



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL



✓ **EFFECTO DE LA DENSIDAD DE POBLACIÓN DEL TRIGO (*Triticum aestivum* L.) SOBRE LA COMPETENCIA CON AVENA (*Avena* spp.)**

DIRECCION ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN PROTECCIÓN VEGETAL

PRESENTA:
GILBERTO GONZÁLEZ CRUZ



c.1

879361

CHAPINGO, MÉXICO. DICIEMBRE DE 1998.



EFFECTO DE LA DENSIDAD DE POBLACIÓN DEL TRIGO (*Triticum aestivum* L.) SOBRE LA COMPETENCIA CON AVENA (*Avena* spp.)

Tesis realizada por Gilberto González Cruz bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

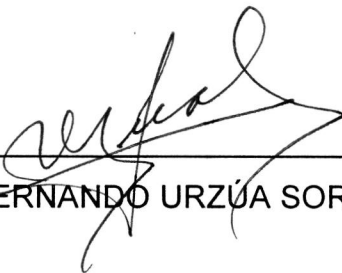
DIRECTOR:


DR. GUILLERMO MONDRAGÓN PEDRERO

ASESOR:


M.C. LUIS EMILIO CASTILLO MARQUEZ

ASESOR:


MC. FERNANDO URZÚA SORIA

33534

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE POBLACIÓN DEL TRIGO (*Triticum aestivum* L.) SOBRE LA COMPETENCIA CON AVENA (*Avena* spp.)

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de Gilberto González Cruz autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Protección Vegetal estuvo constituido por:

PRESIDENTE: 
DR. GUILLERMO MONDRAGÓN PEDRERO

ASESOR: 
M.C. LUIS EMILIO CASTILLO MARQUEZ

ASESOR: 
MC. FERNANDO URZUA SORIA

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico brindado para la realización de mis estudios de Maestría en Protección Vegetal en el Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo..

Al Doctor Guillermo Mondragón Pedrero por la acertada dirección para la realización de la presente investigación.

Al Maestro en Ciencias Luis Emilio Castillo Marquez por las atinadas observaciones hechas al presente trabajo.

Al Maestro en Ciencias Fernando Urzúa Soria por las observaciones que realizó a la presente investigación.

A todos los profesores del departamento de Parasitología Agrícola porque de una manera u otra han influido en mi para llegar a formarme tanto profesional como personalmente.

Y finalmente, a todas aquellas personas que me han tendido la mano y que me es imposible nombrar a todas sin cometer la falta de olvidarme de alguien.

DEDICATORIA



~ Dedico el presente trabajo a mi mamá la señora Josefina González por el apoyo que siempre me ha brindado.

~ A mis hermanos Alfonso, Rufino, Anastacio y Rene con quienes he aprendido el valor de la vida.

~ A mis sobrinos (as) Edith, Alberto, Adriana, David y Nayelly para que este logro sea un aliciente en su vida futura.

Con cariño para Mary.

CONTENIDO

	PÁG.
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE APÉNDICE.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
BIOGRAFÍA.....	xiii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Importancia de la maleza.....	3
2.2. Importancia de la habilidad competitiva.....	4
2.3. Habilidad competitiva del trigo.....	5
2.4. Efecto de la densidad de siembra sobre los componentes de rendimiento.....	9
2.5. Habilidad competitiva de algunos cereales con otras malezas.....	12
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1. Características del sitio experimental.....	16
3.1.1. Localización.....	16
3.1.2. Clima.....	16
3.1.3. Suelo.....	17
3.2. Características del material vegetal.....	17
3.3. Diseño experimental.....	17
3.4. Lista de tratamientos y subtratamientos.....	18
3.5 Arreglo de la unidad experimental.....	18
3.6. Variables respuesta.....	19

	Pag.
3.6.1. Número de espigas por metro lineal.....	19
3.6.2. Número de granos	19
3.6.3. Peso de 1000 granos	19
3.6.4. Rendimiento de trigo.....	19
3.7. Metodología del análisis estadístico.....	20
3.8. Conducción del experimento.....	20
3.8.1. Preparación del terreno.....	20
3.8.2. Siembra.....	20
3.8.3. Riego.....	20
3.8.4. Aplicación de herbicidas.....	21
3.8.5. Cosecha.....	21
3.8.6. Trilla.....	21
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1. Número de espigas por metro lineal.....	22
4.2. Número de granos/espiga.....	24
4.3. Peso de 1000 granos.....	26
4.4. Rendimiento en grano de trigo.....	28
4.5. Discusión general de los resultados obtenidos.....	30
5. CONCLUSIONES.....	32
6. LITERATURA CITADA.....	34
7. APÉNDICE.....	41

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁG.
1 Densidades de población de trigo evaluadas con avena y sin avena en Chapingo, México. 1998.....	18
2 Comparación de medias (tukey, $\alpha = 0.05$) para la variable número de espigas por metro lineal de trigo (<i>Triticum</i> <i>aestivum</i> L.) en Chapingo, México. 1998.....	23
3 Comparación de medias(tukey, $\alpha = 0.05$) para la variable número de granos por espiga de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) en Chapingo, México. 1998.....	25
4 Comparación de medias (tukey, $\alpha = 0.05$) de la condición de manejo para la variable peso de 1000 granos de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) en Chapingo, México. 1998.....	26

CUADRO**PÁG.**

5	Comparación de medias (tukey, $\alpha= 0.05$) para la variable peso de 1000 granos de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) en Chapingo, México. 1998.....	27
6	Comparación de medias(tukey, $\alpha= 0.05$) para la variable rendimiento de grano de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) en Chapingo, México. 1998.....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁG.
1 Comparación de medias para la variable número de espigas de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) en Chapingo, México. 1998.....	24
2 Comparación de medias para la variable número de granos por espiga de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) en Chapingo, México. 1998.....	25
3 Comparación de medias para la variable peso de 1000 granos de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) en Chapingo, México. 1998.....	28
4 Comparación de medias para la variable rendimiento en grano de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) en Chapingo, México. 1998.....	30

ÍNDICE DE APÉNDICE

CUADRO	PÁG.
1A Análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) para las variables estudiadas en el diseño experimental parcelas divididas de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) en Chapingo, México.....	41

RESUMEN

Con el objetivo de determinar una densidad de población óptima del cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.), para obtener una cobertura que impida la proliferación de avena (*Avena* spp.) se realizó en experimento bajo condiciones de campo en Chapingo, México en 1998. Se evaluaron siete diferentes densidades de población de trigo (250, 300, 350, 400, 450, 500 y 600 plantas m^{-2}) en hileras; intercalando avena (150 plantas m^{-2}) entre las hileras de trigo. El diseño experimental utilizado fue un bloques al azar en un arreglo en parcelas divididas, donde la parcela grande estuvo constituida por la condición de competencia (con avena y sin avena) y la parcela chica por las densidades. Las variables evaluadas fueron: número de espigas por metro lineal, número de granos, peso de 1000 granos y rendimiento. Los resultados que se obtuvieron fueron que al aumentar la densidad de población del trigo no disminuye el efecto de la competencia con avena; también que al aumentar la densidad de 400-500 plantas m^{-2} existió mayor habilidad competitiva del trigo con respecto a la avena. De igual forma, se encontró que el número de granos y peso de 1000 granos no varían significativamente en dosis de 250 a 600 plantas m^{-2} . Se concluye que los mejores tratamientos con los más altos rendimientos de grano de trigo para la zona de Chapingo, México, son las densidades de 400 y 500 plantas m^{-2} ; sin embargo al competir el trigo con esta densidad de avena (150 plantas m^{-2}), se observa una reducción en el rendimiento.

PALABRAS CLAVES: *Triticum aestivum* L., *Avena* spp., habilidad competitiva, densidades.

ABSTRACT

In order of determining a density of optimum wheat population of wheat cultivation (*Triticum aestivum* L.) for obtaining a covering that inhibit the oats (*Avena* spp) proliferation a research was made under condition in Chapingo, México in 1998. Seven different densities of population wheat were evaluated (250, 300, 350, 400, 450, 500 y 600 plants m⁻²) in rows. Inserting oats (150 plants m⁻²) among the wheat were rows. The experimental design used was in blocks at random in an arrange in divided smallholdings, were the big smallholdings were constituted by the condition of competence (with oats and without it) and the little smallholdings for densities. The evaluated variables were: number of ears by linear metre, number of grains, weight of 1000 grain and performance. The results that were obtained when increasing population density of wheat effect of competence with wheat doesn't decrease, also when increasing the density of 400-500 plants m⁻² existed mayor competitive ability of wheat according to oat. The same way, we found, that the number of grains and weight of 1000 grains don't have significative variations in densities as 250 to 600 plants m⁻². It was concluded that the best treatments with the most high performances of grain of wheat for the zones of Chapingo, México are the densities of 400 and 500 plants m⁻²; however, when wheat competed with these oat densities (150 plants m⁻²) its yield was reduced.

