

PRODUCCION DE SOYA (*Glycine max* L.) BAJO TRES SISTEMAS DE LABRANZA

Gilberto Terreros O.*
William González V.*
Hernán Rojas P. **

COMPENDIO

Se evaluó la influencia de los sistemas de labranza convencional, mínima y no labranza sobre las propiedades físicas del suelo, en el desarrollo y producción de la soya. El experimento se estableció en suelo arcilloso. El diseño experimental fue el de bloques al azar jerarquizados con tres repeticiones (9 unidades experimentales). La labranza convencional mejora las condiciones físicas del suelo, ejerce mayor control sobre las malezas, confiere a la planta de soya apropiado desarrollo y producción ocasionando así la mayor rentabilidad. El segundo tratamiento en eficiencia fue el de la labranza mínima.

ABSTRACT

The goals of this consisted in economically analysing the conventional pattern with regard to minimum tillage and non-tillage; evaluating the influence of the tillage systems on the physical properties of the soil and on the soybean's growth and yield. The experiment was established on clay soil. The experimental design employed was that of hierarchy arranged random blocks with three repetitions (9 experimental units). The conventional tillage permits the improvement of the physical conditions of the soil, performs a better control on the weeds, gives the soybean plant a full growth and yield causing the highest profitability. The second treatment showing the best efficiency was the minimum tillage.

* Estudiante de pre-grado. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

** Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. A.A. 233 Palmira, Colombia.

1. INTRODUCCION

En general, en Colombia, el terreno para sembrar soya se prepara de forma convencional (arada, rastrillada, pulida), sin tener en cuenta las incidencias del sistema sobre el cultivo y el suelo. Además, los costos de producción se pueden tratar de reducir mediante la utilización de las técnicas de labranza mínima, las cuales han sido posibles gracias al avance tanto en los agroquímicos, como en el diseño y producción de equipos apropiados para la siembra en suelos sin preparar.

Al utilizar la labranza convencional se destruyen huevos, larvas, ninfas y adultos de insectos dañinos; además se puede hacer control integrado de plagas y enfermedades (Wilkinson y Braunberg, 9). Sin embargo, las operaciones de labranza causan continua reducción de agregados entre 1 y 5 mm, disminuyendo la estabilidad al agua (Vidal, Fernandez y Duarte, 8).

La mínima labranza es el menor laboreo de la tierra requerido para crear condiciones adecuadas para el desarrollo del cultivo y el control de las malezas, siendo la no labranza el mayor grado de reducción de labores (Bowen y Kratky, 2). El colchón de residuos vegetales que permanece en la superficie del suelo disminuye la velocidad del agua de escorrentía controlándose así la erosión hídrica; al no haber contacto directo del viento con el suelo también se controlará la erosión eólica (Camacho y Guerrero, 3). El éxito de la labranza mínima requiere buen control de malezas en especial las perennes y leñosas, las cuales son más frecuentes al sembrar en estas condiciones (Nangu, 6).

Los objetivos del presente trabajo son comparar monetariamente los sistemas de labranza convencional, mínima y de no labranza; analizar su influencia sobre las propiedades físicas del suelo y en el rendimiento de la soya.

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El trabajo se adelantó en el segundo semestre de 1984 y primero de 1985, en el Instituto Colombiano Agropecuario-ICA en Palmira, en suelos de textura arcillosa. Se plantó la variedad de soya ICA-Tunia, con una densidad de 350 000 plantas por hectárea, utilizándose una máquina adaptada para siembra sin labranza.

El ensayo constó de tres tratamientos de labranza: convencional (una arada con discos, dos rastrilladas, una pulida y una emparejada), mínima (sin arada) y no labranza. Los lotes utilizados han tenido una continuidad de 5 años con los mismos tratamientos y con la rotación maíz-soya.

El diseño experimental empleado fue el de bloques (1 323 m²) al azar jerarquizados con tres repeticiones; en cada unidad experimental hubo cuatro sitios de muestreo (24 m²).

La cosecha fue manual y el desgrane se hizo en una máquina trilladora-estacionaria. Además se cosecharon al azar 15 plantas por cada unidad experimental para evaluar los componentes del rendimiento.

En el segundo semestre de 1984, en los tratamientos de labranza convencional y mínima se aplicaron vernolate (4 l) y metribuzín PM 35 o/o (1 kg/ha); en el sistema de no labranza se aplicaron glifosato (5.5 l de producto comercial/ha), pendimetalil (5 l) y metribuzín PM 35 o/o (1 kg/ha); se realizaron tres desyerbas en todas las unidades experimentales; se hicieron dos aplicaciones de fenilfosfonotioato (2.2 l/ha) y se regó en tres oportunidades.

