

EL SISTEMA RADICULAR ES INFLUENCIADO POR EL TIPO DE SUELO Y LA RESERVA HÍDRICA

Influencia del sistema de laboreo en el desarrollo radicular de habas y garbanzos

Durante tres años en habas y dos años en garbanzo, se realizó un estudio de campo en un Vertisol de la campiña de Córdoba (en el marco del experimento de larga duración Malagón), para determinar la influencia del sistema de laboreo (laboreo convencional y no laboreo) en el desarrollo radicular de ambos cultivos en rotación bianual con trigo, utilizándose el método convencional de extracción de raíces mediante sonda y el minirhizotrón. En este artículo se resumen los resultados de dicho estudio.



Verónica Muñoz-Romero,
Rafael J. López-Bellido, Purificación
Fernández-García, Luis López-Bellido.

Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales.
Universidad de Córdoba.

La cuantificación del crecimiento y distribución del sistema radicular es necesaria para el entendimiento de la interacción suelo-planta. La profundidad y la distribución de las raíces son importantes parámetros que rigen la extracción del agua y los nutrientes por las leguminosas, especialmente en climas semiáridos. Las diferentes especies cultivadas difieren en el crecimiento radicular y

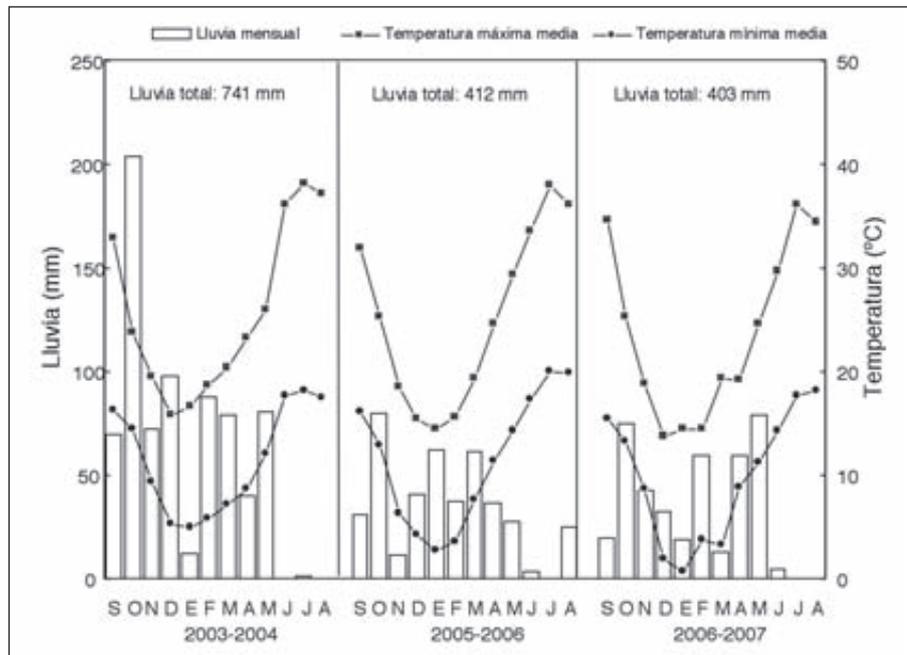
en su distribución en el perfil del suelo. La profundidad del sistema radicular puede considerarse como una característica inherente al cultivo, aunque puede ser fuertemente influenciada por las condiciones locales, tales como la compactación del suelo o su densidad.

Las habas son consideradas un cultivo con un sistema radicular poco profundo y muy sensible a las altas temperaturas y al estrés hídrico, particularmente durante la floración y el llenado de vainas. En condiciones de sequía, las habas disponen de mecanismos de adaptación que les permiten paliar los efectos negativos para el cultivo, que consisten en la reducción de la altura de la planta, la ligera disminución del área de expansión foliar, el considerable incremento del crecimiento radicular y la caída de hojas. El aumento del crecimiento radicular de las habas bajo limitado suministro hídrico es el medio más efectivo de todos para su adaptación a la sequía.

