

WILLIAM MONTEZUMA*
HERNANDO RUIZ R.*
VICTOR MONTENEGRO GALVEZ**

RESUMEN

El presente trabajo fue realizado con el objeto de estudiar el efecto de diferentes densidades de población sobre el rendimiento en el cultivo de la arveja (Pisum sativum L.). El diseño utilizado fue el de bloques al azar con 10 tratamientos y 3 replicaciones.

Las densidades de población estudiadas: 1.000.000, 666.666, 650.000, 555.555, 333.333, 250.000, 200.000, 185.185, 166.666 y 133.333 plantas/Ha.

El rendimiento más alto se consiguió sembrando en surcos dobles 1.000.000 de plantas/Ha, las cuales dieron un rendimiento medio de 4,454,09 Kg/Ha superior en 82,67% con relación al testigo (siembra al voleo). El mayor número de vainas/planta se obtuvo con la población de 185.185 plantas, con 41,36 vainas/planta, superior en un 104,04% con respecto al testigo.

La mayor longitud de vainas, 7,32 cm, la presentó el tratamiento con 1.000.000 de plantas, superior en un 20% con relación al testigo. Con respecto al número de semillas/vaina se encontró un grupo de densidades con 6 semillas/vaina y otro grupo con 5. No se verificaron diferencias significativas entre las densidades en lo que respecta a peso de los 1.000 granos.

* Ingenieros Agrónomos

**Profesor Asociado. Facultad de Ciencias Agrícolas.
Universidad de Nariño. Pasto, Colombia.

ABSTRACT

This work was carried out to study the effect of different population densities on yield of pea crop (Pisum sativum L.). Population densities were: 1.000.000, 666.666, 650.000, 555.555, 333.333, 250.000, 200.000, 185.185, 166.666 y 133.333 pl/Ha.

With 1.000,000 pl/Ha. using double furrow, the highest field was obtained 4,459 Kg/Ha, 82,67% higher than the check. Respect to pod number/plant, the highest value 41.36, was obtained with a population of 185,185 major pod length 7.32cm. was obtained with 1'000.000 pl/Ha, 20% higher than the control. Respect to seed number/pod there were observed two well-defined groups, with 5 seeds and with 6. Respect to 1,000-grain weight, no significant difference was observed between population densities.

INTRODUCCION

Entre los cultivos hortícolas el de la arveja, a pesar de su importancia, no ha recibido la atención necesaria por parte los investigadores y los trabajos llevados a cabo con el fin de obtener mejores producciones, son muy escasos.

La realización de labores culturales adecuadas y oportunas no son suficientes para mejorar los rendimientos de un cultivo. Se ha comprobado experimentalmente en varias plantaciones comerciales, que aumentando el número de plantas por área sembrada se puede incrementar en forma significativa el rendimiento.

Sin embargo el aumento de población por unidad de superficie se encuentra limitado. Se ha observado en ciertos cultivos, que dicha práctica puede llegar a disminuir el rendimiento y la calidad del producto, principalmente cuando se utilizan poblaciones demasia-

do altas por unidad de superficie.

Con base en lo anterior se planeó el siguiente trabajo con el objeto de estudiar el efecto de diez densidades de población organizadas en sistemas de siembra de surcos sencillos y dobles, sobre la producción de granos verdes en el cultivo de arveja.

REVISION DE LITERATURA

King (4) en investigaciones realizadas en arveja durante 20 años en Inglaterra, verificó que manteniendo la misma distancia entre hileras y reduciendo la distancia entre plantas de 60 a 40 cm se lograba obtener un aumento de rendimiento en un 4%; un aumento del 35% lo obtuvo al reducir la distancia entre hileras de 20 cm

Con variedades de enredadera verificó la no existencia de diferencias significativas en la longitud de los zarcillos, en la posición del primer nudo con vainas y en la distribución del tamaño de los granos, entre poblaciones sembradas a 20 y 10 cm entre hileras (4):

En los Estados Unidos Holliday (3) encontró que al aumentar la densidad de población en un cultivo de arveja, había una reducción en el número de vainas por planta al igual que en el número de granos por vaina.

Vicent (8) observó que al disminuir la distancia de siembra entre hileras, era muy frecuente la no formación de vainas en el nudo basal; verificó que los mejores rendimientos de arveja se conseguían con poblaciones de 850.000 a 1.200.000 plantas/Ha sembradas en hileras con 18 cm de separación.