KEY WORDS: *Triticum aestivum* L., *Avena* spp., competitive ability, densities.

BIOGRAFÍA

Gilberto González Cruz nació en Huajuapán de León, Oaxaca, el 1 de agosto de 1971. Cursó sus estudios de nivel medio superior y superior en la Universidad Autónoma Chapingo de 1988 a 1995 recibiendo el título de Ingeniero Agrónomo especialista en Fitotecnia con la tesis "Control químico de la maleza en dalia (*Dahlia* spp.)

De enero de 1997 a diciembre de 1998 realizó estudios de maestría en Protección Vegetal en el Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo.

1. INTRODUCCIÓN

La presencia de malezas en el trigo afecta la producción debido a que compite por agua, luz, nutrimentos y espacio para su desarrollo, además dificulta la cosecha y reduce la producción del grano hasta en un 50%. La calidad del grano también se reduce por el contenido de impurezas y contribuye a disminuir el valor del terreno.

Las malezas que compiten con el cultivo de trigo pueden ser de hoja ancha o de hoja angosta. Los dos tipos de malezas son muy dañinos cuando los terrenos están muy infestados.

La avena silvestre, alpistillo, mostacilla, morraja, lengua de vaca, malva, chilillo y correhuela, son algunas de las malezas que infestan al cultivo del trigo en México. Sin embargo, existen más de 110 especies pertenecientes a 24 familias de malas hierbas asociadas a este cultivo (SARH, 1992).

Se han ideado varios métodos de control de malezas; sin embargo algunos son costosos y otros implican gran cantidad de mano de obra. Actualmente los métodos biológicos para el control de malezas en los cultivos se han incrementado para reducir el uso de los químicos. Aunque frecuentemente no se consideran, los cultivos mismos tienen la habilidad competitiva para proveer un eficiente control de malezas, como es el caso de los cereales en el cual podemos manejar la densidad de plantas como un factor importante en la competencia contra la maleza (Rojas, 1995).

Por lo anteriormente señalado se plantea el siguiente:

Objetivo:

Determinar una densidad de población óptima del cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) para obtener una cobertura que impida la proliferación de avena (*Avena* spp.).

Hipótesis

Existe mayor habilidad competitiva del trigo (*Triticum aestivum* L.) con respecto a la avena (*Avena* spp.) aumentando la densidad de población del trigo.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia de la maleza

La importancia de las malezas radica en los efectos que causan sobre el hombre ya que afectan su salud, sus cultivos, sus animales o simplemente son estéticamente indeseables. En los cultivos las malezas reducen el rendimiento al competir por las fuentes de nutrición y por los efectos alelopáticos que causan sobre las plantas cultivadas. Además, causan un gran impacto económico, pues se estima que las malezas en Estados Unidos causan pérdidas igual o mayor a los \$ 20 billones anuales, ocurriendo mayoritariamente en el sector agrícola (Bridges, 1994).

Anderson (1993), reporta que en Estados Unidos las malezas gramíneas anuales compiten directamente con cereales de invierno, tales como trigo, cebada y triticale. Además menciona que dentro de este grupo la avena silvestre es una de la más agresivas, que puede germinar en otoño y sobrevivir en un moderado invierno.

Ha sido demostrado que la avena silvestre causa una reducción en el rendimiento en grano de la mayoría de los cereales (Carlson y Hill, 1985a); sin embargo la densidad y duración de las malezas varía de diferentes formas entre las localidades geográficas (Black y Aase, 1982).

En México, la avena silvestre se encuentra distribuida en los principales estados productores de trigo como Sonora, Baja California Norte, Sinaloa, Chihuahua y Guanajuato, donde sobresalen por una mayor infestación, las regiones de Delicias y el Bajío, con una frecuencia de aparición de 68% y 65.6% respectivamente, y de 59% y 51% para Caborca y Hermosillo, Son. Mientras que para el Valle del Fuerte, Sin. fue de solo 5%; sin embargo en términos generales, de las 188, 627 has muestreadas, el 50% se encuentran infestadas por avena silvestre (Arévalo, 1977).

Las pérdidas que causan la avena silvestre como la reducción del rendimiento, costo de limpiado y un bajo grado en calidad de granos son bien conocidos. Se estima que 70 millones de acres de tierras cultivadas en Canadá y 30 millones de acres en los Estados Unidos son infestadas por la avena silvestre (Banting, 1982).

2.2. Importancia de la habilidad competitiva

Existen varios métodos de control de malezas: control manual, mecánico, biológico y químico, entre otros; sin embargo; debido a los altos costos que éstos implican, la contaminación que causan y la gran cantidad de mano de obra que se utilizan, se han ideado nuevas formas de control. Aunque la habilidad competitiva de los cultivos aún no se acepta como una forma de control biológico, actualmente se le está dando una gran importancia; ya que existen algunos cultivos como son el trigo, la cebada, la alfalfa o la papa, que tienen un desarrollo muy vigoroso y la capacidad de suprimir eficazmente el desarrollo de las malezas indeseables y más aún, si el clima no favorece el desarrollo de éstas (Rojas, 1995).

En general, las variedades que poseen un desarrollo rápido y vigoroso, una elevada altura o un follaje espeso, son mejores competidoras que aquellas variedades de porte bajo y de escaso vigor. En este sentido, es ilustrativo el caso de los nuevos trigos semienanos. Estas nuevas variedades han demostrado ser mucho más susceptibles a la presencia de malas hierbas que las variedades tradicionales, altas y de mucho ahijamiento (García y Fernández 1991; Rojas, 1995).

Además de éstas diferencias genéticas, la competitividad de los cultivos puede ser incrementada mediante el empleo de determinadas prácticas agronómicas. La siembra a altas densidades o en líneas estrechas son ejemplos típicos de algunas de estas formas de favorecer el desarrollo de los cultivos en situaciones de abundantes malas hierbas. Sin embargo, es necesario recordar que la competencia del cultivo por si sola no suele ser suficiente para obtener un control adecuado de malas hierbas. Además constituye un excelente complemento para otros tipos de medidas de control de malezas indeseadas (García y Fernández ,1991; Rojas, 1995).

2.3. Habilidad competitiva del trigo

Varios estudios han demostrado que existen diferencias en habilidad competitiva entre cultivares de trigo cuando estuvieron en competencia con avena silvestre; por ejemplo, Radford *et al.* (1980) encontraron que incrementando las dosis de siembra en trigo redujeron el peso seco de la avena silvestre: cuando la densidad de trigo excedió de 150 plantas m⁻². Concluyeron que si se incrementa la dosis de siembra del trigo, se reduce la producción de semilla de avena silvestre, especialmente cuando existe una baja densidad de avena silvestre.

De igual manera, Hume (1995), estudió el crecimiento de las malezas en los campos agrícolas y en parcelas experimentales de trigo; encontrando que las variaciones en la densidad en plantas de trigo fue un factor importante para el crecimiento de las malezas.

Por otro lado, Henson y Jordan (1982), realizaron un experimento bajo condiciones de invernadero para evaluar el efecto de la competencia de avena silvestre con dos variedades de trigo, aplicando diferentes dosis de nitrógeno, los resultados que obtuvieron muestran que la avena redujo el crecimiento y rendimiento del trigo cuando éste incrementa su población.

También González (1982), en un experimento realizado en España probó la competencia de *Avena sterilis* contra variedades de trigo de origen español (*Aragón 03* y *Pané 247*) de mayor rusticidad y la *7 cerros* y *Yécora*, ambas de origen mexicano, encontró que la variedad *Yécora* llega a convivir con *Avena sterilis* bajo ligera competencia de esta última (5 plantas m^{-2}) debido a que es de ciclo más corto que la avena silvestre. Además mencionan que si el trigo se halla encañando y más aún ahijando, los rendimientos disminuyen si la avena se encuentra en pleno desarrollo vegetativo.

