

Las rastras de discos y sus perspectivas económicas en Venezuela

Venezuelan disk harrows economic perspective

Américo José Hossne García

Universidad de Oriente, Núcleo Monagas, *Campus* Los Guaritos, Maturín, estado Monagas, Venezuela.
Apartado Postal 414, Maturín, estado Monagas, Venezuela 6201-A. Tel. 58-291-8083902
Email: americohossne@cantv.net

Recibido: 11/05/2006

Fin de arbitraje: 01/08/2006

Revisión recibida: 10/10/2006

Aceptado: 09/11/2006

RESUMEN

La labranza secundaria con el uso de las rastras de discos es la que generalmente se realiza en Venezuela, debido a las condiciones inadecuadas de friabilidad, el tiempo oportuno de la operación, precio de adquisición relativamente más barato, fácil uso y mantenimiento, el control fácil y más rápido de malezas y la aplicación de cal. Es el apero más común en los campos agrícolas de todo el país. Los objetivos específicos son la evaluación de las rastras de discos con el propósito de apreciar algunos parámetros económicos que coadyuven su proceso de uso en la toma de decisiones: (a) Los costos totales incluyendo el coeficiente operacional agrícola ($0,0002 \text{ día}^{-1}$), (b) costos energéticos, (c) evaluación del ancho de corte económico óptimo por máxima y mínimo y (d) Comparaciones con los precios de alquiler. En la metodología se utilizó el análisis de costos y el análisis de regresión aplicado a los ítems de costo. Entre los resultados obtenidos se tienen: Los costos totales de 14561,20 (USD/año), el ancho económico óptimo de la labor igual a $0,153 \cdot \text{AR}^{0,515}$ (m), el costo por pase para las rastras de discos resultó ser de 20 USD/ha si se alquila, y de 33,71 USD/ha si se adquiere el equipo tractor-rastra. Se concluye: (a) Las rastras de discos ocasionan altos costos de producción al productor propietario y mejor se recomendaría el uso de un servicio externo para áreas menores de 1311,85 ha/año y (b) Se exigirían una unidad tractor rastra por cada 432 ha/año debido a que las rastras utilizadas en el campo venezolano son muy pequeñas.

Palabras Clave: Rastras de discos; coeficiente del tiempo oportuno de operación, costos, consumo energético, ancho de corte económico óptimo, punto de equilibrio económico, alquiler.

ABSTRACT

The secondary tillage with the use of the disk harrows is the one that is carried out generally in Venezuela, due to the inadequate friability conditions, the opportune time of the operation, purchase price relatively cheaper, easy use and maintenance, the weed control is easy and quicker, and the application of lime. It is the certain farm tool in the agricultural fields of the whole Country. The specific objectives are the disk harrows evaluation with the purpose of appreciating some economic parameters that cooperate their use process in decision taking: (a) The total costs including the timeliness factor ($0,0002 \text{ day}^{-1}$), (b) energy costs, (c) evaluation of the optimum economic width by maxim and minimum and (d) Comparisons with lease prices. In the methodology it was used the costs analysis and the regression analysis, to the cost items. Among the obtained results: The total costs of 14561,20 (USD/year), the optimum economic width of harrowing similar to $0,153 \cdot \text{AR}^{0,515}$ (m), the cost for disk harrowing pass turned out to be of 20 USD/ha if it is leased, and of 33,71 USD/ha if the team tractor-harrow were acquired. It is concluded: (a) The disk harrows caused high production costs to the proprietary and it was better the use of an external service for field less than 1311,85 ha/year and (b) it would be demanded an unit tractor-harrow by each 432 ha/year, this was overalls due to that the harrows used in the Venezuelan field are very small.

Key words: Disk harrows; timeliness factor, costs, energy consumption, disk harrows optimum economic width, economic breakeven point, lease.

