

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Efecto de dos sistemas de labranza mínima sobre la humedad de un suelo *Fluvisol* para cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Effect of two minimized farming systems on the humidity of a *Fluvisol* soil for the cultivation of bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

Yosvel Enrique Olivet Rodríguez^{1*}, Alfonso Ortiz Rodríguez¹, Daimara Cobas Hernández²

¹Departamento de Ingeniería Agrícola, Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad de Granma, Carretera Bayamo-Manzanillo km 17 ½, Peralejo, Bayamo, Granma, Cuba, CP 85 100

²Centro de Idiomas, Facultad de Educación Media, Universidad de Granma, Manzanillo, Granma, Cuba

E-mail: yolivetr@udg.co.cu

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la UBPC Antonio Maceo Grajales (El Palmar), ubicada en la Empresa Agropecuaria Paquito Rosales Benítez, provincia de Granma, Cuba. El mismo se llevó a cabo para valorar la influencia de dos sistemas de labranza mínima en un suelo *Fluvisol* para el cultivo de frijol, teniendo en cuenta el comportamiento de humedad del suelo y el rendimiento agrícola del cultivo. Los tratamientos de estudio fueron: T1, labranza mínima; T2, labranza reducida. T1 consistió en la rotura del suelo con multiarado, seguido de un pase de grada de discos. T2 se considera una variante del anterior, pero se dan dos pases de grada de discos de forma perpendicular. El sistema de labranza mínima T1 proporcionó el mejor comportamiento, manteniendo una mejor conservación del suelo a la profundidad de 0-30 cm. En la cuarta fecha de observación, se obtuvo el mayor contenido de humedad (29,21 %), facilitando una mejor penetración de las raíces y desarrollo del cultivo, alcanzando un rendimiento agrícola de 0,97 t ha⁻¹, superior en un 28 % al rendimiento obtenido por T2.

Palabras clave: labranza, conservación del suelo, humedad, rendimiento agrícola

ABSTRACT

The present work was carried out in the UBPC Antonio Maceo Grajales (El Palmar), located in the Agricultural and Livestock Company "Paquito Rosales" in the province of Granma, Cuba. It was carried out with the objective of evaluating the effect of two minimized farming systems on a *Fluvisol* soil for the cultivation of beans, taking into account the behavior of humidity of the soil and the cultivation's agricultural yields. The treatments under study were: T1 for minimized farming and T2 for reduced farming. T1 consisted of the plowing of the soil with multi-plowing device followed by one pass of disc harrow. T2 is considered a variant of the previous treatment followed by two perpendicular passes of disc harrow. As results T1 obtained the best behavior in maintaining a better conservation of the soil in the profile of 0-30 cm depth. The highest humidity content (29,21 %) was obtained at the fourth observation date, which facilitated better root penetration and cultivation development, reaching an agricultural yield of 0,97 t ha⁻¹, 28 % higher than the one obtained by T2.

Keywords: farming, soil conservation, humidity, agricultural yield

INTRODUCCIÓN

Uno de los propósitos de la labranza es garantizar la circulación de agua, oxígeno y nutrientes a las plantas, por lo que no debe ser ni deficiente, ni excesiva y debe efectuarse en el momento oportuno. Por este motivo, la humedad del suelo ocupa un lugar clave en el desarrollo y crecimiento del cultivo, y al mismo tiempo influye directamente en todo el proceso productivo, ya que afecta a la condición del suelo tras ser sometido a las labores de cultivo contempladas en el sistema de labranza elegido. Esta condición del suelo se evalúa a través de distintas variables, entre ellas la densidad aparente, la resistencia a la penetración y la porosidad (Navarro *et al.*, 2000).

