

Evaluación de la competencia de arvenses en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) en Fusagasugá, Cundinamarca (Colombia)

Evaluation of weed competition on green pea crop (*Pisum sativum*) in Fusagasugá, Cundinamarca (Colombia)

Carolina Zamorano¹, Holman López² y Gustavo Alzate²

RESUMEN

La competencia es uno de los tipos de interferencia que ocurren con más frecuencia en sistemas agrícolas; sin embargo, existen pocos documentos relacionados con el cultivo de arveja en Colombia. Con el objetivo de evaluar la competencia de arvenses y el efecto que tiene sobre el cultivo de arveja, variedad Santa Isabel, bajo el sistema de tutorado y una densidad de 133.333 plantas/ha, se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 6 periodos libres de arvenses. Se determinaron porcentajes de cobertura de arvenses por categorías botánicas y variables del rendimiento del cultivo de arveja en los periodos sin arvenses. El porcentaje de cobertura de las especies arvenses fue mayor para las plantas de la clase Magnoliopsidae, que presentó el mayor número de especies identificadas, con un total de 20, frente a 4 especies de la familia Poaceae y 1 de la Cyperaceae. No hubo diferencias significativas en los rendimientos para el cultivo sin arvenses durante 30, 45 y 60 días. Las diferencias en número de granos y peso de las vainas no fueron significativas entre tratamientos, pero los pesos de los granos frescos y secos sí fueron significativos.

Palabras clave: malezas, interferencia, Santa Isabel, componentes de rendimiento, tutorado.

ABSTRACT

Competition is one of the types of interference that frequently occurs in agricultural systems; however, there are few documents related to the pea crop in Colombia. In order to assess the effect of weed competition in pea crop the pea seeds, *Santa Isabel* variety, were used under a tutoring system and with a density of 133.333 plants/ha in a randomized blocks design with six weed free periods. We determined percentage of weed coverage through botanical categories and variable crop yield of peas under weed free periods. The percentage of weed species coverage was higher for plants in class Magnoliopsidae, which had the highest number of species identified, with a total of 20, compared with 4 species of the family Poaceae and 1 of Cyperaceae. There was no significant difference in crop yields without weeds for 30, 45 and 60 days. The differences in the number of grains and weight of pods were not significant between treatments, but the weights of fresh and dried grains were significant.

Key words: weeds, interference, Santa Isabel, yield components, espalier.

Introducción

El cultivo de arveja en Colombia ha sido por varios años el regulador de la economía de pequeños y medianos productores de zonas andinas, y su producción se concentra en Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Tolima (Buitrago *et al.*, 2006). Actualmente la variedad más sembrada es la Santa Isabel, variedad indeterminada, adaptada a altitudes entre 2.200 y 3.000 metros, se cosecha entre 115 y 145 días en verde y hasta 160 días en seco, sus rendimientos fluctúan entre 900 y 1.200 kg·ha⁻¹ (Sánchez y Mosquera, 2006; Buitrago *et al.*, 2006).

La competencia es un tipo de relación entre plantas en el que hay reducción de un factor esencial para el crecimiento

to y los rendimientos de los cultivos resultan afectados (Radosevich *et al.*, 1997). En el estudio de la competencia de las arvenses con los cultivos se relaciona el efecto de la presencia de las arvenses sobre el rendimiento, y varios estudios han determinado a partir de ellos los periodos óptimos de control (Cousens, 1991). En general, se recomienda que los cultivos semestrales permanezcan libres de competencia durante el primer tercio de su ciclo de vida (CIAT, 1989).