INTRODUCCIÓN

La rastra de discos alcanzó su popularidad en la última parte del siglo 19. En los Estados Unidos durante los años 1950 el arado convencional (vertedera y discos) empezó a ser reemplazado por el

arado a cincel, rastra de discos y otras formas de labranza, (Phillips y Young, 1973). En el País se usan con preferencia las rastras de tiro excéntrico (*offset*) que tienen sólo dos secciones de discos, uno delante y uno atrás, y como su nombre lo indica desplazan a la izquierda de la barra de tiro. Tiene más larga vida útil

y menor precio, su mantenimiento cuesta menos y consume menos combustible por hectárea. Se considera erróneamente que cuando es utilizada como un apero de labranza primaria reduce la compactación del suelo a la profundidad de operación. Son utilizadas en el país como apero de labranza primaria y a la vez para la preparación de camas para la siembra por desmenuzar los terrones, controlar malezas, para mezclar cal, fertilizantes, herbicidas y la incorporación de cualquier tipo de material al suelo. La labranza convencional que se realiza en Venezuela es muy compleja debido a las condiciones de humedad óptima necesarias para la labranza primaria y secundaria; y además, los tiempos oportunos operacionales son muy cortos, creando cuellos de botellas en el proceso productivo debido al factor lluvia; además, involucra altos costos. En este trabajo se logra hacer una evaluación económica de las rastras de discos, con el objetivo de poder contar con datos numéricos comparativos, conceptos generales y específicos para la toma de decisiones relacionadas todas con el uso de este apero. Los objetivos específicos consistieron en determinar los costos totales incluyendo el coeficiente operacional agrícola ($0,0002 \text{ día}^{-1}$), costos energéticos, evaluación del ancho de corte óptimo por máxima y mínimo, comparaciones con los precios de alquiler, siembra convencional, siembra directa y fertilización.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las informaciones promedios utilizadas fueron datos obtenidos en los mercados comerciales, organismos del Estado, empresas agrícolas privadas, asociaciones agrícolas y revisiones bibliográficas. En los análisis de costos se evaluaron: Los costos totales y energéticos incluyendo el coeficiente operacional agrícola (COOA) en (1/día). Se estableció el uso energético en (USD/kW-h), el ancho óptimo de rastreo y la toma de decisiones en función de la adquisición o alquiler. Kastens (1997) y Hunt (2001) establecieron en su manuscrito algunas expresiones matemáticas para el análisis de costos. Las expresiones algebraicas para los cálculos fueron:

$$CE = (U * ACT * EF) / 1000 \quad (1)$$

Donde: CE = Capacidad efectiva de campo (ha/h)
 U = Velocidad (km/h)
 ACT = Ancho de corte teórico (m)

$$COE = PO / CE \quad (2)$$

Donde:

COE = Consumo energético total de la rastra (kW·h/ha)
 PO = Potencia del tractor (kW)

$$II = IA + IF + IA * IF \quad (3)$$

Donde: II = Intereses inflados anuales (adimensional)
 IA = Intereses anuales (adimensional)
 IF = Inflación anual (adimensional)

$$D = ((IIPP * (VI - VR)) / (((1 + IIPP)^{NP} - 1))) \quad (4)$$

Donde: D = Depreciación (USD/año)
 IIPP = Intereses inflados por período (adimensional)
 VI = Precio inicial (USD)
 VR = Valor de rezago (USD)
 NP = Número de períodos (adimensional)

$$AOC = \sqrt{\frac{1000 * AR}{U * EF * CFaIT} * (CVhT + GO + (RE * PP * COOA * AR))} \quad (5)$$

Donde: AOC = Ancho óptimo de corte (m)
 AR = Superficie (ha/año)
 CVhT = Costos variables del tractor (USD/h)
 CFaIT = Costos fijos de la rastra más el tractor (USD/año)
 GO = Gastos por operador (USD/h)
 RE = Rendimiento del cultivo (kg/ha)
 PP = Precio del producto (USD/kg)
 COOA = Coeficiente operacional agrícola (1/h)

$$CTaI = CFaIT + \frac{1000 * AR}{U * ACT + EF} (CVhI + CVhT + GO) + \frac{1000 * AR}{U * ACT * EF} (RE * PP * COOA * AR) \quad (6)$$

