

DETERMINACION DEL IMPACTO DE COMPETENCIA DE DIFERENTES COHORTES DE AVENA SILVESTRE (*Avena fatua*) SOBRE LOS RENDIMIENTOS EN UN CULTIVO COMERCIAL DE TRIGO (*Triticum aestivum*)

Assessment of competition impact from different cohorts of wild oats (*Avena fatua*) on the yields of a commercial wheat crop (*Triticum aestivum*)

Javier Márquez M.¹, Jacobo Salas A.¹, Cilia L. Fuentes D.², Guido A. Plaza T.²

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar el comportamiento de la avena silvestre (*Avena fatua* L.) sobre el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.). Esta investigación fue desarrollada en el Centro Agropecuario «Marengo», Universidad Nacional de Colombia del municipio de Mosquera, Cundinamarca, principalmente para determinar la variación de las poblaciones de la avena silvestre mediante el establecimiento de 8 cohortes a intervalos de 15 días cada una. Se evaluaron los cambios fenológicos en cada cohorte dos veces por semana. También, fue evaluado el impacto de la competencia a través del peso seco de las plantas. El trabajo se desarrolló con diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro replicas y cada tratamiento se acompañó con dos testigos: una parcela siempre limpia y otra siempre enmalezada. Se realizó la prueba de Duncan para las variables significativas. La emergencia de plantas de avena se presentó durante todo el ciclo del cultivo. Las plantas de las primeras cohortes de avena fueron tan altas como las plantas de cultivo. La densidad de plantas y el peso seco de estas prime-

ras 5 cohortes fueron superiores a los de las 3 cohortes finales. Las plantas de las cohortes 6^a, 7^a y 8^a, presentaron menor número de tallos y menor peso seco por planta. Estas diferencias hacen que las plantas de las primeras cohortes presentaran mayor capacidad de competencia.

Palabras claves: Cohortes, avena, competencia.

SUMMARY

The objective of this study was to determine the behaviour of wild oats (*Avena fatua* L.) in a wheat crop (*Triticum aestivum* L.). This research was conducted at the Centro Agropecuario "Marengo", Universidad Nacional de Colombia, near the town of Mosquera, Cundinamarca. In order to determine the variation of *Avena fatua* populations, 8 successive cohorts were established with intervals of 15 days. The experimental design used was randomized complete blocks with four replications. In addition to the the eight treatments (cohorts) there were two check plots, one was kept always clean and the other was kept always weedy. Each cohort was examined for phenological changes twice per week, and the impact of competition was established on the basis of dry weight of each plant. Differences were observed among the oat cohorts. In the first five cohorts, oat plants were as tall as wheat plants, and density and dry weight were higher than for the last three cohorts. Plants

1 Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá, D.C.

2 Profesores. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá D.C.

from cohorts 6th, 7th and 8th had less number of stems and lower dry weight. These differences among cohorts suggest a stronger competitive impact on crop yield from the earlier oats populations.

Keywords: Cohorts, avena, competition.

INTRODUCCION

La avena silvestre (*Avena fatua* L.) se considera como una de las malezas más perjudiciales en el cultivo de trigo y, en general, en los sembradíos de cereales de clima frío. Se reporta que las semillas de avena silvestre pueden sobrevivir en el suelo por largos periodos de tiempo y formar una población bastante perjudicial, debido a la capacidad de mantener la viabilidad después de cosechados los cultivos. Las semillas de las malezas germinan de manera escalonada durante el ciclo del cultivo, obedeciendo a factores internos y externos los cuales dan origen a procesos de latencia.

La emergencia simultánea de individuos de la misma o diferentes especies se denomina cohorte (Radosevich y Holt, 1984). La cantidad de plántulas de las malezas emergidas durante el desarrollo del ciclo del cultivo es diferente durante intervalos de tiempo iguales. Esta variación depende, entre otros, del desarrollo del cultivo al igual que de factores físicos, biológicos y de las prácticas agrícolas realizadas (Fuentes, 1984).

En el presente trabajo, se evaluó el efecto de la competencia de diferentes cohortes de *A. fatua* en un cultivo comercial de trigo, pretendiendo los siguientes objetivos:

- Cuantificar la población de plantas de *A. fatua* emergidas durante el ciclo del cultivo de trigo en intervalos de tiempo de 15 días.