La competencia entre plantas varía según las especies involucradas y las condiciones ambientales y debido a esto las plantas pueden responder al fenómeno de competencia con el incremento de la mortalidad y en el tamaño o capacidad reproductora individual (Zimdahl,

Fecha de recepción: 20 de octubre de 2007. Aceptado para publicación: 5 de noviembre de 2008

¹ Profesora auxiliar, Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas, Manizales (Colombia). carolina.zamorano@ucaldas.edu.co

² Ingenieros agrónomos, Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá (Colombia). holmanlopez@gmail.com; leonelalzate@yahoo.com

1979); en contraste, Sattin y Berti (2004) mencionan que el impacto de la competencia sobre el rendimiento depende más de las características del cultivo, como altura y cobertura, que de la mezcla de arvenses acompañantes. Froud-Williams *et al.* (1983) afirman que las poblaciones de arvenses pueden cambiar dependiendo del sistema de cultivo empleado, así como también del sistema de labranza, mínimo, convencional o cero, encontrándose más fácil asociación de especies arvenses de la familia Poaceae en suelos sin actividad agrícola que especies de la clase Magnoliopsidae.

En el cultivo de arveja se utilizan el sistema de siembra en surco y con tutorado; este último es el que se asocia con mayores rendimientos puesto que permite un mejor manejo de arvenses y enfermedades, no tiene limitaciones con los periodos de lluvia e incrementa los rendimientos (Buitrago *et al.*, 2006; Sañudo *et al.*, 1999). Igualmente el tipo de material, determinado e indeterminado, decide variaciones en los sistemas de producción dado que los materiales indeterminados se consideran más rústicos, con porte alto y periodo vegetativo más largo mientras que los determinados, arbustivos, son materiales exigentes en la preparación del suelo y en las condiciones de precipitación (González y Ligarreto, 2006). Buitrago *et al.* (2006) refieren que en los primeros estados de desarrollo es conveniente que el cultivo de arveja esté libre de arvenses y recomiendan hacer la primera deshierba entre 10 y 15 días después de la emergencia.

Con el propósito de evaluar el impacto de la competencia de las arvenses en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* var. Santa Isabel), se planteó: i) identificar y caracterizar la comunidad arvense asociada al cultivo de la arveja en Fusagasugá, Cundinamarca; ii) relacionar la cobertura de las arvenses con la altura y el rendimiento de las plantas de arveja, y iii) establecer la relación entre los periodos de enmalezamiento y los componentes de producción del cultivo de arveja.

Materiales y métodos

El proyecto se desarrolló en el segundo semestre de 2004, en el Centro de Estudios para la Conservación Integral de la Ladera (Cecil), localizado en la vereda Usatama del municipio de Fusagasugá, Cundinamarca, con una altitud de 1.728 m, temperatura promedio de 19,8 °C y precipitación media anual de 1.224 mm.

Se utilizaron semillas de la variedad Santa Isabel, con distancias de siembra de 1 m entre surcos y 0,30 m entre

plantas, 4 semillas por sitio, para una densidad de 133.333 semillas/ha. Se aplicó una dosis de 150 kg-ha⁻¹ de un fertilizante 10-30-10 al momento de la siembra. Para el manejo preventivo del mildeo polvoso se aplicaron productos a base de azufre. El sistema de tutorado se estableció 30 días después de la siembra.

Para la identificación y caracterización de la flora arvense asociada al cultivo se colectaron arvenses por medio de un cuadro de 0,25 m² (0,50 x 0,50 m) que se lanzó al azar hasta alcanzar el área mínima representativa. Posteriormente se procedió a la identificación por medio de comparaciones fenotípicas en herbario, manuales de identificación y claves dicotómicas.

Para relacionar la cobertura de las arvenses con el rendimiento del cultivo de arveja, así como para evaluar el impacto de las frecuencias de deshierbe sobre los componentes del rendimiento del cultivo, se estableció un ensayo mediante un diseño de bloques completos al azar (4) con seis frecuencias de deshierbe (tratamiento). A cada tratamiento le correspondió una parcela con 60 plantas y un área total de 19,2 m² (6,0 m x 3,2 m). Las deshierbas se realizaron mecánicamente por medio de azadón y dependiendo del tratamiento las parcelas se mantuvieron libres de arvenses durante 0, 8, 15, 30, 45 y 60 días; a los 60 días se finalizaron las deshierbas porque las plantas se encontraban ya en proceso de maduración de la vaina. Las plantas útiles para las evaluaciones de rendimiento y componentes del rendimiento se ubicaron en el surco central y los dos surcos a cada lado se tomaron como bordes. Se evaluaron 8 plantas (40% de la población) del surco central marcadas al azar desde el inicio del ensayo.

