

Influencia del sistema de siembra sobre la rotura de plantas de alubia o judía (*Phaseolus vulgaris* L.) durante el periodo de emergencia del cultivo

Influence of the seeding system on the germination of common bean seedlings during crop emergence

J.B. Valenciano¹

Resumen

La formación de corteza superficial en el terreno de cultivo impide una correcta emergencia de las plántulas de alubia y da lugar a una gran cantidad de plantas rotas al atravesar esa corteza. El objetivo fue evaluar la incidencia que diferentes técnicas de siembra y formas de aplicación de plaguicidas sobre la semilla de alubia tienen sobre la existencia de plantas rotas. En este trabajo se utilizó un diseño de parcelas sub-subdivididas con tres repeticiones, en el que la parcela principal fue la variedad (Canela y Riñón de León), la subparcela representó el sistema de aplicación de plaguicidas sobre la semilla (sin aplicación, aplicación días previos a la siembra y aplicación en el momento de la siembra) y la sub-subparcela estaba ocupada por cuatro técnicas de siembra (siembra en lomos, siembra en llano, siembra en llano añadiendo serrín y siembra en llano añadiendo vermiculita), con objeto de conocer como influyen esos factores en la presencia de plantas rotas durante la emergencia. En el análisis de varianza realizado se observaron diferencias altamente significativas entre las diferentes técnicas de siembra utilizadas, deduciéndose de la comparación de medias realizada que la utilización de sustratos en la línea de siembra permitió reducir el porcentaje de plantas que se perdieron por rotura.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris*, plaguicida, técnica de siembra, plantas rotas, vermiculita, serrín

Abstract

The formation of surface crust on the ground surface prevents the correct emergence of common bean seedlings. Surface crust causes plant breakage or damage during the emergence. This study evaluates different sowing techniques and different methods of pesticide applications in bean seeds in order to assess

Recibido el 3-9-2001 ● Aceptado el 6-2-2002

1 Departamento de Ingeniería Agraria. ESTIA. Universidad de León. Avda. Portugal, nº 41. 24071 León (España). Correo electrónico: diajva@unileon.es

their influence on the number of broken plants. A -split-plot design with three replications was used. The main plot was bean type (Cinnamon and Lion kidney), the intermediate plot (subplot) was for the application of pesticide (none, before seeding, after seeding) and the third sub-subplot was the sowing technique (in hills, flat, flat with sawdust, and flat with vermiculite). Analysis of variance showed significant differences among sowing methods, with little significant difference between the sowing techniques with or without substrate. According to LSD test, the use of sawdust and vermiculite in planting reduced the number of broken plants.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, pesticide, sowing technique, broken plants, vermiculite, sawdust.

Introducción

El cultivo de la alubia (*Phaseolus vulgaris* L.) en España, dentro de las leguminosas de grano, junto con el del garbanzo, son los de mayor importancia, los que ocupan mayor superficie y los que proporcionan mayor producción. Su cultivo ha descendido de forma notable durante las últimas décadas, hasta situarse en la actualidad en torno a las 20.000 ha. El cultivo se extiende por la mayor parte de las zonas agrícolas del país, pero sobre todo en la zona Norte, siendo la provincia de León la más productora de todo el territorio nacional (24).

Para conseguir altos rendimientos en la alubia es importante lograr un rápido y uniforme establecimiento de las plantas (16, 29), el cual depende de factores relacionados con la propia semilla (27) y del medio en el que se desarrolla. Según Boto y Reinoso (5) uno de los principales problemas que aparecen durante la emergencia de la alubia es la presencia de costra superficial en el suelo. Ésta supone una barrera física que limita la productividad de la alubia en muchas partes del mundo (40), pues

dificulta la emergencia de las plantas (12, 30) y el establecimiento de cosechas (8, 9, 37), originando pérdida de plantas (6). Si la costra se desarrolla antes de la emergencia impide la nascencia de la judía (10, 12), si se origina cuando están emergiendo puede dar origen a la rotura de plantas, y si se forma después de la emergencia de la planta puede causar problemas de estrangulamiento (3).