En otro estudio, Martin *et al.* (1987) condujeron un experimento para determinar el efecto de la variación de la densidad de trigo y de dos especies de avena silvestre en el rendimiento de trigo; los resultados que mostraron, indican que los rendimientos en grano fueron reducidos por las avenas al disminuir el número de tallos. Reportan también que al incrementar la densidad de plantas de trigo (100 a $150 \text{ plantas m}^{-2}$) en presencia de $50 \text{ plantas de avena m}^{-2}$ se incrementó el rendimiento en grano en un 5%.

Martin y Field (1987) estudiaron la habilidad competitiva entre la avena silvestre (*Avena fatua*) y el trigo (*Triticum aestivum*), en donde se observó una

disminución en el rendimiento de trigo, debido a la mayor habilidad competitiva en las raíces de la avena silvestre; mientras que las dos especies mostraron una similar habilidad competitiva en tallos. Estos mismos autores en 1988, condujeron un experimento bajo condiciones de invernadero para evaluar los efectos de la época de emergencia de la avena silvestre en competencia con trigo, indicando que las dos especies compitieron ampliamente por las fuentes de nutrientes; sin embargo, la avena silvestre fue más competitiva que el trigo cuando se sembraron simultáneamente, debido a que la raíz de la misma tuvo mayor habilidad competitiva; no siendo así cuando la avena silvestre fue sembrada de tres a seis semanas después que el trigo; en donde el trigo fue más competitivo que la avena y además evitó la producción de panículas de avena, esto debido al mayor desarrollo de raíz y tallo.

En otro estudio llevado a cabo en invernadero para evaluar la habilidad competitiva de *Avena sterilis* y seis diferentes cultivares de trigo, González (1988), reporta una competencia similar entre cultivares y avena con respecto al peso de grano, peso de paja, número de espigas y acumulación total de nitrógeno. Sin embargo el cultivar que resultó mas afectado fue el de ciclo más largo con respecto a la altura, ya que una gran parte de sus tallos y panículas se desarrollaron después que los de la avena silvestre.

Por otra parte, Cudney *et al.* (1991a), evaluaron el efecto de la infestación de avena silvestre sobre la intercepción de luz e índice de crecimiento de trigo; ellos sembraron en promedio 200 plantas m^{-2} de trigo, 0, 100, 200 y 300 plantas m^{-2} de avena silvestre. Reportando que en el crecimiento de plantas y distribución de área foliar, la avena silvestre (300 plantas m^{-2}) alcanzó una mayor elongación del tallo y en consecuencia produjo mayor proporción de área foliar que el trigo. Ellos concluyen que si la avena rebasa en una pequeña proporción el dosel del trigo, afecta la penetración de luz y el rendimiento del cultivo.

En otro estudio similar Cudney *et al.* (1991b), realizaron un experimento en Estados Unidos para evaluar la competencia de avena silvestre con trigo enano (cultivar Anza) tanto en monocultivo como en mezcla, con una densidad en promedio de 60 a 70 plantas m⁻²; los resultados obtenidos mostraron que la densidad probada y el rendimiento en trigo y avena fueron similares; es decir, fueron igualmente competitivos, tanto en monocultivo como mezclados, aunque el área foliar por planta de la avena silvestre fue menor en relación al trigo.

En un estudio sobre la habilidad de competencia de cultivares de trigo con avena silvestre bajo diferentes prácticas de manejo de malezas, Balyan *et al.* (1991) probaron una dosis de semilla de trigo (100 kg ha⁻¹), mientras que para el caso de avena fue de 146 a 162 plantas m⁻²; encontrando que la avena silvestre redujo el rendimiento en grano del trigo de 17 a 62 % dependiendo del cultivar.

Otros autores, Satorre y Anaydon (1992), realizaron un estudio para comparar la habilidad competitiva de trigo, cebada y avena cultivada (*Avena sativa*) cuando crecieron con *Avena fatua*, los resultados que presentan muestran la competencia que se desarrolla en el suelo donde los tres cereales fueron más competitivos que *Avena fatua*; sin embargo, la avena cultivada, la avena silvestre y la cebada fueron más competitivas que el trigo

En un experimento para determinar el efecto de la duración de la competencia de avena silvestre sobre el rendimiento y crecimiento en trigo de primavera, Kirkland (1993) concluyó que el rendimiento en trigo no disminuyó cuando se tuvo una densidad de 64 a 118 plantas m⁻² de avena silvestre hasta la época en que ambos tenían una etapa de 6 y 7 hojas respectivamente; sin embargo, cuando se le permitió competir en toda la estación de crecimiento con una densidad de 118 plantas m⁻², se redujo el rendimiento de grano en un 39%.

Lanning *et al.* (1997), determinaron la diferencia en la penetración de la luz en trigo y cebada y la habilidad del trigo y cebada para evitar el crecimiento de avena silvestre; encontrando que la cebada fue mucho mejor competidora con avena que el trigo, ya que éste último permitió la producción de biomasa y semillas de avena. No obstante, la cebada permitió un 43% menos penetración de luz que el trigo sobre avena silvestre.

2.4. Efecto de la densidad de siembra sobre los componentes del rendimiento

Muchas son las investigaciones realizadas con la finalidad de obtener la población óptima de plantas, con lo cual maximizar los componentes del rendimiento y emplear así la dosis más adecuada.

En general, existe concordancia al señalar que con dosis mas elevadas hay una mayor producción de espigas m^{-2} , pero ésta se ve acompañada de una disminución en el número de granos por espiga y en una disminución en el peso de grano (Díaz y Parodi, 1974).

En otro experimento, Darwinkel *et al.* (1977) evaluaron el efecto de cuatro densidades de siembra (80, 90, 160, y 180 kg. ha^{-1}) en tres épocas de siembra, y concluyeron que en siembras tempranas las dosis de semilla no tuvieron efecto en el rendimiento.

De igual forma, Barriga y Piham (1980), empleando dosis de 80, 120, 160, 200, y 240 kg. ha^{-1} de semilla, encontraron que el rendimiento permanecía constante al aumentar la dosis por arriba de 120 kg. ha^{-1} , y que el aumento de la densidad de siembra provocó un incremento significativo en el número de

espigas m^{-2} y una disminución del número de granos/espiga y en el peso promedio del grano.

Black y Aase (1982), compararon el crecimiento y desarrollo de dos cultivares de trigo bien adaptados en la ex-Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas con un cultivar de trigo de Estados Unidos, en un rango de densidad de población de 148 a 480 plantas m^{-2} ; mencionando que las densidades más altas tuvieron 20% más de tallos y espigas, mientras que las densidades más bajas mostraron un 20% menos en el número de granos/espiga. Concluyeron que el número de granos/espiga se mantuvo en las altas densidades, debido aparentemente a los programas de mejoramiento.

También Read y Warder (1982), compararon el efecto de la densidad de semillas (20, 40 y 60 kg ha^{-1}) y fertilización sobre el rendimiento y la calidad del trigo; los resultados encontrados señalan que las dosis de fertilización y de siembra operaron relativamente independientes; citando que hubo efectos significativos en el rendimiento cuando se redujo la densidad de siembra de trigo a 20 kg ha^{-1} y que para incrementar los rendimientos se requirió una densidad de siembra de 60 kg ha^{-1} .

Por su parte, Orellana (1983) comparó el comportamiento de un cv. de trigo (*Triticum aestivum* L. cv. Ancoa) usando dos distancias entre hileras (15 y 35 cm), dos dosis de semilla (80 y 160 kg ha^{-1}) y aplicaciones de fertilizantes nitrogenados fraccionando en cuatro partes, y concluyó que la menor dosis de semilla (80 kg ha^{-1}) en combinación con la mayor distancia entre hileras (35 cm), presentó la mayor eficiencia en el uso de los insumos, incrementando significativamente el número de granos por espiga, número de espiguillas potenciales/espiga y porcentaje de fertilidad de la espiga, no así en el número de espigas m^{-2} .

En otro estudio, O'donovan *et al.* (1985), evaluaron durante varios años la diferencia de pérdidas de rendimiento en grano de cebada y trigo con diferentes fechas de emergencia de avena silvestre, las densidades de población fluctuaron en un rango de 157 a 196 plantas m^{-2} en trigo y de 151 a 202 plantas m^{-2} para el caso de cebada. Determinaron que las pérdidas en rendimiento de grano se incrementaron en un 3% cuando la avena emergió antes que los cultivos y que estas pérdidas disminuyeron gradualmente por cada día que la avena emergió después que el cultivo.

