FERTILIZACIÓN NITROGENADA DE JUDÍA VERDE BAJO INVERNADERO CON CRITERIOS AGROECOLÓGICOS.

ML Segura, JI Contreras, II García, C García, IM Bueno

IFAPA Centro La Mojonera. Camino de San Nicolás nº 1. La Mojonera (Almería), marial.segura.ext@juntadeandalucia.es

RESUMEN

En este trabajo se estudia el efecto de la fertilización nitrogenada en dos tipos de suelo (1,0 y 2,4% de materia orgánica oxidable) sobre los rendimientos y calidad de la producción de judía verde, desarrollada bajo criterios de Producción Ecológica e Integrada. La experiencia se desarrolló de Marzo a Junio de 2007 en dos invernaderos de 3000 m^2 cada uno, localizados en el Centro IFAPA La Mojonera. Se estableció un diseño experimental factorial 2 x 2 y cuatro repeticiones por tratamiento. Los factores estudiados fueron: tipo de suelo (suelo tipo 1 y suelo tipo 2), y sistema de producción (Producción Ecológica y Producción Integrada). El aporte de nitrógeno en el sistema de producción ecológica se realizó mediante nitrógeno orgánico en forma de fertilizante Pepton N-Plus® (14,3 N total, 14,0% N orgánico) y en el sistema de producción integrada mediante aporte de nitrógeno mineral en forma de fertilizante NH_4NO_3 (33,5% N). La fertilización de los tratamientos se realizó siguiendo los Reglamentos correspondientes (Reglamento (CEE) Nº 2092/91 y Reglamento Específico de Producción integrada de Judía bajo abrigo, Boja núm. 10 del 25 de Enero de 2001). Los tratamientos fertilizantes se aplicaron mediante fertirrigación y según las extracciones del cultivo estimando una producción potencial de 1.500 t/ha. Los rendimientos del cultivo fueron evaluados durante 34 días, recolectando los frutos y clasificándolos por categorías según la Norma Europea de calidad y comercialización (Reglamento (CE) Nº 912/2001). En el fruto maduro se determinó el pH (pH-metro con electro de vidrio), º Brix (refractómetro Cat. Nº 3810 digital refractometer), Acidez titulable (valoración con NaOH 0,1N) y concentración de nitrógeno total (método de Kjeldhal). Independientemente del tipo de suelo, la fertilización nitrogenada orgánica produjo rendimientos comerciales, y de calidad de fruto similares a la fertilización nitrogenada mineral, excepto la acidez titulable (concentración de ácido málico) cuyos niveles fueron más elevados.

Palabras clave: fertirrigación, Producción Integrada, Producción Ecológica, N mineral del fruto, calidad organoléptica de fruto.

INTRODUCCIÓN

La costa mediterránea concentra una de las mayores superficies de cultivos hortícolas protegidos del mundo, destacando Almería con 28.000 has. La alta demanda de recursos hídricos y de agroquímicos de los cultivos hortícolas de invernadero del litoral de Almería, ha producido un importante impacto medioambiental, generando: déficit hídrico estructural, sobreexplotación de acuíferos, deterioro de la calidad del agua por problemas de salinidad y elevada concentración de nitratos (CAPJA, 2002), y acumulación de nitrógeno, fósforo y potasio en los suelos agrícolas (Gil et al., 2003).

Esta situación que pone en serio peligro la sostenibilidad de esta agricultura intensiva y demuestra la necesidad, cada vez más urgente, de desarrollar estrategias que contemplen un mejor control de la nutrición de los cultivos y que sean más respetuosas con el medio ambiente, tal como propugna la Producción Integrada y la Ecológica.

El cultivo de judía, tanto para consumo en fresco como en grano, es extensamente cultivado en España. Su superficie se estimó para el año 2006 en 15.400 hectáreas, con una producción total próxima a 202.200 Tm. Un 86 por ciento de la producción se destina al consumo en fresco, consumiéndose un 76 por ciento en el mercado interior y el restante 10 por ciento fuera de España. Francia es el principal comprador, seguido de Holanda y Alemania (Namesny, 1999). La judía, para su consumo en fresco, es ampliamente cultivada en Andalucía, la superficie cultivada, sobre todo en la zona costera mediterránea de las provincias de Almería, Granada y Málaga, se estimó para 2006 en 6.029 hectáreas, con una producción próxima a 95.000 Tm. En dichas provincias el cultivo se realiza prácticamente durante todo el año, en el invierno en los invernaderos de la costa, y en el verano, cuando su cultivo se dificulta debido a las altas temperaturas que se alcanzan en éstos, se desplaza hasta diversas zonas del interior y se realiza bajo estructuras cubiertas por mallas. Su ciclo, relativamente corto, de tres a cinco meses, dependiendo de las fechas de siembra o transplante, permite dos o tres cosechas al año. Además de por su importancia económica, su cultivo es también muy interesante debido al gran consumo que realiza de mano de obra, dando por lo tanto empleo a un gran número de trabajadores.