La costra es una capa superficial dura de poco espesor que posee una reducida porosidad y permeabilidad (3, 11), que está caracterizada por una gran densidad, alta resistencia a la rotura, poros muy finos y baja conductividad hidráulica (26). Se crea de forma natural sobre la superficie del suelo debido a las fuerzas dispersantes de las gotas de lluvia seguidas por un periodo de desecamiento (3, 39), también, es causada por el impacto de las gotas de lluvia sobre la superficie del suelo, que causan rotura de agregados y compactación (38), por el movimiento, la acumulación y la deposición de partículas finas de suelo en suspensión al final de la lluvia (2,

26), la dispersión química, o por una combinación de estos factores (10, 11). Las costras se pueden desarrollar en todos los suelos, excepto los arenosos (23), pero es más fácil su formación en suelos ricos en arenas finas o limos (4). Su dureza depende de factores físicos y químicos (20), como textura y estructura del suelo, estabilidad de agregados, contenido en materia orgánica (7) y contenido en agua (3), influyendo de forma decisiva la intensidad de lluvia (15).

Existen varios métodos para reducir la formación de esa costra superficial. Uno consiste en romper o deteriorar mecánicamente la costra mediante cultivadores interlínea (17, 19) cuando el suelo esté seco (33). En otras situaciones, se puede evitar su formación manteniendo húmedo el suelo o rehumedeciéndolo constantemente mediante riego frecuente (31, 33). También, se ha utilizado la adición de ciertos acondicionadores para evitar la formación de costra en el terreno (21), como xantato de celulosa y alcohol polivinílico (28), ácido fosfórico (17), polímeros orgánicos (22), etc, pero estos tratamientos son costosos y son un desperdicio si no cae posteriormente una lluvia intensa (33). El bajo contenido en materia orgánica hace más susceptible a los suelos de producir costra (2, 6, 20), por lo que las aportaciones de materia orgánica puede contribuir a reducir la intensidad de la costra formada. También, la utilización de acolchado reduce o previene la formación de costra y mejora la emergencia (19), por lo que los aportes de cualquier tipo de

material orgánico sobre la superficie del suelo disminuye su formación (6, 17, 25) pues aumenta la resistencia de los agregados del suelo al impacto de las gotas de lluvia (4) y reduce la evaporación del agua de la superficie del terreno (8).

La siembra es una operación que va a condicionar la emergencia y el establecimiento de las plantas (5). En algunos casos se han utilizado sembradoras que incorporan sobre la superficie del suelo distintos tipos de materiales (orgánicos y/o inorgánicos) con el fin de proteger la superficie del suelo y mejorar la emergencia de las plántulas. Estas sembradoras incorporan en el momento de la siembra serrín, virutas de madera, vermiculita o restos de trilla de trigo, sobre el total de la superficie (17). En otros casos se reduce a la incorporación de ciertos substratos sobre la zona de la semilla (17) de forma que se impida la formación de la costra superficial (32) con lo que se mejora la emergencia.

En el presente trabajo es evaluaron diferentes modalidades de siembra sobre el número de plantas rotas que se producen durante la emergencia de alubia. Se evaluaron técnicas de siembra que permitían aportar un substrato en la línea de siembra para tratar de reducir o evitar la formación de costra superficial, y conseguir minimizar o eliminar la rotura de plantas durante la emergencia, frente a siembras sin aporte de esos substratos, y diferentes formas de aplicación de plaguicidas en dos variedades de judía grano o alubia.

Materiales y métodos

Se establecieron cuatro parcelas experimentales en la provincia de León (España), dos en el año 1998 y dos en el año 1999, utilizando dos variedades tradicionales (Canela y Riñón de León) y distintas modalidades de siembra. Las parcelas del año 1998 se localizaban en Ribas de la Valduerna y en San Pedro Bercianos, dichas parcelas poseían un contenido en materia orgánica de 2,78 % y 2,18 %, y una textura franca y francoarenosa, respectivamente. Las parcelas del año 1999 se localizaban en Ribas de la Valduerna y en Bercianos del Páramo, éstas parcelas poseían un contenido en materia orgánica de 2,52 % y 1,10 %, respectivamente, y una textura franca.

La siembra se realizó siguiendo un diseño estadístico de parcelas sub-subdivididas con tres repeticiones y tres factores a ensayar. El factor principal fue la variedad, Riñón de León y Canela. El factor secundario fue la forma de aplicación de los plaguicidas. Los productos empleados fueron Himexazol y Diazinon, las dosis aplicadas fueron 1 cc/L y 2 cc/L, respectivamente, con un gasto de 300 L de mezcla/ha. Se utilizaron tres modalidades distintas de aplicación: Semillas sin tratar, tratamiento sobre la semilla días previos a la siembra y tratamiento sobre la semilla en la línea de siembra directamente al suelo en el momento de la siembra, una vez depositada la semilla en el suelo y antes de realizar el enterrado. El factor terciario fue la técnica de siembra. Se ensayaron cuatro tipos de siembra:

Siembra en surcos o en lomos:

La siembra se realiza sobre una superficie en llano, aporcando la tierra sobre la línea de siembra, sobre la semilla; dejando la superficie de postsiembra asurcada o alomada, con la semilla enterrada más de 10 cm, debido a que el tren de siembra finaliza en dos rejas aporcadoras. Para eliminar el cerro de tierra y facilitar la emergencia se realizó un tableado de 8 a 10 días después de la siembra.