La cobertura de las arvenses se registró 8 días después de cada deshierba por medio de cuadros de 0,50 x 0,50 cm que se situaron en los surcos de cada parcela, para un total de 4 cuadros por parcela (1 m² = 5,2% del área); mediante una evaluación cualitativa se determinó el área total ocupada por las arvenses y se discriminó en tres grupos: Magnoliopsidae, Poaceae y Cyperaceae. Esta variable se determinó con la siguiente frecuencia: primera = 8 días después de siembra (dds); segunda = 23 dds; tercera = 38 dds; cuarta = 53 dds; quinta = 68 dds.

La altura de planta se determinó en los surcos internos de cada parcela sobre las plantas marcadas al azar desde el inicio del ensayo. El rendimiento por planta se determinó a los 68 días después de siembra utilizando el peso total de los granos secos por planta, y se relacionó con el área correspondiente a una hectárea.

Los componentes del rendimiento determinados fueron: número de vainas por planta: se registraron los datos obtenidos de las ocho plantas seleccionadas al azar por parcela previamente marcadas y se asumieron como vainas verdaderas las que presentaran dos o más granos formados; número de granos por vaina: los datos obtenidos de las ocho plantas seleccionadas al azar se asumieron bajo el mismo parámetro de desarrollo ya descrito; peso total de las vainas por planta: se registraron los datos del número total de vainas de la planta, posteriormente se procedió a pesar en balanza electrónica; peso de granos en verde (PGV): se registraron los datos del número total de granos por planta, y se pesaron en balanza electrónica; peso de los granos en seco (PGS): se secaron con aire dentro del laboratorio durante 6 días y luego se pesaron en balanza electrónica.

Todos los datos se analizaron con el programa estadístico SAS®, mediante análisis de varianza y la prueba de separación de medias de Duncan con un $\alpha = 0,05$.

Resultados y discusión

Arvenses asociadas al cultivo de arveja

La comunidad de arvenses se conformó por 25 especies pertenecientes a 18 familias (tabla 1). Las arvenses agrupadas como Magnoliopsidae representaron un 80% de la composición total, con 16 familias y 20 especies, siendo la familia Asteraceae la de mayor participación con el 20%. La familia Poaceae contribuyó con el 16% (4 especies) y la Cyperaceae, a diferencia de los grupos anteriores, únicamente reportó una especie, que representa el 4% del total de la comunidad vegetal.

Estupiñán y Fandiño (1986), dentro de las especies más comunes en el cultivo de arveja, no reportaron arvenses de la familia Asteraceae, pero sí encontraron mayor cantidad de especies de la clase Magnoliopsidae (13), frente a 6 especies de la familia Poaceae; la relación de estos dos grupos de arvenses coincide con lo reportado por Froud-

TABLA 1. Arvenses asociadas al cultivo de arveja en Fusagasugá, Cundinamarca.

