

## Estudios entomopalinológicos y estado fisiológico del "picudo del algodnero" *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera, Curculionidae) en Corrientes, Argentina\*

Graciela A. CUADRADO

Cátedra de Palinología, FACENA-UNNE; CECOAL-CONICET. CC 291, 3400 Corrientes, Argentina.  
hcaplan@arnet.com.ar.

\*Trabajo subsidiado por el CFC (Proyecto ICAC/04) y por la SEGCYT (Secretaría General de Ciencia y Técnica)-UNNE (PI 407).

**Abstract:** Entomopalinological study and physiological state of the "boll weevil" *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera, Curculionidae) in Corrientes, Argentina. Feeding host of boll weevils were established by identifying pollen grains ingested by weevils captured from January until December of 1999. The insects were captured using pheromone traps. Survey was conducted in weevil infested areas of the province of Corrientes in routes that cross the departments of San Miguel, Ituzaingó and Santo Tomé. The feeding host are very important, since they may contribute to greater survival without cotton crops. About 346 individuals were dissected and some totals of 2,132 pollen grains from 15 species of plants were identified (e.g., Malvaceae, Compositae, Solanaceae and Euphorbiaceae). Cluster and correspondence analysis showed that weevil tended to feed on particular species at different seasons. The relationships among sampling dates: capture time, different reproductive stages, sex, and levels of magnitudes of abundance for individual, were analyzed using loglinear model. The statistical employee was the  $\chi^2$  of Pearson with a level of rejection of the null hypothesis of  $P < 0.01$ . Significant interactions were found among some the different variables. According to main results obtained a high percentage of the boll weevil individuals show appropriate physiological conditions for dispersion at long distances and for searching cotton fields where to continue their life cycle during the summer.

**Key words:** *Anthonomus grandis*, cotton pest, feeding host, pollen.

*Anthonomus grandis* Boh. (picudo del algodnero) es una plaga altamente destructiva para los cultivos de algodón en América. Destruye los botones florales o las cápsulas, ya sea para oviponer o para alimentarse. En la República Argentina la primera captura se efectuó en abril de 1993, en Puerto Iguazú, provincia de Misiones. Posteriormente, en junio de 1994, la plaga fue detectada en cultivos de algodón de la provincia de Formosa, departamentos Pilcomayo y Pilagás (Cuadrado & Garralla, 2000). En la provincia de Corrientes (Fig. 1) se registró por primera vez la plaga en 1997, en el paraje San Borjitas, departamento Ituzaingó. Luego fue detectada en los departamentos de Santo Tomé y San Miguel; en este último, las capturas se realizaron en trampas ubicadas en la ruta nacional 118, a pocos kilómetros de una zona de cultivos de algodón, próxima a la localidad de Loreto donde se registró *A. grandis* en agosto de 1999, en rastros. La zona citada, está limitada al norte con el Paraguay de la que la separa el río Paraná y hacia el nordeste con la provincia de Misiones, Argentina (Fig. 1). En ambos lugares se produce un importante ingreso

de picudos a las zonas algodneras y no algodneras de la provincia de Corrientes si se tiene en cuenta que los vientos predominantes son del nordeste (Mc Kibben, 1998).

Son muchos los trabajos realizados en América del Norte sobre los movimientos de poblaciones de *A. grandis*, los cuales brindan datos a cerca de los desplazamientos que oscilan entre distancias relativamente cortas de 37 km (Johnson *et al.*, 1975) hasta otros casos de desplazamientos a distancias considerables, del orden de 300 km (Guerra, 1988).

Cabe aclarar la diferencia entre aquellas plantas que el picudo utiliza para su reproducción llamadas «hospedantes reproductivas», restringidas en Argentina a 5 especies de la familia Malvaceae: 1 cultivada, *Gossypium hirsutum* L. y 4 silvestres, *Cienfuegosia drumondii* (Gray) Lewton., *C. sulphurea* (Jussieu) Garcke, *C. ulmifolia* Frixell y *C. argentina* Gürke (Cross *et al.*, 1975) y aquellas que brindan una alternativa alimenticia que les permite sobrevivir pero sin reproducirse, llamadas «hospedantes alimenticias» (Jones, 1993) y que pueden ser malváceas o plantas pertenecientes a otras familias.