Siembra en llano sin adición de sustrato: La superficie del terreno antes de sembrar se encuentra asurcada como consecuencia de la última labor preparatoria. Esta se realizó con suficiente antelación (2 semanas) para conservar humedad. La siembra se efectuará sobre estos surcos, rompiendo la máquina de siembra los lomos, de forma que la superficie de postsiembra queda allanada, con la semilla enterrada de 2 a 3 cm.

Siembra en llano añadiendo serrín en la línea de siembra: esta modalidad de siembra es similar a la anterior, pero en la línea de siembra se aporta una estrecha banda de serrín, seco y cribado, sobre la semilla que llega hasta la superficie.

Siembra en llano añadiendo vermiculita en la línea de siembra: Esta modalidad de siembra es similar a la anterior, pero incorporando vermiculita.

La parcela experimental fue de 16,5 m², con líneas espaciadas 0,55 m y un espaciamiento entre plantas de 0,15 m, para un total de 200 plantas por parcelas, se colocó una semilla por punto.

La siembra se realizó mediante una sembradora monograno neumática adaptada. Para ello se desarrolló un prototipo de sembradora que impida la formación de costra sobre la línea de siembra, que incorpora un sistema distribuidor – dosificador de sustrato en dicha línea.

En el año 1998, las siembras se efectuaron en la tercera semana del mes de mayo, mientras que en el año 1999 se realizaron en la cuarta semana

de dicho mes. Las parcelas se mantuvieron libres de malas hierbas aplicando, Etalfluralina en presiembra a la dosis de 2,5 L/ha.

El carácter evaluado fue el porcentaje de plantas rotas existentes en la emergencia. Para evaluar los datos registrados se realizó un análisis de varianza, y cuando se detectaron diferencias significativas entre tratamientos se procedió a realizar una comparación de medias (36).

Resultados y discusión

Los resultados del análisis de varianza realizado para los datos obtenidos aparecen en el cuadro 1. Se observa que los resultados varían en las distintas parcelas experimentales debido a que la emergencia está muy influenciada por las condiciones ambientales (18), y que la formación de costra está muy influenciada por las características del suelo (4, 7, 23, 38) y por las características del clima (15), de tal forma que, según el ambiente, las técnicas de siembra pueden influir en mayor o menor grado.

Este análisis de varianza muestra diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre técnicas de siembra en todas las parcelas experimentales.

Además, en los campos de San Pedro año 1998 y Ribas año 1999 se manifestó interacción altamente significativa ($P < 0,01$) entre variedades y técnicas de siembra, en el campo de Ribas año 1998 la interacción fue sólo significativa ($P < 0,05$), y en el campo Bercianos año 1999 no se detectó interacción. Las variedades

respondieron de distinta forma a las diferentes técnicas de siembra. Se podría explicar debido a la alta influencia que ejerce el ambiente en el cultivo de la alubia, y especialmente en la emergencia (18), respondiendo las distintas variedades de distinta forma según las condiciones de cultivo.

Así mismo, en el campo Ribas año 1998 se detectó interacción significativa ($P < 0,05$) entre la aplicación de plaguicidas y las técnicas de siembra. Los mejores resultados se obtuvieron utilizando técnicas de siembra en llano añadiendo sustratos y aplicando tratamientos en la línea de siembra. Se podría explicar debido a la aplicación de fitosanitarios en la línea de siembra mejora la germinación pues eleva la humedad de la semilla (30), reduciendo la duración de la emergencia (14), sin el problema de que ese aumento de humedad conduzca a formar costra superficial ya que en ese caso existen sustratos que impiden la formación de costra superficial sobre la semilla.

El número de plantas rotas se

Cuadro 1. Análisis de varianza del número de plantas rotas de alubia por parcela. Años 1998 y 1999.