Del mismo modo, Carlson y Hill (1985a) condujeron una serie de experimentos para medir el rendimiento en grano de trigo de varias densidades de trigo y avena (la densidad más baja fue de tres plantas y la más alta de 300 plantas de avena), reportan que los rendimientos de trigo (435 plantas m^{-2}) disminuyeron cuando se incrementó la densidad de avena silvestre (300 plantas m^{-2}) y que se aumentaron cuando se incrementó la densidad de plantas de trigo (525 plantas m^{-2}). En general los rendimientos de trigo en competencia con avena disminuyeron en todos los experimentos; las más altas densidades de avena silvestre (300 plantas m^{-2}) redujeron los rendimientos de trigo se redujeron en un 64 %.

En otro experimento similar, Carlson y Hill (1985b), evaluaron los efectos de la densidad de avena silvestre, la densidad de trigo y la fertilización nitrogenada sobre los rendimientos de grano en trigo de invierno. Determinaron que los rendimientos en grano de trigo disminuyeron cuando fueron fertilizados e infestados con avena silvestre; mientras que la densidad de panículas de esta última se incrementó. Además, la fertilización nitrogenada sólo incrementó los rendimientos cuando la densidad de plantas de avena silvestre fue más baja (1.6 % del total de la densidad de plantas).

También Cudney *et al.* (1989), realizaron interacciones de competencia entre trigo (210 plantas m⁻²) y avena silvestre (0,86, 137 y 227 plantas m⁻²), bajo diferentes condiciones de riego y fertilización; encontrando una reducción similar en rendimiento en ambas especies cuando se sembraron las más altas densidades (55% y 53% para trigo y avena respectivamente). Demostrando la hipótesis de que el trigo y la avena silvestre son equivalentes en su habilidad para competir.

Un estudio de los efectos de varias especies de malezas en trigo de invierno, mostró mínimas pérdidas en los rendimientos en uno de los dos años evaluados como consecuencia de una alta densidad del cultivo (Wilson y Wright; 1990).

Arcila (1992) estudió el umbral biológico de competencia y el área de influencia de la avena silvestre (*Avena fatua*) en un cultivo comercial de trigo; encontrando que al aumentar la densidad de trigo se presentó una tendencia a incrementar el número de granos por espiga; en tanto que a bajas densidades de avena silvestre (*Avena fatua*) no se afecta el número de granos del trigo.

2.5. Habilidad competitiva de algunos cereales con otras malezas

Peters y Wilson (1983), evaluaron la emergencia, el desarrollo y la influencia de *avena fatua* sobre los rendimientos de cebada. Reportaron una reducción en el rendimiento de la cebada al permitir la competencia con avena silvestre cuando el cultivo tenía de 2.5- 6.5 hojas.

Wryght y Hebblethwaite (1983) determinaron el efecto de diferentes densidades de trigo que emergió después de la cosecha (trigo voluntario) en la

competencia con rye grass; encontrando que en altas densidades de trigo (300 plantas m^{-2}) el número de espigas/tallos y el peso de 1000 semillas se redujo en el pasto rye grass en un 1% siendo no significativo en el rendimiento del rye grass.

Morishita y Thill (1988a), determinaron el periodo crítico de interferencia de avena silvestre en cebada cuando ambas especies emergieron al mismo tiempo en condiciones de sequía, mencionan que la interferencia de la avena silvestre redujo el rendimiento en grano de la cebada: los componentes del rendimiento tales como espigas/planta, número de granos/espiga y peso de 1000 granos fueron afectados comúnmente.

Morishita y Thill (1988b), realizaron un experimento sembrando avena silvestre y cebada en campo en monocultivo y en mezcla para comparar su crecimiento estacional y desarrollo; reportando que cuando se sembró en mezcla, la avena silvestre redujo la biomasa de la cebada en etapa temprana (dos a tres tallos); no así cuando se sembró en monocultivo.

Evans *et al.* (1991), determinaron la agresividad de la cebada y avena silvestre durante la estación de crecimiento, el efecto de la densidad, la proporción de disminución sobre el rendimiento de granos en cebada y la liberación de semillas de avena silvestre. Citando que la cebada fue más agresiva que la avena silvestre ya que la biomasa de la cebada fue más afectada por la competencia intraespecífica, mientras que la biomasa de la avena fue más afectada por la competencia interespecífica. Además reportan que incrementando la densidad de la cebada a 300 plantas m^{-2} , la liberación de semillas de avena disminuyó.

Dunan y Zimdahl (1991), cuantificaron la habilidad competitiva de avena silvestre y cebada bajo condiciones de invernadero y campo. Citando que la

competencia intraespecífica fue 7.3 veces más grande que la competencia interespecífica con avena silvestre; ésta diferencia se debió a que la cebada tuvo un área foliar más grande, y más biomasa de raíz y tallo que la avena silvestre.

Torner *et al.* (1991), en un trabajo realizado en España evaluaron la interacción competitiva entre *Avena sterilis* y cebada de invierno tomando en consideración las densidades de ambas especies; reportaron que las densidades más altas de cebada (250 kg ha^{-1}) disminuyeron el peso seco y producción de semillas de avena, comparado con las densidades más bajas (100 kg ha^{-1}) y concluyen que las interacciones entre cebada y avena silvestre fueron fuertemente afectadas por las densidades del cultivo y la maleza.

Cousens *et al.* (1991), examinaron los efectos de competencia en el crecimiento de *Avena fatua*, trigo y cebada de invierno sembrados en monocultivo y en mezcla encontrando que el crecimiento de los cultivos fue más rápido en mezcla con avena que en monocultivo, y que éstas causaron una reducción en el crecimiento de la avena silvestre. Sin embargo, al final del cultivo hubo un notable cambio; la avena silvestre presentó mayor tamaño que el trigo y la cebada, afectando el rendimiento: la cebada y la avena silvestre mostraron rendimientos similares, en tanto que el trigo tuvo el menor rendimiento.

Barton *et al.* (1992), desarrollaron estrategias de manejo integrado para el control de avena silvestre en el cultivo de cebada de primavera, reportando que el espaciamiento en hilera de 9 y 18 cm no afectaron el rendimiento en grano de la cebada; sin embargo éste se incrementó cuando la densidad de semillas de cebada fue de 134 a 201 kg ha^{-1} comparado con 67 kg ha^{-1} . También los rendimientos aumentaron cuando se aplicaron herbicidas.

Exley y Snaydon (1992), estudiaron el efecto de la competencia en raíz y tallos entre trigo y pasto negro (*Alopecurus myosuroides*), citando que la competencia en raíces redujo el crecimiento de ambos, más que la competencia en tallos; lo que indicó que hubo una competencia mucho más intensa por los recursos del suelo como son los nutrientes minerales y el agua. El trigo fue más competitivo tanto en la parte aérea como en la subterránea.

Doll *et al.* (1995), estudiaron los efectos de *Agrostemma githago* y otras malezas en competencia con trigo de invierno y cebada, evaluando la producción de biomasa y rendimiento de grano. Encontraron un insignificante efecto en la cebada. Pero el trigo se vio afectado en un 10% en el rendimiento.

Tanji *et al.* (1997), en un estudio llevado a cabo en Marruecos, África; evaluaron la interacción competitiva entre trigo, rye grass (*Lolium rigidum*) y *Vaccaria hispanica* en invernadero y campo. Encontraron que el trigo fue el competidor más dominante contra las otras malezas tanto en campo como en invernadero ya que una planta de trigo mostró ser más competitiva que 11 o 19 plantas de rye grass y 24 plantas de *Vaccaria* respectivamente; además citan que en un rango de 120 a 240 plantas m⁻² de trigo, pueden reducir la competencia de rye grass y de *Vaccaria* y lograr un aceptable rendimiento en grano para las zonas semiáridas de aquel lugar.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características del sitio experimental

3.1.1. Localización

El presente trabajo se llevó a cabo en el lote X -14 del campo agrícola experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo; Edo. de México, en el ciclo invierno-primavera de 1998. El lugar está situado en los 19°29'00" de latitud norte y 98°53'00" de longitud oeste del meridiano de Greenwich y con una altitud de 2,249 msnm.

3.1.2. Clima

Según el sistema de clasificación climático de Koeppen modificado por García (1988), el tipo de clima que presenta el área experimental se clasifica como:

$C(W_0)(W)b(i')$.

Donde:

C = Templado

(W_0) = Clima subhúmedo, con lluvias en verano y precipitación promedio total anual de 675 mm. La temperatura media anual es de

15.1° C.