La labranza convencional modifica la estructura de la capa superficial del suelo, el espacio poroso y reduce el contenido agua en el suelo, siendo este un factor fundamental en el desarrollo y crecimientos de los cultivos (Olguín *et al.*, 2017). El bajo contenido de humedad, dificulta una adecuada penetración del sistema radical de las plantas en el suelo (Rivero *et al.*, 2011). Cuanto mayor son los fragmentos de suelo durante la labranza, mejor es la capacidad del mismo para conservar humedad (Olivet *et al.*, 2014). Steinbach y Alvarez (2007), consideran que el contenido de humedad almacenado en el suelo es importante para las plantas, este es aprovechado por el cultivo en los períodos críticos de su desarrollo. Sin embargo, para el cultivo del frijol, tanto el exceso como el déficit de agua en el suelo influyen directamente en su capacidad de evapotranspiración y, por tanto, en el rendimiento (Olivet y Cobas, 2017).

El uso sistemático de los arados, las gradas de discos y el monocultivo provoca un rápido deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, dejándolo sin cobertura vegetal por largos períodos de tiempo, quedando muy vulnerable a la acción erosiva de algunos factores naturales como son las lluvias y el viento (Lozano *et al.*, 2010; Bravo y Andreu, 2011; Renté *et al.*, 2018).

La compactación del suelo generalmente se inicia con un aumento de la densidad aparente. Los niveles de materia orgánica, contenido de humedad y actividad biológica se reducen (Da Silva *et al.*, 2003; Franzluebbbers y Stuedemann, 2008), provocando efectos desfavorables en la estructura y en las funciones de los poros para retener y transmitir cantidades de agua necesaria

que permita el desarrollo radicular de las plantas (Rivero *et al.*, 2011; Jaurixje *et al.*, 2013). Todo esto se traduce en una disminución de los rendimientos de los cultivos como consecuencia del escaso desarrollo y crecimiento de las plantas (Franzluebbbers, 2002; Jaurixje *et al.*, 2013). Sin embargo, la adopción de estos sistemas de laboreo para el cultivo del frijol no ha merecido la debida atención por parte de los productores, pues siguen aferrándose a los sistemas tradicionales de producción. El objetivo de este trabajo es valorar la influencia de dos sistemas de labranza mínima sobre la humedad gravimétrica de un suelo *Fluvisol* para el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del lugar de ensayo y tratamientos

La investigación se desarrolló en la UBPC Antonio Maceo Grajales, perteneciente a la Empresa Agropecuaria “Paquito Rosales Benítez”, del municipio de Yara de la provincia de Granma (latitud 20°19' Norte; longitud 76°47' Oeste), sobre un suelo *Fluvisol* (FAO, 2006), de consistencia media, relativamente llano, sin presencia de obstáculos, con una textura Loam arcilloso, con MO de 4,0 %, un pH de 7. El experimento se inició en la primera quincena diciembre del 2014, comparando dos sistemas de labranza para el cultivo de frijol.

Se montó un diseño experimental en bloques al azar, con dos tratamientos y tres repeticiones en parcelas de 80 × 20 m. Las variables de estudio fueron: humedad del suelo, medidas a tres profundidades (0–10; 10–20 y 20–30 cm) durante cuatro fechas de observación y crecimiento dinámico del cultivo, cantidad de legumbres por metro lineal y rendimiento agrícola del cultivo.

Los datos se procesaron por el modelo estadístico multivariante Split-Split-plot (Carmer *et al.*, 1989) con el paquete estadístico STATISTICA. En cuanto se detectaron diferencias significativas entre las variables medidas en los tratamientos, la separación de medias se efectuó con la prueba de LSD de Fischer para una probabilidad de $p < 0,95$.

Los tratamientos evaluados fueron:

- **El sistema de labranza mínima, T1:** parte de estudios realizados por Parra y Hernández (2010), consiste en la rotura del

suelo con el multiarado + pase de grada de discos, con tractor de 20 kN.

- **El sistema de labranza reducida, T2:** consiste en dos pases de grada de discos de forma perpendicular con la grada de discos, con tractor de 20 kN.