	GL	Localidades			
		Ribas 1998	San Pedro 1998	Ribas 1999	Bercianos 1999
Análisis de la parcela principal					
Repetición	2	2,78	10,21	8,62	19,06
A (Variedad)	1	5,14	14,91	307,48*	50,57
Error (a)	2	1,41	28,19	8,92	6,40
Análisis de la subparcela B (Aplic. de plaguicida)					
A x B	2	10,77	22,44	9,03	11,16**
Error (b)	8	4,78	19,88	5,43	0,30
Análisis de la sub-subparcela C (Técnica de siembra)					
A x C	3	275,84**	523,17**	251,86**	160,57**
B x C	6	14,62*	10,58	10,57	6,05
A x B x C	6	11,85	15,93	8,61	1,91
Error (c)	36	5,93	12,27	7,02	4,30

GL: Grados de libertad

*Significante al 5 %

**Significante al 1 %

redujo con la utilización de un substrato en la línea de siembra, frente a la siembra en llano sin añadir substrato y la siembra en lomos (cuadro 2). No existieron diferencias significativas entre la utilización de serrín y de vermiculita. Entre la siembra en lomos y la siembra en llano sin añadir substrato sólo existieron diferencias significativas en el campo de Bercianos

año 1999, en el que con la siembra en lomos se incrementó el porcentaje de plantas rotas. Las técnicas de siembra en llano con adición de substratos en la línea de siembra fueron las que mejores resultados proporcionaron, siendo los campos que presentaron menor porcentaje de plantas rotas. Todo lo contrario la siembra en lomos sin añadir substrato, en las que se formó costra

Cuadro 2. Medias del porcentaje de plantas rotas de alubia por parcela para las técnicas de siembra. Años 1998 y 1999.

Técnicas de siembra	Localidades			
	Ribas 1998	San Pedro 1998	Ribas 1999	Bercianos 1999
Siembra en lomos	7,83a	10,76a	6,72a	6,90a
Siembra en llano sin añadir substrato	7,14a	9,04a	7,83a	5,51b
Siembra en llano añadiendo serrín	0,83b	0,68b	0,93b	1,15c
Siembra en llano añadiendo vermiculita	0,68b	0,55b	0,75b	1,10c
Diferencia mínima significativa (0,05)	1,37	1,97	1,49	1,17

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (0,05)

superficial dificultando la emergencia de las plantas (34, 35) y causando rotura de plantas, de tal forma que el número de plantas rotas se incrementó a medida que aumentó la resistencia que deben vencer las plantas (10, 39).

La aplicación de plaguicidas tiene poca influencia en la existencia de plantas rotas, ya que sólo se detectaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en el campo de Bercianos año 1999. En él, existieron diferencias significativas entre la aplicación de plaguicidas en el momento de la siembra y los otros dos tipos de tratamientos, no existiendo diferencias entre la aplicación de tratamientos a la semilla previamente a la siembra y la no utilización de productos fitosanitarios (cuadro 3). En esa parcela experimental la aplicación de plaguicidas en la línea de siembra presentó los menores valores, debido quizá a que la pulverización del líquido fitosanitario en el momento de la siembra puede inducir la formación de

una ligera costra superficial al humedecerse el entorno de la semilla (30).

Para las variedades sólo se detectaron diferencias significativas ($P < 0,05$) en el campo Ribas año 1999 en el cual el número de plantas rotas en la variedad Riñón de León fue superior que en la variedad Canela (cuadro 4). El vigor de la semilla es una de las características que más influyen en la emergencia (1, 10, 18, 27), y por lo tanto en la posibilidad de atravesar la costra formada sin que se produzcan roturas de plántulas. Son variedades muy similares, esto podría explicar que sólo se detectara diferencia en una parcela experimental, en donde la variedad Riñón de León presentó mayor porcentaje de plantas rotas que Canela; esto podría estar relacionado con lo señalado por algunos autores sobre la influencia del color de la testa de la semilla en la nascencia (13, 41).

Cuadro 3. Medias del porcentaje de plantas rotas de alubia por parcela para la forma de aplicación de plaguicidas (Himexazol y Diazinon). Años 1998 y 1999.

Forma de aplicación del plaguicida	Localidades			
	Ribas 1988	San Pedro 1998	Ribas 1999	Bercianos 1999
Sin tratamiento	3,66a	4,62a	3,48a	3,21b
Tratamiento a la semilla	3,99a	4,81a	3,99a	3,33b
Tratamiento en la línea de siembra	4,81a	6,38a	4,70a	4,45a
Diferencia mínima significativa (0,05)	1,17	2,39	1,25	0,29

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (0,05)

Cuadro 4. Medias del porcentaje de plantas rotas de alubia por parcela para las variedades Canela y Riñón de León. Años 1998 y 1999.