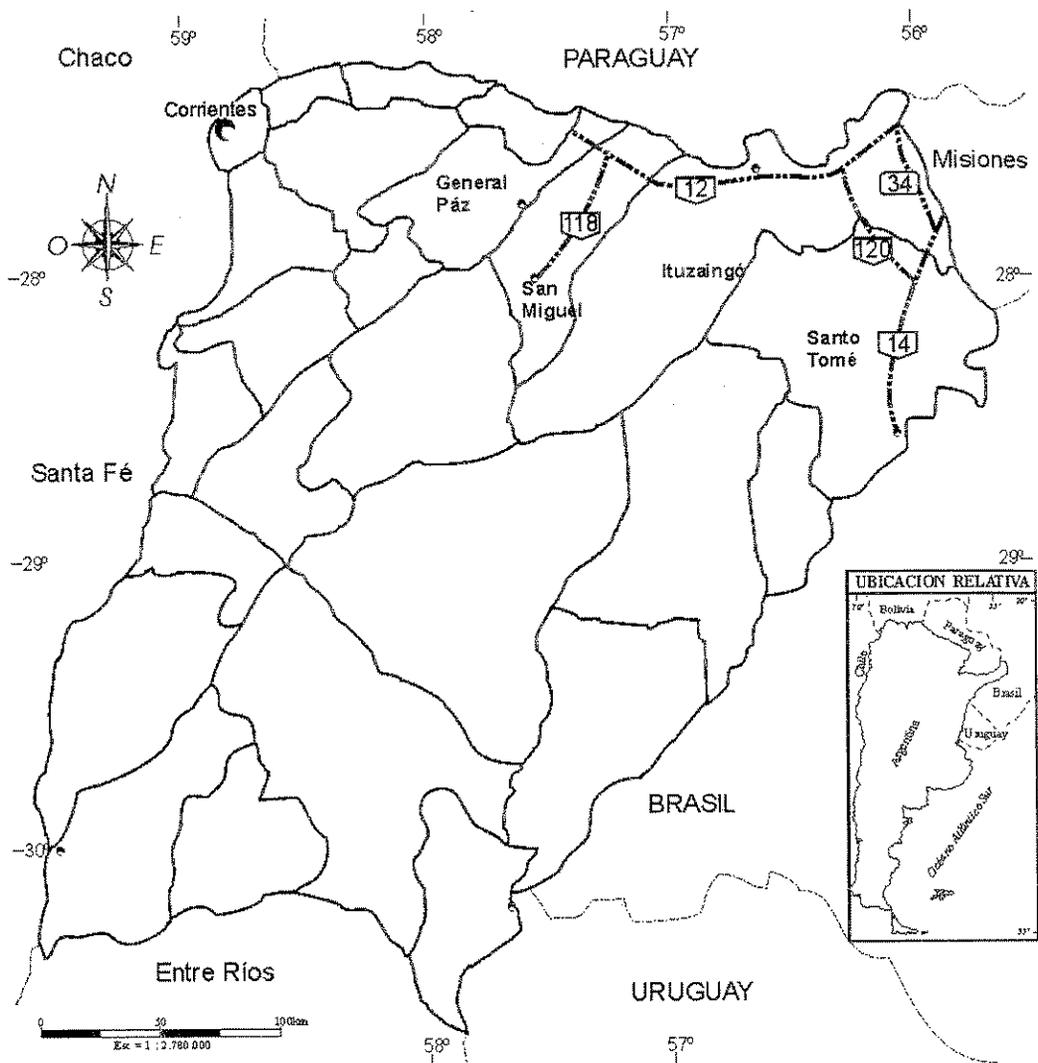


Fig. 1. Ubicación zona de estudio. Rutas donde fueron colocadas las trampas: - - - Ruta nacional:  $\square$ ; Ruta provincial:  $\square$