| Clase | Familia | Nombre científico | Ciclo de vida |
|----------------------------|-----------------|----------------------------------|------------------------|
| Magnoliópside | Asteraceae | <i>Emilia sonchifolia</i> | Anual |
| | | <i>Ageratum conyzoides</i> | Anual |
| | | <i>Galinsoga parviflora</i> | Anual |
| | | <i>Siegesbeckia jorullensis</i> | Anual |
| | Convolvulaceae | <i>Ipomoea tiliacea</i> | Anual |
| | Commelinaceae | <i>Commelina difusa</i> | Anual |
| | Portulacaceae | <i>Portulaca oleracea</i> | Anual |
| | Amaranthaceae | <i>Amaranthus dubius</i> | Anual |
| | Oxalidaceae | <i>Oxalis corniculata</i> | Anual |
| | Polygonaceae | <i>Polygonum hydropiperoides</i> | Anual |
| | Mimosaceae | <i>Mimosa pudica</i> | Perenne |
| | Fabaceae | <i>Trifolium repens</i> | Perenne |
| | Plantaginaceae | <i>Plantago major</i> | Perenne |
| | Caryophyllaceae | <i>Drymaria cordata</i> | Anual |
| | Umbelliferae | <i>Spananthes paniculata</i> | Anual |
| | Lamiaceae | <i>Stachis micheliana</i> | Anual |
| | Lythraceae | <i>Cuphea micrantha</i> | Anual |
| | Brassicaceae | <i>Brassica alba</i> | Anual |
| | Euphorbiaceae | <i>Capsella bursa-pastoris</i> | Anual |
| | Liliópside | Poaceae | <i>Euphorbia hirta</i> |
| <i>Panicum zizanooides</i> | | | Anual |
| <i>Eleusine indica</i> | | | Anual |
| <i>Setaria geniculata</i> | | | Perenne |
| Cyperaceae | | <i>Axonopus sp.</i> | Anual |
| | | <i>Cyperus ferax</i> | Perenne |

Williams *et al.* (1983) quienes mencionan que la familia Poaceae es mucho más numerosa en campos no cultivados o con poco laboreo.

La comunidad de arvenses, en general, se conformó por especies de ciclo anual con características de rápida diseminación por su alta producción de semillas. Algunas se reproducen vegetativamente, mecanismo de propagación de gran importancia al momento de poblar y competir en un terreno; se observó que el control de arvenses de reproducción vegetativa fue menos eficiente con respecto a las plantas de reproducción sexual, teniendo en cuenta que el control utilizado en este ensayo fue de desyerbas mecánicas.

Cobertura de las arvenses y rendimiento del cultivo

La cobertura de las arvenses disminuyó con relación al incremento en el número de deshierbas que se realizaron, tendencia que se espera puesto que a mayor número de deshierbas debe lograrse menor cobertura de las arvenses y menor competencia con las plantas de arveja (tabla 2). La misma tendencia se observó para la cobertura de la familia Poaceae en las parcelas con menos días libres de arvenses (0, 8 y 15), y conserva una menor participación en la composición de la flora arvense asociada que concuerda con lo afirmado por Froud-Williams *et al.* (1983) que relacionaron especies anuales de la familia Poaceae con campos menos intervenidos; en el caso de Magnoliopsidae refieren que

TABLA 2. Dinámica de la cobertura de las arvenses en el cultivo de arveja en Fusagasugá, Cundinamarca, durante el segundo semestre de 2004.

| Días después de siembra | Periodo libre de arvenses (días) | Cobertura de arvenses (%) | | | |
|-------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------|------------|----------------|
| | | General | Poaceae | Cyperaceae | Magnoliopsidae |
| 8 | 0 | 10 | 36 | 6 | 59 |
| 23 | 0 | 40 | 26 | 6 | 68 |
| 38 | 0 | 54 | 44 | 5 | 51 |
| 53 | 0 | 73 | 17 | 1 | 82 |
| 68 | 0 | 84 | 27 | 6 | 67 |
| 8 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 8 | 25 | 25 | 8 | 67 |
| 38 | 8 | 34 | 41 | 1 | 58 |
| 53 | 8 | 51 | 31 | 6 | 63 |
| 68 | 8 | 64 | 29 | 5 | 66 |
| 8 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 38 | 15 | 21 | 30 | 0 | 70 |
| 53 | 15 | 39 | 32 | 5 | 63 |
| 68 | 15 | 56 | 28 | 6 | 66 |
| 8 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 38 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 53 | 30 | 10 | 51 | 1 | 48 |
| 68 | 30 | 28 | 40 | 6 | 54 |
| 8 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 38 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 53 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 68 | 45 | 14 | 43 | 9 | 48 |
| 8 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 38 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 53 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 68 | 60 | 10 | 44 | 10 | 46 |

los resultados no han sido consistentes para este grupo, sin embargo la cobertura de esta clase de arvenses se conservó alta (>50%) con los periodos mencionados.