Variedades	Localidades			
	Ribas 1988	San Pedro 1998	Ribas 1999	Bercianos 1999
Canela	4,37a	4,83a	1,98b	2,83a
Riñón de León	3,87a	5,73a	6,12a	4,50a
Diferencia mínima significativa (0,05)	0,82	3,65	2,06	1,74

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (0,05)

Conclusiones

La utilización de métodos de siembra en llano aportando un substrato como serrín o vermiculita en la línea de siembra permitió reducir la pérdida de plantas por rotura de las mismas.

La forma de aplicación de los plaguicidas tiene una reducida o nula

influencia en la existencia de plantas rotas.

Existe interacción entre la técnica de siembra y la variedad, lo que puede poner de manifiesto la influencia que ejerce el medio y las técnicas de cultivo en el cultivo de la alubia o judía grano.

Literatura citada

1. Alizaga, R., V.D.C. Mello, D.S.B. dos Santos y D.L. Irigon. 1994. Evaluación del vigor en semilla de *Phaseolus vulgaris* y su relación con la emergencia en el campo. *Agronomía Costarricense* 18: 227-234.
2. Arshad, M.A. y A.R. Mermut. 1988. Micro-morphological and physico-chemical characteristics of soil crust types in Northwestern Alberta, Canada. *Soil Science Society of America Journal* 52: 724-729.
3. Awadhwal, N.K. y G.E. Tierstein. 1985. Soil crust and its impact on crop establishment: A review. *Soil Tillage Research* 5: 289-302.
4. Batey, T. 1988. Soil husbandry. Soil and Land Use Consultants Ltd, Aberdeen.
5. Boto, J.A. y B. Reinoso. 1996. La judía II. p. 319-355. En: *El cultivo de las leguminosas de grano en Castilla y León*. Junta de Castilla y León. Consejería de Agricultura y Ganadería, Valladolid, España.
6. Bresson, L. M. 1995. A review of physical management for crusting control in australian cropping systems. Research opportunities. *Australian Journal of Soil Research* 33: 195-209.
7. Cassel, D.K. y R. Lal. 1992. Soil physical properties of the tropics: Common beliefs and management restraints. p. 61-89. En: *Myths and science of soils of the tropics: Proceedings SSSA*.
8. Cassel, D.K., C.W. Raczkowski y H.P. Denton. 1995. Tillage effects on corn production and soil physical conditions. *Soil Science Society of America Journal* 59 (5): 1436-1443.
9. Collins-George, N., y P. Yogonathan. 1985. The effects of soil strength on germination and emergence of wheat (*Triticum aestivum* L.). II High shear strength conditions. *Australian Journal of Soil Research* 23: 589-601.
10. Charcas, H. 1993. Influencia del encostramiento del suelo en la emergencia de cultivos. Tesis de grado. Colegio de Postgraduados. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Centro de Edafología. Montecillo, México. 80 p.
11. Chartres, C.J. y G.W. Greeves. 1998. The impact of soil seals crusts on soil water balance and runoff and their relationship with land management. *Advances in Geocology* 31: 539-548.
12. Debicki, R. 1994. Plant response surface crust. *International Agrophysics* 8: 27-29.
13. Demir, I. 1996. The effects of testa colour, temperature and seed moisture content on the occurrence of imbibition damage in beans. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 20 (4): 295-298.
14. Demir, I., A. Günay y Y. Ceylan. 1998. Seed moisturization as an enhancement treatment for emergence and seedling growth in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Seed Science and Technology*, 26: 281-288.
15. Giménez, D., C. Dirksen, R. Miedema, L.A.A.J. Eppink y D. Schoonderbeek. 1992. Surface sealing and hydraulic conductances under varying-intensity rains. *Soil Science Society of America Journal* 56: 234-242.
16. Graham, P.H. y P. Ranalli. 1997. Common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Research* 53: 131-146.
17. Henning, V. y H.J. Wiebe. 1994. Methods to improve emergence of vegetable crops on silty soils. Seventh international symposium on timing field production of vegetables. Skierniewice. *Acta-Horticulturae* 371: 69-75.
18. ISTA. 1981. Handbook of vigour test methods. International Seed Testing Association. Zurich, Suiza. 72 p.
19. Kumar, A. y C.R. Hazra. 1989. Quantification of direct and indirect influence of soil management practices of cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba*) under dryland condition. *Annals of Agricultural Research* 10 (3): 262-269.
20. Le Bissonnais, Y. y M.J. Singer. 1993. Seal formation, runoff and interrill erosion from seventeen California soils. *Soil Science Society of America Journal* 57 (1): 224-229.