Sin embargo, la superficie cultivada en la costa mediterránea ha sufrido un apreciable descenso en los dos últimos años. La superficie cultivada de judía verde en Andalucía descendió, desde las 8.395 hectáreas cultivadas en 2004 hasta las 7.635 hectáreas en 2005 y hasta 6.699 hectáreas en 2006. Este descenso parece debido por una parte a una pérdida de rentabilidad debida a la carestía y, a veces, a la falta de disponibilidad de mano de obra, y por otra a una disminución de la producción causada por el ataque de numerosos patógenos de naturaleza vírica, fúngica o bacteriana.

El cultivo de judía en Almería no representa, en superficie, gran volumen de explotación. Sin embargo, es una de las alternativas más interesantes económicamente. Para un período productivo en que los factores climatológicos ocasionan una gran dificultad, con la consiguiente escasez de producción, se provoca un alza de los precios de origen, llegando a superar en algunos años la barrera psicológica de los 6 euros/Kg en la subasta. Así pues, históricamente, el cultivo de judía ha experimentado una evolución a la baja en superficie y producción (Requena, 1999).

El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de la fertilización nitrogenada en dos tipos de suelo (1,0 y 2,4% de materia orgánica oxidable) sobre los rendimientos y calidad de la producción de judía verde, desarrollada bajo criterios de Producción Ecológica e Integrada.

MATERIAL Y MÉTODOS.

Infraestructura utilizada y gestión del cultivo realizada.

El ensayo se realizó en dos invernaderos tipo Almería (multicapilla simétrico) de 3.000 m^2 cada uno, situados en la finca experimental del IFAPA de Almería Centro La Mojonera.

Para la realización de este ensayo se eligió semilla ecológica de judía verde de enrame, con vaina verde y plana (*Phaseolus vulgaris* ssp. *volubilis*) variedad Mantra RZ (Rijk Zwaan).

El cultivo se desarrolló sobre suelo agrícola enarenado, se realizo siembra directa y el ciclo de cultivo empezó 19/03/07 finalizando el 18/06/07. La densidad de plantación fue de 2 plantas/m^2. Con anterioridad a la siembra aplicó un riego de preplantación de 24 l/m^2.

La gestión de la fertilización en el sistema integrado se realizó según la Orden del 29 de diciembre de 2000, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción integrada de Judía bajo abrigo, Boja núm. 10 del 25 de enero de 2001. Se estimó una producción potencial de 1.500 t/ha tomando como referencia los datos de la Delegación Provincial de Almería. Por lo tanto la cantidad total de nutrientes aportada considerando la producción estimada fue de: 6,8 g/m^2 N y 10,7 g/m^2 de K. Las cantidades totales, se distribuyeron por estadios fenológicos según las extracciones periódicas realizadas por el cultivo y calculadas por Segura et al. (2006) (Cuadro 1). En el sistema ecológico la fertilización se realizó siguiendo el Reglamento (CEE) Nº 2092/91 y teniendo en cuenta las mismas consideraciones de producción y extracciones que en el sistema integrado.

Los fertilizantes utilizados fueron los siguientes:

- NH_4NO_3: 33,5% N (50% N-NH_4 y 50% N-NO_3). Utilizado en el sistema de Producción Integrada.

- Hortisul (Sulfato de potasio): 52% K_2O. Utilizado en los sistemas de Producción Integrada y Ecológica.

- Pepton N-Plus: 14,3 N total, 14,0% N orgánico, 4,7% Humedad, 0,65% P_2O_5, 4,41% K_2O, (procede de sangre animal porcino). Utilizado en el sistema de Producción Ecológica.

El sistema de riego fue por goteo (1 gotero/m^2; con un caudal 3 l/h), contando cada invernadero con una red de riego independiente pero conectado al mismo cabezal. La gestión del riego se realizó en función de las necesidades hídricas del cultivo, calculadas a partir de la evapotraspiración de la planta, ETc (Fernández y col., 2000) y corregida según la tensión matricial del suelo a 15 y 30 cm. de profundidad, que se medió mediante tensiómetros manuales (Tensiómetros Irrometer, Irrometer, EE.UU). El volumen de riego aplicado fue el mismo para todos los tratamientos de 135 l/m^2, distribuido según estadíos fenológicos en 25 l/m^2 durante el periodo de desarrollo vegetativo, 24 l/m^2 durante fructificación-maduración de frutos y 86 l/m^2 durante recolección.

