

ALTERNATIVAS DE MANEJO DE COBERTURAS AL SEMBRAR SORGO BAJO EL SISTEMA DE SIEMBRA DIRECTA

Antonio Sozzi¹ y Ángel Centeno²

RESUMEN

Con el propósito de evaluar el efecto de diferentes alternativas de manejo de cobertura natural en el cultivo del sorgo bajo el sistema de siembra directa, se condujo un ensayo utilizando un diseño completamente aleatorizado con arreglo de parcelas grandes, donde los tratamientos consistieron de una parcela labrada en forma convencional y cuatro parcelas sin labrar con diferentes manejos de cobertura (un pase de rotativa ó un pase de rodillo, aplicados uno ó 15 días antes de la siembra). Estas cuatro parcelas recibieron aplicación del herbicida Glifosato a razón de 1440 g·ha⁻¹ (i.a.) un día antes de la siembra. Se evaluaron variables de cobertura: (área cubierta y peso seco del material), de suelo (densidad aparente contenido de humedad) y del cultivo (altura de planta, población final y rendimiento). El análisis estadístico evidenció que con la siembra directa la cobertura permaneció por mayor tiempo y se conservó mejor la humedad en el suelo en comparación con la labranza convencional, y el efecto fue mayor cuando se utilizó el rodillo que cuando se usó la rotativa. El crecimiento y producción del cultivo fue mayor en el tratamiento de labranza convencional, lo cual se atribuyó al mejor acondicionamiento físico del suelo, en especial a la consecución de una menor densidad aparente.

Palabras clave adicionales: *Sorghum bicolor*, siembra directa, labranza, cobertura

ABSTRACT

Covering alternatives in sorghum planted under direct sowing system

The effect of different alternatives of natural mulching management on the growth and yield of sorghum under direct sowing system was evaluated. A field trial using a complete randomized design with arrangement of big plots was carried out. Treatments consisted in a conventional tilled plot and four non-tillage plots with different covering management (one rotary hoeing pass or one field roller pass, completed 1 or 15 days before sowing). The four non-tillage treatments received application of herbicide (Glifosate) at 1,440 g·ha⁻¹ one day before sowing. The evaluation included covering (covered soil area and cover dry weight), soil (bulk density and moisture content), and crop (plant height, final plant number, and yield). Statistical analysis showed that under direct sowing the cover lasted longer time and soil water was better conserved as compared to conventional tillage, and the effect was greater in the field roller than in the rotary hoeing treatment. The crop growth and yield was higher in the conventional tillage system, and it was attributed to the better soil physical pre-conditioning, especially the attaining of lower bulk density.

Additional key words: *Sorghum bicolor*, direct sowing, tillage, mulching

INTRODUCCIÓN

El uso acentuado de tecnologías convencionales en la agricultura mundial durante las últimas décadas, ha generado una situación poco favorable desde el punto de vista de la conservación de los recursos naturales productivos, especialmente el suelo (FAO, 1992; Márquez, 2001). El suelo es parte vital e integral del ambiente, además de ser un recurso de difícil

recuperación en el corto y mediano plazo.

Actualmente, en el sector agrícola se plantean una serie de objetivos, de los cuales dos parecen estar claramente definidos. Por un lado se tiene la reducción de costos de producción, como camino para mantener la rentabilidad de las explotaciones agrícolas, y por el otro, encontrar formas de manejo compatibles con la dinámica del medio natural (Hernanz, 1994). Esto ha aumentado el interés de los agricultores por el uso de las

Recibido: Enero 10, 2006

Aceptado: Agosto 15, 2006

¹ Dpto. Ingeniería Agrícola, Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” (UCLA). Barquisimeto. Venezuela. e-mail: asozzi@ucla.edu.ve

² Postgrado en Ingeniería Agrícola., Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela (UCV). Maracay. Venezuela. e-mail: centenosa235@hotmail.com

técnicas de siembra directa, junto con equipos especializados, principalmente sembradoras, lo que en buena medida puede ser uno de los caminos para cumplir con los objetivos señalados anteriormente.