Donde: CTaI = Costos totales de la rastra (USD/año)
 CVhI = Costos variables de la rastra (USD/h)

$$GO = \frac{SD * (DL + DP) * AR}{JD * DL * CE} \quad (7)$$

Donde: SD = Salario del operador (USD/día)
 DL = Días laborables (día/año)
 DP = Días de prestaciones (día/año)
 JD = Jornada diaria (h/día)

$$AJA = \frac{CFaI + (CFaT * DL / NDPP)}{PA - CVhaIT} \quad (8)$$

Donde:

- AJA = Área justificada de arrendamiento (ha/año)
- CFaI = Costo fijo total de la rastra (USD/año)
- CFaT = Costo fijo total del tractor (USD/año)
- PA = Precio por arrendamiento (USD/ha)
- NDPP = Número de días del proceso productivo (180 día/año)
- CVhaIT = Costos variables del implemento más tractor (USD/ha)

$$CETI = (CTaIT * CE)/(AR * PO) \quad (9)$$

Donde:

- CETI = Costos energéticos totales de la rastra (USD/kW•h)
- CTaIT = Costos totales de la rastra más tractor (USD/año)

Mediante el desarrollo de una hoja Excel utilizando las ecuaciones mencionadas se obtuvieron los resultados de los respectivos diferentes ítems de costos. Se utilizó Surfer 8 para el trazado en tres dimensiones y Excel para las gráficas en dos dimensiones. Se usó el SPSS 13 (Statistical Package for Social Sciences) para los análisis de regresión. Se aplica el punto de oportunidad igual para establecer el número necesario de equipos (tractor-rastra) por área basándose en el tiempo oportuno de operación disponible en el año. Se estipulan los rangos de precios para el arrendamiento en base al costo total y el ancho óptimo de corte. Una de las situaciones que pueden crear conflictos financieros en la toma de decisiones sucede cuando los análisis económicos son hechos en el presente y se deciden en base a esa información sin considerar los intereses y la inflación

en el proceso. Aquí se incluye el análisis considerando cinco años basado en el crédito bancario (lamentablemente esta vida económica repercute altamente en la mala competitividad de mercado), un interés anual de 10 % y una inflación del 25 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 presenta los costos totales por pase de la unidad tractor rastra de discos, con un costo fijo de 8828,48 USD/año y un costo variable de 13,27 USD/ha o 4,91 USD/h y un costo total para la unidad de rastreo de 33,71 USD/ha. El análisis de regresión produce una relación lineal: $CTaIT = 21,838 * AR + 7876.035$ con una significación de 0,000 y un $r^2 = 0,99$. Se puede observar el aumento de los costos totales en función del incremento del área rastreada por año causado por los costos variables. En Venezuela normalmente se dan hasta cuatro pases de rastras por hectárea, situación que produce altos costos y cuellos de botellas en el sistema productivo, sin hacer hincapié del daño físico, químico, biológico y termodinámico al suelo.

La Figura 2 muestra la relación entre el costo total energético versus el ancho óptimo de corte y el área rastreada. Se puede observar que la variabilidad inversa es muy remarcada con respecto a AR en forma potencialmente y también inversa con respecto a AOC, mostradas por las líneas en el eje Z. Esto muestra la importancia de utilizar el ancho óptimo del implemento para así cumplir con el tiempo operacional estipulado para el rastreo de acuerdo al área planificada. El análisis de regresión produce una relación potencial: $CETI = 23,095 * AR^{-0,413}$ con una significación de 0,000, un $R^2 = 0,888$ y un error estándar de 0,194; y $CETI = 5,072 * AOC^{-0,799}$ con

