



PRINCIPADO DE ASTURIAS

CONSEJERIA DE AGRICULTURA

***INFLUENCIA DE LA DENSIDAD Y DEL  
ESPACIAMIENTO ENTRE PLANTAS EN EL  
RENDIMIENTO DE GRANO DE LA FABA  
GRANJA ASTURIANA (*Phaseolus vulgaris* L.)***

**SERIE  
TÉCNICA  
Nº. 2 / 98**

Centro de Investigación Aplicada  
Y tecnología Agroalimentaria (CIATA)



**INFLUENCIA DE LA DENSIDAD Y DEL  
ESPACIAMIENTO ENTRE PLANTAS EN EL  
RENDIMIENTO DE GRANO DE LA FABA  
GRANJA ASTURIANA (*Phaseolus vulgaris* L.)**

**AUTORES:**

MIGUEL ÁNGEL FUEYO OLMO  
ANA JESÚS GONZÁLES FERNÁNDEZ  
JUAN JOSÉ FERREIRA FERNÁNDEZ

**SERIE  
TÉCNICA  
Nº. 2 / 98**

*Departamento de Hortofruticultura*

*Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario*

*Consejería de Agricultura del Principado de Asturias*

*Edita: Unidad de Transferencia y Coordinación del CIATA  
Consejería de Agricultura del Principado de Asturias*

*D.L.: AS - 777 - 98*

## INFLUENCIA DE LA DENSIDAD Y DEL ESPACIAMIENTO ENTRE PLANTAS EN EL RENDIMIENTO DE GRANO DE LA FABA GRANJA ASTURIANA (*Phaseolus vulgaris* L.)

M. A. Fueyo, A.J. González y J.J. Ferreira

Consejería de Agricultura del Principado de Asturias  
Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria

### RESUMEN

Al objeto de cuantificar la influencia de la utilización de diferentes densidades de plantas (66.000, 53.000, 40.000 plantas por ha) en el rendimiento de la variedad ANDECHA, con hábito de crecimiento indeterminado, tipo IV b; así como de estudiar la posibilidad de reducir los costes de entutorado variando la distancia entre hileras de 100 a 150 cm, y consecuentemente la separación entre plantas de 10 a 25 cm, según densidades, se ha desarrollado un experimento en el CIATA (Villaviciosa - Asturias), con los siguientes resultados:

La variedad Andecha consigue los mejores rendimientos de grano con 66.000 plantas/ha y espaciamientos de 100 cm entre hileras y 15 cm entre plantas.

La utilización de separaciones de 150 cm entre hileras, aún manteniendo la densidad de plantas estrechando la distancia entre plantas, supone un descenso del rendimiento del 11%.

La componente del rendimiento más influenciada por la separación entre hileras y por el descenso de la densidad de plantas, fue el número de vainas por m<sup>2</sup>.

El peso de las semillas y el porcentaje de destrío por grano manchado no mejoró al utilizar densidades más bajas o espaciamientos entre hileras más amplios.

**Palabras clave:** *Phaseolus vulgaris* L, judía grano, faba granja asturiana, densidades, espaciamientos, rendimiento, componentes del rendimiento, destrío.

### INTRODUCCIÓN

Desde hace diez años, apoyándose en los resultados experimentales obtenidos sobre faba granja asturiana se vienen recomendando distanciamientos de 100 cm entre líneas y de 15 cm entre plantas (FUEYO, 1989).

Actualmente, el cultivo se ha modernizado, utilizando semilla de mayor calidad, control de malezas y empleo de más fertilizantes, entre otros factores, y se ha desarrollado fundamentalmente con la variedad ANDECHA. Los cultivos alcanzan una masa vegetativa abundante que conduce a la disminución de la densidad de plantas, lo que puede ocasionar una reducción del rendimiento de grano.

La optimización de la densidad a las características de las variedades y a las condiciones de clima y suelo bajo las que se desarrolla el cultivo, constituye un objetivo importante de las investigaciones realizadas sobre esta especie en los países productores (NUÑEZ, 1976; GONZÁLEZ, 1986; LUCAS 1987; GRAFTON et al., 1989; KELLY, 1988; ARGAEZ, 1991; FAILDE et al., 1991), y en general, enmarcan una relación directa con el rendimiento, pudiendo afectar al número de vainas, número de semillas por vaina y peso de las semillas.