En Venezuela la introducción y uso de estos equipos es relativamente reciente por lo que existe una gran incertidumbre entre los agricultores que los poseen y los que están interesados en adquirirlos.

A partir de 1989 el cultivo de sorgo ha venido experimentando un incremento en sus costos de producción (Arias, 1995), indicando la necesidad de desarrollar investigaciones en la búsqueda de tecnologías que se adapten localmente y permitan mejorar la productividad, a la vez que se reduzcan los costos y se garantice la preservación de los recursos productivos.

El uso de las técnicas de siembra directa, no solo aporta beneficios al cultivo del sorgo desde el punto de vista económico, sino que también representa una alternativa que puede mejorar la producción en la zona de los Llanos Occidentales, donde se cultiva el sorgo al final del período lluvioso después de cosechar el cultivo principal (maíz). Dado que en ese momento hay poca humedad en el suelo y pocas precipitaciones, el sistema de siembra directa ofrece la ventaja de permitir una mayor conservación de humedad en el suelo gracias a la permanencia de cobertura sobre la superficie del mismo y a la reducción del efecto desecante de la labranza (Fuentes, 1999; Winter y Unger, 2001; Bravo et al., 2004).

El presente trabajo tuvo como objetivos evaluar la evolución y permanencia de la cobertura vegetal así como los efectos de la utilización de los sistemas de labranza convencional y siembra directa sobre algunas propiedades físicas del suelo y comportamiento agronómico del cultivo de sorgo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la finca "Buenos Aires", ubicada en la población de Palma Sola, municipio Antonio José de Sucre, estado Barinas, Venezuela, desde noviembre 2000 hasta marzo 2001, en un suelo de textura franca y fertilidad media. Se evaluaron los siguientes cinco tratamientos de manejo que consistieron de una

parcela labrada y cuatro sin labrar: T₁, cinco pases de rastra un día antes de la siembra (1 das); T₂, un pase de rotativa 15 das; T₃, un pase de rodillo 15 das; T₄, un pase de rotativa 1 das; T₅, un pase de rodillo 1 das. Los tratamientos sin labrar (T₂ al T₅) incluyeron aplicación del herbicida Glifosato a razón de 1440 g i.a.·ha⁻¹ un día antes de la siembra. El arreglo utilizado fue en parcelas grandes o semi-comerciales, donde a cada una se le aplicó al azar un tratamiento y se ubicaron seis puntos de muestreo por tratamiento (seis repeticiones para cada variable).

Se sembró sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) híbrido Sefloarca 7, con una máquina especial para siembra directa, sobre una cobertura constituida por restos de maíz y malezas. Después de la siembra todos los tratamientos recibieron el mismo manejo, con fertilización de 250 kg·ha⁻¹ de la fórmula 15-15-15 al momento de la siembra y 200 kg·ha⁻¹ de urea a los 35 días después de la siembra (dds). Se evaluaron las siguientes variables:

De cobertura: Área cubierta de suelo y peso seco de la cobertura. La determinación se realizó a partir de las plantas que quedaron encerradas dentro de un marco de 50 x 50 cm lanzado cuatro veces al azar por punto de muestreo. Éstos se efectuaron en cinco fechas (un día antes de aplicarse los tratamientos, a los 10, 40 y 70 días después de la siembra, y al momento de cosechar) para la variable de área cubierta, y sólo al momento de la cosecha para el peso seco del material vegetal. El peso seco fue determinado luego de colocarlo en estufa a 80 °C durante 48 horas.

Del suelo: Densidad aparente utilizando el método del hoyo (Pla, 1983), a las profundidades de 0-15 y de 15-30 cm, con muestreos antes de iniciarse los tratamientos, al momento de la siembra y después de la cosecha. Contenido de humedad del suelo a profundidades de 0-2, 2-4, 4-6, 6-8, 8-10, 10-15, 15-20 y 20-30 cm con muestreos al momento de sembrar, 45 días dds y al momento de cosechar (95 dds). No hubo precipitaciones importantes durante dicho período.