En el primer semestre de 1985, se utilizaron los mismos productos agroquímicos, se aplicaron vernolate (5 l) y trifluralina (3 l/ha) en los tratamientos de labranza convencional y mínima; en el sistema de no labranza se utilizaron los mismos productos agroquímicos, se realizaron tres desyerbas, se hicieron cuatro aplicaciones de monocrotofos (1 l/ha) para el control de insectos y se regó en 4 oportunidades.

En el suelo se realizaron 3 pruebas de densidad aparente a dos profundidades con dos repeticiones cada una, 4 pruebas de infiltración con tres repeticiones; 2 pruebas de retención de humedad, 3 pruebas de estabilidad al agua de los agregados a dos profundidades. Además, se determinó el contenido de humedad del suelo a lo largo del período de cultivo. El porcentaje de materia orgánica se calculó con base en el análisis del suelo.

Se tomaron al azar 15 plantas por unidad experimental, para evaluar los componentes del rendimiento. Se registraron la longitud de raíces (4 plantas) cada 25 días y la altura (5 plantas por sitio de muestreo) cada 20 días.

Se calcularon el porcentaje de plantas al inicio y final del período vegetativo y el rendimiento.

Además, se hizo conteo de malezas y análisis monetario considerando el presupuesto parcial, el análisis marginal y la rentabilidad.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. En el suelo.

3.1.1. Densidad aparente.

Los tratamientos de labranza convencional y mínima presentaron menor densidad aparente (1.6 g/cm^3) que la no labranza (1.7 g/cm^3) en la capa de suelo de 0 - 20 cm. En la muestra de suelo de 20 - 40 cm no se registraron diferencias apreciables entre los tratamientos.

El hecho de que la labranza convencional presente los menores valores de densidad aparente en la primera capa, seguido por la mínima labranza, se debe a que el uso adecuado del arado y el rastrillo promueve un nuevo arreglo de las partículas del suelo, aumentando así el volúmen del suelo, lo que permite mejor aireación, infiltración y almacenamiento de agua. Como los efectos de labor de arada y rastrillada no se alcanzan a sentirse en la capa de suelo entre 20 - 40 cm, a dicha profundidad las densidades aparentes son uniformes.

3.1.2. Retención de humedad.

El porcentaje de agua aprovechable no se vió modificado sustancialmente por el efecto de los sistemas de labranza, aunque sí mostró la tendencia a disminuir a través del tiempo en la no labranza y aumentar en la labranza mínima y la convencional.

Debido a la condición arcillosa del suelo, resultó bajo el porcentaje de agua aprovechable (Cuadro 1).

3.1.3. Infiltración de agua en el suelo.

La labranza convencional permite al suelo mayor capacidad de infiltración básica (de moderada a rápida). La menor infiltración (lenta a moderada) se encontró en la no labranza.

La arada profunda y la rastrillada proporcionan un nuevo arreglo a los terrones, disminuyéndo la densidad aparente por el aumento de la porosidad, lo cual redundo en mejor infiltración y almacenamiento de agua.

3.1.4. Estabilidad de agregados al agua.

La no labranza presentó los porcentajes más altos de agregados mayores de 2 mm a las dos profundidades de muestreo; mientras que los valores fue-

Cuadro 1

Efecto de los sistemas de labranza en la retención de humedad y agua aprovechable a dos profundidades

Tipo de Labranza	Sept. 1984				Clasificac.			
	Primer Semestre		Tensión (bares)					
	0 - 20 cm	1/3	1.0	3.0		15		
	1/10				o/o A.A	mm m		
No. Labranza	40.65	38.20	36.80	34.38	32.57	8.08	80.8	baja
L. Mínima	34.69	33.76	32.65	31.22	29.63	5.06	50.6	baja
L. Convencional	37.32	36.26	34.14	33.13	31.97	5.45	54.5	baja
	0 - 20 cm		Segundo semestre		Marzo 1985			
No. Labranza	80.84	39.73	37.66	36.66	35.6	5.24	52.4	baja
L. Mínima	37.46	35.63	33.76	32.16	30.6	6.86	68.6	baja
L. Convencional	39.93	38.7	37.40	35.56	33.9	6.03	60.3	baja
	20 - 40 cm		Primer semestre					
No. Labranza	38.93	37.77	36.57	35.08	33.53	5.40	54.0	baja
L. Mínima	37.99	36.94	35.94	34.04	32.31	5.68	56.8	baja
L. Convencional	38.73	38.04	37.20	36.03	34.68	4.05	40.5	baja
	20 - 40 cm		Segundo semestre					
No. Labranza	40.20	39.66	38.03	36.53	35.30	5.96	59.6	baja
L. Mínima	41.38	40.03	38.32	36.46	34.90	6.48	64.8	baja
L. Convencional	43.33	42.10	40.26	39.10	37.70	5.63	56.3	baja

* Tomado de: Kilombero Sugar Company Ltda.

ron similares entre la labranza convencional y la mínima.