Diseño experimental.

Se estableció un diseño experimental factorial 2x2, siendo un factor el tipo de suelo del invernadero (suelo Tipo 1, con un contenido en materia orgánica oxidable del 1%, y suelo Tipo 2, con un contenido en materia orgánica oxidable (MO) del 2,4% (Cuadro 2)) y otro factor el sistema de cultivo (Ecológico e Integrado), con cuatro repeticiones para las determinaciones en planta. El aporte de nitrógeno en el sistema de producción ecológica se realizó mediante nitrógeno orgánico en forma de fertilizante Pepton N-Plus® (14,3 N total, 14,0% N orgánico) y en el sistema de producción integrada mediante aporte de nitrógeno mineral en forma de fertilizante NH_4NO_3 (33,5% N).

Los tratamientos resultantes de la combinación de los dos factores ensayados fueron:

-E1: Sistema de Producción Ecológica sobre suelo Tipo 1.

-E2: Sistema de Producción Ecológica sobre suelo Tipo 2.

-I1: Sistema de Producción Integrada sobre suelo Tipo 1.

-I2: Sistema de Producción Integrada sobre suelo Tipo 2.

Determinaciones realizadas

Para el control de la producción se cosecho una superficie de 23 m² por repetición (92 m^2 por tratamiento). Las líneas de cultivo utilizadas para el estudio se señalizaron y se recolectaron por separado del resto de la producción del invernadero. Se realizaron dos recolecciones a la semana por módulo desde el 14/05/06 hasta el 18/06/07. Los frutos recolectados se pesaron y se separaron en comerciales y no comerciales (destrío), clasificando los comerciales por categorías según la Norma Europea de calidad y comercialización (Reglamento (CE) Nº 912/2001).

Para determinar la calidad del fruto se determinaron: pH, º Brix, Acidez titulable, y contenido en Nitrógeno total en el fruto. Las determinaciones se realizaron sobre frutos correspondientes a cinco recolecciones. Para realizar las medidas de calidad en fruto se tomaron, de cada una de las repeticiones, una muestra compuesta por 10 frutos, mezclados en proporción a la clasificación por categorías hecha con anterioridad. Estas muestras fueron licuadas y se separó el jugo de los restos sólidos. A partir de la muestra líquida se procedió a la valoración del pH, º Brix (MAPA, 1994) y acidez titulable (AOAC, 1990).

El pH se midió con un pH-metro con electro de vidrio (MicropH 2001) en el jugo sin diluir. Se realizaron dos medidas por muestra.

El contenido en sólidos solubles ó ºBrix, se midió mediante un refractómetro manual (Cat. Nº 3810 digital refractometer), en el jugo fresco sin diluir. Se realizaron tres medidas por muestra.

La acidez titulable se midió mediante dilución de 10ml de jugo con 40 ml de agua destilada y se tituló mediante NaOH 0,1N. En la disolución formada por el jugo y el agua destilada se introduce la sonda del pH-metro y se va añadiendo Hidróxido de Sodio hasta neutralizar la muestra (con un pH aproximado de 8,1), calculando el resultado como meq ácido málico/L de zumo a partir del volumen de NaOH gastado.

En la materia seca de fruto se midió la concentración de N por el método de Kjeldahl (MAPA, 1994).

Análisis estadístico de los datos

Los datos obtenidos se han analizado estadísticamente con el programa informático Statgraphics Plus (versión 4.1). El análisis de la varianza, de los parámetros medidos, se realizó según en diseño factorial 2x2 de bloques al azar, con cuatro repeticiones. Cuando el análisis estadístico reveló diferencias significativas entre tratamientos, se aplicó un test de comparación de medias (test de mínima diferencia significativa, MDS) con $p \leq 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Efecto de los tratamientos sobre la producción de judía verde.

Los resultados obtenidos tras el control de la producción del cultivo de judía se recogen en el Cuadro 3. Se observó efecto del sistema productivo sobre los parámetros de producción, obteniendo en sistema de Producción Integrada mayor cantidad total y comercial de fruto con respecto al sistema de Producción Ecológica. El sistema Integrado también presentó mayor producción no comercial. Sin embargo los sistemas de producción no afectaron al porcentaje de producción de I y II categoría.

