



Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Escuela para Graduados

**ABUNDANCIA DE PULGONES Y TRIPS EN CUATRO GENOTIPOS DE
GARBANZO (*Cicer arietinum* L.) SEMBRADOS EN DOS CONDICIONES
CONTRASTANTES DE HUMEDAD INICIAL DE SUELO**

Moscardó María Laura

Trabajo Final
Para optar al grado Académico de
Especialista en Producción de Cultivos Extensivos

Córdoba 2013

**ABUNDANCIA DE PULGONES Y TRIPS EN CUATRO GENOTIPOS DE
GARBANZO (*Cicer arietinum* L.) SEMBRADOS EN DOS CONDICIONES
CONTRASTANTES DE HUMEDAD INICIAL DE SUELO**

Moscardó María Laura

Director: Ing. Agr. (Mgter) Mazzuferi Vilma

Codirector: Dr. Trumper Eduardo

**Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias del Tribunal
Evaluador**

Ing. Agr. (M. Sc.) María Ana Sosa -----

Ing. Agr. (M. Sc.) María de la Paz Giménez Pecci -----

Ing. Agr. (M. Sc.) (Dra) Claudia R.C. Vega -----

Presentación Formal Académica

**2 de agosto de 2013
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Universidad Nacional de Córdoba**

Agradecimientos

A la Ing. Agr. Vilma Mazzuferi, quien me enseñó a investigar con un espíritu crítico, impulsó mi interés y motivación por el área del conocimiento científico, acentuando bases para continuar con el camino de la investigación.

Al Dr. Eduardo Trumper, por su guía y sus aportes para la realización de este trabajo.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por brindarme la oportunidad de realizar esta Especialización.

A la Directora, Dra. Claudia Vega y todos los miembros de la Especialización en Producción en Cultivos Extensivos, por brindarme las herramientas para poder realizar este trabajo.

A mis padres, Antonio y Midia, quienes siempre me motivaron y ayudaron en mi desarrollo profesional.

A mis hermanas, Ángeles, Gabriela y Eugenia, por estar siempre presentes en todos los momentos de mi vida.

A mi compañero de vida, mi esposo Matías, por su ayuda incondicional.

A la Dra. Susana Ávalos, por la lectura del manuscrito, sus opiniones y valiosas sugerencias.

Al Ing. Agr. Ricardo Maich, por la ayuda recibida para la realización del ensayo y la información que me brindó.

A la Ing. Agr. Julia Carrera, por la generosidad y humildad con la que me brindó la información.

A todos aquellos que de una u otra forma me ayudaron en la realización de este trabajo.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
RESUMEN.....	VII
SUMMARY.....	VIII
INTRODUCCIÓN.....	1
MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
RESULTADOS.....	9
DISCUSIÓN.....	17
CONCLUSIONES.....	21
BIBLIOGRAFÍA.....	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descriptores de los cuatro genotipos evaluados.....	6
Tabla 2. Medidas resumen para la variable abundancia de pulgones en diferentes genotipos de garbanzo sembrados en dos condiciones contrastantes de humedad inicial de suelo	10
Tabla 3. Medidas resumen para la variable abundancia de trips en diferentes genotipos de garbanzo sembrados en dos condiciones contrastantes de humedad inicial de suelo.....	11

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Abundancia de pulgones en diferentes genotipos de garbanzo sembrados en dos condiciones contrastantes de humedad inicial de suelo.....	10
Figura 2. Abundancia de trips en diferentes genotipos de garbanzo sembrados en dos condiciones contrastantes de humedad inicial de suelo.....	11
Figura 3. Densidad de Tricomas Glandulares por genotipos de garbanzo sembrados en dos condiciones contrastantes de humedad inicial de suelo.....	12
Figura 4. Densidad de Tricomas No Glandulares por genotipos de garbanzo sembrados en dos condiciones contrastantes de humedad inicial de suelo.....	13
Figura 5. pH en hojas en diferentes genotipos de garbanzo sembrados en dos condiciones contrastante de humedad inicial de suelo.....	14
Figura 6. Biplot resultante del Análisis de las Componentes Principales.....	15
Figura 7. Fluctuación poblacional de pulgones en cuatro genotipos de garbanzo sembrados bajo dos condiciones contrastantes de humedad inicial de suelo.....	16
Figura 8. Fluctuación poblacional de trips en cuatro genotipos de garbanzo sembrados bajo dos condiciones contrastantes de humedad inicial de suelo.....	16

Abundancia de pulgones y trips en cuatro genotipos de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) sembrados bajo dos condiciones contrastantes de humedad inicial de suelo

Moscardó, M. L.

La superficie sembrada con garbanzo en la Argentina ha crecido notablemente en las últimas campañas llegando a más de 41000 has en el año 2010. Esto produjo una mayor demanda de información sobre el manejo del cultivo. Entre los factores que afectan su producción se cuentan los insectos plagas. En nuestro país, las especies, más importantes pertenecen a los órdenes Lepidoptera, Hemiptera y Thysanoptera. El objetivo de este trabajo fue comparar la abundancia de pulgones y trips en cuatro genotipos de garbanzo sembrados bajo dos condiciones contrastantes de humedad inicial de suelo y analizar características químicas y morfológicas del garbanzo que influyen en la selección de los insectos. El estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental de la FCA-UNC durante la campaña 2009. Se evaluaron cuatro genotipos de garbanzo sembrados bajo dos condiciones hídricas contrastantes (55% y 95% Capacidad de Campo (CC)). Se usó un diseño experimental de parcelas en bloques al azar con dos repeticiones. Semanalmente se colectaron los insectos presentes en cinco plantas tomadas al azar de cada unidad experimental. Dada la naturaleza discreta de la variable respuesta se aplicó un modelo "log lineal" estableciéndose diferencias significativas ($p < 0,0001$) entre genotipos, condición y su interacción. Bajo la condición de 55% de CC se observó mayor abundancia de insectos, menor densidad de tricomas glandulares. Si bien mediante un análisis de Componentes Principales se determinó una correlación positiva entre abundancia de insectos y pH y negativa entre insectos y pelos glandulares, no pudo establecerse un patrón general para todos los genotipos.

Palabras clave: *Cicer arietinum* L., pulgones, trips, plagas, genotipos.

Abundance of aphids and thrips in four genotypes of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under two contrasting initial soil moisture conditions

Moscardó, M. L.

Chickpea crops have grown significantly in recent years in Argentina, reaching more than 41,000 ha in 2010. This event increased demand for information on crop management. Among factors affecting its production, insect pests are a main problem. In our country, the most important species belong to the Lepidoptera, Hemiptera and Thysanoptera orders. The aim of this study was to compare the abundance of aphids and thrips in four chickpea genotypes grown under two contrasting soil initial moisture and to analyze chemical and morphological features of the pests. The study was conducted in the experimental field of the FCA-UNC during the 2009. Four chickpea genotypes were grown under two contrasting soil water conditions (55% and 95% of field capacity, CC). The experimental design consisted on completely randomized blocks with two replicates. Weekly, insects countings were performed in five plants randomly selected in each experimental unit. Given the discrete nature of the responses, a variable "log line" model was fit to test for significant differences ($p < 0.0001$) among genotypes, soil water condition, and their interaction. Under the soil water condition of 55% CC, a greater abundance of insects and less dense glandular trichomes were found in comparison with crops grown under CC. Principal Component analysis identified a positive correlation between insect abundance and pH and negative relationships between insects and glandular hairs, although general patterns for all genotypes could not be fitted.

Keywords: *Cicer arietinum* L., aphids, thrips, pests, genotypes.

INTRODUCCIÓN

El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es una leguminosa de ciclo anual originaria de la zona suroeste de Turquía (De Gordillo, 1991). Ocupa el cuarto lugar de importancia a nivel mundial entre las legumbres de grano seco (FAO, 2006). Se lo utiliza tanto para consumo humano (De Gordillo, 1991) como para la alimentación de ganado. Contribuye a la sostenibilidad de la producción agrícola debido a la menor necesidad de fertilización nitrogenada gracias a su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico. El área sembrada con garbanzo llega a un promedio de 11 millones de hectáreas en todo el mundo con una producción de alrededor de 8 millones de toneladas (Knights *et al.*, 2007). El principal productor es la India, con 65% de la producción mundial, seguido por Pakistán. Entre ambos países reúnen el 90% de la producción total. Muy distante Turquía, ocupa el tercer puesto, cosechando 5-6% del volumen total. En América del Norte el garbanzo se cultiva en Canadá, EEUU y México que presenta la mayor producción. En América del Sur se siembra en Chile, Perú y Argentina, siendo Chile el de mayor importancia (Knights *et al.*, 2007).