- Registrar los cambios fenológicos observados en las plantas de *A. fatua* presentes en cada cohorte.

- Determinar el impacto de cada cohorte de *A. fatua* sobre los rendimientos del cultivo de trigo.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó en el Centro Agropecuario «Marengo» de la Universidad Nacional de Colombia, en el municipio de Mosquera, Cundinamarca, a 2.640 msnm, con una temperatura promedio de 14°C y una precipitación pluvial media de 660 mm anuales.

El cultivo comercial tenía una extensión aproximada de 4 ha y fue sembrado con trigo variedad ICA-Tensa. Se evaluaron diez tratamientos, ocho de los cuales correspondieron a las diferentes cohortes de *A. fatua* emergidas cada 15 días durante todo el ciclo del cultivo. Los tratamientos 9 y 10 consistieron en un testigo que siempre se mantuvo enmalezado y otro que siempre se mantuvo

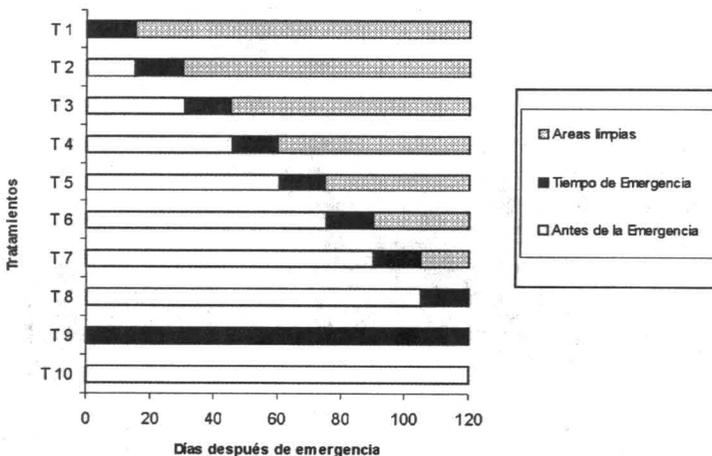


FIGURA 1 Diagrama explicativo de los diferentes tratamientos

limpio, respectivamente (Figura 1). Como parámetro de comparación se tuvo las plantas de cultivo, sobre las cuales se evaluaron las variables de rendimiento.

El trabajo se realizó con un diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones y se efectuó la prueba de Duncan para las variables que resultaron significantes. Se utilizó el sistema de parcelas apareadas triples, donde la parcela de cada tratamiento estuvo acompañada de la parcela testigo siempre limpia y la parcela testigo siempre enmalezada.

RESULTADOS Y DISCUSION

VARIABLES EN LAS PLANTAS DE AVENA SILVESTRE

1. Comportamiento poblacional de las cohortes.

La emergencia de plantas de avena se presentó durante todo el ciclo del cultivo, siendo las cuatro primeras cohortes las de mayor densidad de plantas, con un promedio de 43,5 plantas /m². De la quinta a la octava cohortes, se registró un promedio de 11,9 plantas /m², y la octava cohorte correspondió el menor valor (1,5 plantas /m²). La mayor densidad de población de plantas de avena se obtuvo con el tratamiento testigo siempre

enmalezado, con un valor de 62 plantas /m². La baja germinación de semillas en las últimas cohortes (etapa final del ciclo del cultivo) se debió, probablemente, a las condiciones no favorables para la germinación de semillas de malezas sobre todo el alto nivel de sombreado producido por las plantas de cultivo (Figura 2).

Al analizar la densidad de la población inicial vs. la densidad de la población final para cada uno de las cohortes, esta última es ligeramente inferior. Entre los factores adversos que contribuyen a la mortalidad de algunas plántulas cabe mencionar el poco vigor de algunas plántulas al emerger, la competencia intra e interespecífica y la competencia por luz. Este fenómeno se conoce como autorregulación de las poblaciones de plantas (García y Fernández Quintanilla, 1.991) (Figura 2).

El porcentaje promedio de mortalidad de plántulas fue de 12,5 %, aunque la disminución sólo fue significativa en las cuarta y séptima cohortes.