La no labranza mostró los menores porcentajes de agregados menores de 0.25 mm, en ambas profundidades de muestreo (Fig. 1).

A pesar de que el tratamiento de no labranza presentó los mejores valores de agregados resistentes al agua, se encontró, mediante las pruebas de infiltración y densidad aparente, que la labranza convencional y la mínima, en ese orden, mostraron las óptimas condiciones físicas.

3.1.5. Materia orgánica.

La materia orgánica, salvo pequeñas diferencias, no fue afectada por los tratamientos de labranza.

La mayor cantidad de materia orgánica se esperaba en el sistema de no labranza, pero el ensayo mostró uniformidad en los tratamientos.

3.1.6. Contenido de humedad.

El contenido de humedad en los primeros 20 cm fue mayor en la no labranza, debido a que la capa de residuos vegetales amortigua la temperatura y ayuda a conservar la humedad por mayor tiempo.

En la capa de 20-40 cm, el tratamiento con mayor porcentaje de humedad fue el de labranza convencional, debido a que favoreció la penetración y almacenamiento de agua. La no labranza presentó el menor porcentaje de humedad en esta parte del suelo.

3.2. En las plantas.

3.2.1. Componentes del rendimiento.

Con respecto al número de vainas por planta, número y peso de los granos y peso de 100 semillas, no se encontraron diferencias significativas entre los tres sistemas de labranza, debido al carácter intrínseco de estas variables (Cuadro 2).

En el segundo semestre de cultivo se presentó fuerte ataque de plagas por lo cual se registraron menores valores de los componentes del rendimiento.

3.2.2. Longitud de raíces.

En el primer semestre de cosecha, las raíces de las plantas en la labranza

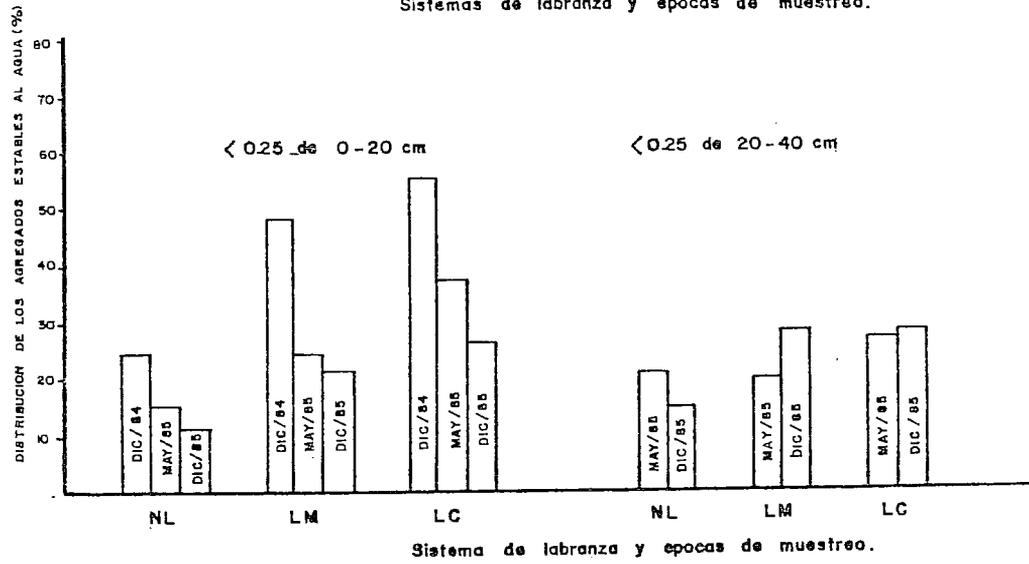
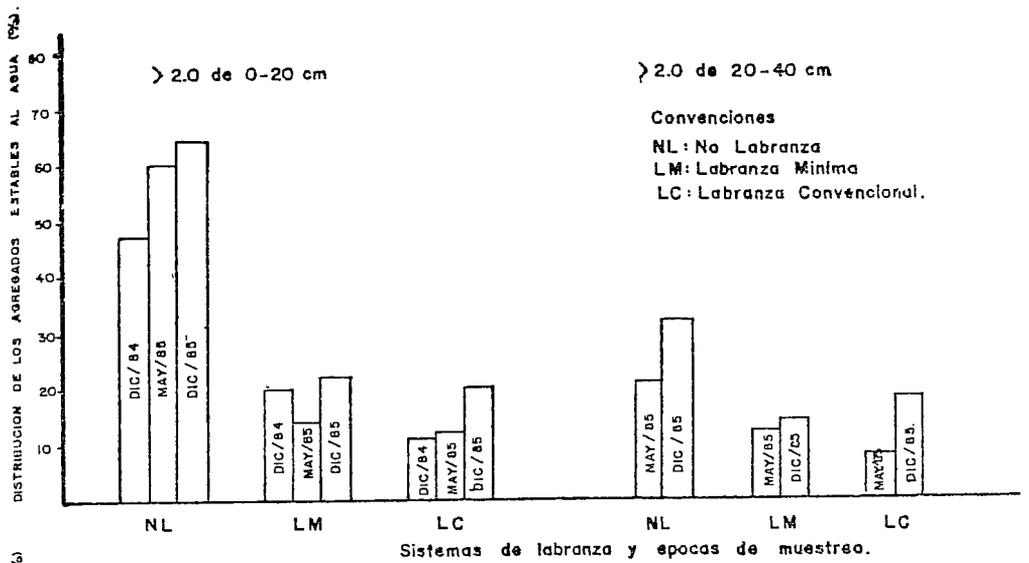