En nuestro país, el garbanzo comenzó a cultivarse durante la etapa colonial en los establecimientos que dirigía la Compañía de Jesús en el actual departamento cordobés de Cruz del Eje. Desde ahí se difundió hacia el norte del país. Las principales provincias productoras son Salta, Córdoba, Tucumán, Catamarca y Jujuy. El área cultivada con esta leguminosa tuvo un crecimiento en los últimos años pasando de 12000 ha en el 2006 (FAO, 2006) a 41000 ha en el año 2010 (Rosso, 2011).

La fecha de siembra coincide con los últimos días de mayo para las variedades de ciclo largo y los primeros días de julio para las de ciclo corto. El área sembrada se halla en creciente aumento ya que el cultivo presenta importantes perspectivas de exportación (García Medina *et al.*, 2007). Esto plantea la necesidad de conocer los diversos aspectos relacionados con el manejo del cultivo tales como los diferentes agentes que afectan su sanidad, entre los que se cuentan los insectos.

Cerca de 60 especies de insectos se alimentan de garbanzo, aunque muy pocas lo afectan provocando daños considerables. Esto puede deberse a la exudación por parte de la planta de sustancias ácidas, sobre todo de ácido málico, que repelen el contacto con el insecto, o a que el cultivo madura en una época en la que la mayoría de sus plagas potenciales no han alcanzado aún niveles de abundancia poblacional peligrosos y las plantas pueden escapar de ataques más severos (De Gordillo, 1991).

Como plagas de garbanzo, en el mundo, se citan a *Helicoverpa armígera* (Hübner) y *Helicoverpa punctigera* (Wallengren) (Lepidoptera: Noctuidae) que se comportan como defoliadoras, afectando también el órgano de cosecha. Son las de mayor importancia no sólo por la capacidad de daño de cada larva individualmente, sino también por la densidad poblacional con la que se presentan. Como minadoras de hojas se cita a *Liriomyza cicerina* (Rondani) (Diptera: Agromyzidae). Entre los pulgones se mencionan a *Aphis craccivora* (Koch) y *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Hemiptera: Aphididae), y como plaga de almacenamiento a *Callosobruchus spp.* (Coleoptera: Bruchidae) (Sharma *et al.*, 2007).

En Argentina, recientemente se ha comenzado a investigar sobre la entomofauna asociada a este cultivo. Se encontró que las familias taxonómicas de mayor importancia son consistentes con las que se registran en el mundo (Ávalos *et al.*, 2005). El orden más importante es Lepidóptera, destacándose los Noctuidae, con las especies *Heliothis virescens* (Fabricius) y *Helicoverpa gelotopoeon* (Dyar) las que pueden considerarse potencialmente perjudiciales (Fichetti *et al.*, 2009). Dentro del orden Hemiptera se mencionan a las especies *A. pisum* y *Acyrtosiphon kondoi* (Shinji) (Ávalos *et al.*, 2010; Mazzuferi *et al.*, 2011). En las últimas campañas se han registrado abundantes poblaciones de trips (Thysanoptera) determinándose a *Frankliniella occidentalis* (Pergande), *Frankliniella schultzei* (Tribom), *Caliotrips phaseoli* (Hood), *Thrips tabaci* (Lindeman) como las principales especies (Ávalos *et al.*, 2010).

Diversos trabajos mencionan a los pulgones y trips como importantes plagas en distintos cultivos tanto por el daño directo, al succionar savia de las hojas y vainas, lo que produce un agotamiento de los fotosintatos, como por el indirecto, la transmisión de virus (Imwinkelried, *et al.*, 2009; Gamundi y Perotti, 2009). En garbanzo se menciona al pulgón negro *Aphis craccivora* como vector de enfermedades virales en el norte de la India (Sharma *et al.*, 2007), en cuanto a trips, si bien hay datos que los mencionan como transmisores de enfermedades en diversas legumbres, no se hace especial referencia a garbanzo (Chen *et al.*, 2011)

Diversas prácticas de manejo pueden contribuir a la reducción de las plagas en los cultivos, tales como el control cultural (elección de fecha de siembra, espaciamiento, densidad, utilización de fertilizantes, riegos, etc.), químico y genético. Los genotipos resistentes son una herramienta eficaz para contrarrestar los efectos de sus infestaciones, con índices costos-beneficios muy favorables principalmente para el cuidado del ambiente.

Al hacer referencia a la interacción insecto-planta, generalmente no se tiene en cuenta el efecto del ambiente en esta relación. Por ejemplo, el estrés hídrico aumenta el contenido de aminos y amidas en la savia del floema (por la desintegración y la movilización de las proteínas de las hojas) y aumentan los niveles de sacarosa (por la hidrólisis del almidón). Estas rupturas de macromoléculas favorece la alimentación de los áfidos. Pero cuando los períodos de estrés son severos y/o continuos se produce una disminución de la presión de la turgencia por un incremento de la viscosidad de la savia lo que disminuye la posibilidad de alimentación de los pulgones (Tingey y Singh, 1984).

Por otra parte, las plantas poseen diversas estructuras que les sirven de defensa contra los insectos herbívoros, tales como los tricomas (glandulares y no glandulares). Estos cumplen funciones fisiológicas, al actuar como barreras que impiden el movimiento de los insectos y/o su alimentación y ecológicas, ayudando en la economía del agua en las plantas (González *et al.*, 2008) al producir una disminución del calor sobre la superficie de las hojas (Ehleringer *et al.*, 1976; Volgemann, 1993).

Se ha observado que las variedades de garbanzo que poseen abundantes tricomas no son colonizadas por los pulgones, alimentándose más bien en partes o áreas de la planta donde los tricomas no se encuentren o son escasos (Edwards, 2001). A su vez, la densidad y tipo de tricomas puede modificarse de acuerdo a la disponibilidad de agua. Varios estudios han demostrado que ante la escasez de agua se produce un aumento en la densidad de tricomas en las plantas (García *et al.*, 2008).

Otra característica que influye en la abundancia de pulgones en garbanzo es el pH de las hojas. En este sentido se ha registrado que un pH foliar bajo se correlaciona con un menor número de áfidos (Weigand y Tahhan 1990).

Si bien en el mundo se menciona que diferentes líneas de garbanzo son más o menos susceptibles a las infestaciones por pulgones (Mushtaque, 1977), en nuestro país son escasos los antecedentes sobre la preferencia de pulgones y trips por determinados genotipos y menos aún sobre las causas morfológicas y químicas que influyen en los procesos de selección. Tampoco hay estudios que establezcan si las condiciones hídricas pueden modificar las causas antes mencionadas

Teniendo en cuenta los antecedentes expuestos, este trabajo propone analizar la relación entre las características físicas y químicas de las plantas y la abundancia de pulgones y trips en distintos genotipos de garbanzo, y si dichas características se modifican ante variaciones de la humedad inicial de suelo.

Hipótesis

1) La disponibilidad de agua inicial del suelo influye en la abundancia de pulgones y trips en diferentes genotipos de garbanzo. Los genotipos sembrados con menor disponibilidad de agua a la siembra presentan mayor abundancia de insectos.

2) Las características morfológicas y químicas de los diferentes genotipos de garbanzo afectan la abundancia de pulgones y trips. Genotipos con mayor densidad de tricomas y pH más ácido son menos preferidos por los insectos.

Objetivo General

Comparar la abundancia de pulgones y trips en cuatro genotipos de garbanzo sembrados en dos condiciones contrastantes de humedad inicial de suelo.

Objetivos Específicos

Establecer la relación entre la abundancia de pulgones y trips y la densidad de tricomas (glandulares y no glandulares).

Establecer la relación del pH de las hojas con la densidad de pulgones y trips.

Analizar la fluctuación poblacional de pulgones y trips en diferentes estados de desarrollo del cultivo de garbanzo.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba, ubicado en la localidad de Capilla de los Remedios, a 25 km de Córdoba ciudad capital (31° 29' S y 64° 00' O).