Respecto al efecto del tipo de suelo, el suelo Tipo 2 presentó mayor destrío, aunque no afectó significativamente la producción comercial.

El tratamiento que menor producción total y comercial obtuvo fue el E1 (Cuadro 3), si bien los valores obtenidos por este fueron superiores a los obtenidos para este cultivo en la provincia de Almería, cifrados en 1,08 kg/m^2 (Junta de Andalucía, 2004) para sistema de cultivo convencional.

Las producciones obtenidas en el experimento son muy superiores a las que obtenidas por Tisselli et al. (2002) para judía en sistema Integrado y Ecológico, ya que estos autores la cifran en 0,8 y 0,7 kg/m^2 respectivamente. La gran diferencia existente entre las producciones se puede deber principalmente a que los ensayos realizados por estos autores se desarrollaron al aire libre.

Las producciones obtenidas por el sistema Integrados fueron del orden a las obtenidas en ensayos de judía bajo invernadero en Almería con sistema de cultivo convencional (Segura et al., 2006).

Estudios realizados con diferentes concentraciones de nitrógeno (Sánchez et al., 2004) establecen una dosis de 6 mM N como óptimo por su eficiencia productiva para el cultivo de judía, obteniendo una producción similar a la obtenida en este ensayo por los tratamientos del sistema Integrado.

Los resultados obtenidos por Clark et al. (1999), en cultivo de tomate, concuerdan con los obtenidos en nuestro experimento, mostrando una reducción de los rendimientos al utilizar sistema de Producción Ecológica. La reducción en los rendimientos que presenta el sistema de Producción Ecológica se puede deber a la forma en la que se aplica el N, ya que el aporte de N en el sistema ecológico se realizó como N orgánico.

Efecto de los tratamientos sobre los parámetros de calidad de fruto de judía verde.

1. pH del fruto

El pH de fruto en las distintas recolecciones y la media de éstas se muestra en la Figura 1. Este parámetro de calidad no se vio afectado por el sistema de cultivo ni por el tipo de suelo en ninguna de las recolecciones. El pH vario entre 5,84 y 5,96. El pH medio de todas las recolecciones tampoco fue afectado por ninguno de los factores estudiados.

No existió interacción entre los factores estudiados, sistema de cultivo y tipo de suelo.

Los valores obtenidos de pH de fruto coinciden con los obtenidos por Dawo et al., (2007) para un cultivo convencional de judía al aire libre, y con los obtenidos por Khah y Arvanitoyannis (2003) y Martínez et al., (1995) para cultivo de judía en invernadero.

2. Contenido de sólidos solubles

La Figura 2 muestra el contenido de sólidos solubles (ºBrix) en las distintas recolecciones. El sistema de cultivo tuvo efecto significativo sobre el contenido en sólidos solubles, presentando el sistema Ecológico mayor contenido de ºBrix en la primera recolección y el sistema Integrado mayor contenido en la segunda y cuarta recolección (Fig. 2). El contenido de sólidos solubles varió de 5,66 y 4,99 ºBrix según la recolección, para el sistema Ecológico, y de 4,93 a 5,73 ºBrix para el sistema Integrado. El contenido se sólidos solubles medio de todas las recolecciones no fue afectado significativamente por el sistema de cultivo.

El tipo de suelo no afectó el contenido de ºBrix en fruto en ninguna de las recolecciones, mostrando valores que oscilaron entre un 5,14 y 5,57 dependiendo de la recolección. El contenido se sólidos solubles medio de todas las recolecciones tampoco fue afectado significativamente por el tipo de suelo.

No existió interacción entre el sistema de cultivo y el tipo de suelo.

Khah y Arvanitoyannis (2003) y Martínez et al., (1995), para cultivo de judía en invernadero, determinaron un contenido en fruto de sólidos solubles algo superior a los obtenidos en este ensayo. Si bien los resultados obtenidos en este experimento son superiores a los obtenidos por Lozano (1998) en cultivo de judía al aire libre, del orden de 4,5º Brix.

3. Acidez Titulable

La acidez titulable del fruto de judía en las distintas recolecciones se muestra en la Figura 3. El sistema de cultivo tuvo efecto significativo sobre la acidez titulable del fruto, presentando el sistema ecológico mayor acidez titulable en todas las recolecciones, a excepción de la cuarta donde no existieron diferencias estadísticamente significativas (Fig. 3). La acidez titulable varió entre 13,63 y 25,04 meq ácido málico/L de zumo, según la recolección, para el sistema Ecológico, y de 12,38 a 17,69 meq ácido málico/L de zumo para el sistema Integrado. La acidez titulable media de todas las recolecciones también fue afectada significativamente por el sistema de cultivo, siendo mayor en el sistema Ecológico.