(W) = Porcentaje de lluvia invernal menor al 5% del total.

b(i')= Clima templado con verano fresco y largo.

3.1.3. Suelo

El suelo pertenece a la serie Xaltepa, mismos que se caracterizan por ser profundos, de color negro, ligeramente pedregosos y texturas medias. A medida que se profundiza, la textura cambia a gruesa y el color a pardo, tienen una capacidad media de retención de humedad. Son neutros a muy ligeramente alcalinos y medianamente ricos en materia orgánica. (Cachón *et al.*, 1976).

3.2. Características del material vegetal

El material utilizado fue la variedad temporalera para el caso del trigo, cuyas características son las siguientes: es una planta de hábito de primavera, con un ciclo de intermedio a tardío. La altura aproximada es de 95 cm, considerada como enana; una vez madura, presenta un color crema en el tallo, los cuales son fuertes y resistentes al acame (Semillas Universales, 1991). En el caso de la avena se sembró la variedad "ópalo" que es una variedad cultivada, esto se hizo con la finalidad de no contaminar (infestar) el campo experimental de la UACH.

3.3. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar en un arreglo en parcelas divididas y tres repeticiones. Los tratamientos consistieron en dos condiciones de manejo (con avena y sin avena) que se ubicaron en las parcelas grandes y siete densidades de población que se

ubicaron en las parcelas chicas. La unidad experimental estuvo integrada por siete hileras de seis metros de largo, con una separación entre éstos de 0.12 m. teniendo como parcela útil a las dos hileras centrales, la superficie por unidad experimental fue de 7.2 m², con un área total para el ensayo de 345.6 m².

3.4. Lista de tratamientos y subtratamientos

Se evaluó la combinación de dos condiciones de manejo de competencia: con avena y sin avena por siete densidades de población de trigo tal como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Densidades de población de trigo evaluadas con avena y sin avena en Chapingo, México. 1998.

DENSIDADES DE POBLACIÓN	
1	250 Plantas m ⁻²
2	300 Plantas m ⁻²
3	350 Plantas m ⁻²
4	400 Plantas m ⁻²
5	450 Plantas m ⁻²
6	500 Plantas m ⁻²
7	600 Plantas m ⁻²

En el caso de la avena se sembró a una densidad de 150 plantas m⁻².

3.5. Arreglo de la unidad experimental

La distribución de las unidades experimentales dentro de cada parcela se muestra en la Figura 1A del Apéndice.

3.6. Variables respuesta

Con la finalidad de conocer el efecto de la competencia entre el trigo y la avena se consideraron las siguientes variables respuesta en el ensayo:

3.6.1. Número de espigas por metro lineal

Se realizó un conteo de las espigas presentes en un metro lineal antes de la cosecha, tomando como parcela útil a las dos hileras centrales para evitar efectos de orilla.

3.6.2. Número de granos/espiga

Se calculó contando el total de granos de 20 espigas cosechadas y después se obtuvo el promedio.

3.6.3. Peso de 1000 granos

Se contaron 1000 granos de cada tratamiento y se pesaron.

3.6.4. Rendimiento de trigo

Se cosecharon las dos hileras centrales de cada unidad experimental, dejando 0.5 m de borde y posteriormente los datos se extrapolaron a gramos por unidad experimental.

3.7. Metodología del análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza y pruebas de tukey ($\alpha = 0.05$) con el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) para cada una de las variables antes mencionadas.

3.8. Conducción del experimento

3.8.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno para la siembra consistió en un barbecho, un paso de rastra y la formación de las hileras (surcado); para el caso de las hileras se realizaron en forma manual con un azadón a una profundidad aproximada de 10 cm.

3.8.2. Siembra

La siembra se realizó en forma manual en el fondo de la hilera, utilizando el método de siembra a chorrillo, se sembraron cuatro hileras de trigo y tres de avena intercalándolos unos con otros, esta actividad se realizó el día 16 de abril de 1998.

3.8.3. Riegos

Después de realizada la siembra se procedió a dar un riego para favorecer la emergencia del cultivo; posteriormente se regó cada ocho días

hasta llegar a la formación de grano; el sistema de riego utilizado fue por aspersión, con una duración del mismo de tres horas por riego.

3.8.4. Aplicación de herbicida

Para mantener el cultivo libre de malezas de hoja ancha se aplicó el herbicida bromoxinil 1 L ha⁻¹ de producto comercial. Para tal fin se usó una aspersora manual de mochila con capacidad de 15 litros equipada con una boquilla Tee-jet 8002.

3.8.5. Cosecha

La realización de la cosecha se llevó a cabo el día ocho de agosto de 1998, separando las muestras de cada variable.

3.8.6. Trilla

La trilla se realizó en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias de "El horno", (INIFAP), Edo. de México, utilizando una maquina trilladora propia para parcelas pequeñas (manojos de aproximadamente 40-50 tallo).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Número de espigas por metro lineal

De acuerdo al análisis de varianza efectuado (Cuadro 1A del Apéndice) para la variable número de espigas por metro lineal, se encontró que sí existen diferencias estadísticamente significativas entre condiciones de manejo, densidades y la interacción; realizándose después la prueba de comparación de medias tukey con un $\alpha = 0.05$ (Cuadro 2) donde se observa que la densidad de población de 450 plantas m^{-2} y sin competencia de avena fue la que registró el valor más alto para esta variable siendo diferente estadísticamente a las demás densidades.

Bajo esta misma condición, al seguir incrementando la densidad de población de trigo, se registró una disminución de esta variable, debido posiblemente a la competencia intraespecífica de las plantas del cultivo.

En la condición de competencia con avena, los valores siempre fueron menores a la condición de competencia con avena; no obstante, existió la tendencia a incrementarse el número de espigas a medida que fue mayor la densidad del cultivo, sin llegar a observarse un efecto contrario a las densidades más altas, tal como ocurrió bajo la condición sin competencia de la avena.

Cuadro 2. Comparación de medias (tukey, $\alpha = .05$) para la variable número de espigas de trigo (*Triticum aestivum* L.) por metro lineal. Chapingo, México. 1998.

Densidades		Número de espigas por metro lineal	
450	sin avena	81.9	a
400	sin avena	76.7	b
500	con avena	69.0	c
500	sin avena	70.6	c
600	sin avena	67.4	c
600	con avena	66.3	d
450	con avena	58.8	e
350	sin avena	57.6	e
400	con avena	55.3	f
300	sin avena	54.0	f
350	con avena	47.2	g
300	con avena	46.4	h
250	sin avena	43.7	h
250	con avena	27.2	i
Diferencia mínima significativa		19.6	

Medias agrupadas con la misma letra son estadísticamente iguales entre sí.

No obstante, en la Figura 1 se observa que bajo la menor densidad de población del trigo (250 plantas m^{-2}), existió el mayor efecto de la competencia de la avena (37% de reducción) debido posiblemente a que la avena al presentar un desarrollo inicial más rápido, sombreó al cultivo e hizo sucumbir a algunos individuos.

En el caso de las densidades intermedias (400 y 450 plantas m^{-2}), donde se registraron los valores de esta variable (sin competencia de avena), el efecto reductivo de la competencia fue de un 28% en ambos casos, lo que indica que ambas especies compitieron fuertemente por recursos del suelo.

Bajo las densidades más altas, se observó que prácticamente no se reflejó la competencia de avena, lo cuál es un señalamiento de que las poblaciones del cultivo hicieron sucumbir a las de la maleza.

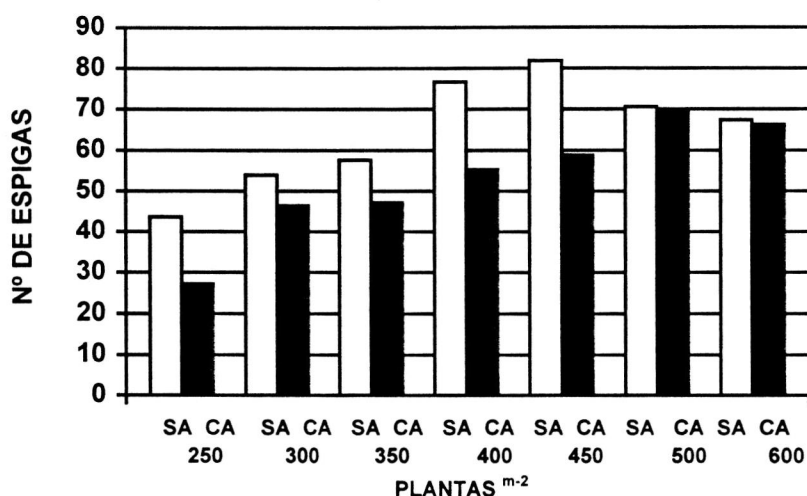


Figura 1. Comparación de medias para la variable número de espigas de trigo. Chapingo, México. 1998.