2. Desarrollo Fenológico.

Para la cohortes establecidas entre 15 y 60 días después de la emergencia del cultivo comercial (dde), el macollamiento de las plantas de avena se inicia a los 30 días, a

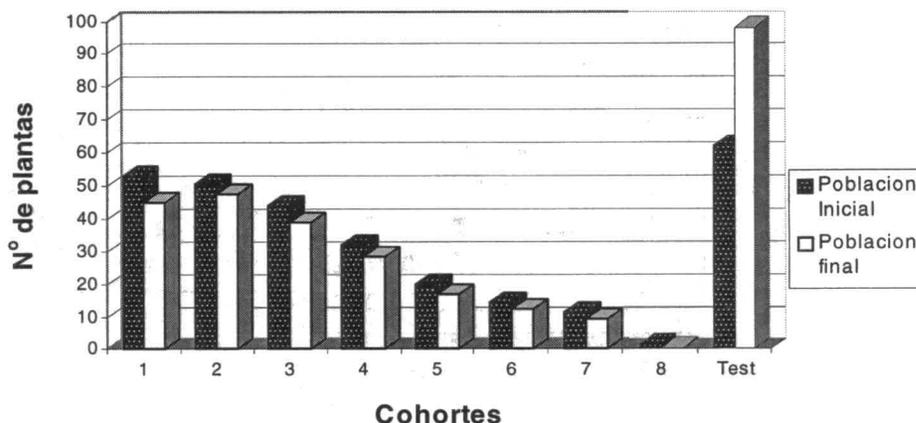


FIGURA 2 Comparaciones entre la densidad de población inicial y la densidad de población final de plantas de Avena fatua L. en cada una de las cohortes.

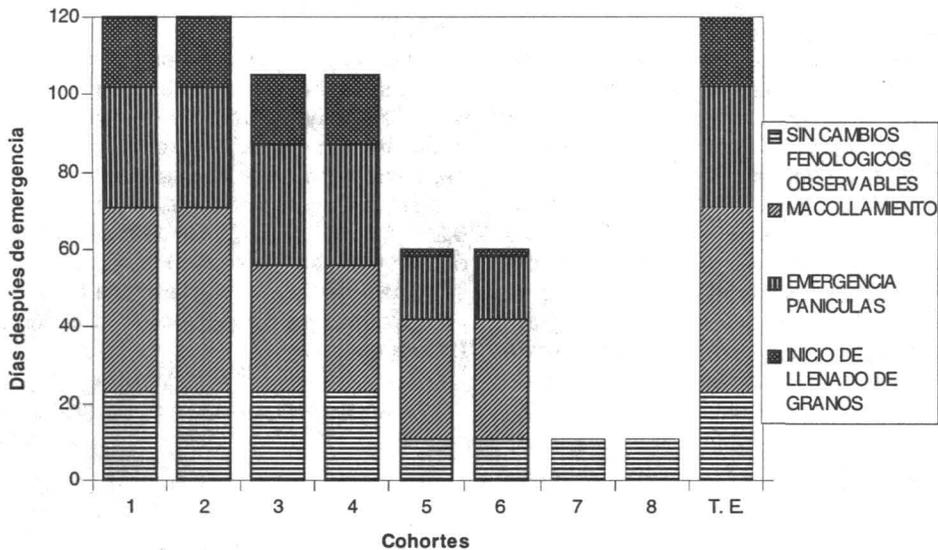


FIGURA 3 Cambios fenológicos y de desarrollo de las plantas de Avena fatua L. en las diferentes cohortes.

diferencia de las plantas de las cohortes emergidas entre los 75 y 90 dde, las cuales macollaron a los 15 días. No se registró macollamiento en las plantas emergidas a los 105 y 120 días del ciclo del cultivo (Figura 3).

En el grupo de las primeras cuatro cohortes (15, 30, 45 y 60 dde), se registró un promedio de 6,5 macollas/planta, a diferencia de las cohortes establecidas a 75 y 90 dde, en las cuales sólo se registró en promedio dos macollas/planta. En las plantas de la primera y segunda cohortes, la iniciación de la emergencia de la panícula se registró a los 75 días, en las plantas de la tercera y cuarta cohorte, a los 60 días, y en las plantas de la quinta y sexta cohorte, a los 45 días. En las plantas de la séptima y octava cohorte, no se alcanzó a registrar emergencia de la panícula (Figura 3)

El número de inflorescencias por panícula fue diferente para todas las cohortes. Por ejemplo, las plantas de la primera, segunda y tercera cohortes presentaron 23,6 espiguillas en promedio. Para las cohortes cuarta a sexta, los valores fueron 10,9, 6,7 y 0,7 inflorescencias /panícula, respectivamente.