Por otro lado, con más días libres de arvenses (30, 45 y 60), que corresponderían a mayor movimiento del suelo, la cobertura se incrementa y la contribución de Magnoliopsidae y Poaceae alcanza valores cercanos de cobertura, 49% y 43%, respectivamente, y aunque no se evaluó la cobertura por especie de arvenses, podría decirse que correspondería a especies perennes de la familia Poaceae como *Setaria geniculata* que sí se favorecen por labores mecánicas como el deshierbe con azadón. Al respecto, Derksen *et al.* (1993), relacionando prácticas agronómicas con cambios en comunidades de arvenses, también mencionan que los cambios en las comunidades de arvenses son variables, están relacionados con el ambiente y con el tiempo de empleo de ciertas prácticas de manejo.

La cobertura de las arvenses presentó una relación inversa con respecto al rendimiento de las plantas de arveja en los diferentes periodos libres de arvenses; la correlación entre las dos variables fue negativa con un coeficiente de 0,63, resultado esperado dada la competencia que ejercen las arvenses sobre los cultivos. Cuando se alcanzó el mayor valor de cobertura de arvenses (83,75%) el rendimiento fue el más bajo, 562,53 kg·ha⁻¹; contrario a lo ocurrido en el tratamiento de 60 días libres de arvenses en el que con una cobertura del 27,51% se obtuvo el rendimiento más alto: 898,54 kg·ha⁻¹ (figura 1).

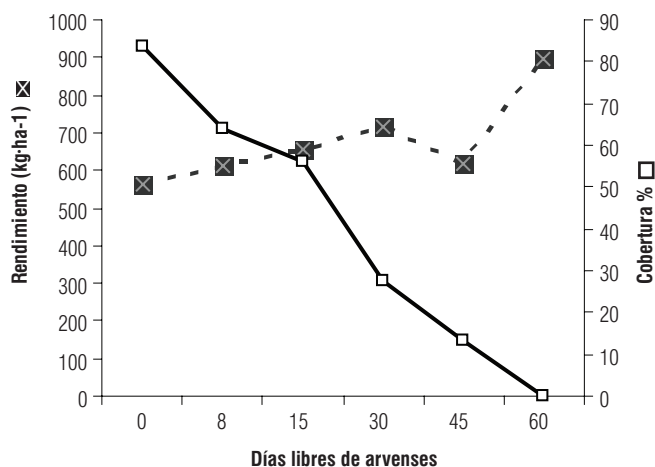


FIGURA 1. Relación del rendimiento y la cobertura general de arvenses en un cultivo de arveja con diferentes periodos libres de arvenses.

Los rendimientos más bajos para la variedad Santa Isabel en grano seco están entre 900 y 1.100 kg·ha⁻¹, con cosecha en grano verde de 120 días (Buitrago *et al.*, 2006), mientras

Sánchez y Mosquera (2006) mencionan rendimientos de hasta 1.200 kg·ha⁻¹, con periodos de cosecha en verde entre 115 y 145 días; en este estudio los rendimientos fluctuaron entre 560 y 900 kg·ha⁻¹ pero el periodo de cosecha en verde fue de 68 días, tiempo mucho más corto comparado con los reportes; esto se debió a que si bien la variedad Santa Isabel es la más cultivada en las regiones productoras de Colombia, su rango de adaptación está por encima de los 2.000 msnm; sin embargo con un tiempo a cosecha en verde que corresponde a casi la mitad del reportado para mayores altitudes, la tasa de retorno de la inversión favorecería la economía del pequeño y mediano agricultor que se dedica al cultivo de arveja.