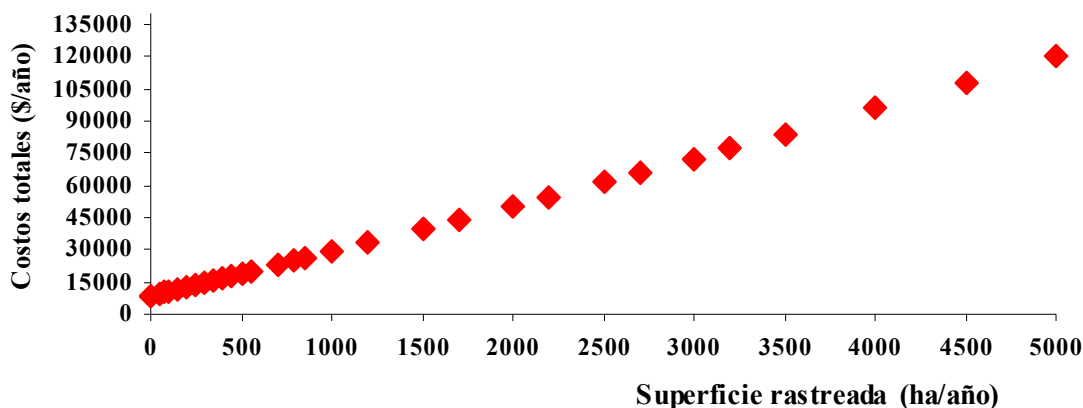


Figura 1. Costos totales en USD/año por pase para la rastra de discos versus superficie rastreada.

una significación de 0,000, un $R^2 = 0,879$ y un error estándar de 0,202

La Figura 3 presenta gráficamente el comportamiento del ancho óptimo de la rastra en función del área labrada por año. Se puede observar que para 500 ha se necesita un ancho de labranza secundaria de alrededor 4 m para poder cumplir con la labor de acuerdo al tiempo oportuno de la operación. El análisis de regresión produce una relación potencial: $AOC = 0,153 \cdot AR^{0,515}$ con una significación de 0,000 y un $R^2 = 1$.

El Punto de Equilibrio Económico se aplicó en la Figura 4 sin hacer comparaciones debido a que en Venezuela prácticamente sólo se utiliza la rastra de discos para la labranza. Se introdujeron cuatro unidades en cada sistema de siembra necesarias para áreas mayores de alrededor de 1800 ha. Este fenómeno es complejo en el uso de las rastras de discos en el País porque la importación de este apero normalmente se hace para rastras de 10 – 14 – 20 – 28 discos y el ancho de corte es de 0,118 m/discos, lo

cual produciría ancho de corte teórico máximo de 3,304 m (Hossne 2004) que en 20 días con un pase no se cumplirían las 400 ha. El análisis de regresión produce una relación lineal: $CTaIT = 5828.379 + 28,169 \cdot AR$, con una significación general de 0,000 y un $r^2 = 0,979$; para una probabilidad de F con entrada de 0,05 y remoción de 0,10 produce una significación de 0,015 para la constante y de 0,000 para el coeficiente. El área justificada de arrendamiento (AJA) calculado fue de 1311,81 ha/año.

En la Figura 5 se comparan los costos totales de la unidad tractor rastra por hectárea (CThaIT) con los costos de alquiler del equipo tractor rastra (CAR), los costos de fertilización (FERT), costos de la siembra directa (CTSD) y los costos de la siembra convencional (CTSC). En base a un pase de rastra. Se observa que es mucho más económico alquilar la unidad tractor rastra.