En las plantas de la primera y segunda cohortes, lo mismo que en el testigo enmalezado, la iniciación del llenado de los granos se registró a los 105 días y, en las plantas de la tercera y cuarta cohorte, a los 90 días. Las plantas de la quinta a la octava cohortes no llegaron a llenar grano.

Caro y Sarmiento (1987) reportan los siguientes intervalos fenológicos para *A. fatua*: 30 días para la iniciación del macollamiento, 75 días para la emergencia de la panícula y 105 días para iniciar el llenado de grano. Entonces, se puede inferir que las plantas de avena de las cuatro últimas cohortes (75 -120 dde) respondieron a las condiciones adversas aumentando su precocidad para completar su desarrollo. Estos resultados coinciden con la afirmación de Duke (1985), quien sugiere que algunas malezas pueden acortar el período vegetativo si las condiciones le son adversas y que, por lo tanto, son tolerantes y plásticas.

3. Altura de plantas.

Las plantas de avena que permanecieron más tiempo con el cultivo (cohortes primera a tercera) alcanzaron las mayores alturas (108,5 cm) y no presentaron

diferencias ni entre ellas ni con las plantas del testigo siempre enmalezado (104,1 cm). La altura de las plantas en las cuarta y quinta cohortes fue en promedio de 80 cm superior a la altura promedio lograda por las plantas de trigo (73,2 cm). Esto permite suponer que dichas plantas pueden dificultar la cosecha de las plantas, independientemente de que las plantas de *A. fatua* emergidas durante los primeros 75 días del ciclo del cultivo disminuyan o no el rendimiento del cultivo. Para las plantas emergidas después de los 75 días (sexta a octava cohortes), se registraron alturas de 47,1, 35,2 y 10.0 cm, respectivamente (Figura 4).

4. Materia seca (Rendimiento biológico).

El rendimiento biológico alcanzado por los individuos expresa la magnitud de la extracción de nutrientes y el nivel de competencia de las malezas con el cultivo. Los valores correspondientes a las primera, segunda y tercera cohortes fueron de 159,2g/m².

Estos valores son considerablemente altos y permiten inferir que la competencia de las malezas fue drástica durante los primeros 60 días del cultivo. Los mayores valores se alcanzaron en el testigo absoluto con 291 g/m². La materia seca de las plantas de las cuarta y octava cohortes fueron 52,48, 10,3, 6,25, 1,33 y 0,1 g/m². Estos datos pueden considerarse bajos, lo cual era de esperarse si se tiene en cuenta la presencia tardía de estas plantas en competencia con el cultivo (Figura 4)

VARIABLES EN LAS PLANTAS DE CULTIVO (Trigo)

La discusión de estas variables se centrará en los efectos de la duración de la competencia de las cohortes de avena sobre los diferentes parámetros del rendimiento del trigo; por lo tanto, al hablar de 15; 30; 45; 60; 75; 90; 105 y 120 días de competencia, o, alternativamente, de las cohortes octava, séptima, sexta, quinta, cuarta, tercera,