El garbanzo, tradicionalmente sembrado en primavera en la región mediterránea, depende de una lluvia irregular y generalmente escasa y de la humedad residual del suelo. La actuación del cultivo bajo tales condiciones está relacionada estrechamente con el desarrollo del sistema radicular. Las características de la raíz, tales como la profundidad y la biomasa, son identificadas como el aspecto más destacado para la tolerancia a la sequía del garbanzo, por su contribución en la mayor extracción de la humedad disponible del suelo. No obstante, algunos estudios indican que el modelo temporal de extracción de agua por las raíces es más crítico que el crecimiento radicular, a la hora de entender el manejo del agua y la adaptación a la sequía. Algunas características de la raíz, tales como la mayor eficiencia en la absorción de agua por unidad de densidad radicular, la habilidad para

FIGURA 1.

Lluvia mensual y anual y media de temperaturas en el periodo de tres años en el experimento Malagón (Córdoba).



cambiar el modelo de enraizamiento a lo largo de la profundidad de suelo para acceder más eficientemente a la humedad disponible y la habilidad para producir una mayor superficie radicular por unidad de biomasa radicular, parecen considerar al garbanzo la mejor opción para los sistemas de cultivo de secano comparado con otras leguminosas o cereales.

Los efectos del método de laboreo han sido

estudiados en los cultivos de habas y garbanzos (López-Bellido *et al.*, 2002 y 2005) en las condiciones mediterráneas de secano, pero referidos básicamente al comportamiento de la parte aérea de la planta y del rendimiento del cultivo. El sistema de laboreo, como es bien sabido, influye en algunas propiedades de los suelos, tales como la temperatura, aireación, porosidad, niveles de humedad, etc., que pue-

den afectar al crecimiento radicular. Los Vertisoles tienen unos requerimientos particulares de manejo y presentan problemas de laboreo específicos.

El estudio de la biomasa, la distribución y la dinámica del sistema radicular es complejo por la dificultad de acceso, y requiere técnicas especiales. Tradicionalmente se han utilizado los métodos de extracción de raíces, basados en la recogida de muestras de suelo inalterado con una sonda de un volumen conocido, separándose suelo y raíces mediante lavado y determinándose su longitud y superficie por unidad de volumen a través de escáner con técnicas de digitalización y software específicos. El minirhizotron es una técnica reciente, que permite estudiar *in situ* el sistema radicular de forma no destructiva. Muñoz-Romero *et al.* (2010) han descrito detalladamente las características de este método y sus ventajas e inconvenientes.

Durante tres años en habas y dos años en garbanzo, se realizó un estudio de campo en un Vertisol de la campiña de Córdoba (en el marco del experimento de larga duración Malagón), para determinar la influencia del sistema de laboreo (laboreo convencional y no laboreo) en el desarrollo radicular de ambos cultivos en rotación bianual con trigo, utilizándose el método convencional de extracción de raíces mediante sonda y el minirhizotrófon (Muñoz-Romero *et al.*, 2011 y 2012).

De los tres años del estudio, uno fue más lluvioso (2004), 741 mm, superando la media pluviométrica anual del área y los otros dos



Cultivo de habas bajo condiciones de no laboreo.



Cultivo de garbanzos bajo condiciones de laboreo convencional.

FIGURA 2.

Influencia del año y el sistema de laboreo en la densidad radicular de las habas según diferentes profundidades de suelo y estados de crecimiento.

