

CROP PROTECTION

Anthonomus grandis Boheman (Coleoptera: Curculionidae) en la Zona Central y Sur Oeste de Misiones, Argentina: Polen Como Fuente Alimenticia y su Relación con el Estado Fisiológico en Insectos Adultos

GRACIELA A. CUADRADO

Cátedra de Palinología, Facultad Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. UNNE, Argentina. C.C. 291, CP 3400 Corrientes, Argentina, hcapan@compunort.com.ar

Neotropical Entomology 31(1): 121-132 (2002)

Anthonomus grandis Boheman (Coleoptera: Curculionidae) in Central and South West Area of Misiones, Argentina: Pollen as Feeding Source and their Relationship with the Physiologic State in Adult Insects

ABSTRACT – Host feeding plants of adult boll weevils (*Anthonomus grandis* Boheman) were determined within the period: January 1997 - December 1999. This took place through the identification of pollen grains, isolated from the digestive tracts of boll weevils captured in pheromone traps placed in a transect line which passes through the localities of Montecarlo, San Ignacio, Candelaria and the Capital in the province of Misiones. Cotton has not been cultivated for five years in that province, nevertheless important populations of weevils still remain during the whole year. About 1,360 weevils were dissected and 5,325 pollen grains were found; these were assigned to 28 species. Only those that presented percentages above 1%, which were 20 (4,183 pollen grains), were used. They belonged to five botanical families: Malvaceae, Compositae, Solanaceae, Euphorbiaceae and Leguminosae. Pollen of alternative plants provides the necessary energy for the survival of adult weevil in the absence of cotton pollen. The variation in the levels of relative abundance of pollen was analyzed with the study of the time of capture, sex, color, type of corporal fat, and reproductive status, using a log linear model ($P < 0.01$). The following third order significant interactions were observed: time of capture x sex x reproductive status; color x corporal fat x reproductive status; levels of pollinic abundance x corporal fat x reproductive status. The ingesta level varied significantly with the corporal fat and the reproductive status, which are some determinants of the physiologic status of adult weevils. The grouping and ordering analyses showed the period of time, selectivity and use of the availability of pollen, since gender and species varied in the different seasons of the year, but they always belonged to the five mentioned families.

KEY WORDS: Insecta, boll weevil, host feeding plants, interaction among variables.

RESUMEN – Se determinaron las plantas hospedantes alimenticias del picudo del algodónero adulto (*Anthonomus grandis* Boheman) en el período enero 1997- diciembre 1999. La misma se llevó a cabo mediante la identificación de los granos de polen aislados de los tractos digestivos de picudos capturados en trampas con feromonas ubicadas en una transecta que atraviesa los departamentos de Montecarlo, San Martín, San Ignacio, Candelaria y Capital de la provincia de Misiones, Argentina. Esta provincia no cultiva algodón desde hace cinco años, pero mantiene importantes poblaciones de picudo durante todo el año. Se disecaron 1360 picudos y se hallaron 5325 granos de polen asignados a 28 especies. Solo se utilizaron las que presentaron porcentajes superiores al 1%, que fueron 20 (4183 granos de polen), pertenecientes a cinco familias: Malvaceae, Compositae, Solanaceae, Euphorbiaceae y Leguminosae. El polen de plantas alternativas provee de la energía necesaria para la sobrevivencia del picudo adulto en ausencia de polen de algodón. Se analizó la variación en los niveles de abundancia relativa de polen, a través del estudio de la estacionalidad, sexo, color, tipo de grasa acumulada, y estado reproductivo, usando un modelo loglineal ($P < 0,01$). Se observaron las siguientes interacciones significativas de tercer orden: época de captura x sexo x estado reproductivo; color x grasa corporal x estado reproductivo; nivel de abundancia polínica x grasa corporal x estado reproductivo. El nivel de ingesta varió significativamente con la grasa corporal y el estado reproductivo, que son algunas determinantes del estado fisiológico de los picudos adultos. Los análisis de agrupamiento y ordenamiento

demonstraron la estacionalidad, selectividad y aprovechamiento de la disponibilidad de polen, ya que variaron géneros y especies en las diferentes estaciones del año, pero siempre pertenecientes a las cinco familias citadas.

PALABRAS CLAVES: Insecta, picudo del algodón, hospedantes alimenticias, interacción entre variables.

En territorio argentino, *Anthonomus grandis* Boheman fue detectado por primera vez, en Puerto Iguazú, Misiones, (Marengo Lozada & Whitcomb 1993) en abril de 1993. La Comisión Asesora del Algodón a través del SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria), mediante la Resolución 99/95, en su artículo 4° recomienda, no proseguir con los cultivos de algodón en el territorio de Misiones, para evitar la propagación de la plaga.

No obstante el picudo tuvo una significativa expansión en la provincia de Misiones, ya que en 1997 se realizaban capturas en el departamento Capital, distante unos 400 km al sur del lugar donde se lo detectó por primera vez. También hubo algunas capturas esporádicas en localidades situadas al este de la provincia como Almirante Brown y Bernardo de Irigoyen (departamento General, Manuel Belgrano), San Vicente (departamento Guaraní) Aristóbulo del Valle y Campo Grande (departamento Cainguaés), pero éstas fueron muy bajas y cesaron en poco tiempo. El norte de la provincia de Misiones (departamentos Iguazú y Eldorado) ya fue estudiada (Cuadrado 1999).

La zona infestada de la parte centro sur oeste de esta provincia está en el límite con la República del Paraguay, departamento Itapúa, del cual está separada por el río Paraná y es la más grande amenaza para Argentina por la proximidad y la cantidad de hectáreas de algodón que se cultivan. Teniendo en cuenta que los vientos dominantes son del nordeste, Paraguay es un foco importante de infestación en Argentina (Mc Kibben 1998).

Otra fuente de infestación de picudos sería la posible existencia de pequeñas áreas de algodón no registradas oficialmente.

Los hospedantes cuya función reproductiva ha sido demostrada hasta el momento, no habitan esta zona (Krapovickas 1999) y si las hubiera no podrían mantener poblaciones tan altas de picudos, como las que se registran en esta zona.

Las tres posibilidades deberán ser comprobadas.

La condición polífaga de esta plaga fue demostrada por trabajos previos, realizados para América del Norte, tales como los de Rummel *et al.* (1978) oeste de Texas, Benedict *et al.* (1991) (Méjico), Jones *et al.* (1992) nordeste de Méjico, y Jones *et al.* (1997) centro de Texas, donde se reconocen como hospedantes alimenticias además de Malvaceae, especies pertenecientes a otras familias.

En América del Sur, Marengo Lozada *et al.* (1987), en Paraguay Marengo Lozada y Whitcomb (1993) y en Brasil Lukefahr *et al.* (1996) hacen referencia a la condición polífaga del insecto pero citan como hospedantes alimenticias, solo a miembros de la familia Malvaceae. En condiciones de laboratorio, en Brasil, Gabriel (2000) verificó el ciclo biológico y longevidad de picudos emergidos de huevos trasladados desde botones florales del algodón, a botones florales de *Hibiscus pernambucensis*, *H. schizopetalus*, *H.*

rosa-sinensis, *H. sabdariffa*, *Abelmoschus esculentus* y *Gossypium hirsutum* (usado como testigo). Luego de la emergencia se les proporcionaba botones florales de algodón, para alimentación de los adultos.

En Argentina, Cuadrado (1999) en el Norte de Misiones y Cuadrado y Garralla (2000) en Formosa Argentina, determinan como hospedantes alimenticias a especies pertenecientes fundamentalmente a cinco familias: Malvaceae, Compositae, Solanaceae, Euphorbiaceae y Leguminosae.