En América del Norte, ya fue demostrado por varios autores que el picudo adulto se alimenta del polen de un amplio espectro de especies. Si bien algunos mencionan como hospedantes alimenticias solo a especies de malváceas (Cross *et al.*, 1975) otros, como Rummel *et al.* (1978), observaron picudos alimentándose sobre la compuesta *Hymenopappus flavescens* Gray. Benedict *et al.* (1991) citan, entre otras, como hospedantes alimenticias: malváceas, compuestas y solanáceas. También Jones *et al.* (1992, 1993, 1997) hallaron el polen de compuestas, leguminosas y malváceas como importante fuente de alimento. Hardee *et al.* (1999), en el Delta del Mississippi, reconocen varios taxones como plantas alimenticias y resal-

tan la presencia de polen de compuestas, gramíneas y malváceas y la importancia de estas plantas diferentes del algodón, en la supervivencia de los picudos a lo largo del año, pero no como un factor de reproducción, ya que los autores solo encontraron picudos reproduciéndose en algodón. Estos son datos para el sudeste de Estados Unidos y de México.

En América del Sur, Marengo Lozada & Whitcom (1993), Marengo Lozada *et al.* (1987), en Paraguay y Lukefahr *et al.* (1986), en Brasil, hacen referencia a que los adultos se alimentan del polen de otras plantas diferentes del algodón, pero solo citan para este fin, a miembros de la familia Malvaceae. Para Argentina, Cuadrado (1996,

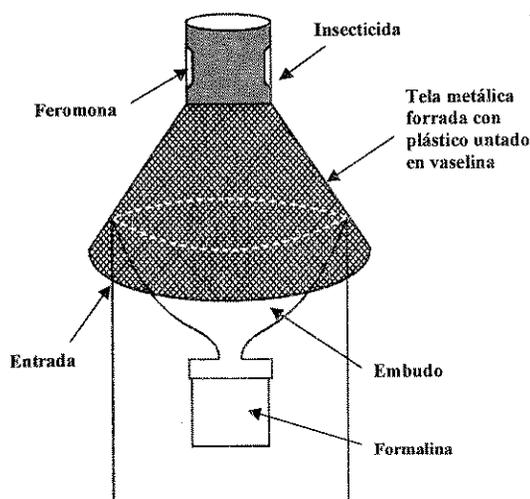


Fig. 2. Trampa modificada (adaptación Jones *et al.*, 1992).

1999, 2002) y Cuadrado & Garralla (2000), en estudios realizados en las provincias de Formosa y Misiones, mencionan como hospedantes alimenticias malváceas, compuestas, solanáceas, euforbiáceas y leguminosas. En Misiones (zona sur) se detectaron también, aunque en porcentajes muy bajos, representantes de las familias Anacardiaceae (1,5%), Mirtaceae (1,2%) y Umbelliferae (1,2%).

El objetivo de este trabajo, consiste en la identificación, en la provincia de Corrientes, de las plantas cuyo polen provee a los picudos, de alimento en las diferentes épocas del año, permitiendo su subsistencia aún en ausencia de algodón y determinar si existen interacciones significativas entre los niveles de abundancia en la ingesta de polen, las épocas de captura, sexo y estado reproductivo.

El conocimiento del estado reproductivo de las hembras y el tipo de acumulación de grasa corporal en ambos sexos permitirá inferir si los insectos capturados en la zona de estudio tienen tendencia a dispersarse a largas distancias en busca de campos de algodón, donde poder completar su ciclo de vida. Esto último, basado en datos experimentales proporcionados por Rankin *et al.* (1994) para el sureste de Estados Unidos, quienes pudieron determinar mayor capacidad de vuelo en picudos hembras con ovarios muy poco o nada desarrollados y picudos de ambos sexos con presencia de grasa corporal.

## MATERIAL Y MÉTODO

Las trampas originales constan de tres partes: cuerpo, cono de malla metálica y cámara

colectora de plástico. En esta última parte contiene dos dispositivos, uno con feromonas sintéticas de picudos machos, llamadas químicamente *grandlure* que atraen tanto a machos como a hembras y otro colocado junto a la feromona que contiene insecticida *propoxur* (Pallares *et al.*, 1990). Este modelo fue patentado por Hardee en 1976 (Hardee *et al.*, 1999).

Las trampas fueron luego modificadas según la propuesta de Jones *et al.* (1992). La parte superior del cilindro 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 formaldehído (Fig. 2). Esto permitió que los picudos así capturados preservasen su estructura interna, hasta el momento en que fueron disecados y se hicieron las observaciones pertinentes.