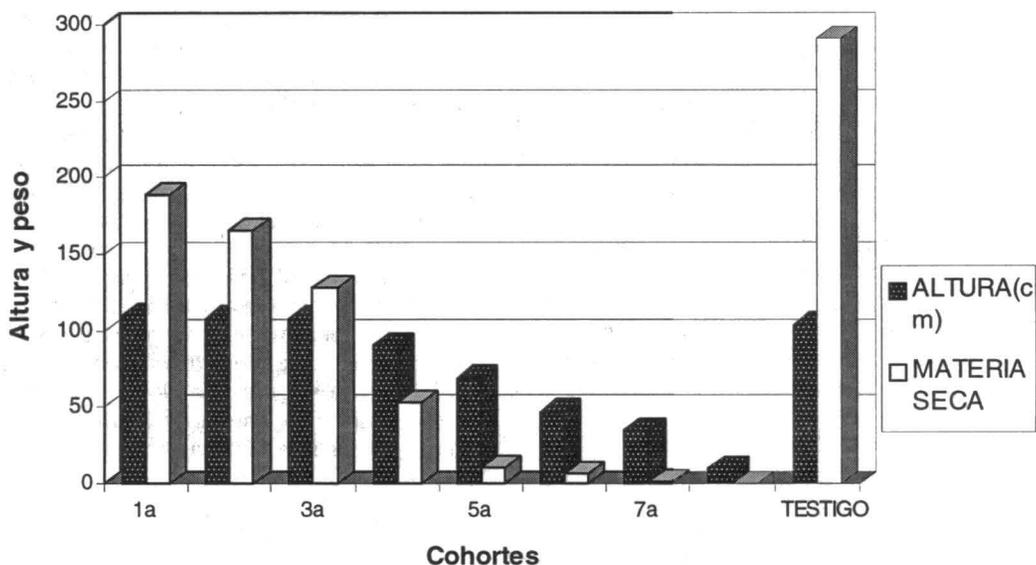


FIGURA 4 Altura (cm.) y materia seca (g/m²) de las plantas de *Avena fatua* en las diferentes cohortes.

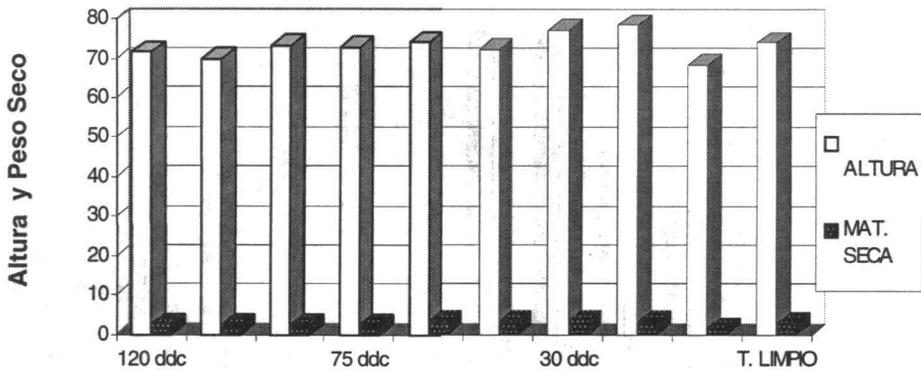


FIGURA 5 Altura (cm.) y peso (g/m²) de la materia seca de trigo bajo el impacto de competencia de diferentes cohortes de *Avena fatua*.

segunda y primera, respectivamente, se hace referencia al tiempo de convivencia de la avena con el trigo o de permanencia competitiva de la avena.

1. Altura de plantas.

El análisis de regresión reveló un comportamiento decreciente (lineal negativo) de la altura de las plantas de trigo a través del tiempo de convivencia con la avena. La pendiente de esta tendencia es suave, lo cual indica que los efectos de la duración de la competencia de *A. fatua* en la altura de las plantas de trigo no fueron muy importantes. La prueba de Duncan permitió apreciar igualdad estadística entre la altura de las plantas de trigo que permanecieron en competencia con la avena durante 45; 60; 75; 90; 105 y 120 días (cohortes sexta, quinta, cuarta, tercera, segunda y primera respectivamente) y el testigo siempre limpio. Igualmente, se presentó igualdad estadística entre las plantas con 15; 30; 60 y 90 días de competencia (cohortes octava, séptima, quinta y tercera, respectivamente). El testigo siempre enmalezado resultó igual estadísticamente a las plantas con 45; 75; 90; 105 y 120 días de competencia. La menor altura se obtuvo con el tratamiento siempre enmalezado (68,5 cm); estas alturas resultaron

significativamente inferiores a las alcanzadas por las plantas del testigo siempre limpio (74 cm)(Figura 5).

2. Materia seca.

El peso seco de las plantas de trigo del tratamiento siempre enmalezado (15,4 g.) fue significativamente inferior al peso seco de las plantas de los demás tratamientos (28 g en promedio) y al peso seco del testigo siempre limpio (27,3 g).