La siembra se realizó de forma manual, con la variedad de frijol (Delicias 364), con un marco de siembra de 0,10 × 0,45 m. La labor de surque y fertilización se llevó a cabo de la misma manera para los dos tratamientos, a razón de 0,70 t ha⁻¹ con la fórmula completa 21-9-10. Durante el desarrollo del cultivo se aplicó una norma de riego entre 3 500 y 4 800 m³ ha⁻¹.

Humedad gravimétrica del suelo

La humedad gravimétrica se determinó por la ecuación (1). Se tomaron cinco muestras de suelo en cada parcela experimental a tres profundidades, 0-10; 10-20 y 20-30 cm, y en cuatro fechas de observación diferentes.

$$Wg = \frac{m_w}{m_s} \cdot 100 \quad (1)$$

donde:

W - es la humedad gravimétrica del suelo (%)

m_w - peso de la muestra de suelo seco en estufa a 105 °C (kg)

m_s - peso de la muestra de suelo fresco (kg)

Comportamiento del cultivo

La altura de las plantas, se determinó con una cinta métrica de 0,01 mm de precisión, midiendo 15 plantas tomadas al azar en cada uno de los tratamientos. Cantidad de legumbres, se determinó contando la cantidad de legumbres existentes por metro lineal, para un total de 15 muestras tomadas al azar en cada uno de los tratamientos. El rendimiento agrícola se determinó en t ha⁻¹.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Humedad gravimétrica del suelo

En la Tabla se muestran los valores medios de la humedad gravimétrica del suelo durante cuatro fechas de observación a tres profundidades. En la primera fecha para T1 y T2 los valores de humedad se mostraron homogéneos, encontrándose diferencia significativa entre las

profundidades, con valores de 18,40, 20,30 y 25,58 %, tomando un valor medio de 21,43 % respectivamente. Este contenido de humedad se corresponde con (Parra *et al.*, 2017).

Después de la labranza del suelo esta humedad disminuyó en T1 y T2 debido a la preparación del suelo efectuada, la cual provocó en T1 una reducción del 5 % y del 28 % en T2 con relación a la primera fecha. En esta fecha los valores de humedad alcanzados por T2 en todo su perfil estuvieron por debajo de los alcanzados por T1, este último una humedad media de 20,32 %, superior en un 5 % a lo contenido por T2 (15,35 %); con diferencias significativas entre T1 y T2 y las profundidades de estudio.

Transcurridos 36 días de sembrado el cultivo las parcelas experimentales habían recibido por igual tres fertirriegos, y por ello se evidencia un aumento del contenido de humedad en el suelo con relación a los registrados en la segunda fecha. En efecto, en esta fecha, las tres profundidades consideradas en T1 y T2 tuvieron un incremento del 13 % respectivamente, con respecto a los valores medios obtenidos en la fecha anterior. A pesar que este incremento fue de un 13 % en T1 y T2, se observa que existe diferencia significativa entre ellos y las profundidades de estudio. En este caso T1, fue el que mostró el mayor contenido de humedad en las tres profundidades, con valores de 25,29, 38,18 y 39,33 % respectivamente, para una media de 33,60 %, 6 % superior a la media alcanzada por T2 (27,92 %) para valores de 23,77, 25,34 y 34,66 % para cada una de las profundidades respectivamente.

En la cuarta fecha de observación, es decir justo antes de efectuar la cosecha, T1 y T2 recibieron por igual tres fertirriegos, los cuales no provocaron un incremento del contenido de humedad con respecto a la registrada en la tercera fecha, ya que el valor medio de las tres profundidades disminuyó un 4 % en T1 y un 5 % en T2 con relación a lo registrado en la tercera fecha. A pesar de las pérdidas registradas en ambos tratamientos al pasar de la tercera a la cuarta fecha, T1 continúa teniendo los valores más altos de humedad en las tres profundidades con relación a T2, mostrando diferencia significativa.