En la India, Lenka y Gauntan (5) encontraron que plantando en cuadrado utilizando distancias desde 7,5 x 7,5 cm hasta 30 x 30 cm la producción de semillas se incrementaba con el aumento de población de plantas, acompañada por una disminución en la ramificación, en el número de vainas por planta y en el peso de la semilla.

Gritton y Eastin (2) en los Estados Unidos trabajando con variedades tempranas y tardías de arveja, utilizando hileras con separaciones de 9,18 y 27 cm y con densidades de 1.660.000, 1.110.000 y 550.000 plantas/Ha, en todas las combinaciones posibles, encontraron que la madurez, altura de las plantas, el número de nudos y la colocación del nudo más bajo con vainas, difirieron ligeramente entre los tratamientos. La producción por planta en término del número de vainas por planta y número de granos por vaina disminuía a medida que la población aumentaba.

En Colombia, Tamayo y Duarte (7) recomiendan distancias de siembra de 60 cm entre surcos y de 15 a 20 cm entre plantas; también aconsejan utilizar el sistema de surcos dobles, sembrando dos surcos pares a 30 y 60 cm del siguiente par de surcos, con la misma distancia entre plantas.

Castillo (1) también para las condiciones colombianas y cuando se utilizan variedades de enredadera, aconseja distancias de siembra de 60 cm entre surcos y de 10 cm entre plantas. Afirma que se pueden lograr mayores rendimientos sembrando surcos pares a 30 cm entre sí y con calles de 60 cm.

MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización

El presente trabajo se realizó en la Granja "La Paz" localizada en el municipio de Pasto, con una temperatura media de 13°C, una precipitación anual de 750 mm, y una altura de 2.610 msnm.

3.2 Diseño Experimental

El diseño utilizado fue el de bloques al azar con 10 tratamientos, arreglados en 3 bloques correspondientes a las replicaciones. Los tratamientos fueron:

DISTANCIA DE SIEMBRA (m) En surcos Sencillos	DENSIDAD DE POBLACION Plantas/Ha
1. 0,30 x 0,10	333.333
2. 0,40 x 0,10	250.000
3. 0,50 x 0,10	200.000
4. 0,60 x 0,10	166.666
5. 0,50 x 0,15	133.333
En surcos dobles	
6. 0,50 x 0,20 x 0,10	1.000.000
7. 0,50 x 0,30 x 0,10	666.666
8. 0,60 x 0,30 x 0,10	555.555
9. 0,60 x 0,30 x 0,30	185.185
10. Testigo sembrado al voleo	650.000 Aprox.

Cada parcela experimental tuvo 7,0 x 3,3 m para una área de 23,10 m², la superficie total de experimentación fue de 693 m².

3.3 Siembra

Una vez preparado el terreno y delimitadas las parcelas se procedió a la siembra utilizando semilla de arveja de la variedad "Diacol Boyacá", previamente tratada con Brassicol del 75%.

La siembra fue manual colocando una semilla por sitio. Realizada esta labor, la siembra se cubrió con una capa de tierra de unos 3 cm utilizando rastrillos manuales.

Debido a que la germinación resultó con algunas fallas, 12 días después de la siembra, se resembró utilizando plántulas de semillero.

3.4. Labores Culturales y Cosecha.

La fertilización se realizó durante la siembra, en bandas, utilizando abono de fórmula 10-30-10 en dosis de 200 Kg/Ha. Para el control de malezas se empleó Tribu nil, en postemergencia y localizado, en dosis de 1,5 Kg/ha, 13 días después de la siembra.

Para el control de plagas del suelo se aplicó Aldrin del 2,5% en dosis de 40 Kg/Ha y además se aplicó Mesurol del 2%, para controlar babosas, en dosis de 10 Kg/Ha.

La cosecha se realizó en forma manual, cuando un 90% de las vainas se encontraban llenas y los granos estaban aún en estado verde. A fin de conocer el número de vainas por planta se tomó de cada tratamiento una muestra, al azar, correspondiente a 10 plantas. Para el número de granos por vaina y la longitud de las mismas, se tomaron al azar de cada parcela 50 frutos. El peso de los granos se determinó tomando muestras de 1.000 granos de cada densidad de población.