La supervivencia de picudos en el invierno es una causa determinante de infestación en las siguientes campañas, ya que el polen les provee de energía y nutrientes que aumentan la supervivencia durante los períodos de interzafra. El conocimiento de las plantas que le proveen alimento en las diferentes épocas del año, puede ser utilizada para anticipar acciones de control en aquellos ambientes que, de acuerdo a sus características, pudieran actuar como reservorios naturales de la plaga.

Uno de los objetivos de este trabajo es el conocimiento de estas plantas. La manera de conocerlas, en este caso, es la determinación de los granos de polen aislados del tracto digestivo de los insectos.

Utilizando dos caracteres propios de los granos de polen: 1) especificidad, o sea que sus caracteres morfológicos permiten asignarlos al taxón a que pertenece la planta de origen y 2) capacidad de preservación de sus paredes, lo que significa que debido a su principal componente, la esporopolenina, son prácticamente no degradables en la naturaleza. Esto hace posible reconstruir las comunidades de plantas que son visitadas por el picudo en los distintos lugares y a lo largo del año, en la zona que abarca este estudio.

El otro objetivo es determinar si existe interacción entre los niveles de ingesta de polen y las épocas de muestreo, sexo, tipo de grasa corporal, color y estado reproductivo.

Materiales y Métodos

Se colocaron 40 trampas cada 4-6 km en una transecta próxima a la costa del río Paraná que separa a la Argentina de la República del Paraguay, atravesando los departamentos de Montecarlo, Gral. San Martín, San Ignacio, Candelaria y Capital (Fig. 1).

Estas trampas fueron modificadas a partir de las tradicionales de la siguiente manera: La parte superior del cono inferior fue cortada y en ese agujero de aproximadamente 8 cm, se pegó en forma invertida un embudo. El cono de tela metálica fue revestido por dentro con un plástico transparente untado con vaselina, lo que provoca que los insectos, a partir de la parte inferior de este cono, suban atraídos por las feromonas, y se deslicen a través de la bombilla del embudo, cayendo dentro de un frasco conteniendo formalina al 7% (Fig. 2). Esto permitió que los

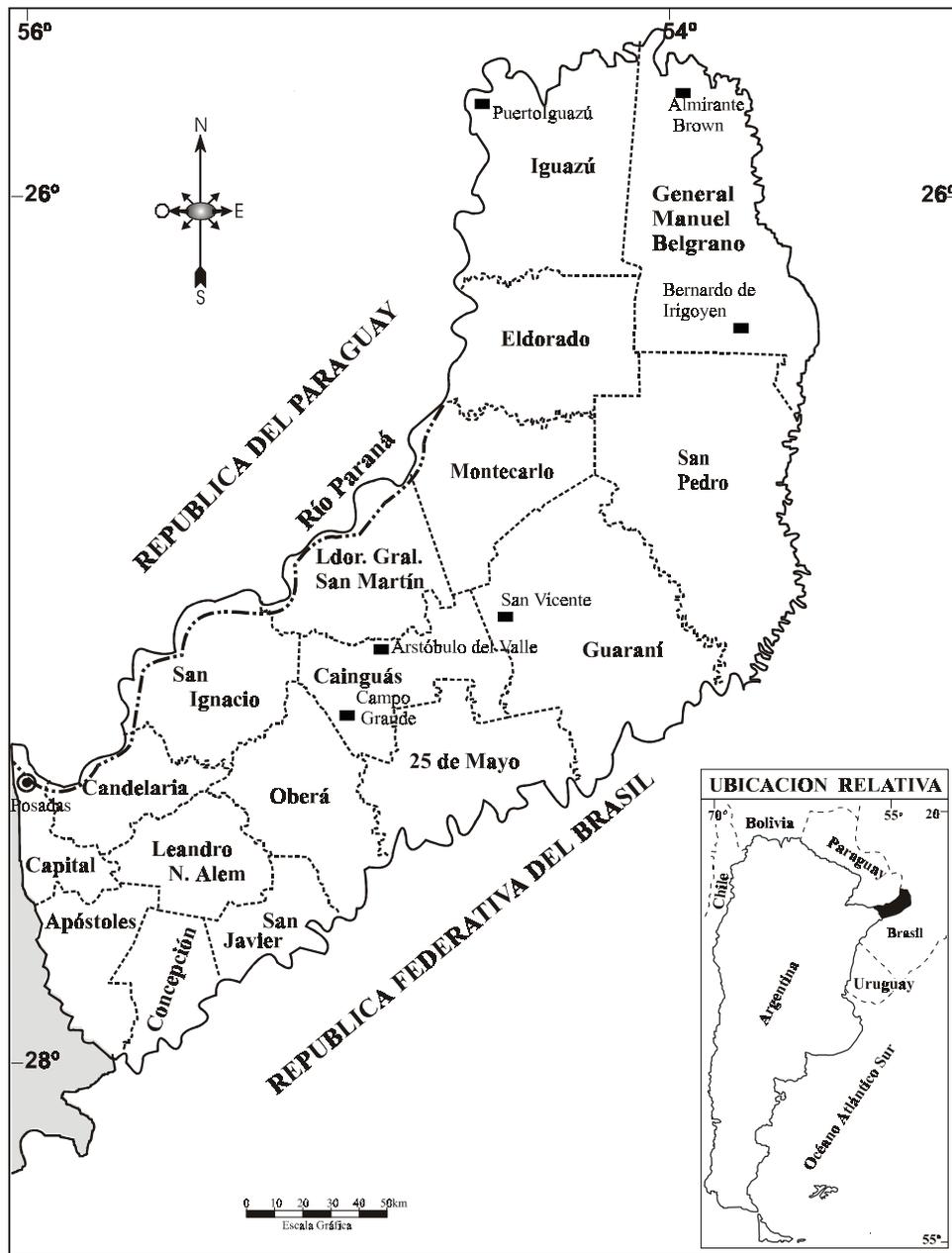


Figura 1. Zona de estudio — . . — transecta donde fueron colocadas las trampas para captura de *A. grandis*.

picudos así capturados preservasen su estructura interna, hasta el momento en que fueron disecados y se hicieron las observaciones pertinentes.

Las tareas de monitoreo fueron realizadas, durante los años 1998 y 1999. La frecuencia del muestreo fue quincenal y el número mínimo de picudos a estudiar se halló sobre la base del índice de diversidad de Shanon (Shanon & Wever 1949).

El número total de picudos disecados, para aislar los granos de polen del tracto digestivo, fue de 1360. La preparación de los granos recuperados se realizó utilizando la técnica de acetólisis de Erdtman (1960).

Tomando como base los tipos polínicos hallados en el contenido estomacal del insecto, y que pudieron ser asignados a determinadas familias, se realizaron relevamientos y colección de plantas, dando prioridad a aquellos grupos que mostraron dominancia. Los ejemplares coleccionados fueron depositados en Herbario (CTES) del IBONE (Instituto de Botánica del Nordeste) y determinados por los especialistas en las distintas familias.

De los ejemplares coleccionados y determinados, se realizaron los correspondientes preparados palinológicos. Estos fueron incorporados a la Palinoteca de Referencia de la Facultad de Ciencias Exactas Naturales y Agrimensura UNNE.