Diseño de siembra

La siembra se realizó el 14 de mayo de 2009 en dos lotes colindantes de 35 m² cada uno con distintas condiciones hídricas iniciales. En uno de ellos se partió con 182,5 mm de agua (55% CC=S) y en el otro con 318,6 mm (95% CC=H). En ambos casos los datos de agua útil fueron tomados hasta los 2 m de profundidad. En el transcurso del ciclo del cultivo las precipitaciones efectivas fueron de 26 mm. En cada condición hídrica se sembraron 4 genotipos de garbanzo (Chañaritos S-156= Ch; Norteño=N; J6-62xILC-72-75 (J75) y J6-62xJLC-72-95 (J95)) (Tabla 1) en parcelas representadas por dos surcos de 5 m de longitud cada uno. La densidad de siembra fue de 10 semillas por metro lineal y una separación entre surcos de 0,5 m.

Se utilizó un diseño experimental con estructura de parcelas en bloques al azar con dos repeticiones. La variable respuesta fue la abundancia de insectos colectados en 14 muestreos desde julio hasta octubre.

Tabla 1. Descriptores de los cuatro genotipos evaluados

	Chañaritos S-156 (Ch)	Norteño	J6-62xILC-72-75 (J75)	J6-62xJLC-72-95 (J95)
Ciclo	Tardío	Tardío	Tardío	Tardío
Tipo	Kabuli	Kabuli	Desi	Desi
Porte	Achaparrado	Achaparrado	Achaparrado	Erecto
Color de flor	Blanca	Blanca	Rosa	Blanca
Color de semilla	Crema	Crema claro	Oscuro	Blanca
Vainas	Simple	Simple	Doble	Doble
Producción/planta (g) C=Córdoba	14,05 (C-05)	13,00 (C-05)	20,45 (C-05)	11,33(C-05)
05=2005-6=2006	3,90 (C-06)	10,78 (C-06)	12,45(C-06)	11,30(C-06)
08=2008	19,51 (C-08)	22.64 (C-08)	10,03(C-08)	11,69 (C-08)

Recolección de insectos

Se realizaron muestreos semanales de insectos desde la emergencia del cultivo hasta madurez de cosecha. En cada parcela se eligieron, al azar, 5 plantas por genotipo y condición. Se cortaron 2 hojas por planta. Posteriormente se sacudió cada planta sobre una cartulina y el material recolectado se colocó en un recipiente con alcohol al 70% para su almacenaje y posterior procesamiento.

Determinación de la densidad de tricomas

Para establecer relaciones entre la densidad de insectos y tricomas, se procedió al conteo de tricomas glandulares (TG) y no glandulares (TNG) bajo lupa estereoscópica binocular. Para ello se seleccionaron aleatoriamente, 5 plantas de garbanzo de cada uno de los diferentes genotipos, y se extrajeron 10 hojas. De cada hoja se seleccionó 1 folíolo sobre el que se aplicó una cuadrícula de 0,25 cm² contabilizándose los TG y TNG. El resultado se expresó como número de tricomas por $\frac{1}{4}$ de cm². Este método ha sido adaptado de Cardoso (2008).

Determinación del pH

La determinación del pH de las hojas fue realizada por el Dr. Enrique Lucini del Laboratorio de Química Biológica de la Facultad de Cs Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba (Método adaptado de Cornelissen *et al.*, 2006).

Determinación de la fluctuación poblacional de insectos

Para la determinación de la fluctuación poblacional de pulgones y trips se procedió al conteo total de insectos colectados en cada una de las fechas de muestreo.

Procesamiento y análisis de datos

Sobre la base del material colectado, se procedió con la siguiente secuencia de actividades: 1) Se estimó y comparó la abundancia de pulgones y trips presentes en los diferentes genotipos de garbanzo cultivados bajo las dos condiciones de disponibilidad hídrica; 2) Se analizaron las características morfológicas (densidad de tricomas) y químicas (pH de las hojas) de las plantas en los diferentes genotipos de garbanzo y condición hídrica; 3) Se analizó la fluctuación temporal de pulgones y trips.

Análisis estadístico

Se realizaron medias resumen para las variables pulgones y trips. Dada la naturaleza discreta de la variable respuesta (conteo de insectos) se decidió trabajar en el marco de los Modelos Lineales Generalizados. Específicamente, se aplicó un modelo “log lineal” cuya expresión se representa en la siguiente ecuación:

$$\ln \mu = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2$$

donde α y β_1 y β_2 son los parámetros del modelo, X_1 es la condición hídrica y X_2 representa el genotipo de garbanzo.

Como niveles de referencia, para realizar los contrastes entre genotipos y la condición, se fijaron alternativamente los cultivares N y Ch.

El efecto del genotipo, la condición hídrica y su interacción, sobre la densidad de tricomas y el pH foliar se evaluó mediante el Análisis de la Varianza (ANAVA). Para establecer la relación entre las variables, número de insectos, pH, TG y TNG se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP). Los análisis estadísticos se realizaron con el programa INFOSTAT (2008).

Resultados

Abundancia de insectos en diferentes genotipos de garbanzo sembrados bajo dos condiciones de disponibilidad hídrica

Pulgones

Se observó una gran variabilidad en la abundancia de pulgones para los diferentes genotipos y condición (Tabla 2). Tomando a los cultivares N y Ch como niveles de referencia, se identificaron diferencias significativas ($p < 0,0001$) (Fig. 1) en la abundancia de pulgones entre genotipos y condición hídrica. La interacción entre ambos factores también fue significativa ($p < 0,0001$). Se observó una mayor abundancia de pulgones en los genotipos sembrados bajo la condición de 55% CC (S). Esto es particularmente evidente en el genotipo N, seguido de J95, Ch y J75. Cabe destacar que el genotipo J95 presentó una abundancia de pulgones similar bajo las dos condiciones hídricas.

Trips

Se observó una gran variabilidad en la abundancia de trips para los diferentes genotipos y condición (Tabla 3). Al considerar la abundancia de trips y tomando como niveles de referencia a los genotipos N y Ch se identificaron efectos significativos ($p < 0,0014$) de la condición hídrica y en la interacción genotipo por condición hídrica ($p < 0,0001$). Al analizar los genotipos en igual condición se observaron diferencias significativas para 55%CC ($p < 0,0035$) pero no al 95% CC ($p < 0,4547$). De similar modo a lo observado en pulgones, se encontró una menor abundancia de trips en los genotipos sembrados bajo la condición de 95% CC (Fig. 2).

Tabla 2. Medidas resumen para la variable abundancia de pulgones en diferentes genotipos de garbanzo sembrados en dos condiciones contrastantes de humedad inicial de suelo

Genotipos	Condición	Media	D. E.	Mím	Máx
Ch	H	0.87	3.09	0	12
Ch	S	2.33	4.55	0	14
J75	H	1.20	3.00	0	11
J75	S	1.87	5.64	0	22
J95	H	4.20	14.10	0	55
J95	S	4.00	10.04	0	39
N	H	1.33	3.62	0	14
N	S	15.47	38.40	0	126