Las fechas de observación mostraron diferencias significativas entre sí, la tercera fecha, es donde se obtiene el mayor contenido de humedad 30,76 %. Este valor es favorable para el buen desarrollo y crecimiento del cultivo, en particular con los valores obtenidos por T1, ya que para el cultivo del frijol, una reducción de este parámetro conlleva a

Tabla - Valores medios de la humedad gravimétrica del suelo (%) según la efectividad de los tratamientos en cada una de las profundidades y las fechas de observación

Fecha de observación*	Profundidad (cm)	Tratamientos**				Medias		
		T1		T2				
1	0-10	18,40	a ^a C ^b	C ^c	18,40	aC	C	18,40
	10-20	20,30	aB	C	20,30	aB	C	20,30
	20-30	25,58	aA	C	25,58	aA	C	25,58
	Medias	21,43	a		21,43	a		21,43
2	0-10	17,90	aC	D	11,50	bC	D	14,70
	10-20	19,90	aB	D	12,50	bB	D	16,20
	20-30	23,18	aA	D	22,06	bA	D	22,62
	Medias	20,32	a		15,35	b		17,84
3	0-10	25,29	aC	A	23,77	bC	A	24,53
	10-20	36,18	aB	A	25,34	bB	A	30,76
	20-30	39,33	aA	A	34,66	bA	A	37,00
	Medias	33,60	a		27,92	b		30,76
4	0-10	24,00	aC	B	19,80	bC	B	21,90
	10-20	28,33	aB	B	23,82	bB	B	26,08
	20-30	35,30	aA	B	26,02	bA	B	30,66
	Medias	29,21	a		23,21	b		26,21

*Fechas de observación: 1, antes de la labranza; 2, después de la labranza; 3, a los 36 días de trasplantado el cultivo; 4, antes de la cosecha

**T1, labranza mínima con el multirrado y la grada de discos; T2, labranza reducida con pases de grada de discos

^a En cada fila las cifras seguidas por la misma letra minúscula no son significativamente diferentes para ($p < 0,95$) mediante la prueba LSD de Fisher

^b En una columna las cifras seguidas por la misma letra mayúscula no son significativamente diferentes para ($p < 0,95$) mediante la prueba LSD de Fisher

^c En una misma columna grupos de letras mayúsculas comparan momentos diferentes en un mismo tratamiento para $p < 0,95$ mediante la prueba LSD de Fisher

bajos rendimientos o la muerte de gran cantidad de plantas (Olivet *et al.*, 2014). Sin embargo, un exceso es perjudicial para el cultivo por la aparición de plagas y/o enfermedades, así como la disminución de la producción (Lozano *et al.*, 2009).

Respuesta del cultivo a los sistemas de labranza

En la Figura 1 se muestra la altura media de las plantas, para lo cual se evidencia diferencia significativa entre T1 y T2. El tratamiento, T1, presentó plantas con 17 cm de altura, siendo 29,4 % superior a lo obtenido en T2 (12 cm). No obstante, los resultados obtenidos tanto por T1 y T2 están por debajo de lo establecido por Peña (2015) para el cultivo del frijol.

Al analizar el rendimiento agrícola del cultivo (Figura 2), se evidencia una diferencia significativa

entre los tratamientos, para lo cual T1 alcanzó los valores más altos 0,97 t ha⁻¹, siendo este resultado 28 % superior al obtenido por T2. No obstante, ambos resultados de T1 y T2 están por debajo del recomendado por Peña (2015). Es evidente que la cantidad de legumbres por metro lineal influyó positivamente en este indicador. Para este caso, T1 alcanzó la mayor cantidad, 146 legumbres por metro lineal como promedio, resultado que supera en un 30 % a la cantidad media obtenida por T2 con sólo 102 legumbres por metro lineal.

CONCLUSIONES

El sistema de labranza mínima T1, contribuyó significativamente a la conservación del suelo y provocó un buen desarrollo del cultivo del frijol.