Del cultivo: Altura de planta medida a los 37 y 95 dds (Muños et al. 1993), y población final, para lo cual se contó el número de plantas establecidas en un metro lineal, dentro una hilera escogida al azar a los 95 dds. Se tomaron cuatro repeticiones por punto de muestreo. Para la estimación del

rendimiento se cosechó el total de las panículas dentro de cada punto de muestreo y se calculó el rendimiento, ajustándose al 12% de contenido de humedad.

A todas las variables se les aplicó la prueba de normalidad, tomando como criterio el estadístico de Wilk-Shapiro, y se realizaron análisis de varianza y la prueba de medias de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Variables de la cobertura

Área cubierta. En los tres primeros muestreos (antes de aplicar los tratamientos, 10 dds y 40 dds) no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 1), pero en el cuarto muestreo (70 dds) se detectó mayor área cubierta ($P \leq 0,05$) en aquellos donde se usó el rodillo compactador (T_3 y T_5), con 86 y 87% respectivamente, mientras que los tratamientos donde se usó la rotativa presentaron los valores más bajos (especialmente T_2 con 79 %).

Para el quinto muestreo (95 dds) se mantuvieron las diferencias entre los T_3 y T_2 ($P \leq 0,06$), lo que hace presumir que las diferencias

entre tratamientos estuvieron asociadas a una descomposición más lenta de la cobertura cuando se usó el rodillo compactador, ya que las plantas sólo fueron acamadas sobre el suelo, permaneciendo enteras y adheridas al mismo, mientras que cuando se usó la rotativa, la cobertura fue fragmentada y esparcida, lo que seguramente facilitó su desecación y descomposición al ofrecer una mayor área de contacto con el ambiente.

Peso seco de las coberturas. Los valores promedio de materia seca aportada por las coberturas en la superficie del suelo, para el momento de la cosecha, variaron en un rango de 3,251 a 4,142 $\text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Cuadro 2). Rodríguez (1985), al trabajar en condiciones similares con tres tipos de suelo, encontró que estos valores pueden considerarse suficientes para ofrecer una buena protección contra la erosión; sin embargo, dado que esta protección esta en función de la cantidad de cobertura, se puede inferir que los tratamientos donde se usó el rodillo compactador (T_3 y T_5) fueron los que ofrecieron la mejor protección al suelo.

Cuadro 1. Porcentaje de área con cobertura en la superficie del suelo, en cada uno de los tratamientos (exceptuando el T_1), para cada fecha de muestreo. T_1 : cinco pases de rastra (1 das); T_2 : un pase de rotativa (15 das); T_3 : un pase de rodillo (15 das); T_4 : un pase de rotativa (1 das); T_5 : un pase de rodillo (1 das). Los tratamientos T_2 al T_5 incluyen aplicación de herbicida 1 das

Tratamiento	AT	10 dds	40 dds	70 dds	95 dds
T_2	87 a	94 a	89 a	79 b	75 b
T_3	88 a	93 a	92 a	86 a	84 a
T_4	89 a	94 a	91 a	80 ab	77 ab
T_5	88 a	92 a	90 a	87 a	82 ab
C.V. (%)	19,9	9,0	9,1	13,1	16,1

Promedios en columnas con letras iguales no difieren estadísticamente según prueba de Duncan ($P \leq 0,05$)

AT: antes de los tratamientos; dds: días después de la siembra; das: días antes de la siembra

2. Variables del suelo

Densidad aparente. Con relación a la densidad aparente, no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos para las distintas fechas de evaluación, pero sí para las profundidades, por lo que se promediaron los valores sin discriminarlos por fecha (Cuadro 3).