Fig 1. Estabilidad al agua de agregados a dos profundidades.

Cuadro 2

Promedio de datos por planta y rendimiento de la soya en los dos semestres de cultivo

Tipo de labranza	Primer semestre				
	Número de vainas por planta	Número de granos por planta	Peso de granos por planta (g)	Peso de 100 semillas (g)	Rendimiento (t/ha)
No labranza	44.64 a 1/	92.62 a	18.22 a	22.22 a	1.63 a
Labranza mínima	45.19 a	93.73 a	17.51 a	22.10 a	2.68 ab
Labranza convencional	51.15 a	104.62 a	20.02 a	22.56 a	3.20 b
\bar{X}	46.90	96.99	18.58	22.20	
	Segundo semestre				
	Número de vainas por planta	Número de granos por planta	Peso de granos por planta (g)	Peso de 100 semillas (g)	Rendimiento (t/ha)
No labranza	31.15 a 1/	51.64 a	9.02 a	18.40 a	1.01 a
Labranza mínima	29.86 a	46.48 a	7.43 a	18.67 a	0.82 a
Labranza convencional	34.15 a	58.19 a	9.86 a	17.76 a	1.49 b
\bar{X}	31.1	52.1	8.77	18.2	

1/ Promedios con letras distintas presentan diferencias significativas al 5 o/o según prueba de Duncan.

convencional fueron significativamente mayores que las de la mínima y estas mayores que las de la no labranza; mientras que en el segundo semestre, a pesar de que la labranza convencional seguía teniendo la mayor longitud de raíces, entre los otros dos sistemas no se detectaron diferencias significativas. Los menores valores del segundo semestre se atribuyeron al fuerte ataque de plagas.

En general, al hacer una preparación adecuada, las condiciones físicas del suelo tienden a mejorar y por tal motivo las raíces encontrarán menos obstáculos físicos para penetrar, consumirán menos energía y tendrán mayores posibilidades de encontrar agua y aire disponibles, a mayor profundidad que en la labranza mínima y no labranza.

3.2.3. Altura de plantas.

En el primer semestre de cultivo, se apreciaron diferencias significativas en la altura de plantas, siendo mayor en la labranza convencional y menor en la no labranza.

En el segundo semestre, la labranza convencional mostró los valores más altos, pero entre los otros dos sistemas no hubo diferencias significativas; los valores en general fueron inferiores a los registrados en el primer semestre.

Los resultados de la altura de planta tienen la misma tendencia que los de la longitud de raíces debido a que estas dos variables son directamente proporcionales.

3.2.4. Porcentaje de pérdida de plantas.

El análisis de varianza demostró que en el tratamiento que se pierde menor número de plantas, tanto en la emergencia como al finalizar el ciclo del cultivo, es en el de labranza convencional, mientras que la no labranza registró el mayor porcentaje de pérdida (Cuadro 3).

La compactación ocurrida por la falta de preparación del terreno en la no labranza hace que las raíces de las plantas se concentren en la primera capa de suelo lo cual genera severa competencia por espacio, oxígeno y agua con la consecuente muerte de muchas plantas.