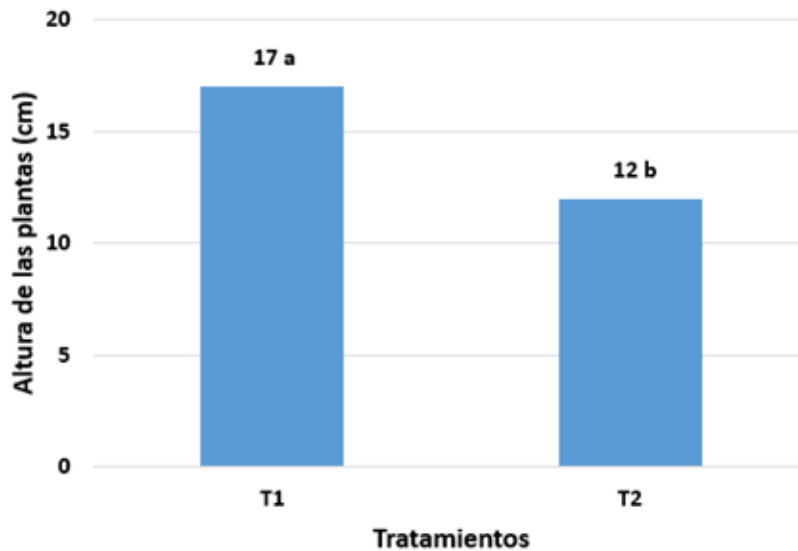


Figura 1 - Altura promedio de las plantas de frijol

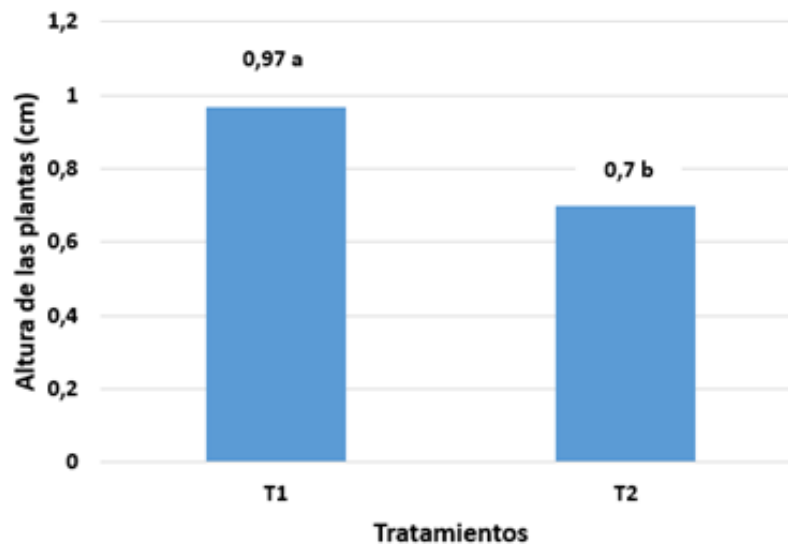


Figura 2. Rendimiento agrícola del cultivo

La mayor cantidad de legumbres por metro lineal y rendimiento agrícola se alcanzó en el tratamiento T1 con 0,97 t ha⁻¹.

BIBLIOGRAFÍA

BRAVO, C. y ANDREU, E. 2011. Propiedades físicas y producción de maíz (*Zea mays* L.) en un Alfisol del estado Guárico, Venezuela, bajo dos sistemas de labranza. *Venesuelos*, 3 (2): 62-68.

CARMER, S.G., NYQUIST, W.E. y WALKER, W.M. 1989. Least significant differences for

combined analyses of experiments with two- or three-factor treatment designs. *Agronomy Journal*, 81 (4): 665-672.

DA SILVA, A.P., IMHOFF, S. y CORSI, M. 2003. Evaluation of soil compaction in an irrigated short-duration grazing system. *Soil and Tillage Research*, 70: 83-90.