n=15

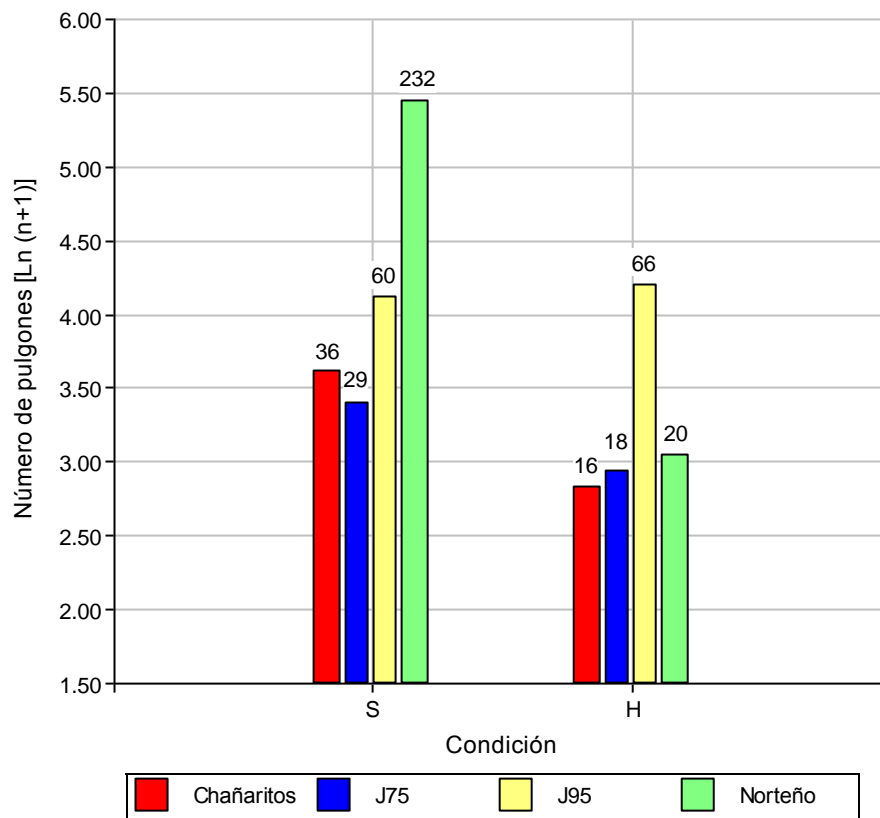


Figura1: Abundancia de pulgones en diferentes genotipos de garbanzo sembrados en dos condiciones contrastantes de humedad inicial de suelo, S: seco (55% CC); H: húmedo (95% CC). Los valores que acompañan a cada barra son los números de pulgones sin transformar.

Tabla 3. Medidas resumen para la variable abundancia de trips en diferentes genotipos de garbanzo sembrados en dos condiciones contrastantes de humedad inicial de suelo.

Genotipos	Condición	Media	D. E.	Mím	Máx
Ch	H	0.6	1.35	0	5
Ch	S	2.13	3.07	0	9
J75	H	0.33	0.9	0	3
J75	S	0.53	1.25	0	4
J95	H	0.73	1.87	0	7
J95	S	1.2	2.14	0	8
N	H	0.67	1.23	0	3
N	S	1.2	3.03	0	10

n=15

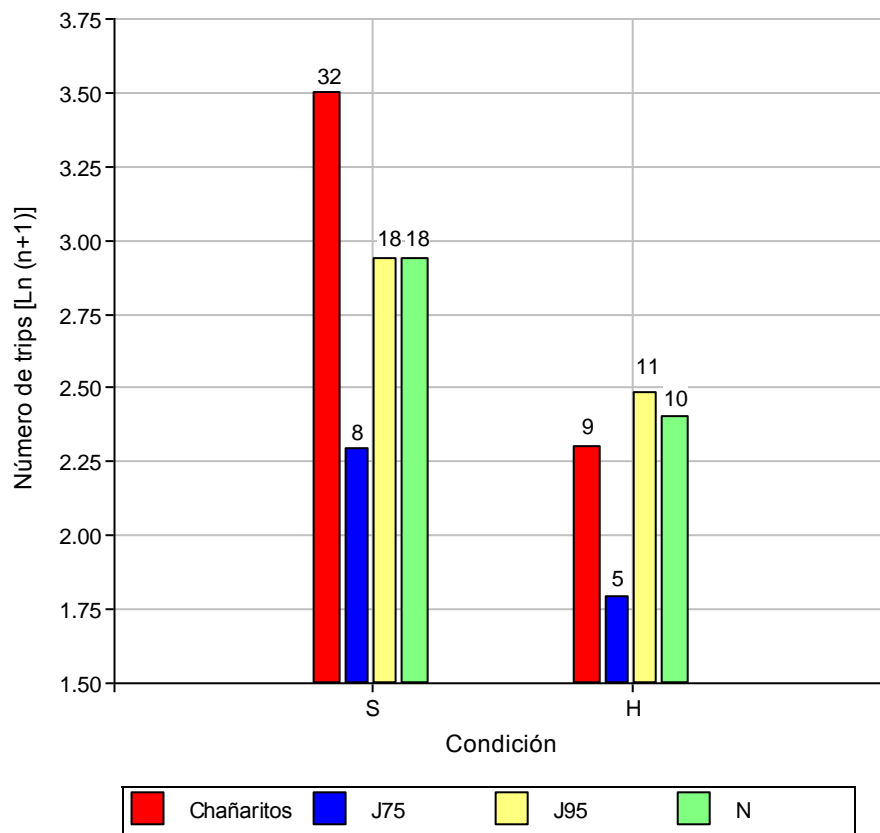


Figura 2: Abundancia de trips en diferentes genotipos de garbanzo sembrados en dos condiciones contrastantes de humedad inicial de suelo, S: seco (55% CC); H: húmedo (95% CC). Los valores que acompañan a cada barra son los números de trips sin transformar.

Características morfológicas de los diferentes genotipos de garbanzo

Tricomas glandulares (TG)

El ANAVA detectó efectos significativos ($F=46,37$; $p<0,0001$) para los genotipos pero no para la condición hídrica ($F=0,01$; $p<0,9038$). No obstante, la interacción genotipo por condición hídrica resultó significativa ($F=33$; $p<0,0001$). Como puede apreciarse en la Fig. 3, los genotipos N y J75 no mostraron diferencias bajo ambas condiciones hídricas.

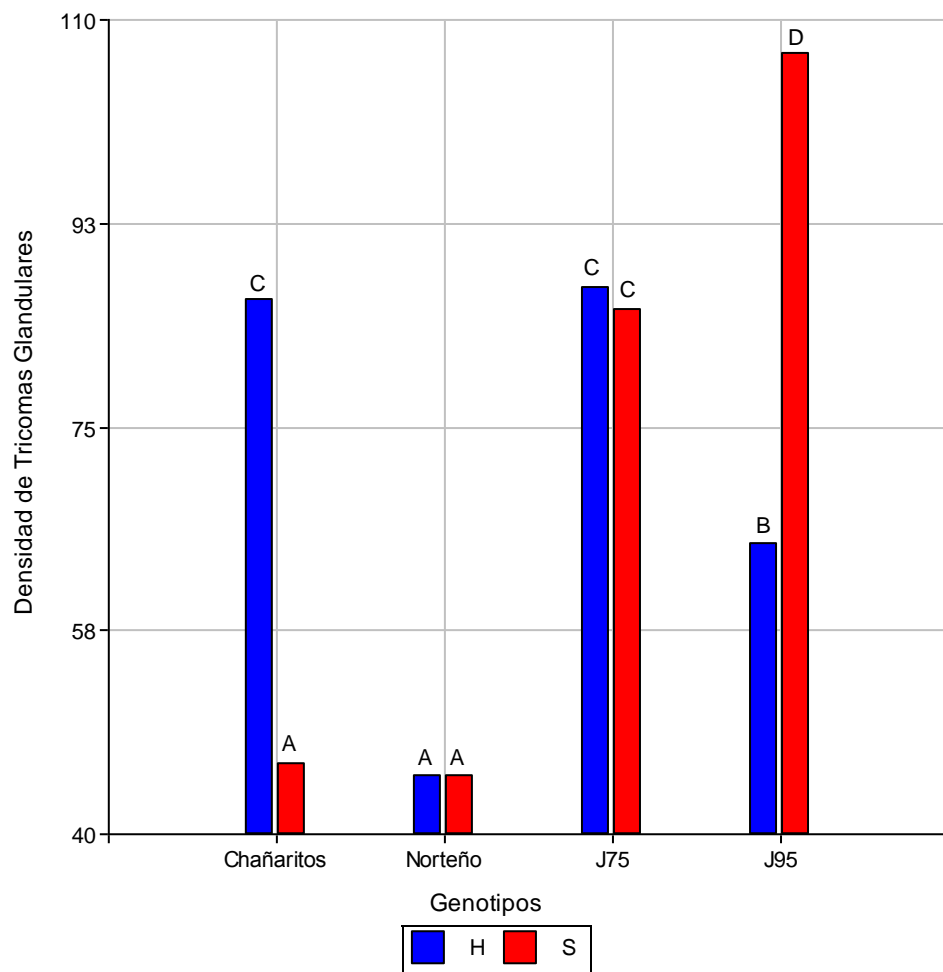


Figura 3: Densidad de Tricomas Glandulares por genotipos de garbanzo sembrados en dos condiciones contrastantes de humedad inicial de suelo, S: seco (55%CC), H: húmedo (95%CC). Letras distintas indican diferencias significativas entre genotipos y la condición hídrica, según prueba LSD Fisher ($p<=0.05$).