Estos resultados concuerdan con lo encontrado por Black y Aase (1982) y Carlson y Hill (1985a), quienes mencionan que las densidades más altas tuvieron un 20% más de tallos y espigas cuando estuvieron en competencia con avena; mientras que las densidades más bajas mostraron un menor número de espigas; También estos resultados confirman los reportes de Díaz y Parodi (1974), Barriga y Piham (1980) donde el número de espigas m^{-2} aumentó con las densidades más altas de trigo en competencia con avena.

4.2. Número de granos por espiga

En el análisis estadístico realizado en esta variable (Cuadro 1A del Apéndice), se encontró que no existieron diferencias estadísticas significativas entre las densidades de siembra del cultivo ni en la interacción (condición de

competencia por densidades), pero si se encontraron diferencias significativas entre condiciones de manejo; lo cuál significa que la presencia de la avena, en todos los casos afectó a las poblaciones de trigo (competencia interespecífica), tal como se muestra en la Figura 2.

Cuadro 3. Comparación de medias (tukey, $\alpha = .05$) para la variable número de granos de trigo (*Triticum aestivum* L.) por espiga. Chapingo, México. 1998.

Densidades		Nº de granos de 20 espigas	
350	sin avena	27.400	a
500	sin avena	27.333	a
450	sin avena	25.867	a
600	sin avena	25.233	a
350	con avena	23.067	a
500	con avena	22.800	a
300	sin avena	22.633	a
250	con avena	22.367	a
450	con avena	21.333	a
250	sin avena	21.033	a
400	con avena	20.333	a
400	sin avena	20.067	a
300	con avena	18.833	a
600	con avena	17.467	a

Medias agrupadas con la misma letra son estadísticamente iguales entre sí.

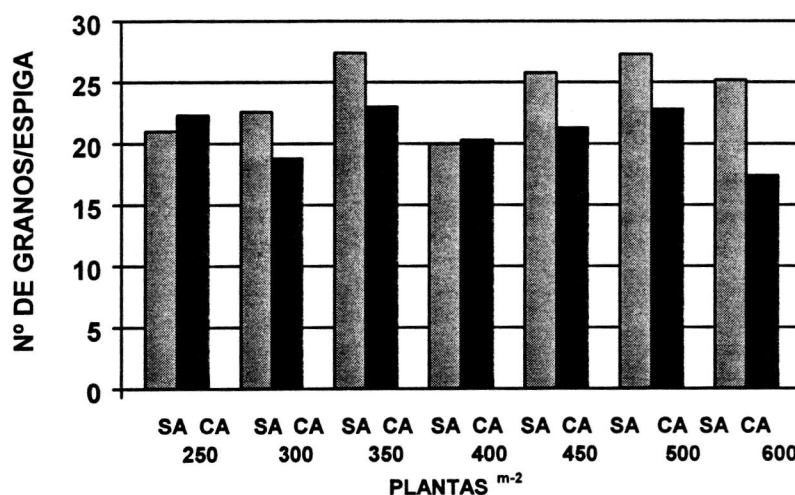


Figura 2. Comparación de medias para la variable número de granos por espiga de trigo. Chapingo, México. 1998.

La disminución en el número de granos por espiga, por efecto de la presencia de la avena, representó un 14% de pérdidas según se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Comparación de medias (tukey, $\alpha = .05$) de condición de manejo para la variable número de granos de trigo (*Triticum aestivum* L.) por espiga. Chapingo, México. 1998.

Condición de manejo	Porcentaje de pérdidas	
sin avena	24.2	a
con avena	20.8	b

Este resultado difiere con lo citado por Arcila (1992), donde menciona que al incrementar la densidad de trigo hay una tendencia a incrementar el número de granos por espiga.

Barriga y Piham (1980), mencionaron que al aumentar la densidad de siembra por arriba de 120 kg ha⁻¹ se observó una disminución de granos por espiga cuando se encontraba en competencia con avena.

4.3. Peso de 1000 granos

El análisis de varianza (Cuadro 1A del Apéndice) para la variable peso de 1000 granos, no presentó diferencias significativas entre las dos condiciones de manejo, entre densidades ni con su respectiva interacción (condiciones de manejo por densidades).

En el Cuadro 5 (comparación de medias tukey $\alpha = 0.05$) podemos ver claramente que no hay diferencias significativas entre los valores de las medias comparadas.

Cuadro 5. Comparación de medias (tukey, $\alpha = .05$) para la variable peso de 1000 granos de trigo (*Triticum aestivum* L.). Chapingo, México. 1998.

Densidades		Peso de 1000 granos	
500	sin avena	42.800	a
350	sin avena	42.333	a
450	sin avena	42.200	a
300	con avena	42.167	a
600	con avena	41.233	a
450	con avena	40.967	a
400	sin avena	40.800	a
600	sin avena	40.600	a
350	con avena	40.600	a
400	con avena	39.933	a
300	sin avena	39.933	a
250	sin avena	38.900	a
500	con avena	38.700	a
250	con avena	37.600	a

Medias agrupadas con la misma letra son estadísticamente iguales entre sí.

En la Figura 3, se muestra que las condiciones de manejo (con avena y sin avena) así como las densidades de población del trigo no influyeron en el peso de 1000 granos, teniéndose sólo un rango de 5 gramos de diferencia entre el valor más alto con respecto al más bajo. Este resultado difiere con lo encontrado por Morishita y Thill (1988a), quienes mencionaron que la interferencia de avena silvestre redujo los componentes del rendimiento, en este caso el peso de 1000 granos.

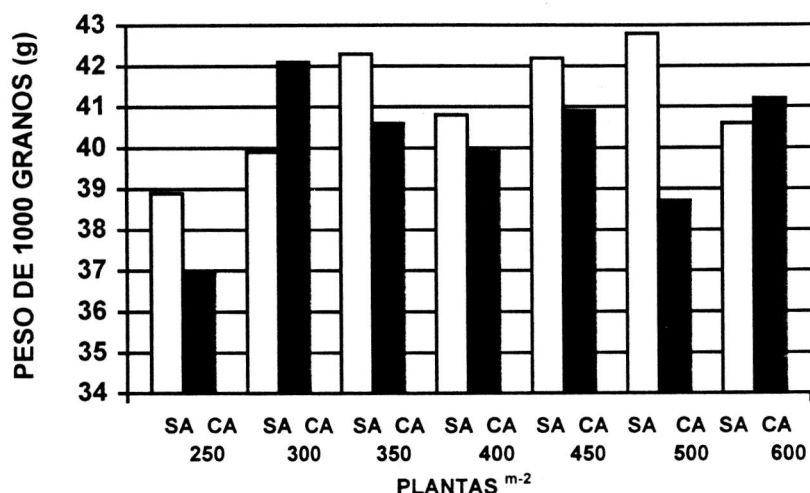


Figura 3. Comparación de medias para la variable peso de 1000 granos (g) de trigo (*Triticum aestivum* L.). Chapingo, México. 1998.

4.4. Rendimiento en grano de trigo

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza (Cuadro 1A del Apéndice) para la variable rendimiento de grano, muestra diferencias significativas entre las dos condiciones de manejo (con avena y sin avena), entre densidades de población y también en la interacción (condición de manejo por densidades). Al efectuarse la prueba de medias (tukey, $\alpha = 0.05$) se encontró que existieron diferencias significativas entre las medias de la interacción (Cuadro 6).

En el Cuadro 6 se puede observar que las densidades de 400 y 500 plantas m⁻² sin la presencia de avena, obtuvieron los más altos rendimientos en grano; en tanto que las densidades de 250 plantas m⁻² tanto en presencia de avena como sin avena mostraron los más bajos rendimiento.

Cuadro 6. Comparación de medias (tukey $\alpha = 0.05$) para la variable rendimiento en grano de trigo (*Triticum aestivum* L.). Chapingo, México. 1998.