3.2.5. Rendimiento.

En el primer semestre la labranza convencional mostró mejor producción que la mínima labranza, y esta a su vez mayor que la no labranza. En el se-

Cuadro 3

Conteo inicial y final de plantas por hectárea y porcentaje de pérdidas de plantas para los semestres de cultivo

Tipo de labranza	Conteo inicial	Conteo final	o/o pérdida respecto a 3500 000 plantas/ha
No labranza	200.926 1/ a	149.305 a	57.30
	222.222 2/ a	160.486 a	54.10
Labranza mínima	284.756 1/ b	246.611 b	29.50
	282.778 2/ b	235.902 b	35.60
Labranza convencional	334.583 1/ c	298.139 c	14.80
	340.555 2/ c	281.527 c	19.60

1/ Primer semestre

1/ Segundo semestre

Promedios con letras distintas presentan diferencias significativas al 5 o/o según prueba de Duncan.

gundo semestre, la producción de la labranza convencional superó a la de los otros dos tratamientos, pero entre estos últimos no se encontró diferencias significativas; en este semestre las producciones fueron más bajas que en el primero.

Los datos obtenidos para la variable del rendimiento están directamente relacionados con el efecto de los tratamientos sobre la densidad final de plantas, debido a que en los componentes del rendimiento influyeron en forma significativa los tratamientos de labranza.

3.3. Cantidad de malezas.

La cantidad de malezas en la labranza convencional fue inferior a la de la mínima y la no labranza.

La capa de residuos vegetales presente en la no labranza impide la adecuada penetración de los herbicidas hacia las malezas y genera un ambiente húmedo propicio para la germinación de las mismas, además al no ocurrir el "cierre del cultivo", la proliferación de malezas será mayor en este sistema.

3.4. Calculo monetario.

La rentabilidad de la labranza convencional fue mayor (50.25 o/o) que la obtenida con la labranza mínima (38 o/o); con la no labranza la rentabilidad fue negativa (-17.76 o/o), es decir, arrojó pérdidas.

El análisis marginal de retorno indicó que por cada \$ 100 empleados en la labranza convencional, con respecto a la mínima labranza, se obtuvieron \$ 234.2 adicionales, lo cual justificaría la inversión.

Según los resultados económicos del ensayo es más rentable invertir en buena preparación (labranza convencional) que en mayor cantidad de herbicidas (no labranza).

4. CONCLUSIONES

- 4.1. En el sistema de labranza convencional el suelo presentó las mejores propiedades físicas. En la no labranza el suelo presentó las peores condiciones físicas.
- 4.2. Los sistemas de labranza no influyeron marcadamente en los componentes del rendimiento.

- 4.3. La labranza convencional mostró la mayor densidad de plantas y por ende la mayor producción. El sistema de no labranza presentó la más baja densidad inicial y, a través del período vegetativo, el más alto porcentaje de pérdida de plantas.
- 4.4. El sistema de labranza convencional fue el más rentable y obtuvo la mayor tasa marginal de retorno. La no labranza fue el único de los sistemas que registró pérdidas.

5. BIBLIOGRAFIA

1. AGUDELO, O. Manejo del cultivo de la soya. En: INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO; INTSOY. Producción de soya. 2a. ed. Palmira, 1980.
2. BOWEN, J. E.; KRATKY, B. A. Labranza reducida, es adecuada para usted? . Agricultura de las Américas (E. E. U. U.). v. 31, n. 6. p. 14, 16, 22 -23. 1982.
3. CAMACHO, H.; GUERRERO, L. Equipo para siembra directa. Bogotá, ICA, 1984. 8 p.
4. FOTH, H. D. Fundamentos de la ciencia del suelo. México, Continental, 1972. p. 72.
5. GUERRERO, L. Breve análisis de la siembra sin labranza. Bogotá, ICA, 1985.
6. NANGJU, D. Effects of tillage methods on growth and yield of cowpea and soybean. En: LAL, R. (ed) Soil tillage and crop production. Nígeria, Institute of Tropical Agriculture, 1979. p. 93-108 (Proceedings series No. 2).
7. SACHS, E. Conservation tillage. Agronomic systems. January. 1981.
8. VIDAL, I.; FERNANDEZ, B; DUARTE, N. Influencia de cuatro métodos de labranza sobre la velocidad de infiltración y estabilidad de los agregados del suelo. Agricultura Técnica. (Chile). v. 41, n. 2, p. 83-88. 1981.
9. WILKINSON, J.; BRAUNBERG, J. Arados. Bogotá, SENA. FAO-Masey Ferguson, 1975. 173 p.