Se utilizaron 80 trampas y fueron ubicadas aproximadamente cada 5 km a lo largo de las rutas nacionales 12, 14, 118, 120 y provincial 34 en los tramos que recorren los departamentos infestados por picudos de la provincia de Corrientes: San Miguel, Ituzaingó y Santo Tomé (Fig. 1), durante el período enero-diciembre de 1999.

El muestreo fue quincenal y el número mínimo de picudos a estudiar se determinó utilizando el índice de diversidad de Shannon (Shannon & Weaver, 1949:  $H' = -n \log_n \sum f_i \log f_i/n$ ), basado en número de tipos polínicos (especies) y la abundancia de cada tipo polínico por picudo. El número se determinó cuando la curva alcanzó un valor máximo estable. En base a esto se disecaron 346 insectos, para aislar los granos de polen del tracto digestivo y estudiar el estado fisiológico de cada uno.

Los granos de polen recuperados se prepararon siguiendo la técnica de acetólisis de Erdtman (1960). Se realizaron los conteos de cada uno de los tipos polínicos hallados en cada picudo. Para la determinación de los granos de polen, se utilizó la Palinoteca de Referencia de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de Universidad Nacional el Nordeste. Se trata de una colección de unos 6.000 preparados palinológicos, cuya sigla es PAL-CTES, correspondientes en su mayoría a especies del nordeste argentino. Con el objeto de aumentar el número de preparados palinológicos de referencia provenientes de especies propias de los lugares de captura de los picudos, se realizaron colecciones de plantas en la zona de estudio en las cuatro estaciones del año. Las plantas coleccionadas se hallan depositadas en el herbario

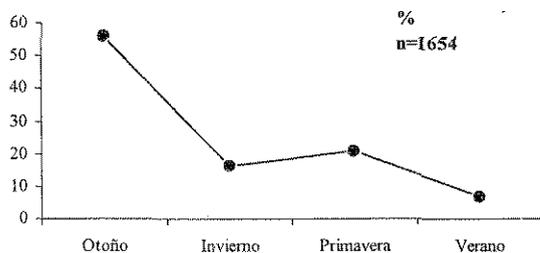


Fig. 3. Gráfico con la representación porcentual de las capturas, en las cuatro estaciones del año.

(CTES) del IBONE (Instituto de Botánica del Nordeste, Argentina) y fueron determinados por especialistas en las distintas familias. Se extrajeron botones florales de cada ejemplar coleccionado, con los que se realizaron los respectivos preparados palinológicos.

Como referencia complementaria para las determinaciones se utilizó material bibliográfico como las Flora polínicas de Erdtman (1966), Heusser (1971), Markgraf & D'Antoni (1978) y Pire *et al.* (1998, 2002).

Con el objeto de separar aquellos granos ingeridos por contaminación, de aquellos que realmente fueron utilizados como alimento, se determinó la media, la varianza y se aplicó el índice de agregación (*clumping*; David & Moore, 1954) para cada tipo de granos de polen (especie). El índice de agregación fue calculado usando la siguiente fórmula:  $IDM = (\text{varianza}/\text{media}) - 1$ . Los valores 0, indican distribución al azar; cuando los valores están por encima de 0 indican una distribución agregada.

Para facilitar la interpretación de las variaciones espaciales y temporales en la composición polínica de los contenidos del tracto digestivo de los picudos, se realizaron análisis de agrupamiento y correspondencia, recomendados por Legendre & Legendre (1984a, 1984b) para la interpretación de conjuntos pluriespecíficos con numerosas observaciones, como es el caso de este trabajo.

Para ello se elaboró una matriz de datos, donde no se incluyeron las cinco especies que resultaron con un Índice de agregación = 0, por lo que ésta consistió de 15 variables (especies) y 36 observaciones (fechas de muestreo y localidades). Las cinco especies que fueron excluidas, pertenecen a las familias Graminae, Cyperaceae, Polygalaceae complejo Tipo Amaranthaceae-Chenopodiaceae y Ulmaceae; todas de polinización predominantemente anemófila.