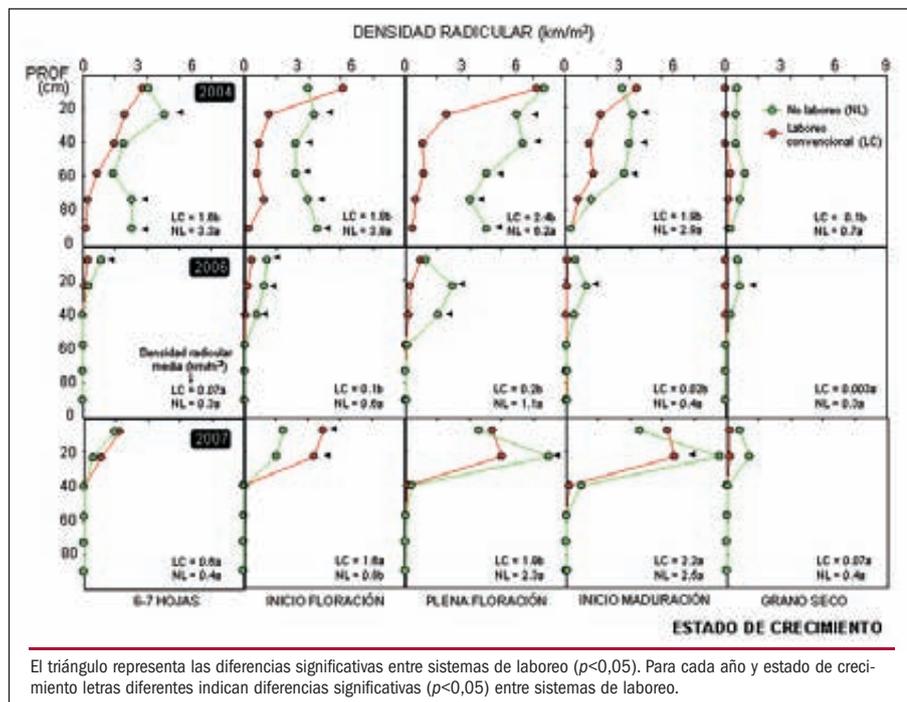
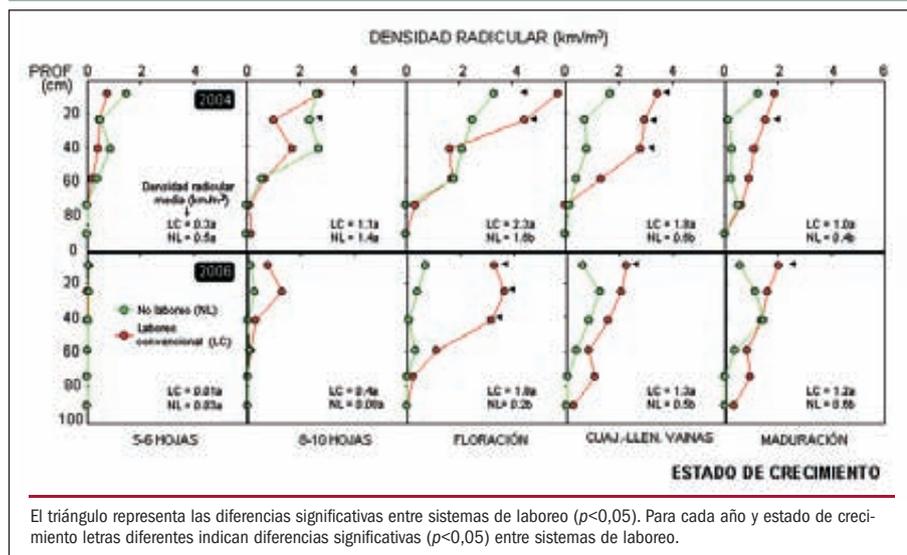


FIGURA 3.

Influencia del año y el sistema de laboreo en la densidad radicular del garbanzo según diferentes profundidades de suelo y estados de crecimiento.



fueron secos, con una precipitación anual similar 412 mm (2006) y 403 mm (2007) (figura 1). Los datos de 2005 se descartaron a causa de la severa sequía que no permitió la instalación del minirrizotrón.