Tricomas no glandulares (TNG)

El ANAVA detectó efectos significativos del genotipo ($F=6,36$; $p<0,0007$), la condición hídrica ($F=41,49$; $p<0,0001$) y la interacción de estos factores ($F=20,58$; $p<0,0001$). Como puede apreciarse en la Fig. 4 todos los genotipos, a excepción del cultivar N, mostraron mayor densidad de tricomas no glandulares en la condición de 55%CC.

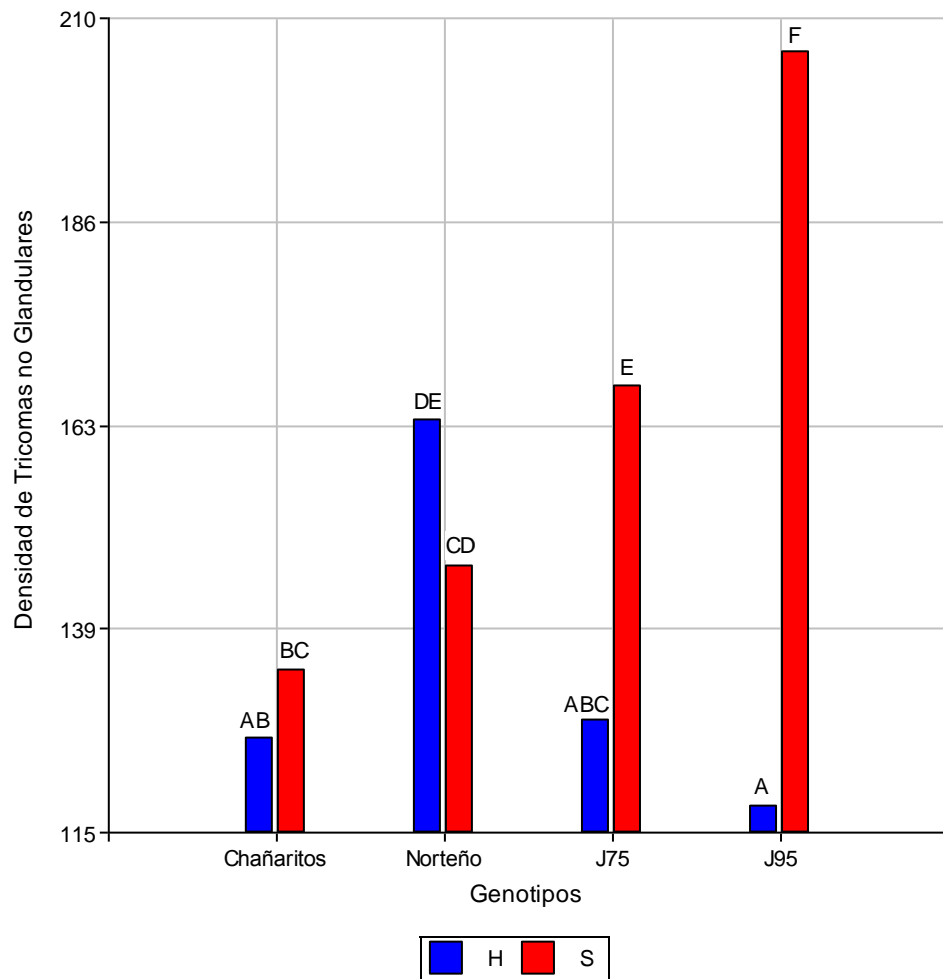


Figura 4: Densidad de Tricomas no Glandulares en diferentes genotipos de garbanzos sembrados bajo dos condiciones contrastantes de humedad inicial de suelo, S: Seco (55% CC); H: Húmedo (95%CC). Letras distintas indican diferencias significativas entre genotipos y condición la hídrica, según prueba LSD Fisher ($p\leq 0.05$).

Características químicas de las plantas: pH

El ANAVA detectó efectos significativos para el genotipo ($F=32,62$; $p<0,0001$) y para la interacción genotipo por condición hídrica ($F=22,76$; $p<0,0001$), pero no para este último factor individualmente ($F=0,15$; $p<0,7015$). Como puede apreciarse en la Fig. 5, los cultivares Ch y N arrojaron un pH más ácido bajo la condición de 95% CC, mientras que en la línea J95 la relación fue inversa. La línea J75, si bien bajo la condición de 95% CC tuvo un pH ligeramente más ácido, no presentó diferencias estadísticamente significativas.

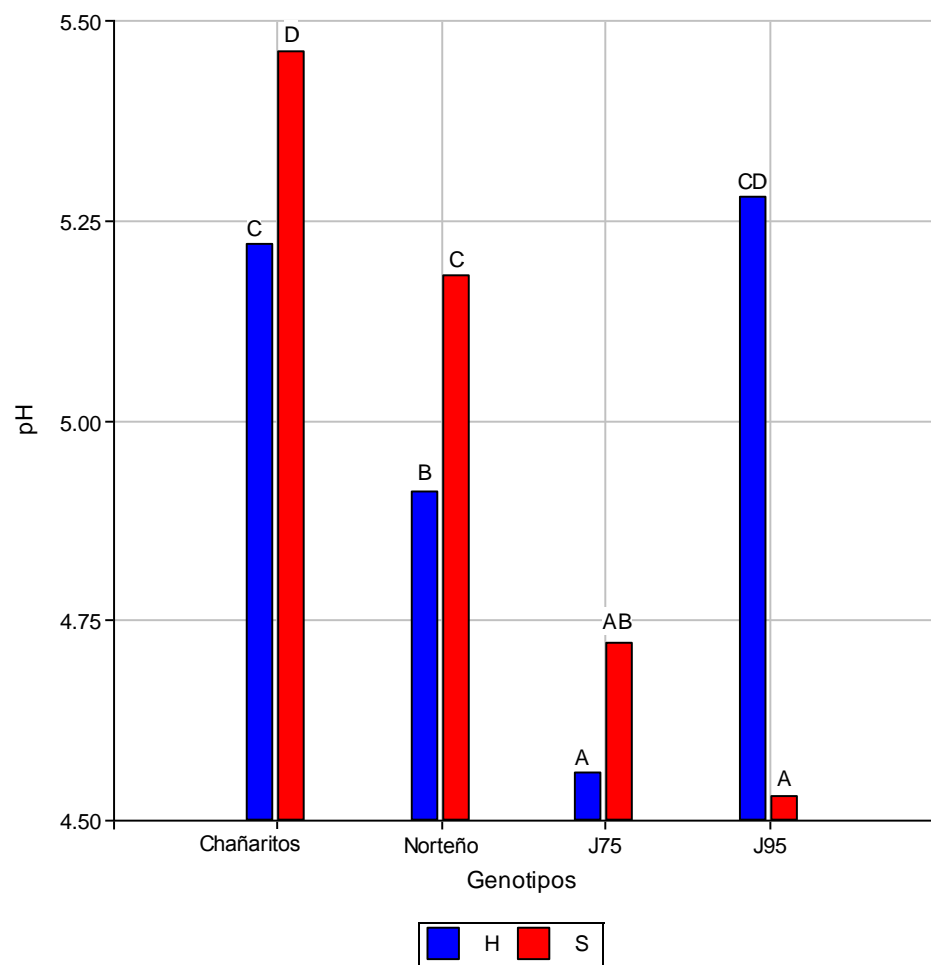


Figura 5: Valores de pH en hojas de diferentes genotipos de garbanzo sembrados en dos condiciones contrastantes de humedad inicial de suelo, S: Seco (55%CC); H: Húmedo (95%CC). Letras distintas indican diferencias significativas entre genotipos y la condición hídrica, según prueba LSD Fisher ($p\leq 0,05$).