Utilizando esta matriz, se realizó el análisis de agrupamiento entre especies (modo R) y entre observaciones (modo Q). A tal fin se empleó el coeficiente de distancia de Manhattan, seguido de un ligamiento promedio no ponderado. También

se usó la técnica del análisis de correspondencia, para asociar las observaciones de cada sitio y fecha de muestreo con las especies consumidas, representándolas en un mismo plano.

El número de granos ingeridos por ejemplar de picudo, fue transformado a  $\log_2$  para crear categorías por magnitudes de abundancia (Frontier, 1973). Fueron analizados las siguientes variables: magnitudes de abundancia de ingesta de polen, color (edad), sexo, época de captura, tipo de grasa corporal y estado reproductivo.

No se utilizó ningún método de fijación para la observación de las gónadas, ya que los picudos murieron en formol en las trampas y fueron disecados en un tiempo no mayor a un mes después de la captura, por lo tanto no fueron alteradas. La coloración de los insectos depende del tiempo transcurrido desde su emergencia como estado adulto. Los que tienen menos de 20-24 horas son de color rojizo tornándose más oscuros con el tiempo (Pallares *et al.*, 1990).

En todos los casos se pudo determinar el sexo. La cantidad de grasa fue clasificada en tres tipos: 0, ausencia; 1, presencia escasa, ambos estados permiten visualizar los órganos internos y 3, acumulación, que impide observar a través de ella, los órganos internos. El estado reproductivo y no reproductivo tanto de machos como de hembras se estableció tomando como referencia a R.W Jones. (2000, com. per.).

Hembras: a) No reproductivas: ovariolas de 0,8 a 1,2 mm (sin huevos diferenciados). b) Reproductivas incipientes: ovariolas de 1,4-2 mm (se distinguen los huevos, pero muy pequeños, aún en desarrollo). c) Reproductivas: ovariolas 2,2-2,8 mm, huevos bien desarrollados. La medida de las ovariolas varía con la edad y el estado reproductivo de los picudos (Burke, 1959). Esta es la razón de que haya variación en su tamaño en los distintos estados reproductivos.

Machos: a) No reproductivos: testículos de 0,4-0,7 mm. b) Reproductivos: testículos de 0,8-1,2 mm. En la evaluación de los datos, se colocaron juntas las hembras consideradas en estado "reproductivo incipiente y reproductivo".

Se efectuaron análisis, empleando modelos log-lineales (*log-linear models*; Sokal & Rohlf, 1995) para determinar la significación estadística de las asociaciones entre las siguientes variables: nivel de abundancia de polen, época de captura, estado reproductivo y sexo. El método empleado para determinar la significación fue el  $X^2$  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  $\alpha$ , dado que se efectuaron numerosas comparaciones con el mismo conjunto de datos,

Cuadro 1. Características de las especies cuyo polen fue hallado en la ingesta de "picudos" capturados en Corrientes, Argentina.

Especie	Hábito msnm	Altura las especies	Altura de las flores	Color de	Habitat
<i>Abutilon pictum</i>	arbusto	0-500	2-3 m	amarillo	Selva
<i>Pavonia subrotunda</i>	sub arbusto	0-500	procumbente	amarillo	Campos arenosos
<i>Wissadula subpeltata</i>	arbusto	0-500	2,5 m	amarillo	Estaciones ruderales
<i>Sida rhombifolia</i>	sub arbusto	0-1500	0,5-1 m	amarillo	Estaciones ruderales
<i>S. urens</i>	hierba	0-1500	1 m	amarillo	Estaciones ruderales
<i>Hibiscus furcellatus</i>	arbusto	0-500	1-2 m	rosado	Bañados
<i>Chaptalia sinuata</i>	hierba	0-500	0,4-0,6 m	blanco	Estaciones ruderales
<i>Bacharis coridifolia</i>	Arbusto	0-2000	1-2 m	blanco	Estaciones ruderales
<i>Vernonia chamaedrys</i>	Sub-arbusto	500-1000	0,8-1,5 m	violáceo	Estaciones ruderales
<i>Calea uniflora</i>	hierba	0-500 m	0,4-0,6 m	amarillo o blanco	Estaciones ruderales
<i>Ambrosia tenuifolia</i>	hierba	0-1000	0,4-0,6 m	amarillo	Estaciones ruderales
<i>Centritaterum muticum</i>	Sub-arbusto	0-500	0,3-0,9 m	violáceo	Estaciones ruderales
<i>Petunia heterophylla</i>	Sub-arbusto	0-500	0,5-0,6 m	morado	Estaciones ruderales
<i>Solanum fastigiatum</i>	Arbusto	0-500	1,2-1,5 m	blanco	Estaciones ruderales
<i>Croton glandulosum</i>	hierba	0-500	0,3-0,5 m	blanco	Estaciones ruderales