21. Le Souder, C., Y. Le Bissonnais, M. Robert y L.M. Bresson. 1990. Prevention of crust formation with a mineral conditioner. *Soil Micromorphology* 19: 81-88.
22. Levy, G.J. y I. Rapp. 1999. Polymer effects on surface mechanical strength of a crusting loessial soil. *Australian Journal of Soil Research* 37: 91-101.
23. Lutz, J.F. 1952. Mechanical impedance and plant growth. p. 43-71. En: B.T. Shaw (Ed.). *Soil conditions and plant growth*. Academic Press, New York, Estados Unidos.
24. MAPA. 2000. Boletín mensual de estadística, 9/00. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España.
25. Mbuvi, J.P. y S.N. Wanjogu. 1998. Crusts and their influence on soil properties in two semi-arid areas in Kenya. *Applied Plant Sciences* 12 (3): 83-87.
26. McIntyre, D.S. 1958. Permeability measurements of soil crusts formed by raindrop impact. *Soil Science*, 85: 185-189.
27. Opoku, G., F.M. Davies, E.V. Zetina y E.E. Gamble. 1996. Relationship between seed vigour and yield of white beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant Varieties and Seeds* 9: 119-125.
28. Page, E.R. y J.P. Quirk, 1978. A comparison of the effectiveness of organic polymers as soil anti-crusting agents. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 30: 112-118.
29. Pearson, C.H. y P.N. Miklas. 1992. Seed size and planting depth effects on emergence and yield of pinto bean. *Journal of Production Agriculture* 5 (1): 103-106.
30. Ranganatha, B.R. y T. Satyanarayana, 1979. Soil crust and its effect on seedling emergence. *Journal of the Indian Society of Soil Science* 27 (4): 369-374
31. Salih, R.O. y A.O. Maulood. 1985. Effect of reed straw and irrigation frequency on soil crust strength and sorghum seedling emergence. *Journal of Agricultural Water Resources Research*. 4: 61-71
32. Schafer, B.M., M.J. Hegarty y I.K. Dart. 1989. Influence of seed placement zone conditions on cotton and sorghum establishment. *Proceedings of the Australian workshop, Toowoomba, Australian Institute of Agricultural Science* 43: 100-106.
33. Shiel, R.S. y E.C. Yuniwo. 1993. Decreasing the impact of surface crusting on seedling emergence by spray wetting. *Soil Use and Management* 9 (1): 40-45.
34. Singh, B. y M.R. Chowdhary. 1985. Effect of intensity, duration and time of rain and soil type on soil crusting and seedling emergence in pearl millet. *Journal of the Indian Society of Soil Science* 33 (1): 145-148.
35. Smucker, A.J.M., A.K. Srivastava, M.W. Adams y B.D. Knezek. 1991. Secondary tillage and traffic compaction modifications of the growth and production of dry edible beans and soybeans. *Applied Engineering in Agriculture* 7 (2): 149-152.
36. Steel, R.G.D. y J.H. Torrie. 1985. *Bioestadística: Principios y procedimientos*. 2ª edición. McGraw Hill. México. 622 p.
37. Stibbe, E. y R. Terpstra. 1982. Effects of penetration resistance on emergence and early growth of silage corn in laboratory experiment with sandy soil. *Soil and Tillage Research* 2: 143-153.
38. Tarchitzky, J., A. Banin, J. Morin y Y. Chen. 1984. Nature, formation and effects of soil crusts formed by water drop impact. *Geoderma* 33: 135-155.
39. Taylor, H.M. 1962. Seedling emergence of wheat, grain sorghum and guar as affected by rigidity and thickness of surface crust. *Soil Science Society of American Proceedings*, 26: 431-433.
40. Torres-Guy, A. y I. Hakansson. 1995. Effect of irrigation on soil crusting and seedling emergence. p. 26-3. En: I. Haakansson (Ed.). *Soil tillage and related soil management practices*. Uppsala, Suecia.
41. Wilson, D.O. y S.E. Trawatha. 1991. Enhancement of bean emergence by seed moisturization. *Crop Science* 31: 1648-1651.