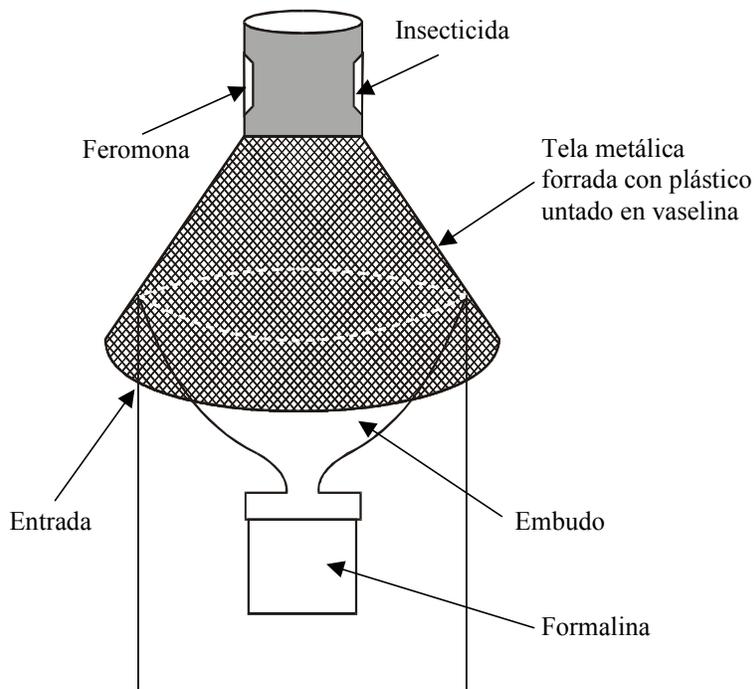


Figura 2. Trampa modificada usada para captura de *A. grandis* (Adaptación Jones *et al.* 1992).

Se realizaron análisis de agrupamiento y ordenamiento para facilitar la interpretación de las variaciones espaciales y temporales en la composición polínica de los contenidos del tracto digestivo de los picudos.

Durante el año 1999, fueron disecados y estudiados microscópicamente, 598 insectos analizándose las siguientes variables: sexo, color, tipo de grasa corporal, estado reproductivo, número de granos ingeridos por picudo, incorporándose también la época de captura.

Los sexos pudieron diferenciarse en macho y hembras aún en los ejemplares rojos (juveniles). La coloración depende del tiempo transcurrido después de la transformación en estado adulto. Los adultos recién emergidos son de color rojizo y se tornan grises luego de 20-24h aproximadamente. En general cuanto más viejos son los especímenes, son más oscuros (Pallares *et al.* 1990). Por lo tanto la diferenciación en rojos y grises permite estimar si se trata de adultos recién emergidos o con más tiempo entre su emergencia y el momento de su captura.

La grasa corporal se clasificó en 0, ausencia; 1, presencia en cantidad tal, que permite ver a través de ella los órganos internos y 2, presencia, pero su acumulación no permite ver los órganos internos.

La condición de los estados reproductivos y no reproductivos se estableció tomando como referencia a R. W. Jones (com. pers.):

Hembras: *No reproductivas:* ovariolas de 0,8 a 1,5 mm (con poca diferenciación en ovariolas, sin huevos). *Incipiente reproductivo:* ovariolas de 1-2 mm se distinguen los huevos, pero muy pequeños. *Reproductivas:* ovariolas 1,5-2,5 mm, huevos bien desarrollados.

Machos: *No reproductivos:* testículos 0,4-0,7 mm. *Reproductivos:* testículos 0,8-1,2 mm.

En la evaluación de los datos, se colocaron juntas las hembras consideradas en estado “incipiente reproductivo y reproductivo”.

La cantidad de granos ingeridos por picudo fue transformada a logaritmo en base 2 para crear categorías por magnitudes de abundancia: ausente=0, escaso=1 (uno a dos granos), regular=2 (tres a seis granos), abundante=3 (siete a 14 granos). Se efectuaron análisis estadísticos empleando modelos log-lineares (Sokal & Rohlf 1995) para determinar la significación estadística de las asociaciones entre las variables consideradas. El método estadístico empleado para determinar la significación fue el χ^2 de Pearson, con un nivel de rechazo de la hipótesis nula de $P < 0,01$. Según el criterio de mínima sugerido por Tabachnick & Fidell (1989) se empleó este nivel más bajo de α , dado que se efectuaron numerosas comparaciones con el mismo conjunto de datos, reduciéndose las chances de cometer un error de Tipo I.

Resultados y Discusión

Se registró captura en todas las localidades y a lo largo de los dos años de estudio, con excepción del departamento Capital donde solo se produjeron en las trampas, en marzo y diciembre de 1999.

El número mínimo de picudos a estudiar varió entre 10 a 12 en verano y 15 a 18 en invierno, por trampa.

Del total de picudos disecados, el porcentaje que presentó ingesta de polen, varió entre el 51 y el 63% en las diferentes estaciones, siendo mayor en verano y primavera, que en invierno y otoño (Tabla 1).

Tabla 1. Conteos y observaciones de las distintas variables que determinan el estado fisiológico de los picudos disecados, en las cuatro estaciones del año 1999.

Estaciones del año	Total de granos Recuperados n=2206	Porcentaje de picudos con ingesta (%)	Sexos (%)		Grasa corporal	Color (%)		Picudos en estado reproductivo (%)	
			♀	♂		Gris	Rojo	♀	♂
Verano	446	63	55	45	0 y 1	83	17	0	68
Otoño	530	55	64	36	0 y 1	84	16	36	75
Invierno	604	51	54	46	1 y 2	93	7	0	79
Primavera	626	61	56	44	0,1 y 2	80	20	0	73

Los granos totales aislados, fueron 5325 y se los clasificó en 28 tipos polínicos.

Las especies cuyo polen fue ingerido en porcentajes superiores al 1% fueron 20 y los granos sumaron 4183, los cuales pudieron determinarse a nivel genérico y específico, y pertenecen a las siguientes familias Malvaceae, Compositae, Solanaceae, Euphorbiaceae y Leguminosae.

La abundancia porcentual de las familias, cuyo polen se cita como integrante de la dieta del picudo está representada en la Fig. 3, donde puede apreciarse que en las cinco localidades se registró la misma gradación en la ingesta de polen de estas familias. Las Malvaceae tienen una presencia del 45,1%, las Compositae 30,6%, las Solanaceae 14,7%, las Euphorbiaceae el 8,5% y las Leguminosae del 1,1% considerando todas las localidades en su conjunto. Las 20 especies, a las que pertenecen los granos de polen aislados del tracto digestivo de los picudos, fueron graficadas en las

Figs. 4 y 5. Estas figuras reflejan: presencia porcentual mensual y estacionalidad de las especies, en los cinco departamentos estudiados.

La presencia del polen de estas familias y géneros en la dieta del picudo coincide en alto grado con estudios anteriores tanto de América del Norte como de América del Sur. Cross *et. al.* (1975) consideran entre otras, especies de los géneros *Abutilon*, *Hibiscus*, *Sida* y *Wissadula* (Malvaceae) como hospedantes alimenticias en el sudeste de Estados Unidos y Méjico; Rummel *et al.* (1978) observó picudos alimentándose sobre una compuesta *Hymenopappus flavescens* Gray en el oeste de Texas; Lukefahr *et al.* (1986) haciendo referencia a la flora brasileña y sosteniendo la importancia de las hospedantes alimenticias en cuanto a la capacidad de mantener poblaciones de picudos, sostienen que todas son Malvaceae, pero no coinciden en cuanto a géneros y especies con las halladas en esta zona de Argentina. Para el sudeste