Densidad radicular

La densidad radicular, tanto de habas como de garbanzo, difirió significativamente en función del año, sistema de laboreo, profundidad de sue-

lo y estado de crecimiento (figuras 2 y 3). Existió una estrecha relación positiva entre la cantidad de lluvia registrada en la estación de crecimiento y la densidad radicular de ambas leguminosas. En habas, la densidad radicular media fue de 2,5 km/m^3 en el año húmedo (2004) y de 0,3 y 1,3 km/m^3 en los años 2006 y 2007, respectivamente; todos ellos significativamente diferentes entre sí (figura 2). En garbanzo, la densidad radicular también fue mayor en el año húmedo (1,1 km/m^3) que en el año seco (0,6 km/m^3) (figura 3).

La densidad radicular de las habas fue mayor en el no laboreo que en el laboreo convencional para la mayoría de los estados de crecimiento y profundidades en el año 2004 (figura 2). En el año 2006 también fue mayor en el no laboreo en la mayoría de los estados de crecimiento, especialmente en los 10-20 centímetros de profundidad de suelo (figura 2). En conjunto, en el año húmedo la densidad radicular media de las habas fue de 3,4 y 1,6 km/m^3 en no laboreo y laboreo convencional, respectivamente, siendo en los años secos 0,9 y 0,7 km/m^3 en no laboreo y laboreo convencional, respectivamente. Por el contrario, la densidad radicular del garbanzo en conjunto fue mayor en el laboreo convencional que en el no laboreo (1,1 km/m^3 frente a 0,6 km/m^3). Estas diferencias se hicieron más notables a partir del estado de floración para los dos años (figura 3).

Para ambos sistemas de laboreo, la máxima densidad radicular, tanto en habas como en garbanzo, se produjo en plena floración en 2004 y 2006 (figuras 2 y 3). En el año 2007 la máxima densidad radicular de habas tuvo lugar en el comienzo de maduración (figura 2). Esta diferencia entre los años secos puede atribuirse, como algunos estudios indican, a que el crecimiento radicular de las habas continúa después de la floración cuando la humedad del suelo es suficiente.

En el año húmedo (2004) las raíces de habas alcanzaron la máxima profundidad estudiada (1 metro) (figura 2). En los años secos, prácticamente no se encontraron raíces en profundidades superiores a los 30 cm (figura 2).

Biomasa radicular

La biomasa radicular de las habas registró un valor medio de 1.899 kg/ha , siendo superior en el año más lluvioso (3.192 kg/ha) que en los secos (640 kg/ha en 2006 y 1.865 kg/ha en



Distribuidores de maquinaria agrícola desde 1964

seleccione la máquina que necesite, elija COMECA



RECOLECCIÓN DE FORRAJE

TRACTORES

TRITURACIÓN

TRABAJO DE SUELO

ESPACIOS VERDES



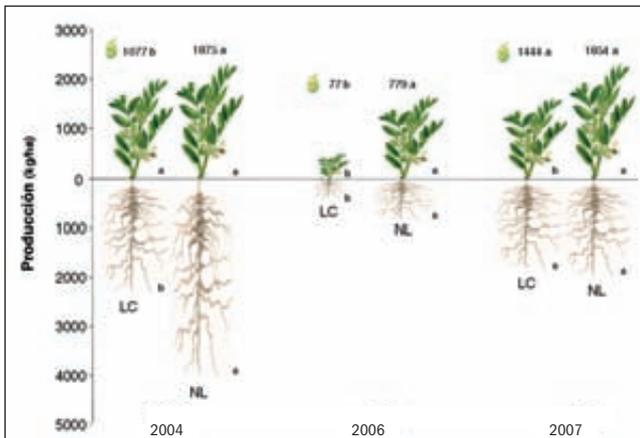
Tel.: 949 20 82 10
comeca@comeca.es
www.comeca.es

2007) (figura 4). Esto también fue debido a que existió un fuerte ataque de jopo en el año 2006, el cual afectó al rendimiento y la biomasa aérea y radicular. Por el contrario, en el conjunto del experimento no existieron diferencias significativas en la biomasa radicular de garbanzos con relación al año, con valores de 1.879 kg/ha en 2004 y 1.852 kg/ha en 2006 (figura 5).

