499 p.
- SAMPAT, G. Física de suelos. Principios y aplicaciones. México : Limusa, 1987. 351 p.
- SERRANO, M. Contribución al conocimiento de la tracción animal como práctica y como saber. Palmira, 1991. 84 p. Tesis (Ing. Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Tomo I.
- _____. Acerca de la tracción animal : apuntes para la discusión. s.l. : s.e., 1992. 16 p. (Mecanografiado).
- SOTO, A. La maquinaria de tracción animal para el trópico húmedo colombiano. s.l. : Federación Nacional de Cultivadores, FENALCE, 1992. 16 p. (Mecanografiado).
- ULBRICHT, T. Agriculture and environment. s.l., s.n., s.f., s.p.