El tipo de suelo afecto la acidez titulable de fruto en la segunda y quinta recolección, presentando una acidez ligeramente superior los frutos pertenecientes al suelo Tipo 1. La acidez titulable media de todas las recolecciones no fue afectada significativamente por el tipo de suelo.

No existió interacción entre el sistema de cultivo y el tipo de suelo.

Los resultados coinciden con los obtenidos por Martínez *et al*., (1995) en cultivo de judía de invernadero.

4. Concentración de Nitrógeno en el fruto de judía

La Figura 4 muestra la concentración de N en las distintas recolecciones. El sistema de cultivo solo tuvo efecto significativo sobre la concentración de N en la primera recolección, presentando el sistema Ecológico menor concentración de elemento. Durante el periodo de recolección la concentración de N en el fruto vario de 2,1 a 2,8%, alcanzándose los valores más altos en la última recolección. El porcentaje de N medio en fruto no fue afectado por el sistema de cultivo.

El tipo de suelo no afecto la concentración de N en fruto en las distintas recolecciones y tampoco la media de las mismas.

No existió interacción entre el sistema de cultivo y el tipo de suelo.

Para todos los cultivares de judía ensayados por Ferreira et al., (2006) la concentración de N en el fruto varió de 3,1 a 3,2%, valores superiores a los obtenidos en este experimento. Los valores de concentración de N en fruto para diferentes cultivares de judía ensayados por Varennes et al., (2002), presentan un intervalo de variación mas amplio (2,8 a 3,5%) pero también algo superior al obtenido en este ensayo.

CONCLUSIONES

La utilización de los sistema de Producción Integrada y Ecológica para el cultivo de judía verde en invernadero se presenta como una alternativa viable en los invernaderos de Almería frente al sistema de producción convencional, ya que las producciones obtenidas con estos sistema han sido similares o superiores a las que se obtienen en la comarca productora con sistemas de producción convencional.

El tipo de suelo no afecta la producción de judía cuando el cultivo se desarrolla bajo sistema de producción Integrada, sin embargo repercute en la producción cuando el cultivo se desarrolla bajo sistema de producción Ecológica. El suelo tipo 1 presenta, en el sistema de producción ecológica, un descenso en la producción del 36% con respecto al suelo tipo 2, descenso probablemente asociado al bajo contenido en materia orgánica presente en este tipo de suelo (1% MO).

Se ha demostrado la importancia que tiene, en la producción del cultivo de judía verde en invernadero, el nivel de materia orgánica del suelo cuando se utiliza un sistema de producción Ecológica.

La calidad organoléptica de fruto de judía durante el periodo de recolección es similar en el sistema de Producción Integrada y Ecológica, siendo la acidez titulable el único parámetro de calidad que aumenta en el sistema de Producción Ecológica.

AGRADECIMIENTOS

Al INIA y al IFAPA centro La Mojonera, por haber financiado este ensayo que es parte integrante del proyecto “MEJORA DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN INTENSIVA

DE PEPINO Y JUDÍA" (RTA2006-00035-00-00) dentro del Subprograma Nacional de Recursos y Tecnologías Agrarias en Cooperación con las Comunidades Autónomas.

BIBLIOGRAFÍA

AOAC, 1990. Oficial Methods of Analysis, (14 Edn). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.

CAPJA, 2002. Plan del sector hortícola de Almería. 2002. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. www.juntadeandalucia.es

Clark, M.S.; Horwath, W.R.; Shennan, C.; Scow, K.M.; Lantni, W.T.; Ferrris, H., 1999. Nitrogen, weeds and water as yield-limiting factors in convencional, low-input, and organic tomato systems. Agriculture, Ecosystems & Environment 73 (3): 257-270 pp.

Reglamento (CE) Nº 912/2001 de la Comisión de 10 de mayo de 2001 por el que se establecen las normas de comercialización de judías.

Dawo, M.; Wilkindon, J.M.; Sanders, F.; Pilbean, D.J., 2007. The yield and quality of fresh and ensiled plant material from intercropped maize (*Zea mays*) and beans (*Phaseolus vulgaris*). Journal of the Science of Food and Agriculture. Nº 87: 1391-1399 pp.