Se detectaron dos grupos estadísticamente diferentes en cada una de las dos profundidades evaluadas, destacándose con el menor valor el T_1 para la profundidad de 0 a 15 cm, con 1,26 $\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$, condición que se logró con los pases de

rastra aplicados y que pudo mantenerse durante el ciclo del cultivo, debido a que no se presentaron precipitaciones que contribuyeran con el reordenamiento de las partículas de suelo ni con la formación de la costra superficial, como sucede normalmente en los suelos poco tiempo después de labrados (Ohep et al., 1991, Jones et al., 1994). Este resultado para la profundidad de 0 a 15 cm coincide con los reportados por Lozano et al. (1997), y es explicado por Boone y Kuipers (1970), al afirmar que es consecuencia de la acción disgregante de los implementos de labranza

sobre los agregados y partículas del suelo, que incrementa el espacio entre ellos y el porcentaje de macroporos, aunque destacan que existe una tendencia hacia la recuperación del estado original del suelo.

Cuadro 2. Peso seco de la cobertura en la superficie del suelo, para los diferentes tratamientos de manejo al momento de la cosecha (identificación de las siglas en el Cuadro 1)

Tratamientos	Peso de la cobertura ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$)
T ₂	3,377 b
T ₃	4,142 a
T ₄	3,251 b
T ₅	4,137 a
C. V. (%)	40,4

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según prueba de Duncan ($P \leq 0,05$)

Cuadro 3. Densidad aparente ($\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$) para dos profundidades en los diferentes tratamientos de manejo (identificación de las siglas en el Cuadro 1)

Tratamientos	Profundidad (cm)	
	0 - 15	15 - 30
T ₁	1,26 b	1,65 a
T ₂	1,36 a	1,62 ab
T ₃	1,35 a	1,60 b
T ₄	1,32 a	1,64 a
T ₅	1,34 a	1,64 a
C.V. (%)	7,3	4,3

Promedio en columnas con letras iguales no difieren estadísticamente según prueba de Duncan ($P \leq 0,05$)

Por otra parte, se observa que la densidad aparente aumentó hasta valores de $1,60 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ y más al pasar de la primera (0-15 cm) a la segunda profundidad (15-30 cm). Este incremento podría atribuirse a un problema de compactación ocasionado por el uso de la rastra y el paso de la maquinaria sobre el terreno en años anteriores al ensayo, si se toma en cuenta el límite crítico de $1,40 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ establecido por Pla (1983) en este tipo de suelo para categorizar problemas de compactación.

Contenido de humedad. En general, los mayores porcentajes de humedad se hallaron en los tratamientos donde se utilizó el rodillo (T₃ y T₅), seguidos por los tratamientos con pases de rotativa (T₂ y T₄), mientras que el tratamiento donde se utilizó rastra presentó siempre el menor porcentaje de humedad (Figura 1). Esta tendencia se mantuvo

sin variaciones a todo lo largo del ciclo del cultivo, influenciado por la ausencia de precipitaciones durante el ensayo.

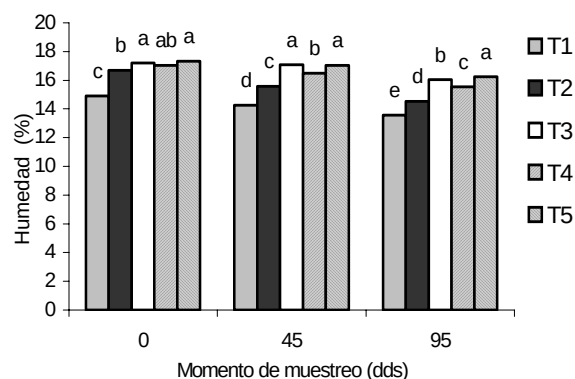


Figura 1. Humedad en el suelo (% gravimétrico) para los diferentes tratamientos de manejo en las tres épocas de muestreo.

Los menores valores que presentó el T₁ se atribuyen a que los pases de rastra, al eliminar totalmente la cobertura existente, propiciaron la pérdida de humedad.