Relación de la abundancia de pulgones y trips con características morfológicas y químicas de las plantas

Las dos primeras Componentes Principales explicaron un 74,6% de la variabilidad total observada en el espacio multidimensional para las variables y los genotipos. La correlación cofenética correspondió a un 88% (Fig.6). A partir de la CP1, que es la componente que explica por sí sola el 48,4% de la variabilidad total, se puede inferir que los genotipos Chañaritos y Norteño se relacionaron con la variable abundancia de insectos (pulgones y trips) en la condición de menor disponibilidad de agua (55%CC), presentando un pH más básico y menor cantidad de tricomas. La línea J75 se asoció con la variable TG en ambas condiciones de humedad, mientras que la línea J95 se relacionó más con la variable TNG bajo la condición de menor disponibilidad de agua. La variable con mayor inercia hacia la derecha fue el pH y hacia la izquierda los TNG. Como puede apreciarse las variables pulgones y trips están positiva y altamente correlacionadas, mientras que se correlacionan negativamente con la variable TG.

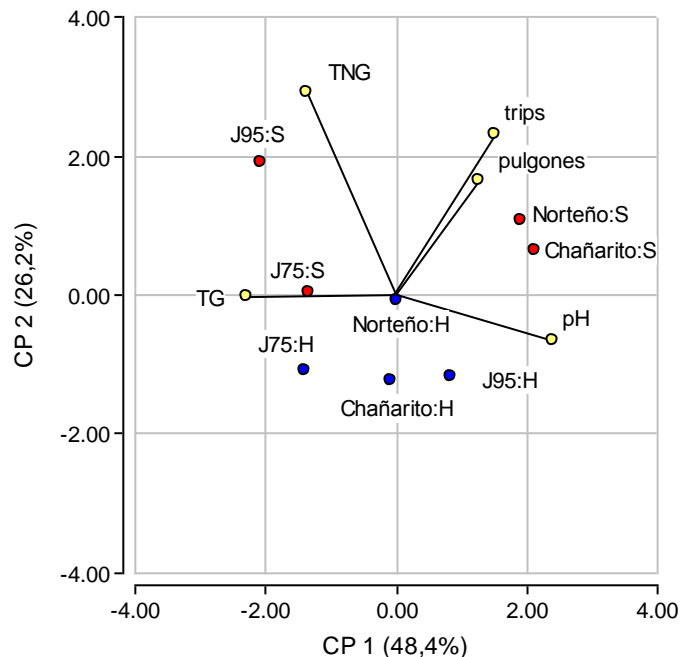


Fig. 6 Biplot según el plano conformado por las dos primeras componentes principales (CP1 y CP2). Los puntos representan los casos (genotipos en dos condiciones de humedad de suelo inicial, S: Seco (55% CC); H: Húmedo (95%CC) y los vectores las variables.

Fluctuación poblacional de pulgones y trips bajo dos condiciones de humedad inicial.

Analizando la fluctuación poblacional se observó que el pico más importante de pulgones se produjo a fines de agosto, coincidiendo con la floración (Fig. 7). Los trips presentaron una mayor abundancia en el mes de octubre, como muestra la Fig.8, durante la etapa de fructificación. Cabe destacar que los picos de mayor abundancia, para ambas condiciones de disponibilidad de agua, se produjeron en las mismas etapas de desarrollo del cultivo.

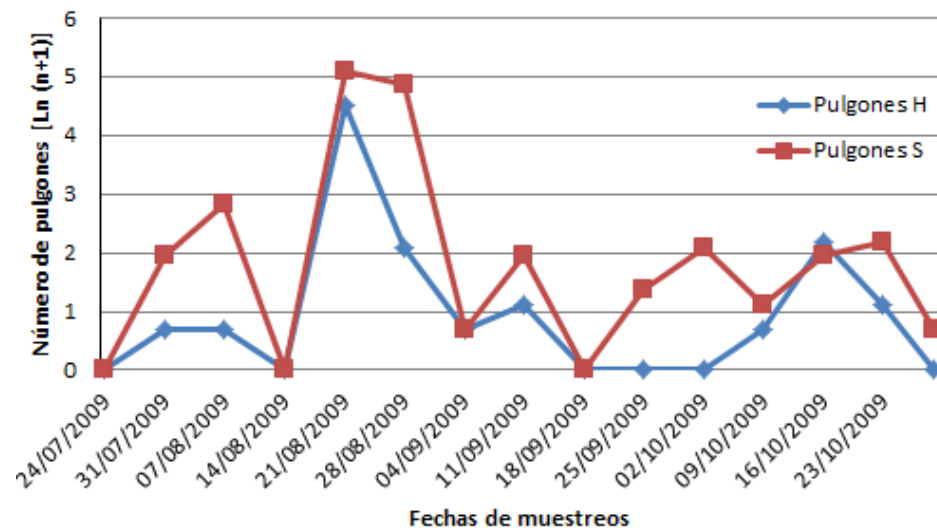


Figura 7: Fluctuación poblacional de pulgones en cuatro genotipos de garbanzo sembrados bajo dos condiciones contrastantes de humedad inicial de suelo, S: Seco (55%CC); H: Húmedo (95%CC).

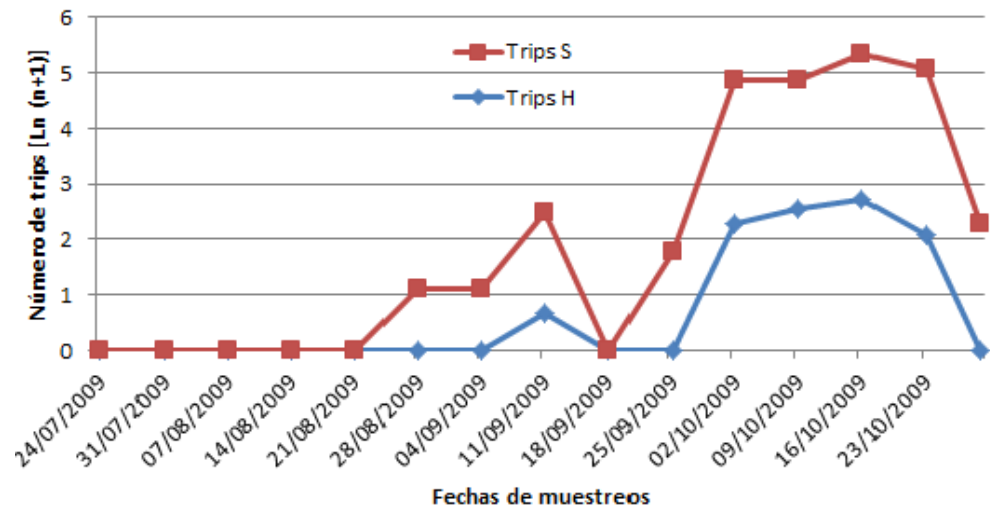


Figura 8: Fluctuación poblacional de trips en cuatro genotipos de garbanzo sembrados bajo dos condiciones contrastantes de humedad inicial de suelo, S: Seco (55%CC); H: Húmedo (95%CC).

Discusión

La mayor abundancia de pulgones y trips se observó en los genotipos sembrados con la menor disponibilidad de agua inicial. Esto coincide con lo mencionado por Tingey y Singh (1984) quienes manifiestan que estos insectos prefieren alimentarse de plantas que presentan un cierto déficit hídrico. Bajo esta situación se produce un aumento de los contenidos de aminos y amidas en la savia del floema, lo que produce una disminución de la presión vascular que facilita la toma del alimento (Tyngey y Singh, 1984). Por lo tanto un adecuado mantenimiento de la humedad en el suelo brindaría a la mayoría de los genotipos un grado de relativa protección inducida.

Al analizar los genotipos sembrados bajo igual condición hídrica, se encontraron diferencias en la abundancia de insectos. Esto puede deberse a características morfológicas, como la arquitectura de la planta, densidad de tricomas, dureza o tamaño de las hojas, o a la presencia en sus estructuras vegetativas o reproductivas de sustancias químicas que afectan tanto la abundancia de los insectos como algunos aspectos de su desarrollo (Rossiter *et al.*, 1988; Zangerl, 1990). Si bien la tolerancia de las plantas a los insectos es un carácter hereditario, su expresión puede modificarse por factores ambientales, es decir, si las condiciones de crecimiento no son las adecuadas la tolerancia no puede expresarse (Haile, 2000).

En relación a la presencia de tricomas en las hojas, éste es considerado un mecanismo de defensa natural de las plantas para prevenir o disminuir el daño por herbívoros (Marquis, 1992). La planta de garbanzo presenta tricomas glandulares (TG) y no glandulares (TNG). Sus densidades pueden dificultar la alimentación y movilidad de los insectos y a su vez, los glandulares liberan ácido málico u oxálico en altas concentraciones (De Gordillo, 1991). Genotipos con mayor abundancia de tricomas se han relacionado con un bajo número de pulgones (Edwards, 2001; Sharma *et al.*, 2007). Con respecto a trips no hay antecedentes que relacionen estas variables en garbanzo.