El tratamiento con 60 días libres de arvenses alcanzó el valor más alto de rendimiento (898,54 kg·ha⁻¹) aunque no hubo diferencias significativas con respecto a los tratamientos con 60 y 45 días libres de arvenses, ya que todos coincidieron en que el cultivo estuvo limpio en el primer tercio del ciclo de la planta, considerado el más importante para la formación del rendimiento; según Zimdahl (1980) son pocas las arvenses que no afectan el rendimiento de los cultivos pero también existe población de arvenses que pueden ser toleradas por los cultivos sin disminuir significativamente los rendimientos.

Buitrago *et al.* (2006) mencionan que la primera deshierba en el cultivo de arveja debe hacerse 20 días después de la emergencia, que correspondería a permitir arvenses durante los primeros 20 días; sin embargo, según los resultados de este estudio los rendimientos sí se afectan si se permiten las arvenses durante los primeros días, ya que con periodos libres de arvenses de 8 y 15 días el cultivo tuvo rendimientos menores y las diferencias se observan a partir de tener el cultivo libre durante los primeros 30 días; los mismos autores señalan que en algunas regiones la reducción de la mano de obra en el manejo de arvenses y establecimiento de sistemas de tutorado lleva a que los agricultores pierdan rendimiento pero se reducen significativamente los costos del cultivo.

En el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) la época crítica de competencia se encuentra en los primeros 30 días después de la emergencia, y las pérdidas debidas a la competencia en el cultivo pueden ser hasta de 51,1% (Kohashi-Shibata, 1990), periodo que coincide con el reportado por el CIAT (1989) con respecto a los días después de emergencia en que cultivos como el frijol deben permanecer libres de arvenses. Como se mencionó anteriormente, mantener el cultivo libre de arvenses durante el primer mes fue lo que permitió los mayores rendimientos

en arveja, sin embargo este resultado difiere del obtenido por Estupiñán y Fandiño (1986) quienes determinaron que la época de competencia más importante para el cultivo correspondía a los 50 días después de la emergencia; la diferencia puede estar relacionada con el hecho de que ellos evaluaron el comportamiento de la arveja sin sistema de tutorado, que se relaciona con mayores rendimientos, y tenían como principal limitante la salinidad del suelo.

Efectos de la competencia sobre la altura de las plantas

Hubo similitud de resultados en cuanto a alturas de las plantas en los 15, 23 y 38 días después de siembra (tabla 3), y los valores que alcanzaron las plantas con el periodo más largo libre de arvenses fue de 114 cm, menor que el que reportan para la variedad Santa Isabel, que es de 170 cm en promedio (Buitrago *et al.*, 2006), que estaría también relacionado con el menor ciclo de cultivo en las condiciones evaluadas.

En la última evaluación las plantas con 30 días libres de arvenses presentaron el mayor valor de altura con respecto a los demás tratamientos, lo que corrobora el impacto que tienen las arvenses sobre la elongación del tallo de las plantas cultivadas como respuesta a la presencia de vegetación acompañante aunque el sistema de producción del cultivo de arveja en la zona requiere tutorado; sin embargo, la calidad de la luz, que puede ser afectada por la presencia de arvenses, produce en las plantas modificaciones en su arquitectura como puede ser elongación del tallo, dominancia apical, entre otras, y la habilidad de las plantas para detectar la presencia de plantas vecinas puede desencadenar ese tipo de respuestas (Rajcan y Swanton, 2001). Arjona *et al.* (1977) reportaron que en los primeros 45 días las plantas de arveja se encuentran en fase vegetativa y durante esa época los efectos de la competencia sobre la altura de las plantas no es significativa; pero es al finalizar la etapa vegetativa, después de los 45 días después de siembra, cuando se puede cuantificar su impacto.