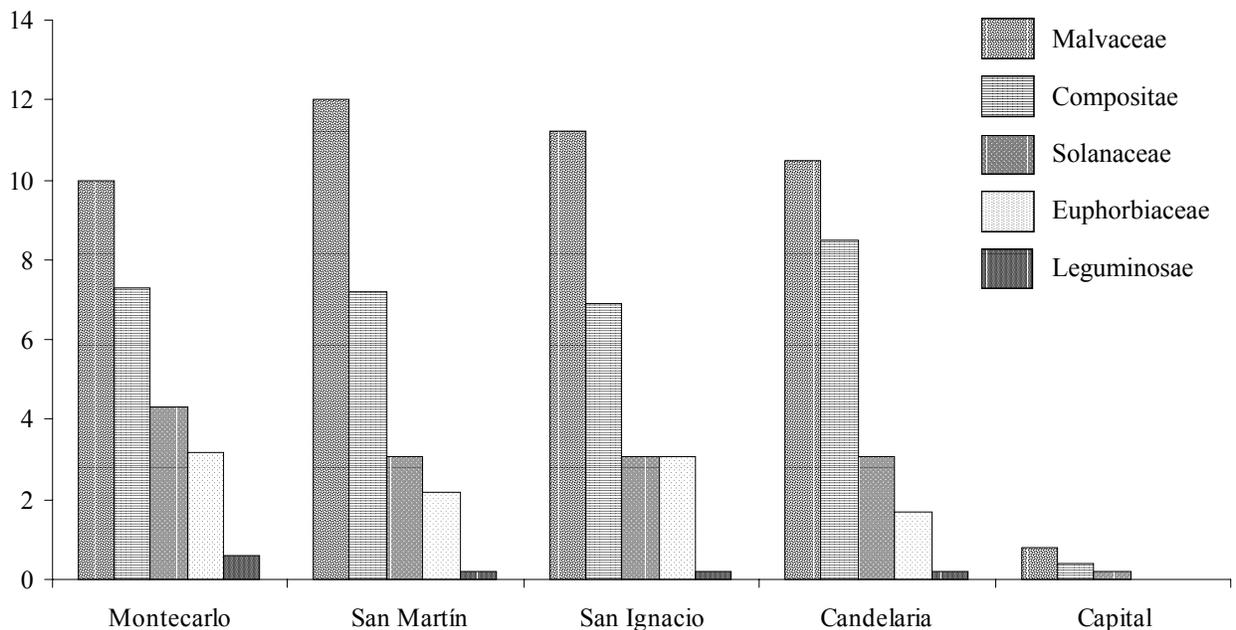
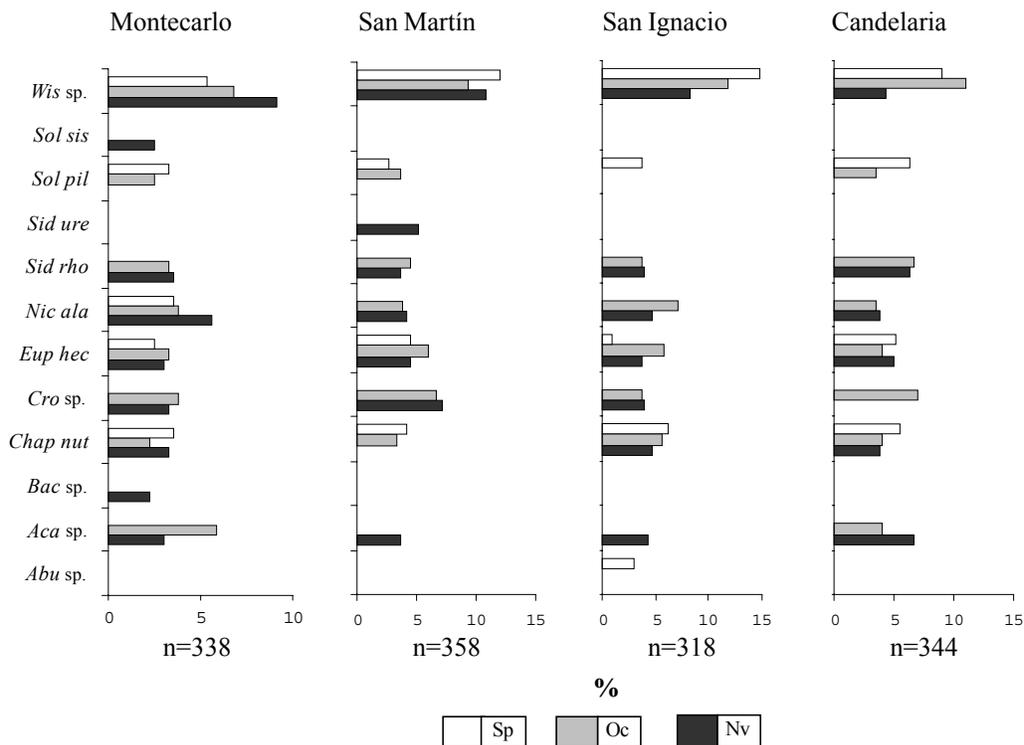


Figura 3. Representación porcentual de las familias representadas en la ingesta polínica de los ejemplares de *A. grandis* estudiados.

PRIMAVERA



VERANO

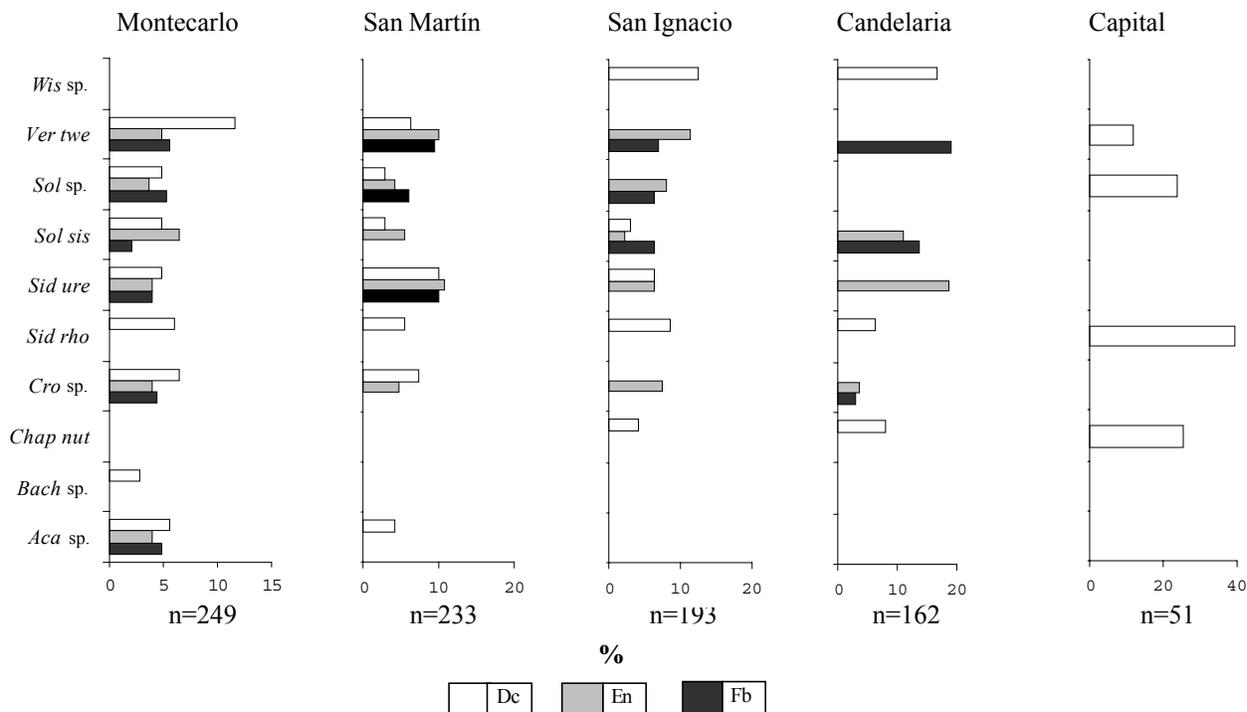
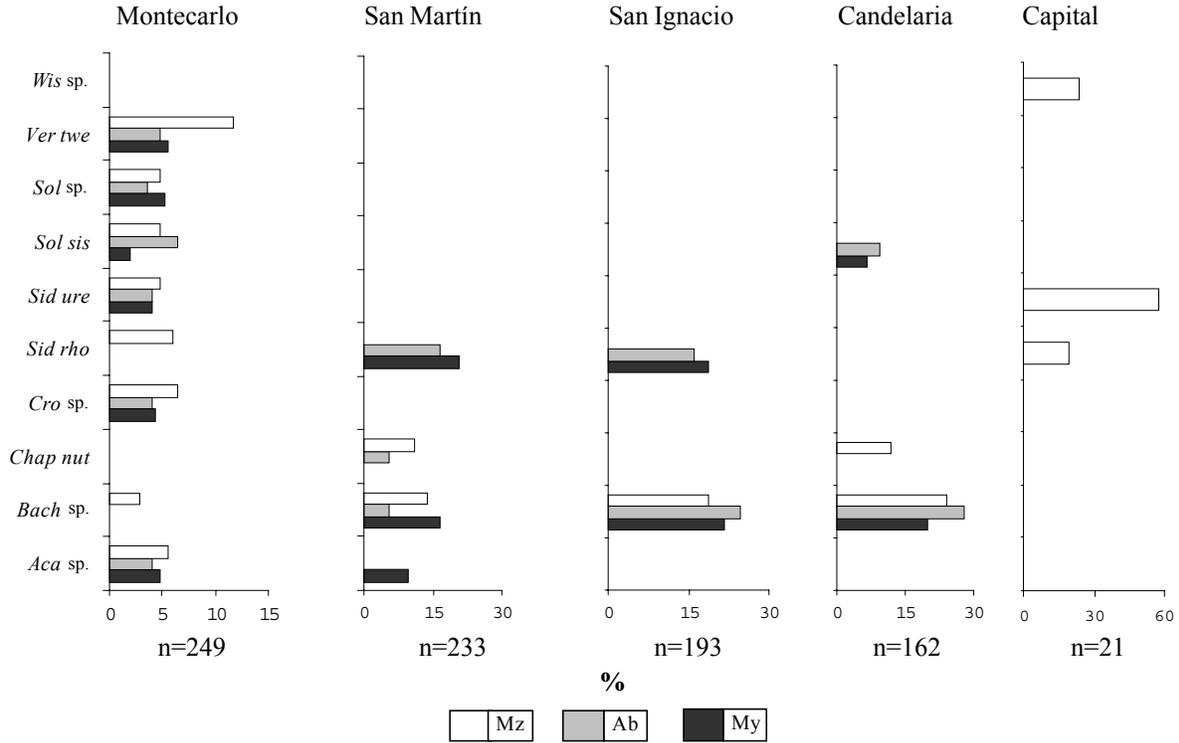