Esta variable disminuyó a través del tiempo de competencia y el análisis de regresión confirmó la tendencia lineal negativa. Los pesos secos más altos se presentaron en aquellas plantas de trigo en las cuales la duración de la competencia fue menor de 60 días (quinta cohorte de avena). El mayor valor se presentó en las plantas de 30 días de competencia (séptima cohorte); esto quiere decir que los efectos de mayor competencia se presentaron durante los primeros 60 días del ciclo del cultivo (Figura 5).

Comparativamente, la competencia iniciada en la etapa final del periodo vegetativo (entre los 45 y 75 días del ciclo del cultivo) afectó más el rendimiento biológico que la competencia iniciada en la etapa inicial del mismo (entre los 0 y 30 días del ciclo del cultivo). La competencia iniciada en la etapa ini-

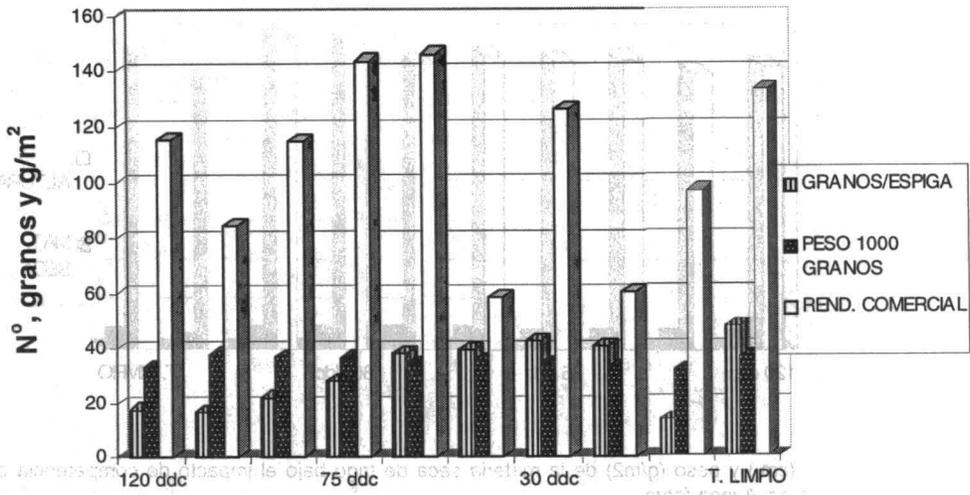


FIGURA 6 Componentes del rendimiento del trigo: granos/espiga (No.), peso de 1000 granos (g) y rendimiento comercial (g/m²)

cial del periodo reproductivo (entre 75 y 90 días del ciclo del cultivo) afectó con mayor intensidad que la competencia iniciada en la etapa final del mismo periodo (de los 105 días en adelante) (Figura 5).

3. Número de Granos.

Al igual que la variable 'materia seca', el número de granos disminuyó con el tiempo de competencia y el comportamiento de la línea de regresión fue lineal negativo, con una pendiente pronunciada. Esto quiere decir que a medida que se prolonga el tiempo de competencia disminuye considerablemente la cantidad de granos formados por las plantas de trigo (Cuadro 3). El máximo de granos/espiga se presentó en el tratamiento siempre limpio (47,8 granos/espiga, en promedio). Este testigo resultó estadísticamente igual (prueba de Duncan) a los tratamientos en los cuales las cohortes de avena compitieron durante 15; 30; 45 y 60 días (cohortes octava, séptima, sexta y quinta, respectivamente), para los cuales se registró una cantidad de 40,7; 42,6; 39,5 y 38,4 granos/espiga, respectivamente. El número promedio de granos en todos los tratamientos fue superior a la cantidad de granos registrada en el testigo siempre

enmalezado (13,5 granos/espiga) e inferior a la cantidad reportada para el testigo siempre limpio (47,8 granos/espiga), lo cual corrobora el efecto detrimental de la competencia de las plantas de *A. fatua* sobre el rendimiento del trigo (Figura 6).

El porcentaje de disminución del número de granos por espiga en las parcelas del ensayo fue en promedio de 35,71 % con respecto al testigo siempre limpio y 71,75% en las parcelas del testigo siempre enmalezado.