Realizada la recolección se procedió al desgrane e inmediatamente se pesó la totalidad de semillas obtenidas de cada parcela para conocer el rendimiento por hectárea. Todos los datos obtenidos se sometieron a análisis de variancia y a prueba de comparación de medias (6).

RESULTADOS Y DISCUSION

Número de vainas por planta.

Los resultados promedios obtenidos sobre el número de vainas por planta en los diferentes tratamientos se muestran en el Cuadro 1. El análisis de variancia para esos mismos datos (Cuadro 2) mostró la existencia de diferencias altamente significativas entre las diferentes densidades de siembra estudiada.

La prueba de comparación de medias (Cuadro 3) mostró que el tratamiento 9, con 185.185 plantas, presenta el mayor promedio con 41,36 vainas/planta, el cual difirió al 1% de probabilidad, de todos los demás tratamientos.

El segundo mejor promedio lo consiguió el tratamiento 5 (133.333 plantas) el cual con 31,90 vainas/planta no mostró diferencias del tratamiento 4. Difirió al 5% de los tratamientos 8 y 3 y al 1% de los tratamientos 2, 7, 1, 6 y 10.

El tratamiento 4, con un promedio de 28,97 vainas fue el tercero, no mostró diferencias de los tratamientos 8,3, y 2. Difirió al 5% de los tratamientos 7,1 y 6 y al 1% del 10.

Los datos indican que el tratamiento cuya densidad de 185.185 plantas, una de las mas bajas, fue el que presentó el mayor número de vainas por planta debido posiblemente a los mayores espaciamientos tanto entre surcos como entre plantas; de esta forma se confirman los datos obtenidos por Holiday (3), Gritton y Eastin (2) en E.U.A. y Leuka y Gautan (5) en la India, quienes en contraron que con el aumento de población en un cultivo de arveja hay reducción en el número de vainas por planta, es decir el mayor número de vainas por planta es inversamente proporcional a las menores densidades de población.

Longitud de las vainas.

Los resultados promedios de la longitud de vainas en las diferentes densidades de población se observan en el Cuadro 1. El análisis de variancia de estos datos mostró la existencia de diferencias altamente significativas entre los tratamientos (Cuadro 2)

Con la ayuda de la prueba de Tukey (Cuadro 3) se comprobó que el tratamiento correspondiente a 1.000.000 plantas/Ha, con la mayor longitud de vainas (7,32cm), no difirió de los tratamientos 2,3, 1 y 7, cuyas longitudes variaron entre 6,72 y 7,17 cm; al compararse con el resto de tratamientos mostró diferencias altamente significativas.

El tratamiento testigo con 6,10 cm de longitud de vainas difirió al 5% del tratamiento 9 y no mostró ninguna diferencia con respecto a los tratamientos 5,8,4, y 7.

El menor tamaño de vainas se encontró en los tratamientos 9 y 5 cuyas densidades de población corresponden a 185.185 y 133.333 plantas/Ha que fueron las menores densidades estudiadas. Estos resultados muestran una posi-

ble asociación entre densidad de siembra y la longitud de vainas, observándose que a menor distancia de siembra el tamaño de las vainas es mayor.

Número de semillas por vaina

Los valores promedios sobre el número de granos/vaina en las diferentes densidades de población pueden observarse en el Cuadro 1. El análisis de variancia para estos datos (Cuadro 2) mostró la existencia de diferencia al 1% entre los tratamientos.

Al compararse los promedios de las diferentes densidades de población de plantas (Cuadro 3) se observó que las poblaciones con 333.333, 200.000, 250.000, 400.000 y 666.666 plantas/Ha (tratamiento 1,3,2,6 y 7), con promedios de 6,44; 6,36; 6,33; 6,10 y 5,99 semillas por vaina, sin diferencias entre sí, mostraron diferencias altamente significativas con respecto a los tratamientos 9,5,4 y 10, y significativas con el tratamiento 8.

Estos datos sirven para localizar dentro de las diferentes densidades estudiadas dos grupos, con un promedio de 6 granos/vaina para el primero y 5 granos para el segundo. El mayor número de semillas correspondió, en general, a las menores densidades de población estudiadas y el menor a las más altas densidades, a excepción de los tratamientos 6 y 7 en los cuales pudo haber una influencia del sistema de surcos dobles empleado en la siembra.