Efecto de la competencia con arvenses sobre los componentes de rendimiento del cultivo de arveja

El número promedio de vainas en las plantas de arveja no presentó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (tabla 4). Estos resultados son similares a los citados por Estupiñán y Fandiño (1986) que con la variedad Perfection obtuvieron entre 4 y 6 vainas por planta; en el mismo sentido, González y Ligarreto (2006) mencionan que el número de vainas es una variable susceptible a la densidad de población del cultivo y a condiciones ambientales, y no encontraron diferencias significativas en diferentes líneas de arveja arbustiva.

Con 30 días libres de arvenses se presentó el mayor número de granos por planta comparado con los demás tratamientos solo con diferencias significativas respecto al cultivo siempre enmalezado (tabla 4). Esto indica que los primeros 30 días después de siembra son críticos para la formación y el número de granos que se obtienen, ya que las desyerbas proporcionarían mejor retención de nutrientes en las primeras fases de desarrollo. Además, se debe tener en cuenta que las desyerbas pueden generar fluctuaciones en la retención de nutrientes no solo por la competencia con otras plantas, sino también con las condiciones ambientales o la interacción con plagas y enfermedades. Sarawat *et al.* (1994), en una evaluación de materiales de arveja, mencionan que el número de semillas por vaina es una variable determinada por el material genético; sin embargo, los resultados de este trabajo sugieren que hubo un efecto significativo sobre esta variable con relación a la duración de la competencia.

La diferencia obtenida en el peso de los granos en verde y en seco muestra que las plantas tuvieron mayor eficiencia en la traslocación a los frutos en los tratamientos con 30, 45 y 60 días libres de arvenses, lo que explicaría el aumento en el peso de los frutos.

TABLA 3. Efecto de la competencia de arvenses sobre la altura (cm) promedio en plantas de arveja en Fusagasugá, Cundinamarca.

| Días libres de arvenses | Días después de siembra | | | | |
|-------------------------|-------------------------|---------|---------|----------|-----------|
| | 8 | 23 | 38 | 53 | 68 |
| 0 | 9,78 a | 18,89 a | 37,84 a | 71,72 b | 100,62 b |
| 8 | 10,48 a | 19,61 a | 39,25 a | 77,57 ab | 107,68 ab |
| 15 | 10,01 a | 19,11 a | 38,56 a | 73,00 b | 95,26 b |
| 30 | 10,23 a | 19,47 a | 38,40 a | 83,00 a | 114,70 a |
| 45 | 10,05 a | 19,27 a | 41,53 a | 71,96 b | 94,20 b |
| 60 | 10,15 a | 19,42 a | 40,34 a | 74,13 b | 107,01 ab |

Promedios con letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Duncan ($P < 0,05$).

TABLA 4. Producción promedio de las plantas de arveja en competencia con arvenses.

| DLA | Vainas (número/planta) | Granos (número/vaina) | Ptotal (g/planta) | PGV (g/planta) | PGS (g/planta) | Rendimiento (kg·ha ⁻¹) |
|-----|---------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------------|
| 0 | 16,65 b | 4,73 a | 13,57 b | 9,34 b | 4,22 b | 562,53 b |
| 8 | 18,50 ab | 4,82 a | 15,06 b | 10,19 b | 4,61 b | 614,51 b |
| 15 | 18,78 ab | 5,26 a | 15,28 b | 10,55 b | 4,91 b | 654,50 b |
| 30 | 22,83 a | 6,09 a | 20,14 a | 12,92 a | 5,39 ab | 718,49 ab |
| 45 | 20,43 ab | 5,62 a | 16,04 ab | 11,25 ab | 4,63 a | 617,18 ab |
| 60 | 19,95 ab | 5,55 a | 16,90 ab | 11,37 ab | 6,74 a | 898,44 a |

DLA, días libres de arvenses. Ptotal, peso total de las vainas; PGV, peso de los granos en verde; PGS, peso de los granos en seco; Promedios con letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Duncan ($P < 0,05$).