Por otra parte, al tratarse de un cultivo en líneas entutoradas con estructuras de postes con alambres o con tutores individuales, la adquisición de los materiales, así como el trabajo para su instalación y retirada al final del cultivo, representa un gasto importante a la hora de evaluar los costes de producción.

Por ello, en este experimento, al tiempo de comparar los rendimientos de densidades de 53.000 y 40.000 plantas por ha, frente a la densidad de 66.000 plantas/ha, se estudiaron distancias entre líneas de 100 y 150 cm, utilizando separaciones entre plantas de 10, 15, 12.5, 16.66, 18.75 y 25 cm para equiparar las densidades según la distancia entre líneas.

El hecho de cuantificar y comparar los rendimientos para cada par de distanciamientos (línea x planta), ofrece la posibilidad de utilizar argumentos económicos para tomar la decisión de dirigir el cultivo con la densidad de plantas más ventajosa y con la distancia entre líneas de 150 cm, ya que representaría un ahorro de materiales y de mano de obra importante, frente a separaciones de 100 cm.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó con la variedad comercial de "Granja Asturiana" ANDECHA, de hábito de crecimiento indeterminado tipo IV b y con un ciclo de nascencia a cosecha de 160-163 días bajo las condiciones de Villaviciosa. El grano, como en todas las variedades de granja asturiana, es de color blanco, de forma arriñonada larga y con un promedio superior a 100 g/100 semillas.

En el Tabla 1, se detallan las densidades y los espaciamientos incluidos en el experimento.

Tabla 1.- Densidades de siembra y espaciamientos entre plantas, incluidas en experimento de producción de faba granja asturiana ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.). Villaviciosa 1997		
DENSIDADES (*) (nº plantas /ha)	ESPACIAMIENTOS (cm)	
	ENTRE LÍNEAS	ENTRE PLANTAS
66.000	100	15
66.000	150	10
53.000	100	18,75
53.000	150	12,5
40.000	100	25
40.000	150	16,66

\*. Parcelas elementales de 7,5 m<sup>2</sup> con 50, 40 y 30 plantas respectivamente, para las densidades 6.6, 5.3 y 4 plantas/ m<sup>2</sup>, de la variedad Andecha.

La siembra se realizó en bandejas con alvéolos, empleando turba negra como sustrato. Las plantas permanecieron en invernadero hasta el 16 de mayo, fecha en la que se efectuó el trasplante en la parcela de cultivo al aire libre.

Para la colocación de las plantas en las parcelas elementales se abrieron surcos y se depositaron los cepellones en el fondo de los mismos, procediendo, para evitar pérdidas de humedad en el suelo, a cubrir con tierra inmediatamente, dejando sin tapar la cara superior del cepellón y obviamente el tallo de la plántula.

El ensayo se desarrolló bajo las siguientes condiciones de cultivo:

Abonado N-P-K y Mg, en función de la fertilidad de la parcela, haciendo un balance con la estimación de las extracciones esperadas, evaluadas en 80-60-200 U.F de N-P-K y en 40 de magnesio por hectárea.

- Control de malezas mediante la aplicación de *Fomesafen 22,5% p/v*. (a razón de 2 litros de p.c. por ha, DARDO - Zeneca) mezclado con *Cicloxidim 10% p/v* (a dosis de 2,5 litros de p.c. por ha, FOCUS Ultra - Basf) a la emisión de la segunda hoja trifoliada, dirigiendo el tratamiento a una banda de unos 25 cm a cada margen de la línea de cultivo y pase de motoazada entre las líneas de cultivo. Se efectuó una segunda labor de motoazada antes de iniciarse la floración.

- Sistema de monocultivo entutorado con varillas metálicas de 4 mm de diámetro, utilizando 1 varilla por cada 2 plantas. Para la sujeción de las varillas se colocaron líneas de alambre con postes cada 7,5 m, dejando una altura de 2 m para el crecimiento de las plantas.