Peso de los granos.

En el Cuadro 1 se encuentran los valores promedios del peso de los granos verificado en los diferentes tratamientos. En el Cuadro 2, se observa el análisis de variancia el cual no mostró diferencias significativas en lo que respecta al peso de los granos en las diferentes densidades estudiadas.

Los tratamientos 3,2 y 4 con un peso medio de 1000 granos entre 331,33 y 306,00 g y cuyas densidades de pobla-

ción pueden considerarse como bajas, presentaron los más altos valores. Se verificó también que los tratamientos con mayor población como el 7,8 y 10 a excepción del 6, que ocupó un 2º lugar, mostraron los pesos bajos del ensayo, resultados que concuerdan con los obtenidos por Lenka y Gautan (5) en la India.

Producción de granos

En el Cuadro 1 se encuentran los datos de producción promedio de granos verdes (Kg/Ha), obtenidos con las diferentes distancias de siembra. El análisis de variancia mostró la existencia de diferencias altamente significativas entre los tratamientos (Cuadro 2).

La prueba de Tukey (Cuadro 3) mostró que el tratamiento con 1.000.000 de plantas/Ha, y un rendimiento de 4.454,09 Kg/Ha, difirió al nivel del 5% del tratamiento 1 y al 1% de todos los demás tratamientos. El segundo más alto rendimiento se consiguió en el tratamiento con 333.333 plantas/Ha, el cual difirió al 5% del mejor tratamiento y al 1% de todos los tratamientos ensayados.

Vinieron luego los rendimientos de los tratamientos 2, 7 y 10, los cuales con densidades de 250.000, 666.666 y 650.000 plantas/ha, mostraron rendimientos de 2.972,60; 2.700,61 y 2.438,27 Kg/Ha, respectivamente.

La mayor producción fue obtenida en el tratamiento donde se empleó la modalidad de surcos dobles y con la menor distancia entre estos; esto posiblemente se debió a que el tratamiento incluyó un gran número de plantas/superficie; sin embargo, las dos segundas mejores producciones se consiguieron con surcos sencillos, pero, con altas densidades de población.

El mejor tratamiento en cuanto a rendimiento presentó una producción superior en 82,67% con respecto al tratamiento testigo (siembra al voleo). Los rendimientos, más bajos se obtuvieron con las menores densidades de población y los mayores con las más altas densidades,

confirmándose los resultados obtenidos por King (4), Vincent (8), Gritton y Eastin (2) y Lenka y Gautan (5).

CONCLUSIONES

- 5.1 Bajo las condiciones del presente estudio se comprobó que es posible aumentar la producción de arveja, incrementando la densidad de plantas por unidad de superficie. El tratamiento con 1.000.000 de plantas, correspondiente a la distancia de siembra 50x20x10 cm, mostró el mejor rendimiento con 4.454,09 Kg/Ha superior en un 82,67% al testigo y en un 119,48 y 97,35% con respecto a los tratamientos en los que se utilizó distancias que generalmente se recomiendan para Colombia.
- 5.2 Baja densidad de población presentaron el mayor número de vainas por plantas. El tratamiento con 185.185 plantas/Ha mostró el mayor promedio con 41,36 vainas. Las menores producciones de vainas/planta correspondieron a las mayores densidades de población.
- 5.3 La mayor longitud de la vainas (7,32 cm) correspondió al tratamiento con el mayor número de plantas/Ha. Al verificarse algunos de los menores tamaños asociados con las menores densidades de siembra, se considera que puede existir una posible influencia entre la distancia de siembra y el tamaño de las vainas.
- 5.4 El mayor número de semillas/vaina se logró en las densidades de 333.333, 250.000 y 200.000 plantas/Ha, con promedios que variaron entre 6,44 y 6,33 granos/vaina, verificándose una posible asociación entre menores densidades de siembra y mayor número de semillas/vaina.
- 5.5 Las diferentes densidades de población estudiadas no mostraron ninguna influencia significativa sobre el

peso de los granos.