La cantidad de granos producidos por las plantas de trigo fue menor cuando la competencia se inició en la etapa temprana del periodo vegetativo (entre 0 y 30 días del ciclo del cultivo) y mayor el nivel de competencia, cuando empezó en la etapa tardía del mismo periodo (entre los 45 y 75 días de ciclo del cultivo). Igualmente, el número de granos fue ligeramente inferior cuando la competencia se inició en la etapa temprana del ciclo reproductivo del cultivo, (entre los 75 y 90 días del ciclo del cultivo), a diferencia de cuando empezó en la etapa tardía de este mismo periodo (105 días en adelante).

4. Peso de 1.000 granos.

El análisis estadístico no permitió apreciar diferencias entre los tratamientos. El peso de 1.000 granos fue de 36,6 gramos para el testigo siempre limpio, de 31,7 gramos, para el testigo siempre enmalezado y de 35,3 gramos en promedio, para los diferentes tratamientos. El tiempo de competencia no afectó el llenado de los granos (y, por consiguiente, su tamaño), tal como sí ocurrió con el número de granos en las espigas de trigo. Las plantas de trigo con mayor tiempo de competencia de *A. fatua* respondieron formando sólo la cantidad de granos que serían capaces de llenar (Figura 6).

5. Rendimiento comercial.

Los resultados obtenidos en el testigo siempre limpio fueron de 133,27 g/m², en el testigo siempre enmalezado, de 96,72 g/m² (27,4 % menos) y, en los tratamientos, se obtuvo un rendimiento promedio comercial de 106,12 g/m² (20,4 % menos). Las plantas de trigo que más se vieron afectadas por la competencia con las plantas de avena fueron las correspondientes a las cohortes que emergieron durante los periodos vegetativo inicial (fase de diferenciación) y reproductivo inicial (fase de formación de granos). Los rendimientos comerciales correspondientes a los tratamientos que incluyeron emergencia de plantas en la fase vegetativa final (pleno macollamiento) presentaron el mayor valor en rendimiento (146,10 g/m²). Estos resultados permiten confirmar el efecto de la competencia de las diferentes cohortes de avena con el cultivo de trigo (Figura 6).

DISCUSION.

El estudio del impacto de las diferentes cohortes de especies de malezas en un cultivo permite conocer en cuál etapa de desarrollo de éste se producen las mayores pérdidas en la producción, además de conocer otros efectos negativos de las malezas sobre un cultivo de interés para el hombre.

La determinación del periodo crítico de competencia permite manejar apropiadamente las malezas agresivas y posibilita, además, la

selección de los herbicidas por su grado de actividad y residualidad que deben proteger el cultivo en un periodo por lo menos similar al estado crítico (Campuzano, 1986).

El comportamiento de las plantas de malezas presenta características importantes para tener en cuenta en la dinámica poblacional de las especies. Dentro de las diferentes etapas de desarrollo, la germinación de las semillas con la característica de emergencia escalonada confiere ventajas a estas especies, al posibilitar su supervivencia, logrando, solo, un control parcial de los individuos de la población. Esta ventaja, también, le permite a las malezas emergencias sucesivas de varias generaciones dentro de un ciclo de cultivo (Radosevich y Holt, 1987).

La menor presencia de plantas de *A. fatua* en las etapas avanzadas del ciclo del cultivo se debió, posiblemente, a la menor cantidad de luz que lograba pasar a través del dosel del cultivo (Baskin y Baskin, 1987).

Aunque, en los primeros estados de desarrollo del cultivo la competencia por luz es prácticamente nula, tan pronto como las plantas empiezan a desarrollarse o se aumenta la densidad de las mismas (intra e interespecifica), la competencia empieza a ejercer su acción. Esto explica los cambios fenológicos de *A. fatua*, los cuales se efectuaron sólo en las plantas emergidas después de los 30 dde.

La diferencia en los cambios fenológicos de las plantas de avena es debida a la presencia tardía de las malezas a partir de la segunda y/o tercera cohorte. A partir de este momento, todas las plántulas emergieron correspondientemente con 15; 30; 45; 60; 75; 90 y 105 días de atraso con respecto al cultivo del trigo. De tal manera que, debido a la desventaja en que se encuentran las plantas para aprovechar los recursos disponibles en el suelo y en el ambiente, respondieron acortando la duración de los estados fenológicos y disminuyendo el número de estructuras reproductivas (Zimdahl, 1979).