FAO. 2009. World reference base for soil resources. A framework for international classification, correlation and communication. Disponible en: ftp://ftp.fao.

- org/agl/agll/docs/wsrr103e.pdf Consulta: 05, 2009.
- FRANZLUEBBERS, A.J. 2002. Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality. *Soil and Tillage Research*, 66 (2): 95-106.
- FRANZLUEBBERS, A.J. y STUEDEMANN, J.A. 2008. Soil physical responses to cattle grazing cover crops under conventional and no tillage in the Southern Piedmont USA. *Soil and Tillage Research*, 100: 141-153.
- Jaurixje, M., Torres, D., Mendoza, B., et al. 2013. Propiedades físicas y químicas del suelo y su relación con la actividad biológica bajo diferentes manejos en la zona de Quíbor, estado Lara. *Bioagro*, 25 (1): 47-56.
- LOZANO, Z., CABRERA, S., PEÑA, J., et al. 2009. Efecto de los sistemas de labranza sobre dos inceptisoles de los llanos occidentales de Venezuela. II. Propiedades Físicas de los Suelos. *Revista VENESUELOS Deposito Legal DLPP92-0468*, 5 (1 y 2): 25-33.
- LOZANO, Z., ROMERO, H. y BRAVO, C. 2010. Influencia de los cultivos de cobertura y el pastoreo sobre las propiedades físicas de un suelo de sabana. *Agrociencia*, 44 (2): 135-146.
- NAVARRO, A., FIGUEROA, B., ORDAZ, V.M., et al. 2000. Efecto de la labranza sobre la estructura del suelo, la germinación y el desarrollo del maíz y frijol. *Terra Latinoamericana*, 18 (1): 61-69.
- OLGUÍN, J.L., GUEVARA, R.D., CARRANZA, J.A., et al. 2017. Producción y rendimiento de maíz en cuatro tipos de labranza bajo condiciones de temporal. *IDESIA (Chile)*, 35 (1): 51-61.
- OLIVET, Y.E. y COBAS, D. 2017. Efecto de dos sistemas de labranza mínima sobre la porosidad de un *Fluvisol* para cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *REDEL. Revista Granmense de Desarrollo Local*, 1 (1): 13-21.
- OLIVET, Y.E., SÁNCHEZ-GIRÓN, V. y HERNANZ, J.L. 2014. Reduced tillage for tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) production in East Cuba. Soil physical properties and crop yield. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 12 (3): 611-622.
- PARRA, L.R. y HERNÁNZ, J.L. 2010. Influencia de cuatro sistemas de laboreo en las propiedades físicas de un *Fluvisol* y en el balance energético en cultivos de raíces y tubérculos. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19 (3): 85.
- PARRA, L.R., HERNANZ, J.L. y SÁNCHEZ-GIRÓN, V. 2017. Influencia de cuatro sistemas de laboreo en las propiedades físicas de un *Fluvisol* y en el balance energético en cultivos de raíces y tubérculos. *Revista Universidad & Ciencia*, 6 (1): 65-81.
- PEÑA, S.I. 2015. Manual técnico del cultivo del Frijol, Grupo Nacional de Viendas (GRUNAVI), Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), Cuba.
- RENTÉ, O., NÁPOLES, M.C., PABLOS, P., et al. 2018. Efecto de *Canavalia ensiformis* (L.) en propiedades físicas de un suelo *Fluvisol* diferenciado en Santiago de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 39 (2): 59-64.
- RIVERO, C., LOBO, D. y PÉREZ, A.L. 2011. Efectos de la incorporación de residuos orgánicos sobre algunas propiedades físicas de un *Alfisol* degradado. *Venesuelos*, 6 (1 y 2): 29-33.
- STEINBACH, H.S. y ALVAREZ, R. 2007. Afecta el sistema de labranza las propiedades físicas de los suelos de la Región Pampeana. *Informaciones Agronómicas*, 33: 7-12.