Figura 4. Porcentaje de granos de polen ingeridos por *A. grandis* en cada localidad, en primavera y verano. *Abu pic* = *Abutilon pictum*, *Aca sp.* = *Acalypha sp.*, *Bacc sp.* = *Baccharis sp.*, *Chap nut* = *Chaptalia nutans*, *Cro sp.* = *Croton sp.*, *Eup hec* = *Eupatorium hecatanthum*, *Nic ala* = *Nicotiana alata*, *Pav sp.* = *Pavonia sp.*, *Sid rho* = *Sida rhombifolia*, *Sid ure* = *Sida urens*, *Sol pil* = *Solanum pilcomayense*, *Sol sis* = *Solanum sisymbriifolium*, *Sol sp.* = *Solanum sp.*, *Ver twe* = *Vernonia tweediana*, *Wis sp.* = *Wissadula sp.*

OTOÑO



INVIERNO

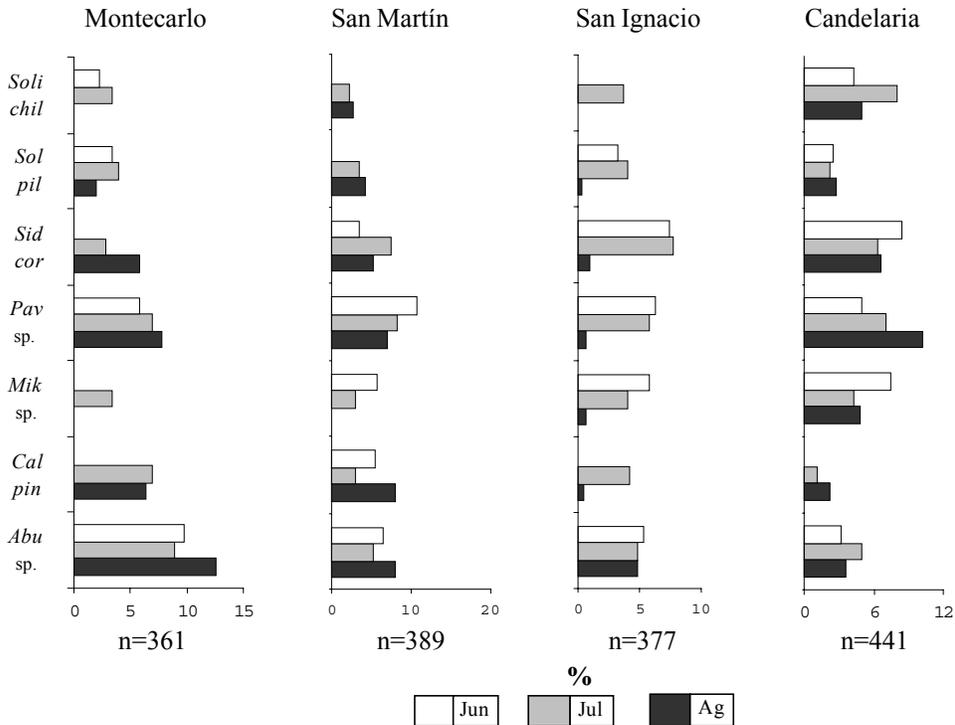


Figura 5. Porcentaje de granos de polen ingeridos por *A. grandis* en cada localidad, en otoño e invierno. *Abu pic* = *Abutilon pictum*, *Aca sp.* = *Acalypha sp.*, *Bach sp.* = *Baccharis sp.*, *Cal pin* = *Calea pinnatifida*, *Chap nut* = *Chaptalia nutans*, *Cro sp.* = *Croton sp.*, *Mik sp.* = *Mikania sp.*, *Pav sp.* = *Pavonia sp.*, *Sid cor* = *Sida cordifolia*, *Sid rho* = *Sida rhombifolia*, *Sid ure* = *Sida urens*, *Sol pil* = *Solanum pilcomayense*, *Sol sis* = *Solanum sisymbriifolium*, *Sol sp.* = *Solanum sp.*, *Soli chil* = *Solidago chilensis*, *Wis sp.* = *Wissadula sp.*

de Texas y noreste de Méjico, Benedict *et al* (1991), en una amplia lista de familias consideradas como plantas alimenticias del picudo mencionan Malvaceae, Compositae y Solanaceae. Jones *et al.* (1992) mencionan, entre otros, los géneros *Sida* y *Abutilon* en áreas tropicales y sub-tropicales del noreste de Méjico; Jones *et al.* (1993 y 1997) señalan como las mas representadas a Compositae, Leguminosae y Malvaceae para Tamaulipas, noreste de Méjico y este centro de Texas, respectivamente; Cuadrado (1996, 1999) y Cuadrado y Garralla (2000) coinciden con las familias, géneros y en algunos casos especies en estudios realizados en la provincia de Formosa y zona norte de la provincia de Misiones. En los departamentos del Norte de Misiones (Iguazú y Eldorado) están representadas además de las cinco familias aquí citadas, otras tres aunque en porcentajes muy bajos, Anacardiaceae: *Schinus* sp. (1,5%) Myrtaceae (1,2%) y Umbelliferae (1,2%).