Fernández, M.D., Orgaz, F., Fereres, E., López, J.C., Céspedes, A., Pérez, J., Bonachela, S., Gallardo, M., 2000. Programación de riego de cultivos hortícolas bajo invernadero en el sudeste español. Ed. CAJAMAR (Caja Rural de Almería y Málaga).

Ferreira, M.E.; Varennes, A.; Melo-Abreu, J.P.; Vieira, M.I., 2006. Predicting pod quality of green beans for processing. Scientia Horitculturae Nº 109: 207-211 pp.

Gil, C.; Ramos, J.; Boluda, R.; Picazo, P., 2003. Caracterización fisicoquímica y evaluación del estado general de suelo en invernadero del poniente almeriense. FIAPA, Nº 13.

Junta de Andalucía, 2004. Memoria resumen de la provincia de Almería año 2004. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.

Khah, M.E.; Arvanitoyannis, S.I., 2003. Yield, nutrient content and physico-chemical and organoleptic properties en green bean are affected by N:K ratios. Food, Agricultura & Enviromment Vol I: 17- 26pp.

Lozano, E.J., 1998. Evaluación de perdidas postcosecha para la legumbre habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) que se comercializa en la ciudad de Neiva. Trabajo fin de carrera. Colombia. 102pp.

MAPA, 1994, Métodos Oficiales de Análisis. Tomo III.

Martínez, C.; Ros, G.; Periago, M.J.; López, G.; Ortuño, J; Rincón, F., 1995. Physico-Chemical and Sensory Quaity Criteria of Green Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Lebensm-. Wiss. U. Techno. Nº 28: 515-520.

Namesny, A., 1999. Post-recolección de hortalizas III. Hortalizas de fruto. Ed. Horticultura. 115 - 132 pp.

Requena, J.I., 1999. Cultivos sin suelo II. Cultivo hidropónico de judía "Phaseolus vulgaris". 563 – 571 pp.

Sánchez, E.; Rivero, M.R.; Ruiz, J.M.; Romero, L., 2004. Yield and biosíntesis of nitrogenous compounds in fruits of green bean (*Phaseolus vulgaris* L cv Strike) in response to increasing N fertiliation. Journal of the Science of Food and Agriculture. Nº 84: 575-580 pp.

Segura, M.L., Granados, M.R., Contreras, J.I., Martín, E., Rodríguez, J.M., 2006. Greenhouse management of the potassium fertilization of a green bean crop. Acta Horticulturae, 700, 145-148.

Tisselli, V.; Rizzi, L.; Gengotti, S.; Foschi, S., 2002. A practical case in Emilia-Romagna (Italy). Final report on the VEGINECO Project. Reprot Nº 1. Ed: W. Sukkel & A. Garcia Diaz. 29-38pp.

Varennses, A.; Melo-Abreu, J.P.; Ferreira, M.E., 2002. Predicting the concentration and uptake of nitrogen, phosphorus and potassium by field-grown green beans Ander non-limiting conditions. European Journal of Afronomy Nº 17: 63-72 pp.

CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1. Distribución porcentual de nutrientes aplicados por estadios fenológicos.

	Distribución (%)		
	Desarrollo Vegetativo	Fructificación Maduración de Frutos	Recolección
N	11,5	49,2	39,3
K	10,2	37,5	52,3

Cuadro 2. Análisis de los dos tipos de suelo.

	M.O.	Ca	Mg	K	Na	$N(NH_4^+)$	$N(NO_3^-)$
	%	mg/kg de suelo					
Suelo Tipo 1	1,00	977	221	76	53	4,6	21
Suelo Tipo 1	2,45	1513	325	73	54	4,9	30

Cuadro 3. Producción total, comercial y destrio de frutos de judía verde.

	Total	Comercial			Destrio
	g/m^2	Total (g/m^2)	% Categoría I	% Categoría II	g/m^2
Tratamiento	*	*	ns	ns	ns
E1	1,31 b	1,12 b	55 a	45 a	0,19 a
E2	2,05 a	1,76 a	57 a	43 a	0,29 a
I1	2,43 a	2,00 a	54 a	46 a	0,43 a
I2	2,35 a	1,88 a	54 a	46 a	0,47 a
Sistema (S)	*	*	ns	ns	ns
Ecológico	1,68 b	1,44 b	56 a	44 a	0,24 a
Integrado	2,41 a	1,96 a	54 a	46 a	0,45 a
Tipo de suelo (TS)	ns	ns	ns	ns	ns
1	1,89 a	1,58 a	54 a	46 a	0,31 a
2	2,2 a	1,82 a	56 a	44 a	0,38 a
Interacción (SxTS)	*	ns	ns	ns	ns

ns: no significativo, *: significativo el análisis de la varianza (ANOVA) a $p \leq 0.05$. Las medias con diferente letra en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos.