Densidades		Rendimiento en grano	
400	sin avena	486.3	a
500	sin avena	473.3	a
450	sin avena	385.0	b
600	sin avena	379.4	c
350	sin avena	334.5	d
400	con avena	332.2	e
500	con avena	313.6	f
350	con avena	310.6	f
450	con avena	308.3	f
300	sin avena	295.8	f
300	con avena	273.7	g
600	con avena	190.4	h
250	sin avena	135.9	i
250	con avena	96.4	i
Diferencia mínima significativa		46.8	

Medias agrupadas con la misma letra son estadísticamente iguales entre sí.

En la Figura 4 se observa que las densidades de 400 y 500 plantas m^{-2} obtuvieron los más altos rendimientos en grano en ambas condiciones de manejo (con avena y sin avena); sin embargo, se encontró una disminución de 31% y 33% de pérdidas para las densidades antes mencionadas, con respecto al trigo sin competencia con avena.

En contraste, la densidad de 250 plantas m^{-2} bajo las dos condiciones de manejo presentó los más bajos rendimientos, lo cual significa que los individuos del cultivo no fueron suficientes para explotar los recursos del medio (luz, agua y nutrientes, etc.). Por el contrario, la densidad más alta (600 plantas m^{-2}) bajo la competencia con avena también resultó con muy bajo rendimiento, lo cual equivale a que fue muy fuerte la competencia interespecífica.

Estos resultados concuerdan con lo obtenido por Carlson y Hill (1985a), quienes mencionaron que cuando se aumentó la densidad de trigo a 525 plantas m^{-2} los rendimientos se incrementaron. También son similares a los

reportados por Cudney (1989) quien cita que densidades de 210 plantas m^{-2} de trigo en competencia con avena, existió una reducción en el rendimiento.

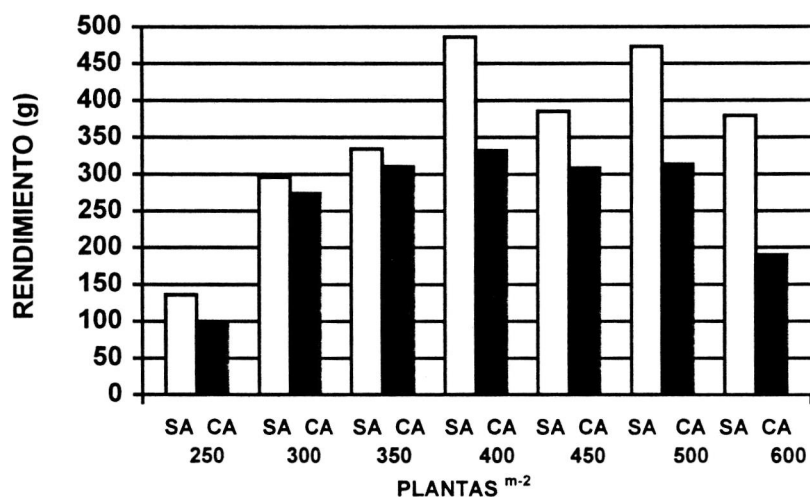


Figura 4. Comparación de medias para la variable rendimiento de grano de trigo (*Triticum aestivum* L.). Chapingo, México. 1998.

4.5 Discusión general de los resultados obtenidos

En general se afirma que existió un marcado efecto de la avena sobre el trigo, ya que afectó a los componentes del rendimiento como es el número de espigas que fue la variable que más influyó sobre el rendimiento.

En competencia con avena se notó un incremento al pasar de las densidades de 250 a 500 plantas m^{-2} , pero en la densidad de 600 plantas m^{-2} , hubo una disminución lo que nos refleja que hubo una fuerte competencia intraespecífica como competencia interespecífica en esta última densidad.

La condición de manejo (presencia o no de avena) tuvo un efecto significativo en el número de granos por espiga, lo que también repercutió en el rendimiento final.

El peso de 1000 granos no se vio afectado, bajo ninguna condición; lo que hace suponer que las plantas de trigo ante la condición de competencia inter e intraespecífica sacrificaron el desarrollo de ciertos granos para favorecer el desarrollo de otros, y de esta manera asegurar la perpetuación de la especie.

Por lo encontrado, se puede afirmar que es muy importante llegar a determinar la densidad de siembra óptima (que en este caso fue de 450 a 500 plantas m^{-2} bajo las dos condiciones de manejo) para obtener los máximos rendimientos de grano; a la vez, cuantificar el efecto de la competencia para llegar a tomar oportunamente la decisión de controlar o no a la maleza, según la relación costo-beneficio.

Por ejemplo, para este ensayo, la media de las densidades con mayor producción (400, 450 y 500 plantas m^{-2}) arrojó una producción de 318 g por $0.85 m^{-2}$ (área cosechada) que equivale a $3741 kg ha^{-1}$ bajo condición de competencia con avena; y de 448 g por $0.85 m^{-2}$ que equivale a $5272 kg ha^{-1}$, es decir, una disminución de $1531 kg ha^{-1}$ por efecto de la competencia con avena, lo cual es una buena razón para mantener al cultivo libre de malezas.

5. CONCLUSIONES

1. Existió la tendencia de incrementarse el número de espigas de trigo de 250 a 500 plantas m^{-2} en competencia con avena, para luego reducirse a densidades de 600 plantas m^{-2} .
2. El número de granos por espiga de trigo en competencia con avena, no varió significativamente entre las densidades de 250 a 600 plantas m^{-2} , pero sí bajo las dos condiciones de manejo, siendo mayor sin la presencia de la avena.
3. El peso de 1000 granos de trigo no mostró diferencias significativas cuando fue sembrado a densidades de 250 a 600 plantas m^{-2} tanto en competencia de avena como sin avena.
4. Los tratamientos que registraron los más altos rendimientos en grano de trigo fueron las densidades de 400 y 500 plantas m^{-2} ; sin embargo al competir el trigo con 150 plantas m^{-2} de avena se observó una reducción en el rendimiento (31% y 33% respectivamente).

5. El rendimiento bajo las dos condiciones de manejo (con avena y sin avena) fue determinado por el número de espigas y el número de granos por espiga, más que por el peso de 1000 granos.
6. La densidad óptima de siembra del cultivo de trigo bajo las condiciones del presente estudio fueron de 400 a 500 plantas m^{-2} tanto en competencia con avena como sin competencia.

6. LITERATURA CITADA

- Anderson, R. L. 1993. Jointed goatgrass (*Aegilops cylindrica*) ecology and interference in winter wheat. *Weed Science*. 41:388-393.
- Arcila S., M. 1992. Estudio preliminar para la determinación del umbral biológico de competencia y área de influencia de *Avena fatua* L. en un cultivo comercial de trigo (*Triticum aestivum* L.) en la sabana de Bogotá. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Tesis de Licenciatura. Santa Fé de Bogotá. D. C. 56 p.
- Arévalo V., A. 1977. Estudio de la biología y combate de la avena silvestre (*Avena fatua* L.) en el cultivo de trigo en Guanajuato. Tesis profesional. Escuela de Agricultura. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal. México. pp. 1-15.
- Balyan, R. S., R. K. Malik, R. S. Panwar, and S. Singh. 1991. Competitive ability of winter wheat cultivars with wild oat (*Avena ludoviciana*). *Weed Science*. 39: 154-158.
- Banting, J. D. 1982. Growth and control of wild oat. *Weeds Today*. 13: (4): 1-2.
- Barriga R.; y S. Pihan. 1980. Efecto de la dosis de semilla sobre caracteres agronómicos y morfológicos en trigo de primavera. *Agro sur*, Chile. 8(1): 10-17.

- Barton, D. L.; D. C. Thill; and B. Shafii. 1992. Integrated wild oat (*Avena fatua*) management effects spring barley (*Hordeum vulgare*) yield and economics. *Weed technology*. 6: 129-135.
- Black, A. L: and J. K. Aase. 1982. Yield component comparisons between USA and USSR winter wheat cultivars. *Agronomy Journal*. 74: 436-441.
- Bridges, D. C. 1994. Impact of weed on human endeavors. *Weed Technology*. 8: 392-395.
- Cachón A., L. E., G. Neri y H. Cuanalo de la C. 1976. Los suelos del área de influencia de Chapingo. SAG-CP-ENA. México. pp. 79.
- Carlson, H. L. and J. E. Hill. 1985a. Wild oat (*Avena fatua*) competition with spring wheat: Plant density effects. *Weed Science* 33: 176-181.
- Carlson, H. L. and J. E. Hill. 1985b. Wild oat (*Avena fatua*) competition with spring wheat: Effects of nitrogen fertilization. *Weed Science* 34: 29-34.
- Cousens, R. D.; S. E. Weaver; T. D. Martin; A. M. Blair; and J. Wilson. 1991. Dynamics of competitions between wild oats (*Avena fatua* L.) and winter cereals. *Weed Reseach*. 31: 203 - 210.
- Cudney, D. W., L. S. Jordan, J. S. Holt, and J. S. Reints. 1989. Competitive interactions of wheat (*Triticum aestivum*) and wild oats (*Avena fatua*) grown at different densities. *Weed Science*. 37: 538-543.