- Coincidiendo con los estados vegetativos de primera hoja trifoliada, inicio de la floración, plena floración, hinchado de vainas y madurez fisiológica, se realizaron tratamientos fitosanitarios con carácter preventivo contra enfermedades (enfermedades del cuello, antracnosis, botrytis, esclerotinia y otras) y contra insectos (orugas del suelo, pulgones, chinche de la flor y gorgojo).

La recolección se efectuó en dos fases, la primera el 24 de septiembre y la segunda y definitiva el 14 de octubre. Los controles se aplicaron independientemente a cada recogida, centrandose el análisis exclusivamente

en los resultados globales cuando los parciales (recolección precoz para el 24 de septiembre y tardía para el 14 de octubre) no marcaban diferencias significativas.

Las parcelas elementales tenían 7,5 m<sup>2</sup>, alojando 50, 40 y 30 plantas, respectivamente para las densidades de 6.6, 5.3 y 4 plantas por m<sup>2</sup>. La longitud de las parcelas era de 7,5 m. Para los espaciamientos de 100 cm entre líneas y de 5 m para los de 150 cm Para su distribución en el campo se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, utilizando líneas de guarda para establecer los espaciamientos entre líneas necesarios.

Los resultados referidos al rendimiento, componentes de la producción (número vainas, número de granos en 100 vainas y peso de 100 semillas) y destrío por grano manchado, se estudiaron por el método del análisis de varianza, calculando el histograma de los residuos, índices de normalidad (K. PEARSON), residuos sospechosos (GRUBBS), S.C.D. prueba de TUKEY y prueba de NEWMAN-KEULS (nivel 5%) para las variables cuyos promedios se agrupaban en diferentes grupos homogéneos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2, donde se presentan los rendimientos brutos (grano comercial más destrío por grano manchado), se producen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para los rendimientos referidos a 66.000 plantas/ha con el espaciamiento 100 cm entre líneas y 15 cm entre plantas (3113 Kg/ha), sobre la densidad de 40.000 plantas/ha con el espaciamiento de 150 cm entre líneas y 16.66 cm entre plantas (2574 kg/ha).

**Tabla 2.- Rendimiento de grano de faba granja asturiana (*Phaseolus vulgaris* L.), según densidades y espaciamientos entre plantas. Villaviciosa, 1997.**

DENSIDADES (n° plantas/ha)	ESPACIAMIENTOS (cm) Entre líneas x entre plantas	RENDIMIENTOS (1)	
		kg /parcela (2)	kg / ha
66.000	100 x 15	2335 a	3113
53.000	100 x 18,75	2258 ab	3010
40.000	100 x 25	2133 ab	2844
66.000	150 x 10	2077 ab	2769
53.000	150 x 12,50	2031 ab	2708
40.000	150 x 16,66	1931 b	2574

1, Producción bruta, incluyendo todas las categorías de grano comercial y de destrío, por grano pequeño y manchado.  
2, Parcela elemental de 7.5 m<sup>2</sup>, alojando 50, 40 y 30 plantas, respectivamente para las densidades 6.6, 5.3 y 4 plantas/m<sup>2</sup>.  
Promedios seguidos de las mismas letras no difieren significativamente por el test de TUKEY ( $p < 0.05$ ).

Los resultados referidos a los restantes espaciamientos no difieren significativamente ( $p > 0,05$ ). No obstante, se observa cierta dependencia de los rendimientos no sólo con las densidades, sino también con la separación entre líneas y con la distancia entre plantas dentro de la línea de cultivo. Ello, permite plantear los siguientes comentarios:

Desde el punto de vista productivo parece más ventajoso utilizar distanciamientos entre líneas de 100 cm, en lugar de 150 cm. Los resultados de producción conseguidos en cada densidad de plantas variaron entre el 9 y 11%, reduciéndose la cosecha al pasar de 100 a 150 cm la distancia entre líneas.

Para un mismo distanciamiento entre líneas, a medida que se incrementa la distancia entre plantas, con la correspondiente reducción de la densidad de plantas, se produce un descenso del rendimiento de grano, lo que parece afianzar la densidad de 66.000 plantas, con espaciamientos de 100 cm x 15 cm, como la más productiva entre las tres densidades estudiadas con la variedad Andecha.