En publicación por la FAO (2005) en estudio comparativo de los sistemas de labranza para el maíz,

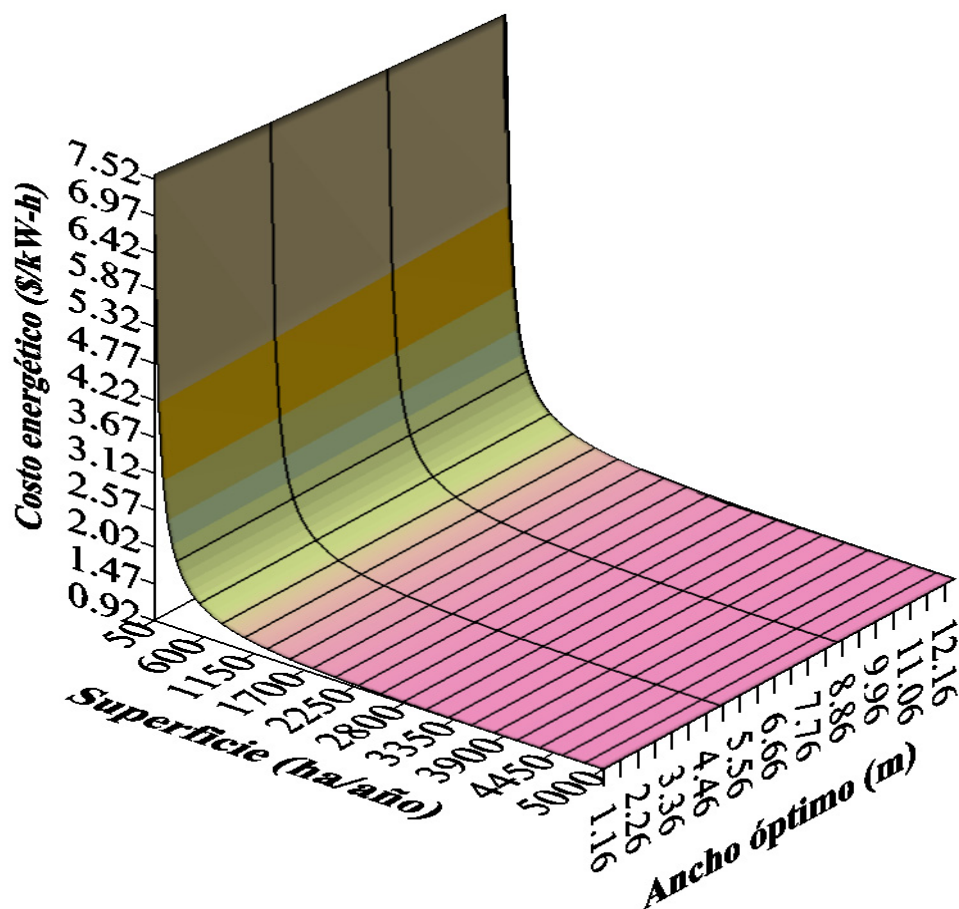


Figura 2. Costos totales energéticos (USD/kW•h) versus el área rastreada y el ancho óptimo para la rastra de discos.

algodón y trigo en el Brasil registraron un costo para la rastra de discos de 202,36 USD/ha, William (2006) registró costos de 18 a 21 USD/ha en el Estado de Iowa. En la Universidad de Illinois, (Illinois University, 2005a) registró para el tractor promedio de 100 kW para las rastras de discos de 7,2 – 8,4 USD/ha, Illinois University (2005b) registró para el tractor promedio de 100 kW, 44,15 USD/h Losano (2005) registró 85,8 USD/ha en la preparación de suelo para nabo y avena. Al compararla con la calculada para Venezuela de 33,71 USD/ha resultan algunas ser menores y otras mayores. Esto puede ser debido a los altos precios de los equipos, mano de obra y rastras muy pequeñas con una baja capacidad efectiva.