Las tres zonas estudiadas hasta el momento en Argentina, presentaron en común como plantas alimenticias los siguientes géneros y especies: *Sida* sp., *Eupatorium* sp., *Chaptalia* sp., *Vernonia tweediana*, *Croton* sp. y *Solanum pilcomayense*.

Se destaca que el polen de *Gossypium hirsutum* solo se registró en picudos capturados en la provincia de Formosa (Cuadrado y Garralla 2000) y por el contrario no se lo detectó en picudos provenientes de trampas ubicadas en la provincia de Misiones.

El análisis de agrupamiento en modo Q (observaciones) mostró cuatro grupos bien definidos, en base a época de captura, a nivel 150, en la escala del coeficiente de distancia de Manhattan, seguido de un ligamiento promedio no ponderado. Éstos grupos son I: verano; II otoño; III primavera; IV invierno (Fig. 6).

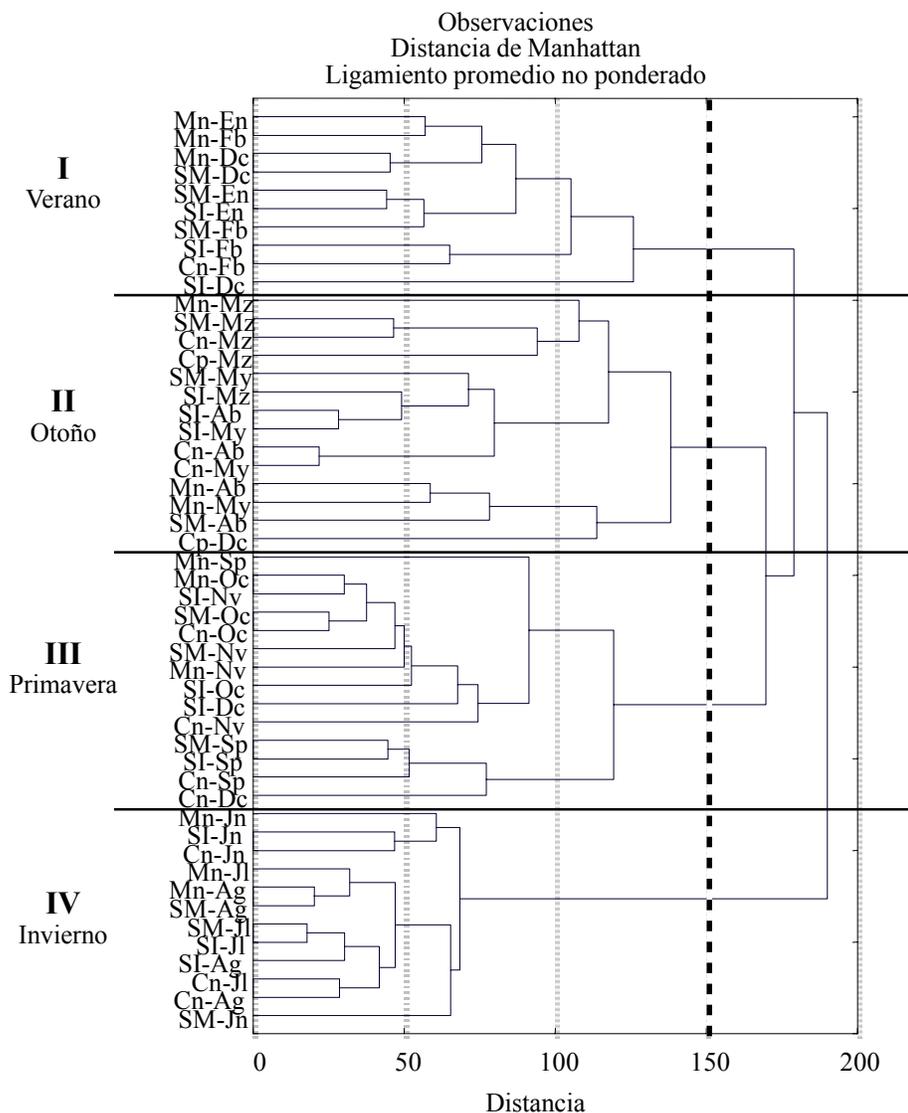


Figura 6. Análisis de agrupamiento entre observaciones, utilizando el método del ligamiento promedio no ponderado sobre una matriz de distancia de Manhattan. Mn = Montecarlo, SM = San Martín, SI = San Ignacio, Cn = Candelaria, Cp = Capital. En = enero, Fb = febrero, Mz = marzo, Ab = abril, My = mayo, Jn = junio, Jl = julio, Ag = agosto, Sp = septiembre, Oc = octubre, Nv = noviembre, Dc = diciembre.

En el análisis de correspondencia (Fig. 7), los tres primeros ejes explicaron el 57,1% de la varianza total. Este análisis permite representar tres variables en un solo plano: especies, lugar y fecha de muestreo. Se presentaron cuatro grupos en base a las especies y fechas en que fueron ingeridas. Los lugares de muestreo no juegan un papel importante en la formación de grupos, lo que podría atribuirse a que a lo largo de la zona estudiada (del orden de los 200 km) los cambios climáticos y florísticos son escasos y paulatinos.

Los grupos se corresponden con los resultados del análisis de agrupamiento previamente mencionado. Esto puede atribuirse a la disponibilidad estacional de las especies, que si bien varían entre una época del año y otra, pertenecen a las mismas familias citadas.

Es de destacar que en los relevamientos y colecciones de plantas, realizadas en las distintas estaciones del año y lugares

de muestreo se comprobó que existen muchas especies entomófilas pertenecientes a diversas familias, que no son visitadas por los picudos como plantas alimenticias, lo que permite hablar de una cierta selectividad por parte del insecto en la elección de el alimento.

Se presentan en la Tabla 1 los resultados de los conteos y observaciones de algunas de las variables que determinaron el estado fisiológico de los picudos estudiados (sexo, color, grasa corporal y estado reproductivo), en las cuatro estaciones del año 1999.

Se observaron interacciones significativas de 3^{er} orden entre, época de captura x sexo x estado reproductivo (Tabla 2), lo que puede explicarse por la proporción más alta de hembras (64%) capturadas en otoño, que corresponde con la dispersión inicial de los picudos desde los campos de algodón. Durante las demás estaciones las proporciones se acercaron