El número de vainas por metro cuadrado (Tabla 3), se presenta como la componente de producción más influida por la densidad de plantas y por el distanciamiento entre líneas, alcanzando diferencias significativas a favor de los distanciamientos entre líneas de 100 cm para las densidades de 66.000 y 53.000 plantas por ha (104 y 101 vainas por m<sup>2</sup>, respectivamente), con respecto al espaciamiento de 150 cm que produjeron 89 y 86 vainas por m<sup>2</sup>, respectivamente ( $p < 0,05$ )

**Tabla 3.- Número de vainas como componente de la producción de grano de faba granja asturiana (*Phaseolus vulgaris*, L.), según densidades y espaciamientos entre plantas. VILLAVICIOSA, 1997.**

DENSIDADES(*) (plantas/ha)	ESPACIAMIENTOS (cm) Entre líneas x entre plantas	Nº VAINAS	
		Parcela (p = 7,5 m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>
66.000	100 x 15	783 a	104
53.000	100 x 18,75	761 ab	101
40.000	100 x 25	713 abc	95
66.000	150 x 10	669 bc	89
53.000	150 x 12,5	644 c	86
40.000	150 x 16,66	623 c	83
c.v. = 7,4%			
*, Variedad de judía grano, tipo granja asturiana, ANDECHA. Hábito de crecimiento indeterminado, tipo IV b. Promedios seguidos de las mismas letras no difieren significativamente por el test de TUKEY (p<0.05).			

En general, el número de vainas producido parece decrecer más drásticamente al incrementar la distancia entre líneas de 100 a 150 cm, aún manteniendo la misma densidad de plantas que al reducir la densidad de plantas (66.000 a 40.000 plantas/ha) ampliando la distancia entre plantas dentro de cada línea. Estos resultados concuerdan con las referencias bibliográficas disponibles (BERGAMASCHI et WESTPHALEN, 1976; NUÑEZ, 1976). No obstante, conviene resaltar que dichos autores señalan que el número de vainas por planta decrece al incrementar la densidad de plantas.

En la tabla 4 se muestran los resultados referentes a las componentes de producción: número de semillas en cien vainas y peso de cien semillas. En la segunda recogida de fecha 14 de octubre, se observa una diferencia significativa con menor número de semillas por cien vainas de la densidad de 66.000 plantas/ha, con espaciamiento de 150 cm x 10 cm, en comparación con la densidad de 40.000 plantas/ha, con espaciamiento 100 cm x 25 cm (p<0,05).

**Tabla 4.- Componentes de la producción de grano de faba granja asturiana (*Phaseolus vulgaris*, L.), según densidades y espaciamientos entre plantas. VILLAVICIOSA, 1997**

DENSIDADES (1) (plantas/ha)	ESPACIAMIENTOS (cm) Entre líneas x entre plantas	Nº SEMILLAS EN 100 VAINAS RECOGIDAS		PESO DE 100 SEMILLAS (gramos)
		1ª (2)	2ª (3)	
40.000	100 x 25	333	282 a	104
53.000	100 x 18,75	333	244 ab	107
40.000	150 x 16,66	331	266 ab	105
66.000	150 x 10	323	237 b	106
53.000	150 x 12,5	316	258 ab	109
66.000	100 x 15	304	260 ab	109
		c.v. = 9,3%	c.v. = 6,9%	c.v. = 3,3%
1, Variedad de judía grano, tipo granja asturiana, ANDECHA. Hábito de crecimiento indeterminado, tipo IV b. 2, Datos referidos a las vainas recolectadas en la primera recogida el 24 de septiembre. 3, Datos referidos a las vainas recolectadas en la segunda y definitiva recogida el 14 de octubre. Promedios seguidos de las mismas letras no difieren significativamente por el test de TUKEY (p<0.05).				

En general, las diferencias entre el cuajado de las vainas más tempranas (1ª recogida) y las más tardías, probablemente fuera debido a las bajas condiciones de luminosidad existentes en el mes de agosto de 1997 en Asturias.