La biomasa radicular de habas en 2004 y 2006 fue mayor en el no laboreo que en el laboreo convencional (figura 4). En este último año, donde existió el ataque de jopo, las diferencias significativas entre sistemas de laboreo también son atribuidas a que dicho ataque

FIGURA 4.

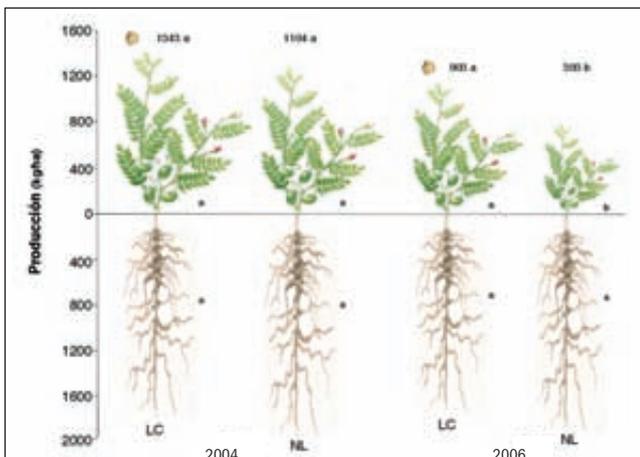
Producción de biomasa aérea y radicular y rendimiento de las habas según diferentes años y sistemas de laboreo (LC: laboreo convencional, NL: no laboreo).



Para cada año, letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre sistemas de laboreo para el rendimiento de grano, biomasa aérea y radicular.

FIGURA 5.

Producción de biomasa aérea y radicular y rendimiento del garbanzo según diferentes años y sistemas de laboreo (LC: laboreo convencional, NL: no laboreo).



Para cada año, letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre sistemas de laboreo para el rendimiento de grano, biomasa aérea y radicular.

CUADRO I.

Nitrógeno radicular de habas y garbanzos según años y sistemas de laboreo.

Año	Sistema laboreo	Nitrógeno radicular (kg/ha)	
		Habas	Garbanzo
2004	No laboreo	96a	48a
	Laboreo convencional	59b	44a
2006	No laboreo	22a	48a
	Laboreo convencional	10b	43a
2007	No laboreo	50a	
	Laboreo convencional	45a	

fue notablemente reducido en el sistema de no laboreo en comparación con el laboreo convencional, como han demostrado trabajos anteriores (Benítez-Vega *et al.*, 2005). En el conjunto del experimento, la biomasa radicular de garbanzos no difirió en relación al sistema de laboreo (figura 5).

En el año húmedo (2004), la relación biomasa radicular/biomasa aérea de habas fue significativamente mayor (1,45) que en los años secos (0,59 y 0,98 en 2006 y 2007, respectivamente) (figura 4). Esto indica que la biomasa radicular de las habas resulta más afectada por el estrés hídrico que su biomasa aérea. Dicha relación en el garbanzo fue 1,4 y 2 en 2004 y 2006, respectivamente; observándose el valor más alto en el año más seco y bajo el no laboreo (figura 5). Algunos estudios han indicado que la relación biomasa radicular/biomasa aérea incrementa bajo condiciones de estrés, viéndose reducida la biomasa de la raíz en menor medida que la biomasa aérea.

El rendimiento de habas fue 1.476, 428 y 1.649 kg/ha en 2004, 2006 y 2007, respectivamente. El rendimiento del garbanzo en 2004 fue el doble que en 2006 (1.224 kg/ha frente a 648 kg/ha). El rendimiento de habas fue mayor en no laboreo que en laboreo convencional en 2004 y 2006 (figura 4). El rendimiento de garbanzo fue mayor en laboreo convencional que en no laboreo en el año 2006 (figura 5). En el año húmedo (2004) no pareció existir una limitación hídrica en estados críticos del desarrollo del cultivo, como son floración y llenado de grano, por lo que el rendimiento de garbanzo fue similar en ambos sistemas de laboreo, aunque el no laboreo registró menos densidad radicular que el laboreo convencional. Por el contrario, en el año seco, el mayor desarrollo radicular en el laboreo convencional indujo que el cultivo tuviera mayor disponibilidad hídrica y

El no laboreo mejoró la densidad radicular en habas mientras que en garbanzos se vio favorecida por el laboreo convencional

los rendimientos fuesen mucho mayores que en el no laboreo.