En el resto de los tratamientos (donde se mantuvo la cobertura sobre el suelo) las pérdidas de humedad fueron menores debido a la acción protectora de la cobertura contra los efectos de la radiación. Se observa, así mismo, que los tratamientos donde se usó el rodillo (T₃ y T₅) conservaron mejor la humedad que aquellos donde se utilizó la rotativa (T₂ y T₄), posiblemente como consecuencia de que la rotativa al cortar la cubierta vegetal y dejar al suelo parcialmente expuesto a la atmósfera propició una mayor pérdida de humedad, en comparación con el rodillo, el cual sólo acamó la vegetación sobre el suelo, arropándolo prácticamente, y por consiguiente disminuyendo la pérdida de humedad por evaporación.

De igual forma, con relación al momento de aplicación de los pases de rotativa, se observa que con el pase realizado 15 días antes de la siembra (T₂) se obtuvo la menor conservación de humedad (Figura 1) como consecuencia del mayor tiempo de exposición parcial del suelo antes de la siembra.

El contenido de humedad arrojó diferencias significativas para las distintas fechas de evaluación, reflejando la disminución progresiva de la humedad del suelo durante el transcurso del ensayo, producto del proceso de evapotranspiración

y ausencia de lluvias, como ya se mencionó. También se detectaron diferencias entre las profundidades evaluadas observándose mayores valores de humedad a medida que se profundizó en el perfil del suelo (Cuadro 4).

Por otra parte, se encontró una interacción entre el tratamiento de manejo y la profundidad ya

que las diferencias entre tratamientos fueron mayores en las capas más superficiales del suelo y disminuyeron con la profundidad (Cuadro 4), lo cual coincide con los resultados de Blevins et al. (1971) quienes trabajando con labranza convencional y siembra directa, encontraron las mayores diferencias en los primeros 8 cm del suelo.

Cuadro 4. Humedad del suelo (% gravimétrico) para los diferentes tratamientos de manejo y profundidades, al momento de la cosecha (95 dds) (identificación de las siglas en el Cuadro 1)

Profundidad (cm)	Tratamientos					C.V. (%)
	T1	T2	T3	T4	T5	
0-2	2,9158 d	8,1283 c	13,2425 a	12,3567 b	13,5767 a	8,228420
2-4	11,3258 e	12,7950 d	14,1575 b	13,7025 c	14,6667 a	3,656380
4-6	13,9442 c	13,8158 c	15,2283 a	14,6217 b	15,4425 a	4,106007
6-8	14,7525 cd	14,4258 d	15,8067 ab	15,2558 bc	15,9667 a	5,249613
8-10	15,6625 bc	15,2317 c	16,6350 a	16,0317 b	16,6508 a	4,222198
10-15	16,2742 b	16,4517 b	17,2442 a	16,7300 b	17,2500 a	3,369616
15-20	16,5183 b	17,6133 a	17,8333 a	17,5783 a	17,9508 a	3,808025
+20	17,0242 c	17,8717 b	18,1008 ab	18,0817 ab	18,3600 a	2,860599

Promedio en filas con letras iguales no difieren estadísticamente según prueba de Duncan ($P \leq 0,01$)

3. Variables del cultivo

Altura de planta. La altura de la planta a los 37 y 95 días después de la siembra presentó diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 5). El tratamiento con mayor altura promedio de planta para ambas fechas fue el tratamiento con rastra (T_1), seguido por los tratamientos con rodillo (T_3 y T_5), los cuales no presentaron diferencias significativas entre sí, y por último los tratamientos con rotativa (T_2 y T_4). En este sentido, la ventaja aportada por la labranza convencional (rastreo) parece estar asociada a las mejoras de la condición física del suelo, en especial la densidad aparente en los primeros 15 cm (Cuadro 3), ya que no guardó relación con el contenido de humedad del suelo para el rango de humedad existente en nuestro ensayo.