En definitiva, al margen de lo reseñado anteriormente, las dos componentes analizadas en este apartado no parecen aportar referencias que permitan apoyar una u otra densidad o espaciamiento, aunque algunos autores como NUÑEZ (1987) citan el peso y el volumen de 100 semillas como componente influenciada por la densidad de plantas en un experimento realizado con cuatro variedades.

La incidencia de grano manchado (tabla 5) puede variar el rendimiento neto o comercial del grano. Sin embargo, los resultados obtenidos en este experimento, no permiten relacionar la incidencia de grano manchado con las densidades de plantas ni con los espaciamientos estudiados, cuyos resultados oscilaron entre el 12 y el 20% de destrío, sin que las diferencias fueran estadísticamente significativas (p>0,05).



**Tabla 5.- Incidencia del destrío por grano manchado de faba granja asturiana (*Phaseolus vulgaris* L.), según densidades y espaciamientos entre plantas. VILLAVICIOSA, 1997**

DENSIDADES (plantas/ha)	ESPACIAMIENTOS (cm) Entre líneas x entre plantas	DESTRÍO POR GRANO MANCHADO (1)		
		RECOGIDAS		TOTAL % (4)
		1ª (2) g/parcela	2ª (3) g/parcela	
40.000	150 x 16,66	221	162	19,8
66.000	100 x 15	203	120	13,8
53.000	100 x 18,75	202	130	14,7
66.000	150 x 10	165	162	15,7
53.000	150 x 12,5	158	138	14,6
40.000	100 x 25	132	129	12,2

1, Provocado mayoritariamente por antracnosis. 2, 1ª recogida en fecha 24 de septiembre  
3, 2ª recogida y definitiva en fecha 14 de octubre. 4, Destrío total en relación a la producción bruta.  
Promedios seguidos de las mismas letras no difieren significativamente por el test de TUKEY (p<0,05)

Los resultados obtenidos en este experimento, así como las apreciaciones de algunos autores respecto a que las interacciones entre genotipo y espaciamiento entre hileras marcan un rango de rendimiento óptimo para cada genotipo (GRAFTON et al., 1988) y que la optimización del espaciamiento entre hileras tiende a aumentar el rendimiento en 5-10% (KELLY, 1988), abren la doble perspectiva de ampliar con nuevos experimentos la información sobre los espaciamientos más productivos y eficientes en relación al coste de producción, para las variedades *Andecha*, *Bonafema* y *Cimera*, de crecimiento indeterminado, y para la variedad *Xana*, de crecimiento determinado.

El programa de nuevos ensayos con densidades superiores a las 66.000 plantas/ha, deberá plantearse sin incrementar significativamente los costes de entutorado y sin estrechar la separación entre plantas, lo que conduce a estudiar sistemas de hileras pareadas con línea de entutorado compartida.

## CONCLUSIONES

La variedad *Andecha*, con crecimiento indeterminado de tipo IV b (distribución de vainas fundamentalmente en la zona media-alta de las plantas), consigue los mejores rendimientos con la densidad de 66.000 plantas/ha y espaciamientos de 100 cm entre hileras y de 15 cm entre plantas, por lo que, desde el punto de vista productivo debe de descartarse la utilización de densidades inferiores.

La posibilidad de disminuir los costes de entutorado (en adquisición de materiales y mano de obra), al disminuir el número de hileras, aunque se mantenga la misma densidad de plantas (66.000 plantas/ha, a 10 cm de separación entre plantas), pasando a utilizar distancias de 150 cm entre líneas, supone un descenso del rendimiento, evaluado en este experimento en un 11% de la producción. Por tanto, desde el punto de vista económico, sólo se podrá justificar esta decisión cuando la disminución de los gastos de entutorado, sea igual o superior al valor del 11% de la cosecha, actualmente en torno a las 175.000 pts/ha.

Los rendimientos de grano descienden más drásticamente, para una misma densidad, al pasar de 100 a 150 cm entre líneas que al reducir la densidad de 66.000 a 40.000 plantas aumentando la distancia entre plantas. No obstante, la reducción del rendimiento, al utilizar distancias entre plantas superiores a 15 cm, para hileras separadas 100 cm, no tiene argumentos económicos que lo justifiquen, pudiendo representar un descenso del rendimiento del 9%, cuando se utilizan distancias de 25 cm entre plantas.