LITERATURA CITADA

1. CASTILLO, M.A. El cultivo de la arveja. Bogotá, (Colombia), ICA. s.p. (Plegable de divulgación) 1968.
2. GRITTON, E.T. y EASTIN, J.A. Response of peas (*Pisum sativum* L.) to plant population and spacing. *Agronomy Journal* (United States) 60 (5) 482-485. 1968.
3. HOLLIDAY, R. Plant population and crop yield. *Nature* (England) 186 (4718): 22-44. 1960. (Res. Anal. en *Field Crop Abstr.* 13: 159-167. 1960).
4. KING, J.M. Pows widths and plant population in vining peas. *Pea Growing Research Organization* (England). Misc. Publ. N° 18 pp. 4. 1966.
5. LENKA, D. y GAUTAN, O.P. Method of planting for increase grain production of pea (*Pisum sativum* L.) var. Arvense Poir. *Indian Journal Agricultural Sciences* 41(3): 280-283. 1971. (Res. Analitic. en *Horticultutal Abstracts* 42 (3):719. 1972.)
6. MONTENEGRO G., V. Guía para la planificación y análisis de diseños experimentales. Pasto, (Colombia). Inst. Tec. Agr. Universidad de Nariño. 105 p. (Publicación N° 14). 1969.
7. TAMAYO, P.A. y DUARTE, G.A. El cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en Colombia. *Revista Esso Agrícola* (Colombia) 19 (1):128-32. 1973.
8. VICENT, C.L. Pea plant population and spacing. Washington, (United State) *Agricultural Experimentative Station. Bulletin* N° 594. pp. 9. 1958.

CUADRO 1. Datos promedios del efecto de la densidad de siembra sobre el número de vainas por planta, longitud de vainas, número de semillas por vaina, peso de los granos y rendimiento en el cultivo de la arveja.

TRATAMIENTOS	Nº DE VAINAS POR PLANTA	TAMAÑO DE LAS VAINAS	Nº DE SEMILLAS VAINA	PESO DE 100 GRANOS (g)	RENDIMIENTO (Kg/Ha.)
1	22,13	6,87	6,44	248,66	3989,20
2	22,53	7,17	6,33	311,00	2972,60
3	24,03	7,00	6,36	331,33	2289,3
4	28,97	6,17	5,24	306,00	2029,32
5	31,90	5,77	5,24	253,33	1913,58
6	21,57	7,32	6,10	314,00	4454,09
7	22,20	6,72	5,99	291,00	2700,61
8	24,27	6,07	5,82	293,33	2256,94
9	41,36	5,43	5,05	255,66	1585,65
10	20,27	6,10	5,62	283,33	2438,27

CUADRO 2. Análisis de variancia para el número de vainas por planta, longitud de las vainas, número de semillas por vainas, de los granos y el rendimiento en el cultivo de arveja, bajo diferentes densidades de siembra.

F.V.	CUADRADOS MEDIOS				RENDIMIEN
	NO DE VAINAS PLANTA	TAMAÑO VAINAS	SEMILLAS VAINAS	PESO DE 1000 GRANOS (g)	
Bloque	56,99 NS	0,017 NS	0,274 NS	1.154,53NS	1.436.385,5++
Tratamientos	126,83++	1,221++	0,786 ++	1.844,55NS	22.627,955,1++
Error	17,42	0,147	0,112	1.822,71	1.292,482,1

++ = Valor significativo al 1% de probabilidad

NS = No significativo

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO (Kg/Ha)	SEMILLAS	VAINAS	TAMAÑO VAINAS	PLANTA SVAINAS	NOICVATBOQ ED DVCIDISNED	(Ha) sants
1.	3.989,20	+ a 44,9		+ a 78,9	+ p	22,22	333,333
2.	2.972,72	q a 33,9		a 71,7	p c	22,22	000,052
3.	2.282,92	p a 96,9		a 00,7	p c	30,42	000,002
4.	2.220,22	p 42,5		q 71,9	cc	28,82	000,991
5.	55,516,1	p 42,5		q 77,5	q	06,13	000,331
6.	60,454,4	bc a 01,9		a 32,7	p	75,12	000,000,1,9
7.	19,700,7	bc a 66,5		qa 27,9	p	20,22	999,999
8.	2.256,94	q c 5,82		q 70,9	p c	27,42	555,555
9.	1.585,65	p 5,05		q 4,5	p	27,42	581,581
10.	2.438,27	cd 5,99		q 01,9	p	20,22	000,059

+ Valores con diferente letra indican diferencias significativas al nivel del 5% de probabilidad (Prueba de Tukey).