Nitrógeno radicular

El contenido medio de nitrógeno de las raíces de habas fue 44,1 kg/ha y del garbanzo 45,8 kg/ha (cuadro I). En nuestras condiciones, la concentración de nitrógeno de la raíz fue muy constante (2-2,5%). Por lo tanto, las diferencias que se produjeron fueron debidas a la cantidad de biomasa radicular en los distintos tratamientos (cuadro I).

Conclusiones

En el año más lluvioso, la densidad radicular de las habas en los 30 primeros centímetros representó el 46% de la densidad radicular total, mientras que en los años secos alcanzó hasta el 77% en 2006 y el 96% en 2007.

La densidad y biomasa radicular en habas fue 1,8 y 1,6 veces mayor en el no laboreo que en el laboreo convencional, respectivamente, lo que podría atribuirse a las mejores propiedades físicas del suelo en el no laboreo, especialmente a su mayor capacidad de almacenamiento de agua.

El laboreo convencional favoreció la densidad radicular del garbanzo. En los años húmedos, al no existir restricción de agua, los rendimientos de grano tienden a ser similares en labo-

reo convencional y no laboreo. Por el contrario, en los años secos el mayor desarrollo radicular bajo el laboreo convencional indujo mayores rendimientos que el no laboreo.

En el año más lluvioso, el 84% de la biomasa radicular del garbanzo se concentró en los 30 primeros centímetros de suelo, mientras que en el más seco fue el 69%. Sin embargo, la biomasa radicular de habas en los 30 primeros centímetros fue el 50% en el año húmedo y el 74% en el año seco.

En el conjunto del experimento, el nitrógeno de las raíces recuperadas representó aproximadamente el 40% del nitrógeno total extraído por ambas leguminosas. El nitrógeno radicular es importante puesto que forma parte de la contribución que hace la raíz a la fertilidad del suelo, sobre todo en sistemas de secano, donde la materia orgánica es muy escasa. ●

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por los proyectos del Plan Nacional de I+D+I AGL2003-03581 y AGL2006-02127/AGR. Nuestro agradecimiento a la empresa ABECERA, propietaria de la Finca Malagón donde se ubica el experimento, por toda la colaboración prestada. Un especial agradecimiento a Joaquín Muñoz, José Muñoz y Auxiliadora López-Bellido por su excelente ayuda en los trabajos de laboratorio y de campo.

Bibliografía

Benítez Vega, J., López-Bellido, R.J., Cuesta Costa, M., López-Bellido, L. 2005. Medidas de control del jopo en cultivos de girasol y habas. *Vida Rural* 208: 72-75.

López-Bellido, R.J., López-Bellido, L., López-Bellido F.J., Castillo, J.E. 2002. Utilización del no laboreo en el cultivo de habas. *Vida Rural* 157: 54-56.

López-Bellido, L., López-Bellido, R.J., López-Bellido F.J. 2005. Respuesta del cultivo de garbanzo al sistema de laboreo. *Vida Rural* 204: 46-50.

Muñoz-Romero, V., López-Bellido, R.J., López-Bellido, L. 2010. Influencia del método de laboreo en el desarrollo radicular del trigo. *Vida Rural* 317: 68-73.

Muñoz-Romero, V., López-Bellido, L., López-Bellido, R.J. 2011. Faba bean root growth in a Vertisol: Tillage effects. *Field Crops Research*, 120, 338-344.

Muñoz-Romero, V., López-Bellido, L., López-Bellido, R.J. 2012. The effects of the tillage system on chickpea root growth. *Field Crops Research*, 128, 76-81.