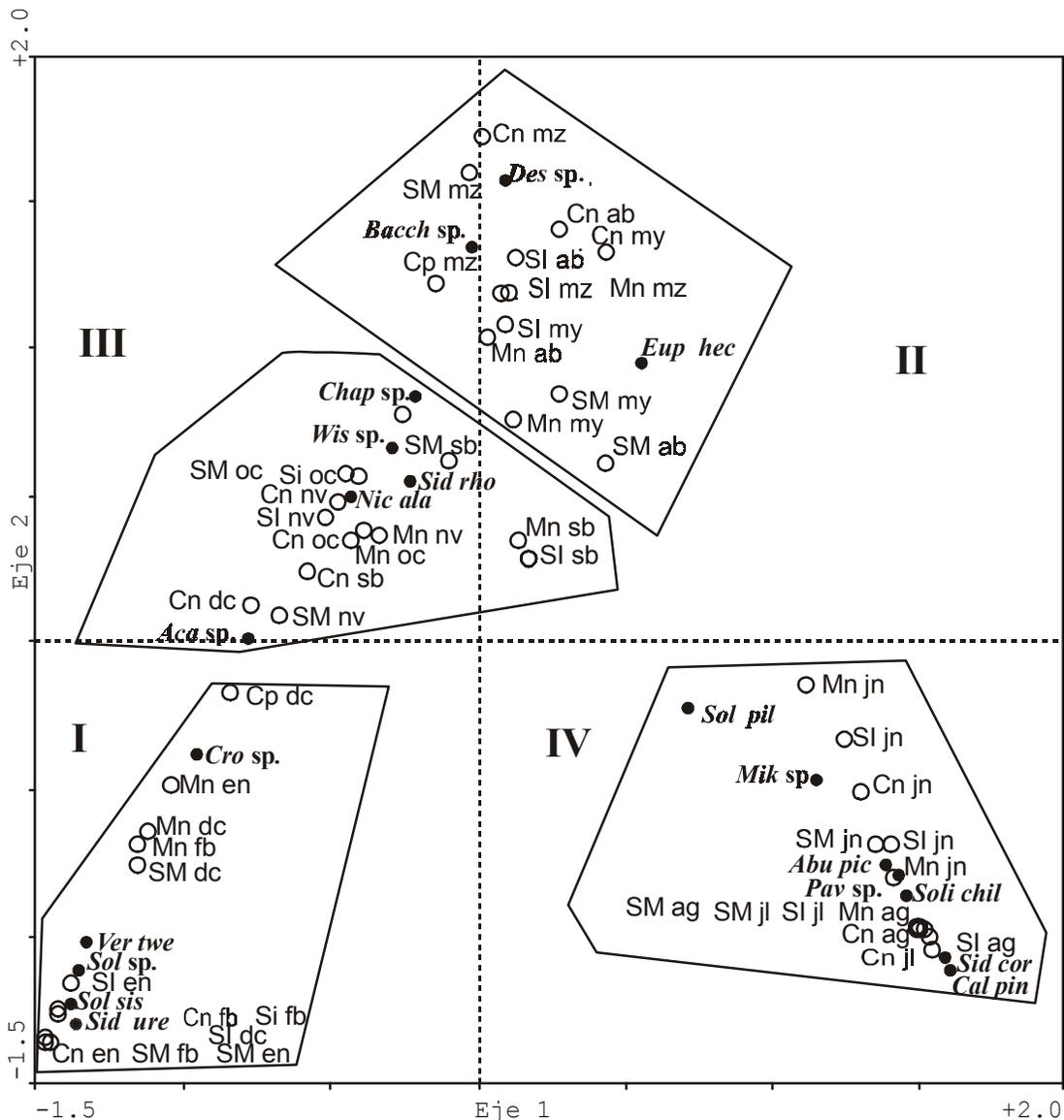


Figura 7. Análisis de correspondencia entre observaciones de cada sitio y fecha de muestreo, con las especies consumidas por *A. grandis*.

Tabla 2. Resultados de los análisis log-lineares para las cinco variables empleadas y sus correspondientes interacciones. Se resaltan los valores de probabilidad significativa ($P < 0,01$)

Análisis estadístico Log-Linear		Test de Chi-cuadrado		
Efecto	Grado de libertad	X ²	Probabilidad P	
1	3	23.3018	.000035	
2	1	40.5542	.000000	
3	1	18.8105	.000014	
4	2	114.3085	.000000	
5	2	241.7700	0.000000	
12	3	31.1923	.300001	
13	3	17.5961	.020534	
14	6	15.0918	.019575	
15	6	113.5179	.000000	
23	1	116.6086	.000000	
24	2	39.4739	.010000	
25	2	5.8873	.002687	
34	2	2.1422	.342652	
35	2	77.3319	.030000	
45	4	13.2435	.010156	
123	3	21.1892	.000096	
124	6	4.5743	.599458	
125	6	10.8077	.094542	
134	6	2.1506	.905333	
135	6	6.3068	.389733	
145	12	26.0958	.010426	
234	2	2.4172	.298632	
235	2	6.8152	.033133	
245	4	39.9337	.000000	
345	4	1.8863	.756659	
1234	6	5.3911	.494724	
1235	6	3.2414	.777993	
1245	12	3.8006	.986766	
1345	12	2.4711	.998264	
2345	4	.7452	.945638	

K-Factor	Grado de libertad	X ²	Probabilidad P	Pearson X ²
1	9	438.7454	0.000000	811.5431
2	31	537.2794	0.000000	717.4217
3	51	156.4657	.000000	182.8580
4	40	19.8484	.996809	20.2084
5	12	5.4509	.941183	5.5648

1-Epoca de captura, 2-Estado reproductivo, 3-Sexo, 4-Nivel de abundancia de polen, 5-Grasa

a 1:1. El patrón de cambio de las proporciones de sexos, fue similar al que encontraron Jones *et al.* (1992) para estudios de trapeo en hábitats tropicales del nordeste de Méjico.

También merece destacarse que las únicas hembras reproductivas aparecieron en las trampas en otoño (Tabla 1). Esto se debe en parte a las diferencias en la supervivencia de los machos y hembras dependiendo de su estado reproductivo. Según Palmer y Cate (1992) si una hembra pone por lo menos un huevo, su supervivencia nunca pasa de siete semanas. O

sea, si es reproductiva, su vida está destinada a producir huevos, y no hay manera de revertirlo. Estas hembras en estado reproductivo morirían rápidamente después de su dispersión desde los campos de algodón y por eso son atraídas a las trampas con feromonas, por la “urgencia” que tienen de encontrar una planta hospedante para poner sus huevos. Considerando que en otoño es cuando los picudos salen de los campos de algodón en nuestra zona, se explicaría por qué se capturaron hembras reproductivas en otoño. Después, solamente se capturaron individuos hembras no reproductivos, que salieron del algodón pero nunca tuvieron chance de poner o desarrollar huevos, y pueden sobrevivir mucho tiempo en ausencia de hospedantes reproductivos. Los machos, son más flexibles en cuanto a la habilidad de entrar y salir de ambos estados reproductivos, y éstos no parecen estar ligados a su supervivencia en ausencia de cultivos de algodón (Palmer y Cate 1992).

No se observaron interacciones de 2° orden entre: nivel de abundancia de polen y la época de captura; nivel de abundancia de polen x estado reproductivo; nivel de abundancia de polen x sexo y nivel de abundancia de polen x grasa corporal.

Pero se observó una interacción de 3er orden entre nivel de abundancia de polen x estado reproductivo x grasa lo que explica que los individuos en estado reproductivo, al estar en actividad no presentaron grasa (tipo 0) o la presentaron en niveles bajos (tipo 1) y el nivel de ingesta es 1 ó 2. Mientras que los individuos que están en reposo reproductivo, ya acumularon grasa (generalmente tipo 1 ó 2) y no se alimentan transitoriamente o se alimentan con un nivel de abundancia de ingesta polínica 1 (Tabla 2).

No se observó interacción entre el color, sexo y época de captura; pero sí entre color, grasa y estado reproductivo. Esto puede interpretarse de la siguiente manera: los picudos rojos, son muy jóvenes 20-24h, después de la emergencia (Pallares *et al.* 1990), como para hallarse en estado reproductivo, presentan ingesta muy pocas veces y no han tenido tiempo de acumular grasa, por lo tanto todos presentaron grasa tipo 0 y se los captura en distinta medida pero durante todo el año por la destrucción incompleta de rastros; mientras que los picudos grises tuvieron grasa 0 ó 1 cuando estaban activos sexualmente y en general los que presentaban grasa tipo 2, estaban sexualmente inactivos (Tablas 3 y 4).

En ningún caso se observaron interacciones significativas de 4^{to} ó 5^{to} orden.