Las cohortes de avena, cuya presencia en el cultivo fue tardía, respondieron acortando el periodo de duración de los estados fenológicos y disminuyendo la producción de estructuras reproductivas.

La alta producción de materia seca por metro cuadrado de las plantas de avena de las primeras cohortes es consecuencia, tanto del mayor periodo de utilización de los recursos (en competencia con las plantas del cultivo), como de la mayor densidad de plantas en estas cohortes en relación con cohortes emergidas tardíamente.

La interacción de las plantas de avena afecta directamente el rendimiento del cultivo, especialmente la biomasa y el número de granos de planta. El efecto de las plantas de trigo sobre el desarrollo de las plantas de avena se observó, principalmente, en la disminución de la duración del periodo vegetativo, la disminución en el número de macollas/planta y la menor producción de espiguillas.

El número de granos/planta de trigo fue la variable más afectada por la acción de competencia de la avena en los componentes del rendimiento. El llenado de los granos no se vio afectado, como se logra apreciar en el peso de 1.000 granos, variable para la cual no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos.

La emergencia de plántulas de avena durante los primeros 75 días del ciclo del cultivo, además de afectar los rendimientos de éste, puede dificultar la cosecha, por la alta contaminación de semillas debida a la mayor precocidad de las plantas de avena emergidas en este periodo.

CONCLUSIONES

De los resultados de este trabajo, se lograron las siguientes conclusiones:

1. Las cohortes de avena, cuya aparición en el cultivo fue tardía, respondieron acortando el periodo de duración de los estados fenológicos y disminuyendo la producción de estructuras reproductivas.

2. Las plantas de avena emergidas durante los primeros 75 días del ciclo del cultivo disminuyeron el rendimiento del cultivo y lograron alcanzar la altura de éste, por lo cual se infiere que, también, pueden dificultar la cosecha del cultivo.

3. La alta producción de materia seca /m² de las plantas de avena de la primera cohorte es consecuencia lógica, tanto del mayor tiempo de competencia con el cultivo, como de la mayor densidad de plantas con relación de plantas de las cohortes tardías.

4. Los mayores efectos de la competencia se alcanzaron durante los 60 días iniciales de desarrollo del cultivo (primera a cuarta cohortes de avena), afectando principalmente las variables de rendimiento biológico y número de granos.

LITERATURA CITADA

Baskin, J. y Baskin, C. Temperature requirements for afterripening in buried seeds of four summer annual weeds. *Weed Research* 27: 385-389. 1987.

Campuzano, L. F. Estudio de la población de malezas y época crítica de competencia en cebada (*Hordeum vulgare* L.) en Nariño. ICA. 1986.

Caro, B. S. y Sarmiento, A. Análisis comparativo de crecimiento, desarrollo y rendimiento de dos especies de *Avena*: *Avena fatua* y *Avena sativa*. Trabajo de Grado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá. 1987.

Duke, S. O. *Weed Physiology*. Vol. I: Reproduction and Ecophysiology. CRS Press. Boca Raton, Florida. 1985.

Fernández Quintanilla, C. y Andujar, J. L. Utilización del concepto de umbrales de decisión para el control de malas hierbas. ITEA. 1988

Fuentes, C. Las poblaciones de malezas en los campos cultivados: Factores que determinan su abundancia, dominancia y composición florística. *Revista Comalfi* 11: 4-53. 1984.

García L. y Fernández Quintanilla, C. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Ediciones Mundi-prensa. Madrid. 1991.

Manlove, R. J., Mortiner, A.M. y Putwain, P.D. Modeling wild oat populations and their control. British Crop Protection Conference 31:604-609. 1982.

Radosevich, S. R. y Holt, J. S. Thresholds and Weed Management. Weed Ecology, Implications for vegetation management. Wiley-Interscience. 1984.

Wilson, B. J. y Wright, K. J. Predicting the growth and competitive effects of annual weeds in wheat. Weed Research 30:201-211. 1990.

Zimdahl, L. Weed crop competition: A review. IPCC: Oregon State University. Corvallis. 1979.