Finalmente, las arvenses que predominaron en el cultivo pertenecen a la clase Magnoliopsidae, a la que también pertenece la arveja, *Pisum sativum*, dado que comparten características morfológicas y de requerimientos nutricionales que les confieren una ventaja competitiva frente al cultivo. La interacción más importante entre las plantas cultivadas y las arvenses se verificó a los 30 días después de siembra, y sería ese periodo el más susceptible a la presencia de vegetación arvense; eso se sustentó por el rendimiento alcanzado por las plantas de arveja con el tratamiento libre de arvenses durante ese periodo. Por otra parte, el efecto de la competencia de arvenses en el cultivo de arveja no se vio reflejado en el número de vainas, uno de los componentes de rendimiento evaluados, pero sí en el peso de los granos en verde y secos que fueron sensibles a la competencia.

Agradecimientos

Al Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (Incoder) por las facilidades brindadas para trabajar en el Centro de Estudios para la Conservación Integral de la Ladera (Cecil).

Literatura citada

- Arjona D., H.E., R. Sabogal y G. Suárez. 1977. El cultivo de la arveja: *Pisum sativum*. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 47 p.
- Buitrago, J.Y., C.J. Duarte y A. Sarmiento. 2006. El cultivo de la arveja en Colombia. Produmedios y Fondo Nacional de Leguminosas, Bogotá. 83 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1989. Principios básicos para el manejo de malezas en los cultivos. Guía de estudio, serie 04SW-01.01. CIAT, Cali. 36 p.
- Cousens, R. 1991. Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. *Weed Technol.* 5, 664-673.
- Derksen, D.A., G.P. Lafond, A.G. Thomas, H.A. Loeppky y C.J. Swanton. 1993. Impact of agronomic practices on weed communities: tillage systems. *Weed Sci.* 41, 409-417.
- Estupiñán, J.A. y A. Fandiño. 1986. Determinación de la época crítica de competencia de malezas en el cultivo de arveja, *Pisum sativum* L. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Froud-Williams, R., D. Drennan y R. Chancellor. 1983. Influence of cultivation regime on weed flora of arable cropping systems. *J. Appl. Ecol.* 20, 187-197.
- González, F. y G.A. Ligarreto. 2006. Rendimiento de ocho genotipos promisorios de arveja arbustiva (*Pisum sativum*) bajo sistema de agricultura protegida. *Fitotec. Colomb.* 6(2), 52-61.
- Kohashi-Shibata, J. 1990. Aspectos de la morfología y fisiología del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y su relación con el rendimiento. Centro de Botánica, Colegio de Posgraduados, Chapingo, México. 44 p.
- Radosevich, S.R., J.S. Holt y C. Ghersa. 1997. *Weed ecology: implications for management*. Segunda edición. John Wiley & Sons, Nueva York. 430 p.
- Rajcan, I. y C.J. Swanton. 2001. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. *Field Crop Res.* 71, 139-150.
- Sánchez, E.A. y T. Mosquera. 2006. Establecimiento de una metodología para la inducción de regenerantes de arveja (*Pisum sativum*) variedad Santa Isabel. *Agron. Colomb.* 24(1), 17-27.
- Sañudo, S.B., O.E. Checa y G. Arteaga. 1999. Manejo agronómico de leguminosas en zonas cerealistas. La arveja. Fenalce, Universidad de Nariño, Profiza, Corpoica y Corcopcebada. Produmedios, Bogotá. 98 p.
- Sarawat, P., F.L. Stoddard, D.R. Marshall y S.M. Ali. 1994. Heterosis for yield and related characters in pea. *Euphytica* 80(1-2), 39-48.
- Sattin, M. y A. Berti. 2004. Parámetros para la competencia malezas-cultivos. pp. 23-41. En: Labrada, R. (ed.). *Manejo de malezas para países en desarrollo*. Serie estudios FAO: producción y protección vegetal, 120. FAO, Roma. 318 p.
- Zimdahl, L. 1979. *Weed crop competition: a review*. IPCC, Oregon State University, Corvallis. 220 p.