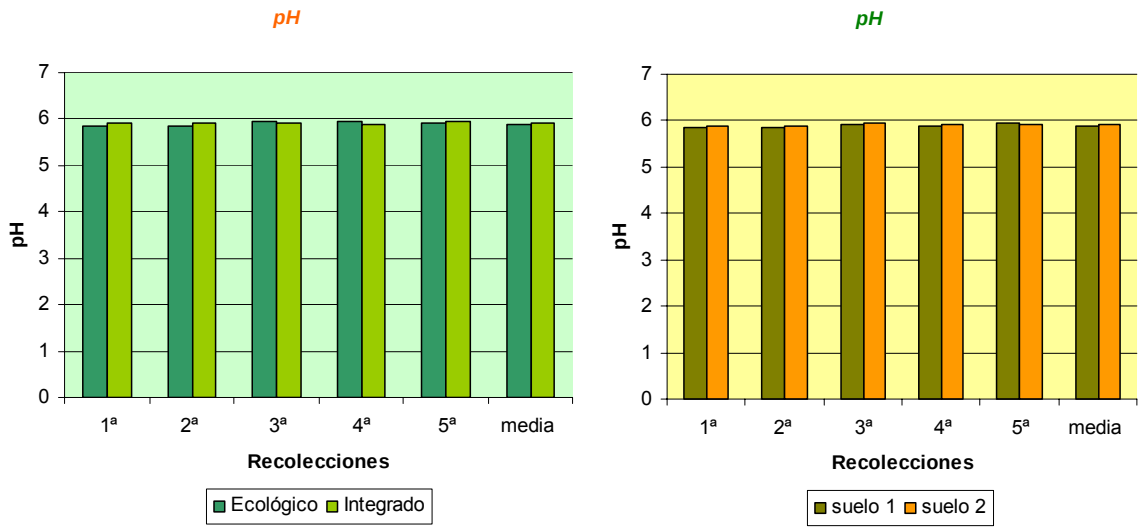

Figura 1. Valores de pH en fruto de judía en las distintas recolecciones y en la media de las mismas.

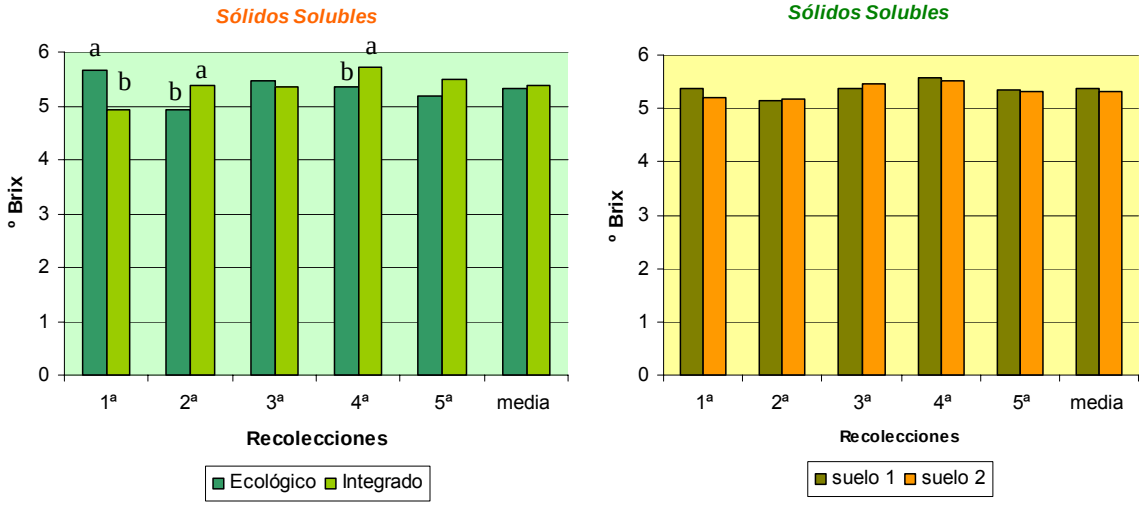

Figura 2. Contenido de sólidos solubles (ºBrix) en fruto de judía en las distintas recolecciones y en la media de las mismas. Diferentes letras entre barras indican diferencias significativas entre sistemas de producción o tipo de suelo a p≤0.05.