En este trabajo si bien se observó una asociación negativa de la abundancia de pulgones y trips con los tricomas glandulares, no pudo establecerse un patrón general para todos los genotipos analizados que permita aseverar que, a mayor densidad de tricomas glandulares se presente menor densidad de insectos. Tal es el caso del genotipo J95 en seco (55%CC) que presentó alta densidad de TG y alta abundancia de pulgones. Posiblemente haya otras características de los tricomas que no fueron analizadas en este trabajo, que tendrían incidencia sobre la presencia de los insectos en una planta tal como su forma, longitud, verticalidad, (Norris y Kogan 1984). Otra posible explicación es que los tricomas glandulares presentes en garbanzo no estén asociados a resistencia a pulgones y trips como lo señala Kennedy (2003) para *Lycopersicon spp* quien menciona para este género cuatro tipos de tricomas glandulares indicando a los tipos IV y VI asociados con alta resistencia a artrópodos y particularmente el tipo IV para resistencia a áfidos.

Por otra parte, la densidad de tricomas puede verse afectada por la disponibilidad hídrica. En este trabajo, los genotipos sembrados a 55% CC mostraron un aumento en la densidad de tricomas, lo que coincide con varios autores que han demostrado, en otras especies, que la menor disponibilidad de agua se asocia con un aumento de la pubescencia foliar (Ehleringer, 1982; Sandquist y Ehleringer, 1997; Cano-Santana y Oyama, 1992; Pérez-Estrada *et al.*, 2000).

A su vez, al analizar la densidad de los tricomas glandulares bajo las dos condiciones de disponibilidad hídrica inicial no se encontraron diferencias. Esto difiere de lo señalado por otros autores (Bohm *et al*, 1992; Bohm y Yang, 2003) que mencionan que es de esperarse una mayor cantidad de tricomas con glándulas en la condición de mayor disponibilidad hídrica debido a la secreción de metabolitos secundarios, tales como flavonoides y terpenos producidos por las células en las glándulas de excreción. Sin embargo en este trabajo se obtuvieron resultados opuestos al analizar el cultivar J95, ya que a menor disponibilidad de agua aumentó la densidad de TG en lugar de limitarla.

En relación a los tricomas no glandulares se observó mayor densidad en la condición de 55% de CC en todos los genotipos salvo en Norteño. Esto puede deberse al bajo costo de la construcción de las paredes de celulosa de estos tricomas que contrasta con los TG (Bohm *et al.*, 1992; Bohm y Yang, 2003).

Posiblemente también esté relacionado con el rol fisiológico de los tricomas de reducir la pérdida de agua, más que el de funcionar como un factor de resistencia contra los herbívoros (Ehrlinger, 1984).

Otra de las características que influye en la abundancia de insectos en las plantas es el pH de las hojas. Si bien se observó una correlación positiva entre el pH y la densidad de pulgones y trips, no pudo establecerse un patrón en el que los genotipos con hojas más ácidas sean menos preferidos por los insectos. Quizás la respuesta se encuentre en las observaciones de Reed *et al.* (1987) quienes mencionan que insectos pequeños y otros artrópodos mueren por los exudados de ácido málico producido por los tricomas glandulares de hojas y tallos de garbanzo, señalando valores de pH de 1,3, es decir, un valor muy inferior a los encontrados en los genotipos analizados en este trabajo.

La fluctuación poblacional de pulgones, que abarcó de julio a octubre, presentó la mayor abundancia durante la etapa de floración a fines del mes de agosto, coincidiendo con lo mencionado por Mazzuferi *et al.* (2011). También Sharma *et al.*, (2007) observaron que los pulgones se alimentan de flores y vainas en garbanzo. Posiblemente la preferencia de los pulgones en esta etapa, se deba a la acumulación de nitrógeno que comienza con la floración-fructificación y luego disminuye (Kantar *et al.*, 2007).

Por otro lado, el pico poblacional de trips se produjo en el mes de octubre coincidiendo con la etapa de fructificación, resultado que concuerda con lo encontrado por Ávalos *et al.* (2010) al estudiar la abundancia de estos insectos en diferentes genotipos de garbanzo en la región noroeste de la Provincia de Córdoba. Cabría establecer si la presencia de estos insectos durante estos estados fenológicos se debe a bajas humedades relativas y altas temperaturas como lo señalan Gamundi y Perotti (2009) para soja, o a requerimientos nutricionales de los insectos que se dan en esta etapa fenológica del cultivo.

Los datos antes expuestos plantean una serie de interrogantes que serían interesantes de analizar más profundamente. Entre ellos resulta de especial importancia indagar acerca de otras particularidades físicas y químicas propias de cada genotipo y su respuesta ante situaciones de estrés por factores bióticos y abióticos. Ello permitiría ampliar las posibilidades de conocer y aclarar mecanismos y patrones de defensa de las plantas a los insectos.

Cabe destacar, sin embargo, que el presente constituye el primer estudio en Argentina dedicado a investigar las relaciones entre aspectos morfológicos y químicos del garbanzo y su relación con los insectos picadores.

Conclusiones

Este trabajo permitió arribar a las siguientes conclusiones:

La disponibilidad de agua inicial influyó sobre la abundancia de insectos. Los genotipos sembrados a 55% CC mostraron mayor abundancia que los sembrados a 95% CC, con lo cual, además de corroborarse la hipótesis planteada, se establece que un adecuado mantenimiento de la humedad en el suelo brindaría a la mayoría de los genotipos un grado de relativa protección inducida.

Los genotipos con mayor densidad de tricomas glandulares y no glandulares presentaron menor densidad de insectos a excepción del genotipo J95. Por lo tanto no se puede confirmar la hipótesis de una relación negativa entre la densidad de tricomas y abundancia de insectos.

En relación a la característica química (pH), los genotipos con un pH más básico presentaron mayor cantidad de insectos a excepción del genotipo J95. Con lo cual no se puede confirmar la hipótesis de una relación negativa entre pH más ácido y menor abundancia de insectos.

BiBliografía

- Ávalos, S.; Fichetti, P.; Sosa, E. y Avila, G. 2005. Entomofauna asociada a garbanzo bajo diferentes prácticas de manejo. Libro de Resúmenes XII Congreso Latinoamericano y XXVII Congreso Argentino de Horticultura. Gral. Roca, Rio Negro, Argentina. pp. 279.
- Ávalos, S.; Fichetti, P.; Mazzuferi, V.; Berta, C. y Carreras, J. 2010. Entomofauna asociada a garbanzo en el noreste de Córdoba (Argentina). *Horticultura Argentina* 29 (70): 5-11.
- Balzarini, M. G., Gonzalez, L. A., Tablada, E. M., Casanoves, F., Di Rienzo, J., Robledo, C. W. 2008. *InfoStat Manual del Usuario*. Editorial Brujas. Córdoba, Argentina.
- Bohm, B.A., Fong, C., Hiebert, M., Jamal, A. y Crins, W. J. 1992. Nonpolar flavonoids of *Calycadenia*, *Lagophylla* and *Madia*. *Phytochemistry* 31:1261–1263.
- Bohm B.A. y Yang J.Y. 2003. Secondary metabolites of Madiinae, the tarweeds. In: Carlquist, S., Baldwin, B.G., Carr, G.D. (Eds.), *Tarweeds and Silverswords. Evolution of the Madiinae (Asteraceae)*. Missouri Botanical Garden Press, pp. 105–114.
- Cano-Santana, Z. y Oyama, K., 1992. Variation in leaf trichomes and nutrients of *Wigandia urens* (Hydrophyllaceae) and its implications for herbivory. *Oecologia* 92: 405–409.
- Chen, W.; Sharma, H.C.; Muehlbaver, F. J. 2011. *Compendium of chickpea and lentil diseases and pests*. St. Paul (ed.). pp. 99-107.
- Cornelissen, J. H. C., Quested, E. H. M., Van Logtestijn, R. S. P., Pérez Harguindey, E. N., Gwynn Jones, D., Díaz E. S., Callaghan, E. T. V., Press, M. C. and Aerts, E. R. 2006. Foliar Ph as a new plant trait: can it explain variation in foliar chemistry and carbon cycling processes among subarctic plant species and types?. *Ecosystem Ecology*. 147: 315-326.
- De Gordillo, E. 1991. *El garbanzo una alternativa para el secano*. Mundi-Prensa, Madrid. 136 pp.