CONCLUSIONES

1. El área justificada de arrendamiento calculado (AJA) fue de 1311.85 ha/año. Esto indica que con menos de 1300 ha/año es más económico recurrir al servicio de la unidad tractor rastra.
2. El análisis económico del rastreo con discos y el tiempo oportuno operacional muestran altos costos y cuellos de botellas con respecto al tiempo debido al uso de rastras medianas de alrededor 24 – 28 discos con un ancho de corte teórico bajo. Las rastras de discos grandes son poco existentes.
3. Es mucho más económico el alquiler que la adquisición del equipo. La labranza secundaria contribuye al aumento de los costos de

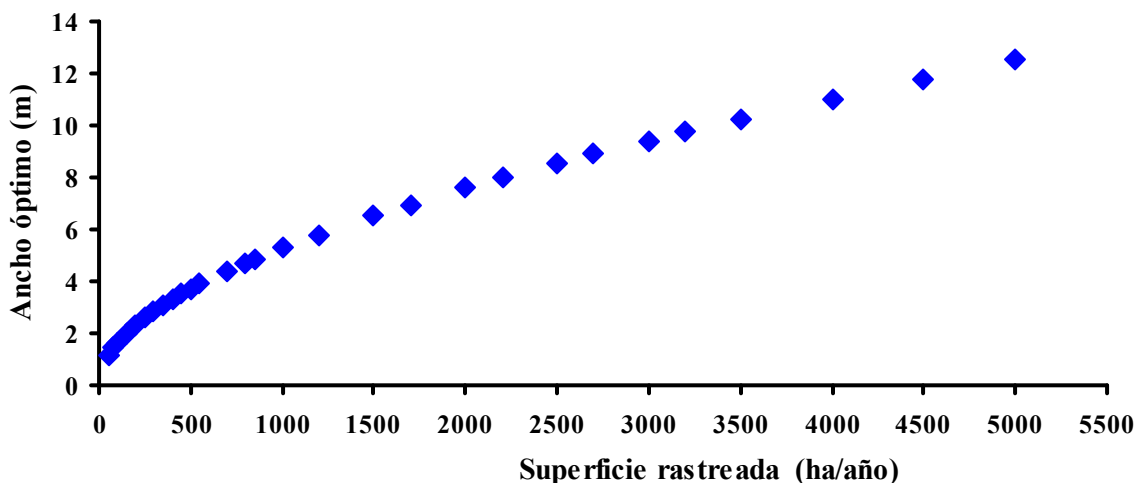


Figura 3. Ancho óptimo de corte (AOC en m) en función de la superficie rastreada por año para la labor de rastreo con rastras de discos.

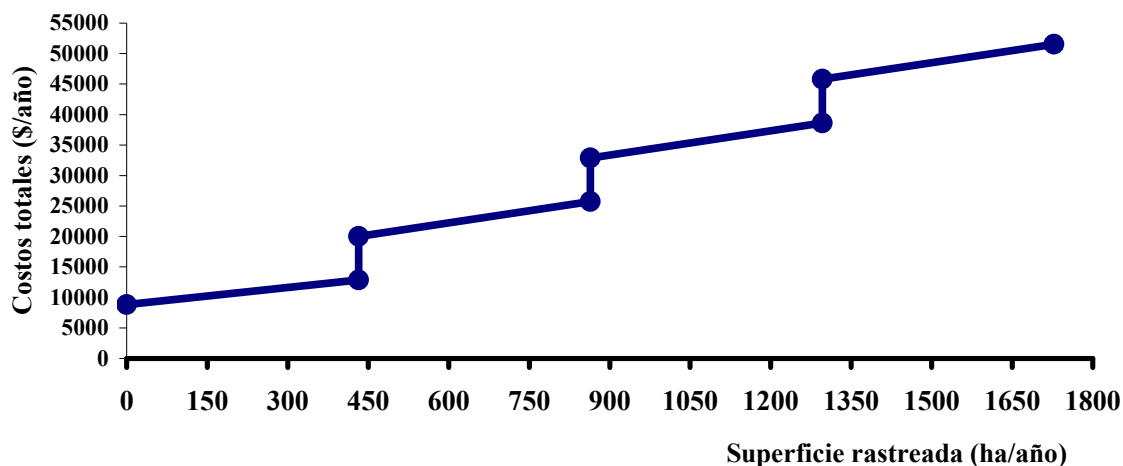


Figura 4. Punto de equilibrio económico para las rastras con el costo total del implemento por año (CTIA en \$/año) en función del área (AR en ha/año).