- Cudney, D W.; L. J. Jordan; and A. E. Hall. 1991a. Effect of wild oat (*Avena fatua*) infestations on light interception and growth rate of wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Science*. 39: 175-179.
- Cudney, D W., L. J. Jordan, W. E. bendixen, J. Holt, A. E. Hall, C. J: Corbett, and J. S. Reints. 1991b. Wild oat competition in short-statured wheat. *California Agriculture*. 45 (1): 22-23.
- Darwinkel, A.; Ten Hag, B.A.; and J. Kuizenga. 1977. Effect of sowing date and seed rate on crop development and grain production of winter wheat. *Netherlands journal of agriculture science*. 25 (2): 83-94.
- Díaz G., M. S., y P. Parodi. 1974. Influencia de la densidad de siembra y fertilización sobre componentes del rendimiento y rendimiento del trigo (*Triticum* sp.). *Ciencia e investigación agraria*. Chile 1(4): 199-205.
- Doll, H., U. Holm, and B. Sogaard. 1995. Effect of crop density on competition by wheat and barley with *Agrostemma githago* and other weeds. *Weed Research* 35: 391-396.
- Dunan, C. M., and R. L. Zimdahl. 1991. Competitive ability of wild oats (*Avena fatua*) and barley (*Hordeum vulgare*). *Weed Science*. 39: 558-563.
- Evans, R. M., D. C. Thill, L. Tapia, B. Shafii, and J. M. Lish. 1991. Wild oat (*Avena fatua*) and spring barley grain yield. *Weed technology*. 5: 33-39.
- Exley, D. M., and R. W. Snaydon. 1992. Effects of nitrogen fertilizer and emergence date on root and shoot competition between wheat and blackgrass. *Weed Research*. 32: 175 - 182.

- García E. 1988. Modificación al sistema de clasificación climática de Koopen. Instituto de Geografía de la UNAM. México, D.F. pp. 246.
- García T., L. y Fernández Q., C. 1991. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Coedición ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Editorial Mundi-prensa. Madrid, España. pp. 97-99.
- González P., R. 1982. Competencia de *Avena sterilis* L. contra diversas variedades de trigo. *Anales de Edafología y Agrobiología*. 41: 1971-1982.
- González P., R. 1988. Competition between *Avena sterilis* ssp. *macrocarpa* Mo. and cultivar of wheat. *Weed Reseach*. 28: 303-307.
- Henson, J. F. and L. S. Jordan. 1982. Wild oat (*avena fatua*) competition with wheat (*Triticum aestivum* and *T. turgidum durum*) for nitrate. *Weed Science*. 30: 297- 300.
- Hume, L. 1995. Crop losses in wheat (*triticum aestum*) as determined using weeding and non weeding quadrats. *Weed Science* 33: 734-740.
- Kirkland, K. J. (1993). Spring wheat (*Triticum aestivum*) growth and yield as influenced by duration of wild oat (*Avena fatua*) competition. *Weed Technology*. 7: 890-893.
- Lanning, S. P., L. E. Talbert, J. M. Martin, T. K. Blake and P. L: Bruckner. (1997). Genotype of wheat and barley effects light penetration and wild oat growth. *Agronomy Journal*. 89: 100-103.

- Martin, M. P. L. D., and R. J. Field. 1987. Competition between vegetative plants of wild oat (*Avena fatua* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) *Weed Research*. 27:119-124.
- Martin, M. P. L. D., and R. J. Field. 1988. Influence of time of emergence of wild oat on competition with wheat. *Weed Research*. 28: 111-116.
- Martin, R. J., B. R. Cullis, and D. W. McNamara. 1987. Prediction of wheat yield loss due to competition by wild oats (*Avena* spp.). *Australian Journal Agriculture Research*. 38: 487-499.
- Morishita, D. W. and D. C. Thill. 1988a. Factors of wild oat (*Avena fatua*) interference on spring barley (*Hordeum vulgare*) growth and yield. *Weed Science*. 36: 37-42.
- Morishita, D. W. and D. C. Thill. 1988b. Wild oat (*Avena fatua*) and spring barley (*Hordeum vulgare*) growth and development in monoculture and mixed culture. *Weed Science*. 36: 43-48.
- O'donovan, J. T.; E. A. de St. Remy; P. A. O'sullivan; D. A. Dew; and A. K. Sharma. 1985. Influence of relative time of emergence of wild oat (*Avena fatua*) on yield loss of barley (*Hordeum vulgare*) and wheat (*Triticum eastivum*). *Weed Research*. 33: 498 - 503.
- Orellana C., F. 1983. Efecto de la distancia de siembra , dosis de semilla y época de aplicación de Nitroigeno sobre el crecimiento y producción de trigo (*triticum aestivum* L. cv. Ancoa). Universidad de Concepción. Facultad de de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Tesis de Licenciatura. Chillan, Chile. 51 p.

- Peters, N. C. B., and B. J. Wilson . 1983. Some studies on the competition between *Avena fatua* L. and spring barley. II. Variation of *Avena fatua* emergence and development and its influence on crop yield. *Weed Research* 23:305-311.
- Radford , B.J., B. J. Wilson, O. Cartledge, and F. B. Watkins. 1980. Effect of wheat seeding rate on wild oat competition. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry and other weeds*. 20: 77-81.
- Read, D. W. L., and F. G. Warder. 1982. Wheat and barley responses to rates of seeding and fertilizer in southwestern saskatchewan. *Agronomy Journal*. 74: 33-36.
- Rojas G., M. y Vasquez G., R. J: 1995. Manual teórico-práctico de herbicidas y fitorreguladores. Ed. LIMUSA. Noriega editores. Tercera edición. México, D.F. pp. 24.
- SARH. 1992. Guia fitosanitaria para el cultivo del trigo. Serie: Sanidad Vegetal. México, D.F. pp. 1-3, 42.
- Satorre, H. E., and R. W. Snaydon. 1992. A comparative of root and shoot competition between spring cereals and *Avena fatua* L. *Weed Research*. 32: 45 - 55.
- Semillas Universales. 1991. Variedades de trigo mexicano. Folleto editado por CIMMYT, Edo. México. pp. 47.

- Tanji, A., R. L. Zimdahl, and P. Westra. 1997. The competitive ability of wheat (*Triticum aestivum*) compared to rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) and cowcockle (*Vaccaria hispanica*). *Weed Science*. 45: 481-487.
- Torner, C.; J. L. González A.; and C. Fernandez-Quintanilla. 1991. Wild oat (*Avena sterilis* L.) competition with winter barley: plant density effects. *Weed Research*. 31: 301-307.
- Wilson, B. J., and Wright K. J. 1990. Predicting the growth and competitive effects of annual weeds in wheat. *Weed research*. 30: 201-212.
- Wryght, D., and P. D. Hebblethwaite. 1983. Volunteer winter wheat: its effects and control in ryegrass seed producción. *Weed Reseach*. 23: 273-281.

7. APÉNDICE

Cuadro 1A. Análisis de varianza para las variables estudiadas en el diseño experimental parcelas divididas en el ensayo sobre el efecto de la densidad de población del trigo (*Triticum aestivum*) sobre la competencia con avena (*Avena* spp.) en Chapingo, México

FV	[Pr > F]			
	NÚMERO DE ESPIGAS	NÚMERO DE GRANOS	PESO DE 1000 GRANOS	RENDIMIENTO
REP	0.2731 NS	0.6752 NS	0.1082 NS	0.3543 NS
CONDICIÓN DE COMPETENCIA	0.0013 *	0.1179 NS	0.2795 NS	0.0002 *
DENSIDADES	0.0001 **	0.0350 *	0.3048 NS	0.0001 **
COMP*DENS	0.0001 **	0.1982 NS	0.4602 NS	0.0001 **

La F exacta de las variables es significativa si $[Pr > F] < \alpha$. En éste caso $\alpha = 0.05$.

Donde:

* = Significativa

** = Altamente significativo

NS = No significativa