- Ehleringer, J. R., Bjorkaman, O. y Moroney, H. A. 1976. Leaf pubescence: effects on absorbance and photosynthesis in a desert shrub. *Science* 192: 376-377.
- Ehleringer, J. R. 1982. The influence of water stress and temperature on leaf pubescence development in *Eclia farinosa*. *Am J. Bot.* 69: 670-675.
- Ehleringer, J. R. 1984. Ecology and ecophysiology of leaf pubescence in North American desert plants. En: Rodryguez, E., Healy, P.L., Mehta, I.(Eds), *Biology and Chemistry of plant Trichomes*. Plenum Press, New York, pp 113-132.
- Edwards O. R. 2001. Interspecific and intraspecific variation in the performance of three pest aphid species on five grain legume hosts. *Entomol. Exp. Appl.* 100: 21-30.
- FAO. 2006. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Statistical Databases. Publicado en internet, disponible en <http://www.fao.org>. Activo noviembre de 2010.
- Fichetti, P; Avalos, S.; Mazzuferi, V. y Carreras, J. 2009. Lepidoptera presentes en el cultivo de garbanzo en Córdoba, Argentina. *Bol. San. Veg. Plagas*, 35:49-58. Madrid (España).
- Gamundi J. C. y Perotti E. 2009. Evaluación de daño de *Frankliniella schultzei* (trybom) y *Calliothrips phaseoli* (Hood) en diferentes estados fenológico del cultivo de soja. Publicado en internet, disponible en [http://www.inta.gob.ar/...soja/../evaluacion daño en soja..pdf](http://www.inta.gob.ar/...soja/../evaluacion%20da%C3%B1o%20en%20soja..pdf). Activo Marzo de 2011.
- García Medina, S. Panadero Pastrana, C., Fekete, A. Gimenez Monge, J. L., Calvo, V., Carreras, J. 2007. Cartilla de información: Garbanzo. 1° Jornada Nacional de Garbanzo. INTA, EEA Salta, 12 pp.
- González, W. L.; A., Negrito, M. A.; Suárez, L. H. y Gianoli, E. 2008. Induction of glandular and non-glandular trichomes by damage in leaves of *Madia sativa* under contrasting water regimes. *Acta Oecologica* 33 | 28-32.
- Haile, F. J. 2000. Drought Stress, Insects, and Yield Loss. En: *Biotic Stress and Yield Loss*. Peterson, R. K. D. and Higley, L. G. (ed.). London, New York, Cap.: 8.

- Imwinkelried J. M., Fava F. y Tumper E. 2009. Distintas especies de pulgones en trigo y su control. Publicado en internet, disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_combate_de_plagas_y_malezas/110-pulgon.pdf. Activo diciembre de 2012
- Kantar, F.; Hafeez, F. Y.; Shivakumar, B. G. y Sundaram, S. P.; Tejera, N. A.; Aslam, A.; Bano, A. and Raja, P. 2007. Chickpea: Rhizobium management and nitrogen fixation. En Yadav, S. S. (ed), Chickpea Breeding and Management, CAB International, Wallingford, pp. 179-192.
- Kennedy G. G. 2003. Tomato, pests, parasitoids, and predators: tritrophic interactions involving the genus *Lycopesicon*. *Annu. Rev. Entomol* 48:51-72.
- Knights, E. J.; Acikoz, N.; Warkentin, T.; Bejiga, G.; Yadav, S. S. y Sandhu, J. S. 2007. Area, production and distribution. In: Yadav, S. (ed), Chickpea Breeding and Management, CAB International, pp 167-178.
- Mascanfroni, G.; Ávalos, S. Fichetti, P. Mazzuferi, V. 2010. Riqueza específica y abundancia de Thysanoptera (insecta) asociadas a garbanzo en Córdoba (Argentina). I Congreso Latinoamericano de Conservación de la Biodiversidad. San Miguel de Tucuman Argentina.
- Marquis R. J. 1992. The selective impact of herbivory. En: Fritz R. S. & Simms E. L. (eds), Plant resistance to herbivory and pathogens. Ecology, evolution and genetics, the University of Chicago Press, Chicago, pp: 301-325.
- Maxwell, F. G. y Jennings. 1984. Mejoramiento de plantas resistentes a insectos. Edit. Limusa, México, D. F.
- Mazzuferi, V. A.; Maidana, A.; Avalos, S.; Fichetti, P. y Carreras, J. 2009. Los pulgones (Hemipteras: Aphididae) presentes en genotipos diferentes de garbanzo. IV Jornadas Integradas de Investigación y Extensión, 215 pp.
- Mazzuferi, V. E.; Maidana, A.; Fichetti, P.; Hasen, L. G. y Avalos, D. S. 2011. Abundancia y riqueza específica de pulgones (Hemiptera: Aphididae) y sus parasitoides en diferentes genotipos y estados fenológicos del garbanzo. *Agriscientia*, XVIII (2): 99-108.
- Mushtaque, A. 1977. Preliminary studies on the infestation of aphid *craccivora* (Koch) to chickpea and lentil. *Journal of Agriculture Research* 15: 31-35.

- Norris, D. M. y Kogan, M. 1984. Bases bioquímicas y biológicas de la resistencia. En: Mejoramiento de las plantas resistentes a insectos. Maxwell F. G. y Jennings P. R. (Eds). Editorial Limusa, México, pp. 43-80.
- Perez-Estrada, L.B., Cano-Santana, Z. y Oyama, K., 2000. Variation in leaf trichomes of *Wigandia urens*: environmental factors and physiological consequences. *Tree Physiol.* 20, 629–632.
- Ranga Rao, G. V. 2011. Insect pests. In: Compendium of chickpea and lentil diseases and pests. Chen, W.; Sharma, H. C. y Muehllauer, F. S. APS Press, USA, pp. 99-125.
- Reed, W.; Cardona, C.; Sithanatham, S.; Lateef, S. S. 1987. Chickpea Insect Pests and Their Control. En: Saxena, M. C. And Singh, K. B. (ed). *The Chickpea*, pp. 283-317.
- Rossiter M., Schultz J. C. y Baldwin T. 1988. Relationships among defoliation, red oak phenolics, and gypsy moth growth and reproduction. *Ecology* 69: 267-277.
- Rosso Mauro. 2011. Pautas para el manejo del garbanzo. En: 1° jornada Nacional de Legumbres. Junio de 2011, Rosario Santa Fe.
- Sandquist, D.R. y Ehleringer, J.R., 1997. Intraspecific variation of leaf pubescence and drought response in *Encelia farinosa* associated with contrasting desert environments. *New Phytol.* 135: 635–644.
- Sharma, H. C.; Gowda, C.L.; Stenvenson, P. C.; Ridsdill-Smith, T. J. y Clement, S. L.; Ranga Rao, G. V.; Romeis, J.; Miles, M. y El bouhssini, M. 2007. Host plant resistance and insect pest management in chickpea. En: Yadav, S.S (ed). *Chickpea Breeding and Management*, CAB International, Wallingford, pp 520-537.
- Tingey, W. M. y Singh, S. R. 1984. Factores ambientales que influyen en la magnitud y expresión de la resistencia. En: Mejoramiento de plantas resistentes a insectos. Maxwell F.G. y Jennings P. R. (Eds). Editorial Limusa, México, pp. 107-133.
- Vogelmann, T.C., 1993. Plant-tissue optics. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 44, 231–251.

- Weigand, S. y Tahhan, O. 1990. Chickpea insect pest in the Mediterranean zones and new approaches to their management. Proc. Second Int. Workshop on Chickpea Improvement, 4-8 Dec, 1989 Incrisat Center, India. Ed Rheenen, H. A.; Saxena, M. C. Wallet, B. J. y Hall, S. D. Patancheru, India pp:169-175.
- Zangerl A. 1990. Furanocoumarin induction in wild parsnip: evidence for an induced defence against herbivores. Ecology 71: 1926-1932.