Población final. Con relación al número de plantas por hectárea al momento de la cosecha (95 dds) se detectaron tres grupos estadísticamente diferentes entre sí (Cuadro 6), correspondiéndose con labranza convencional (T_1), rodillo compactador (T_3 y T_5) y rotativa (T_2 y T_4), en ese orden. Esto ratifica que las mejores condiciones para el desarrollo del cultivo fueron aportadas por el T_1 , mientras que entre los tratamientos de siembra directa (los cuales presentaron similares valores de densidad aparente entre sí) las

diferencias pueden atribuirse a las diferencias en la humedad del suelo.

Cuadro 5. Altura de la planta para los diferentes tratamientos de manejo en dos fechas después de la siembra (identificación de las siglas en el Cuadro 1)

Tratamientos	Altura (cm)	
	37dds	95 dds
T_1	71,667 a	120,667 a
T_2	21,583 d	59,500 c
T_3	35,792 b	85,500 b
T_4	27,750 c	63,208 c
T_5	34,625 b	90,833 b
C.V. (%)	7,8	11,2

Promedio en columnas con letras iguales no difieren estadísticamente según prueba de Duncan ($P \leq 0,01$)

Cuadro 6. Población por superficie al momento de la cosecha para los diferentes tratamientos de manejo (identificación de las siglas en el Cuadro 1)

Tratamientos	Población (plantas·ha ⁻¹)
T_1	163.400 a
T_2	140.800 bc
T_3	149.200 abc
T_4	133.400 c
T_5	155.800 ab
C.V. (%)	19,2

Promedio en columnas con letras iguales no difieren estadísticamente según prueba de Duncan ($P \leq 0,01$)

Cuadro 7. Rendimiento en grano de sorgo para los diferentes tratamientos de manejo (identificación de las siglas en el Cuadro 1)

Tratamientos	Rendimiento (Mg·ha ⁻¹)
T ₁	2,124 a
T ₂	0,823 c
T ₃	1,329 b
T ₄	0,866 c
T ₅	1,353 b
C.V. (%)	9,6

Promedio en columnas con letras iguales no difieren estadísticamente según prueba de Duncan (P≤0,01)

Rendimiento. El rendimiento presentó diferencias significativas para los tratamientos evaluados, logrando separarse tres grupos distintos entre sí. Similar a las otras variables del cultivo, en el primer grupo se encuentra solo el tratamiento de labranza convencional (T₁) con un rendimiento promedio de 2,125 Mg·ha⁻¹, valor muy similar al promedio nacional (FAO, 2002). En el segundo se encuentran los dos tratamientos donde se usó el rodillo como alternativa de manejo de la cobertura (T₃ y T₅), y en el tercer grupo los tratamientos donde se usó la rotativa como alternativa de manejo (T₂ y T₄).

Los rendimientos inferiores obtenidos con la siembra directa con respecto a la labranza convencional coinciden con resultados reportados por diversos investigadores (Rivas et al., 1998; Parsch et al., 2001; Shapiro et al., 2001).

Las diferencias en rendimiento que presentan los diversos tratamientos siguen la misma tendencia observada en el resto de las variables evaluadas en el cultivo. Se destaca también que entre los tratamientos de siembra directa (donde se mantuvo la cobertura) las mejores condiciones para el desarrollo del cultivo las presentó el manejo con uso del rodillo superando al manejo con uso de la rotativa, y en este último fue menos ventajoso el tratamiento donde el suelo estuvo mayor tiempo expuesto (T₂) antes de la siembra.

CONCLUSIONES

El tiempo que el suelo permanece protegido por los restos vegetales es mayor cuando la cobertura es tratada con rodillo que cuando es tratada con rotativa.

En todos los tratamientos con siembra directa la cobertura fue alta (superior al 75 %), a partir de aportes que oscilaron entre 3,3 y 4,1 toneladas de

materia seca por hectárea.

Los tratamientos con siembra directa permiten conservar más eficientemente la humedad en el suelo, en comparación con la labranza convencional. Sin embargo, esta conservación de la humedad disminuye a medida que aumenta el tiempo entre el tratamiento y la siembra.

El tratamiento de labranza convencional, usado como patrón de comparación contra el manejo de siembra directa, produjo el mayor crecimiento y producción del sorgo. En el suelo mejoró la densidad aparente pero ocasionó las mayores pérdidas de humedad.