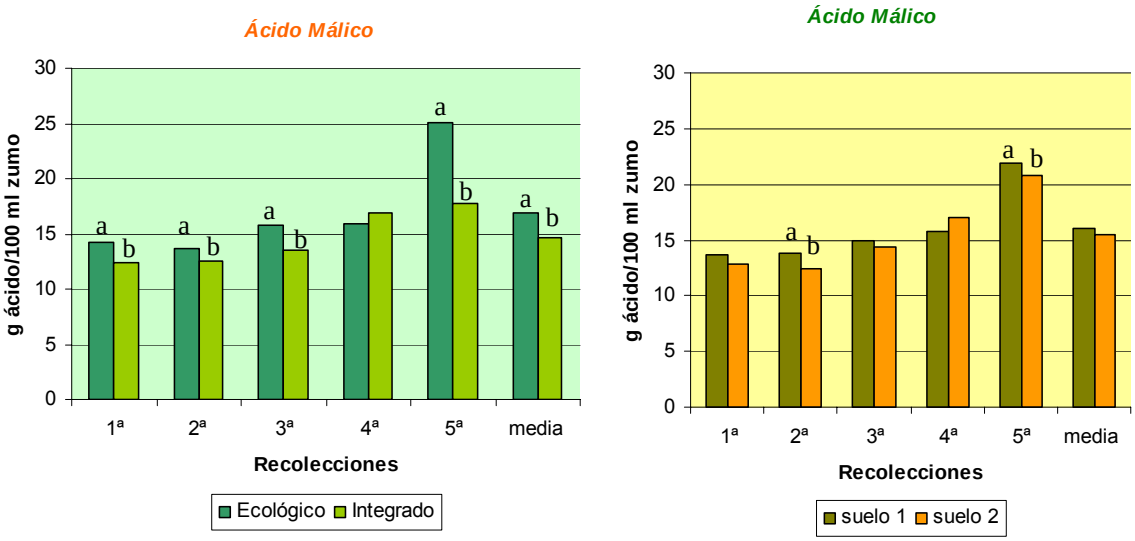

Figura 3. Acidez titulable (ácido málico) en fruto de judía en las distintas recolecciones y en la media de las mismas. Diferentes letras entre barras indican diferencias significativas entre sistemas de producción o tipo de suelo a p≤0.05.

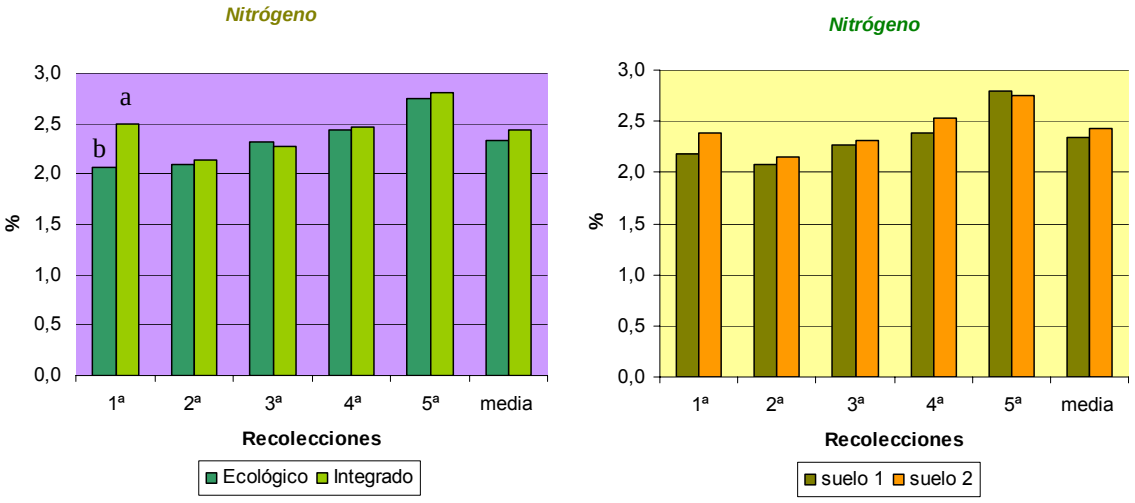

Figura 4. Concentración de nitrógeno (%) sobre materia seca de fruto de judía en las distintas recolecciones y en la media de las mismas. Diferentes letras entre barras indican diferencias significativas entre sistemas de producción o tipo de suelo a p≤0.05.