Puede concluirse que los análisis de agrupamiento y correspondencia demostraron estacionalidad, selectividad y aprovechamiento de la disponibilidad de polen, ya que variaron géneros y especies en las diferentes estaciones del año pero siempre pertenecientes a las familias Malvaceae, Compositae, Solanaceae, Euphorbiaceae y Leguminosae. Esto hace posible conocer anticipadamente los ambientes que puedan convertirse en un reservorio natural de la plaga y de esta manera los profesionales especializados, puedan contar con datos para tomar medidas preventivas de control.

La captura de hembras en estado reproductivo en otoño exclusivamente es una prueba mas de que en la zona de estudio no hay hospedantes reproductivas y que estos picudos estarían probablemente entrando a través de la frontera con Paraguay.

Cualquiera sea el origen de los picudos capturados en las trampas, su estudio demuestra que su comportamiento es el

Tabla 3. Resultados de los análisis log-lineares para tres variables empleadas. No se registraron interacciones. Valor de probabilidad significativa ($P < 0,01$).

Análisis estadístico		Test de Chi-cuadrado		
Log-Linear				
Efecto	Grado de libertad	X^2	Probabilidad P	
1	3	25.6409	.000011	
2	1	20.8192	.000005	
3	1	334.4095	0.000000	
12	3	1.8803	.597615	
13	3	13.5839	.023534	
23	1	.0128	.909915	
K-Factor	Grado de libertad	X^2	Probabilidad P	Pearson X^2
1	5	380.8697	0.000000	392.8703
2	7	15.4596	.030567	14.3769
3	3	.2966	.960664	.2974

1-Epoca de captura, 2-Sexo, 3- Color

Tabla 4. Resultados de los análisis log-lineares para tres variables empleadas y sus correspondientes interacciones. Se resaltan los valores de probabilidad significativa ($P < 0,01$).

Análisis estadístico		Test de Chi-cuadrado		
Log-Linear				
Efecto	Grado de libertad	X^2	Probabilidad P	
1	1	335.7976	0.000000	
2	2	279.3579	0.000000	
3	1	46.2150	.000000	
12	2	139.2435	.000000	
13	1	126.3273	.000000	
23	2	121.9550	.000000	
K-Factor	Grado de libertad	X^2	Probabilidad P	Pearson X^2
1	4	661.3705	0.000000	645.680
2	5	281.5851	0.000000	-154.076
3	2	11.4110	.003331	425.356

1-Color, 2-Grasa, 3-Estado reproductivo

de poblaciones que provienen de campos de algodón, los que no existen en Misiones.

Agradecimientos

Al Ing. Agr. Antonio Krapovickas por la orientación en la realización del trabajo.

A los Dres. Robert Jones y José Bechara por sus amables sugerencias y al Ing. Agr. Pedro Méndez, del SENASA, Argentina, por la colaboración en las tareas de monitoreo de las trampas.

Literatura Citada

- Benedict, J.H., D.A. Wolfenbarger, V.M. Bryant Jr. & M. George. 1991.** Pollen ingested by boll weevils (Coleoptera: Curculionidae) in southern Texas and northeast Mexico. *J. Econ. Entomol.* 84: 126-131.
- Cross, W.H., M.J. Lukefahr, P.A. Fryxell & H.R. Burke. 1975.** Host plants of the boll weevil. *Environ. Entomol.* 4: 19-26.
- Cuadrado, G.A. 1996.** Comportamiento alimentario del picudo del algodón, *Anthonomus grandis* B. Palinología. I Seminario Internacional Manejo integrado del picudo del algodón en Argentina, Brasil y Paraguay. Actas del Seminario, p.123-126. Londrina, Brasil.
- Cuadrado, G.A. 1999.** Alimentación de *Anthonomus grandis* B. (Coleoptera Curculionidae) en la provincia de Misiones, Argentina. Análisis palinológico. *Nat. Neotrop.* 30: 43-50.
- Cuadrado, G.A. y S.S. Garralla. 2000.** Plantas alimenticias alternativas del picudo del algodón (*Anthonomus grandis* B. Coleoptera Curculionidae) en la provincia de Formosa, Argentina. Análisis del tracto digestivo. *An. Soc. Entomol. Brasil* 29: 254-255.
- Erdtman, G. 1960.** The acetolysis method. *Svensk Bot. Tidskr.* 54: 561-564.
- Gabriel, D. 2000.** Biología del picudo del algodón *Anthonomus grandis* Boh., 1843, en hospederas alternantes a través de la oviposición artificial. III Seminario Internacional Manejo Integrado del Picudo del Algodón en Argentina, Brasil y Paraguay. Actas del Seminario, p. 59-62. Ribeirão Preto, Brasil.
- Jones, R.W. 1997.** Pollen feeding by boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) following cotton harvest in east central Texas. *Southwest. Entomol.* 23: 419-429.
- Jones, R.W., J.R. Cate, E. Martinez Hernandez & E. Salgado Sosa. 1993.** Pollen feeding and survival of the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) on selected plant species in northeastern Mexico. *Environ. Entomol.* 22: 99-103.
- Jones, R.W., J.R. Cate, E. Martinez Hernandez & R. Treviño Navarro. 1992.** Host and seasonal activity of the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) in tropical and sub-tropical habitats of Northeastern Mexico. *J. Econ. Entomol.* 85: 74-82.
- Krapovickas, A. 1999.** Malvaceae, p. 813-844. In F.O. Zuloaga. & O. Morrone (eds.), Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina, The Missouri Botanical Garden, 1269p.

- Lukefahr, M.J., S. Barbosa & R.B. Sobrinho. 1986.** Plantas hospedeiras do bicudo com referencia especial à flora brasileira, p. 275-285. In S. Barbosa, M.J. Lukefahr, R.O. Braga Sobrino (eds.), *Bicudo do algodoeiro*. EMBRAPA-DDT/Brasil, Doc. 4, 314p.
- McKibben G.H. 1998.** The boll weevil program in Argentina. Significance of Paraguay to the boll weevil threat to Argentina. Report for FAO, december 1998, 9p.
- Marengo Lozada, R.M., L.A. Alvarez & W.H. Whitcomb. 1987.** El picudo mejicano del algodón (*Anthonomus grandis* Boh.). El desafio para la producción algodoneira en el Paraguay. Ministerio e Agricultura y Ganadería. Miscelanea N° 118. Asunción Paraguay, 91p.
- Marengo Lozada, R.M. & W.H. Whitcomb. 1993.** Hospederas alternantes del picudo mejicano del algodoneiro (*Anthonomus grandis* Boh.). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Asunción, Paraguay, 40p.
- Pallares, M.L., G.E. Sarco & S.L. Swezey. 1990.** *Anthonomus grandis* Boh. "picudo del algodón". Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación. Dirección de Sanidad Vegetal. Chaco. Argentina, 118p.
- Palmer, J.O. & J.R. Cate. 1992.** Overwintering survival of pre reproductive and post reproductive boll weevils (Coleoptera: Curculionidae) in Central Texas, Environ. Entomol. 21: 117-120.
- Rummel, D.R., J.R. White & G.R. Pruitt. 1978.** A wild feeding host of the boll weevils in west Texas. Southwest. Entomol. 3: 171-175.
- Shannon, C.E. & W. Weaver. 1949.** The mathematical theory of communications. University Illinois Press, Urbana, 117p.
- Sokal, R.R. & F.J. Rohlf. 1995.** Biometry. The principles and practice of statistics in biological research, 3rd ed. New York, W.H. Freeman, 887p.
- Tabachnick, B.G. & L.S. Fidell. 1989.** Using multivariate statistics. 2nd ed. New York, Harper Collins Publisher Inc., 169p.

Received 29/11/2000. Accepted 28/12/2001.