LITERATURA CITADA

1. Arias, I. 1995. Consideraciones acerca del cultivo del sorgo granífero en Venezuela. FONAIAP Divulga. Año XII N° 49. Maracay. p 2-7.
2. Blevins, R., D. Cook, S. Phillips y R. Phillips. 1971. Influence of no-tillage on soil moisture. Agron. J. 63: 593-596.
3. Boone, F. y H. Kuipers. 1970. Remarks on soil structure in relation to zero-tillage. Netherland Journal of Agricultural 18: 262-269.
4. Bravo, C., Z. Lozano, R.M. Hernández, L. Piñango y B. Moreno. 2004. Efecto de diferentes especies de coberturas sobre las propiedades físicas de un suelo de sabana con siembra directa de maíz. Bioagro 16(3): 163-172.
5. FAO. 1992. Manual de sistemas de labranza para América Latina. Organización de las Naciones Unidas. Boletín N° 66. Roma, Italia. 193 p.
6. FAO. 2002. FAO Production yearbook. Organización de las Naciones Unidas. Volumen 54-2000. Roma Italia. 260 p.
7. Fuentes, J. 1999. Manual práctico de suelo y fertilizantes. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 159 p.
8. Hernanz, J. 1994. Laboreo de Conservación.

- Vida Rural. N° 7-8. España. pp. 54-57.
9. Jones, O.R., V.L. Hauser y T. W. Popham. 1994. No-Tillage effects on Infiltration, runoff, and water conservation on dryland. Transactions of the ASAE 37(2): 473-479.
 10. Lozano, Z., S. Cabrera, J. Peña y M. Adams. 1997. Efecto de los sistemas de labranza sobre dos insectisoles de los llanos occidentales de Venezuela. II. Propiedades físicas de los suelos. Venesuelos 5(1-2): 25-33.
 11. Márquez, L. 2001. Maquinaria para la preparación del suelo, la implementación de los cultivos, y la fertilización. Cuadernos de Agronomía y Tecnología. B&H editores. Madrid, España. 496 p.
 12. Muñoz, G., G. Giraldo y J. Fernández de Soto. 1993. Descriptores varietales: arroz, frijol, maíz, sorgo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 174 p.
 13. Ohep, C., F. Marcano, E. Rojas, y R. López. 1991. Efecto del laboreo sobre algunas propiedades físicas del suelo y su incidencia sobre el comportamiento del pimentón (*Capsicum annuum* L.). Bioagro 3(2): 72-78.
 14. Parsch, L., T. Keisling, P. Sauer, L. Oliver y N. Crabtree. 2001. Economic analysis of conservation and conventional tillage cropping systems on clayey soil in eastern Arkansas. Agron. J. 93: 1296-1304.
 15. Pla, I. 1983. Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico y problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. Revista Facultad de Agronomía. Alcance N° 32. Maracay. Venezuela. 91 p.
 16. Rivas, E., M. Rodríguez y U. Manrique. 1998. Efecto de la labranza sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y el rendimiento de maíz en los llanos altos del estado Monagas. Agronomía Tropical 48(2): 157-174.
 17. Rodríguez, O. 1985. Efectos de la labranza y de los residuos en superficie sobre el proceso de erosión hídrica y pérdidas de agua por escorrentía en tres suelos agrícolas de Venezuela. Tesis. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela. 90 p.
 18. Shapiro, C., D. Holshouser, W. Kranz, D. Shelton, J. Witkowski, K. Jardi, G. Echtenkamp, L. Lunz, R. Frerichs, R. Brentlinger, M. Lubberstedt, M. McCluskey y W. Stroup. 2001. Tillage and management alternatives for returning conservation reserve program land to crops. Agron. J. 93: 850-862.
 19. Winter, R. y P.W. Unger. 2001. Irrigated wheat grazing and tillage effects on subsequent dryland grain sorghum production. Agron. J. 93:504-510.