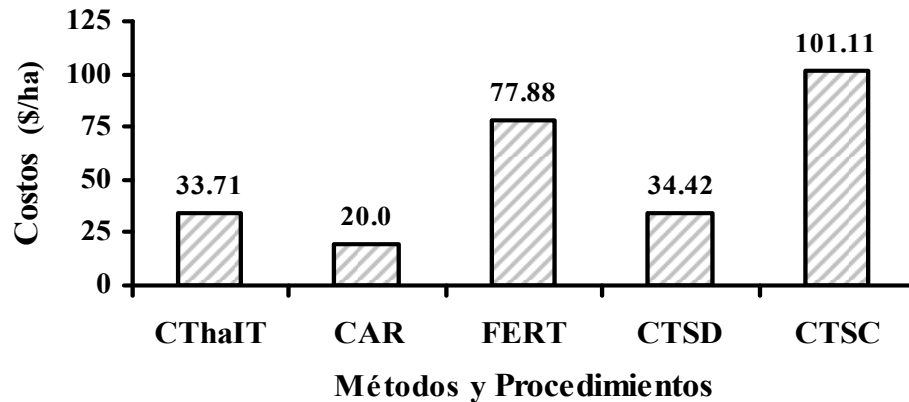


Figura 5. Costos totales de la unidad tractor rastra por hectárea (CThaIT USD/ha) con los costos de alquiler del equipo tractor rastra (CAR USD/ha), los costos de fertilización (FERT USD/ha), los costos de la siembra convencional (CTSC USD/ha) y los costos totales de la siembra directa (CTSD).

producción reduciendo la competitividad de mercado con más de un 40 %, sin considerar los problemas del tiempo oportuno de operación causado al sistema productivo.

LITERATURA CITADA

FAO. 2005. Capítulo 10. Comparación de costos en diferentes sistemas de labranza. www.fao.org/ag/AGSe/7mo/66/cap10.pdf. 7 pp. Revisado 12 de enero del 2006.

Hossne A. 2004. Las rastras de discos, características ingenieriles, agronómicas y sus implicaciones físicas en el Nororiente de Venezuela. *UDO Agrícola* 4(1): 42-52.

Hunt D. 2001. *Farm Power and Machinery Management*. 10th edition. Blackwell Science Inc. ISBN: 0813817560. 368 pp.

Illinois University. 2005a. Machinery cost estimates: Field operation. University of Illinois, Farm Business Management Handbook, FBM 0201. Department of Agricultural, consumer and Environmental Sciences, Urbana-Champaign. 2 pp.

Illinois University. 2005b. Machinery cost estimates: Tractors. University of Illinois, Farm Business Management Handbook, FBM 0204. Department of Agricultural, consumer and Environmental Sciences, Urbana-Champaign. 3 pp.

Phillips, S. H. and Young, H. M. Jr. 1973. No-tillage farming. Reiman Associates, Milwaukee. Pp 224.

Kastens, F. 1997. Farm machinery operation cost calculations. Kansas State University. MF-2244. www.oznet.ksu.edu. 26 pp. Revisado 12 febrero 2006

Losano, F. O. 2005. Ajustes y transferencia de tecnología que incluya maquinaria para ladera, labranza mínima, utilizar experiencia proyecto Checua, proyecto piloto en labranza cero y otras tecnología utilizadas en laderas. Programa Nacional de Maquinaria Agrícola y Postcosecha – CORPOICA. www.sap.uchile.cl/archivo/ea/Sistema de Labranza y sustentabilidad Agr. 28 pp. Revisado 12 de abril 2006

William, E. 2006. 2006 Iowa fare custom rate survey. Ag Decision Maker. File A3-10. www.extension.iastate.edu/store. 2 pp. Revisado el 23 de abril del 2006.