La componente de rendimiento más influenciada por la densidad de plantas fue el número de vainas por m<sup>2</sup>, marcando diferencias importantes incluso entre las vainas producidas en las parcelas con separación entre líneas de 150 cm, con respecto a las mismas densidades con hileras a 100 cm (104 vainas/ m<sup>2</sup>, máxima producción para 66.000 plantas/ha, con espaciamiento de 100 cm x 15 cm). No obstante, conviene reseñar que el número de vainas por planta puede ser inferior que con densidades de 53.000 y 40.000 plantas/ha, lo que puede acarrear interpretaciones erróneas cuando se utilizan argumentos apoyados exclusivamente en observaciones visuales.

El peso de las semillas, así como el porcentaje de destrío por grano manchado no se vio favorecido por utilizar densidades más bajas o espaciamientos entre hileras más amplios. La precocidad o calendario de

recolección tampoco se vio afectado, al variar la densidad, para la variedad *Andecha*.

En definitiva, los resultados obtenidos marcan diferencias importantes y justifican la realización de nuevos experimentos para determinar las densidades y los espaciamentos más ventajosos para cada variedad. como para justificar la programación de nuevos objetivos para determinar las densidades y espaciamentos más ventajosos para las variedades *Andecha*.

## AGRADECIMIENTOS

Al personal del CIATA que participó en los trabajos de campo, controles y edición de esta publicación.

## BIBLIOGRAFÍA

ARGAEZ, J. de J. 1991. Efecto de la fecha de siembra y densidad de población en el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) variedad Flor de Mayo Bajío. Tesis Ing. Agr. Univ. Aut. Chapingo. Es. Chapingo, México. 81 pág.

FAILDE, V.; DE SIMONE, M; GARCÍA, S.; PANADERO, C. 1991. Bioecología, época y densidad de siembra de tres nuevas variedades de poroto (*Phaseolus vulgaris*, L.) en Cerrillos, Salta, Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Casilla de correo 228 (4400), Salta, Argentina. 39 pág.

FUEYO, M.A. 1989. Resultados experimentales de horticultura. Programa de Experimentación Agraria. Avance de resultados 1989. Previsiones 1990. Principado de Asturias. Consejería de Medio Rural y Pesca. CEA. Apdo. 13, 33.300 Villaviciosa (Asturias). pag. 32-33.

GONZÁLEZ, C. 1986. Tamaño de semillas de frijol variedad Jamapa y su relación con la densidad de siembra en la costa de Nayarit. Agricultura Técnica de México 12 (2): 303-312. Es. Sum Es., 11 Ref., II.

GRAFTON, F.; SCHNEITER, A.; NAGLE, S. 1988. Row spacing, plan population, and genotype x row spacing interaction effects on yield and yield components of dry bean. Agronomy Journal 80(4). Agronomy Dept., North Dakota State Univ., Fargo, ND 58105, USA 631-634.

KELLY, J.D. 1988. Effect of row-spacing on dry bean yields in Michigan. Michigan Dry Bean Digest 12(2). En. Crop & Soil Sciences Dept. Michigan State Univ. East Lansing, MI 48824 USA. 6, 8, 16.

LUCAS, J.MV.; MINAMI, N. 1987. Influencia de la densidad de siembra en el rendimiento del frijol en Sao Paulo. Anais da Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz 44(2). Sum. Pt. En., 13 Ref. (Est. Exper.) Las Piedras. Canelones, Uruguay. 1627-2641.

NUÑEZ, R. 1976. Estudio de los componentes del rendimiento en 4 variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) sembradas en 4 densidades. Tesis. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, 135 p.





PRINCIPADO DE ASTURIAS

CONSEJERIA DE AGRICULTURA

**Centro Investigación Aplicada  
y Tecnología Agroalimentaria (CIATA).**

*Unidad de Transferencia y Coordinación*

Aptdo. 13 – 33300 Villaviciosa – Asturias (España)

Telf. 985890066 – Fax: 985891854

Email: [seridavilla@serida.org](mailto:seridavilla@serida.org)