reduciéndose las chances de cometer un error de Tipo I.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el período de estudio se capturaron 1.654 picudos en los departamentos San Miguel, Ituzaingó y Santo Tomé, de la provincia de Corrientes. Hubo una variación estacional importante en el porcentaje de capturas. Las de verano (diciembre, enero y febrero) fueron las más bajas, ya que los picudos estaban concentrados en su mayoría en los campos de algodón (Marengo Lozada

*et al.*, 1987) y las de otoño (marzo, abril y mayo) fueron sensiblemente más altas debido a que, luego de la cosecha, los picudos migran hacia otros lugares. En invierno se produce un brusco descenso en las capturas, pero no una desaparición de las mismas, lo que puede atribuirse a que, si bien los inviernos en esta zona del país son benignos, se produce una disminución en la oferta de alimento por parte de las hospedantes alimenticias. Según Pallarés *et al.* (1990) "es posible que ante cualquier circunstancia desfavorable, el insecto entre en diapausa facultativa, en vez de diapausa verdadera o completa". Por lo tanto no debería

Cuadro 2. Conteos y observaciones de las distintas variables que determinan el estado fisiológico de los picudos disecados, en las cuatro estaciones de 1999 en Corrientes, Argentina

Estaciones del año	Picudos disecados en 1999 n=346	Total de granos recuperados n=2132	Porcentaje de picudos con ingesta	Categorías por magnitudes de abundancia de polen	Sexos	Grasa corporal	Picudos en estado reproductivo %	Color %
Verano	n=70	369	27	1 y 2	? ?	? ?	? ?	Gris Rojo
Otoño	n=90	518	41	2, 3 y 4	42 28	0 0	50 27	78 64
Invierno	n=114	617	44	3, 4 y 5	65 25	0 1	64 13	13 0
Primavera	n=72	628	58	3, 4 y 5	78 36	1 1-2	0 13	0 13
					48 24	1 1	0 28	0 28

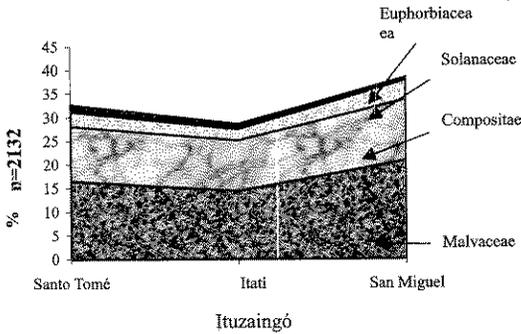


Fig. 4. Representación porcentual de las familias presentes en la ingesta polínica de los picudos estudiados.

descartarse que al menos una parte de los picudos entren en este estado y ésta sea la razón del brusco descenso en las capturas de los meses de invierno; en primavera, cuando aún no hay algodón disponible, pero la disponibilidad de hospedantes alimenticias es mayor, se registró aumento de capturas respecto del invierno, lo que refleja el rol de tales hospedantes en el mantenimiento de las poblaciones de picudos, en climas subtropicales (Fig. 3).

Este modelo de capturas es similar al que describe Jones (1997) para el centro este de Texas. En Corrientes la amplitud térmica promedio es de 14-26° C y una HRA de 60-80%, condiciones consideradas óptimas, para su desarrollo (Marengo Lozada et al., 1987) durante todo el año. Esto, unido a la continuidad de las capturas y a la evidencia de alimentación, hace que las probabilidades de que los insectos entren en diapausa

completa sean prácticamente imposibles en esta zona. Por lo tanto la migración de otoño se produciría, a diferencia de lo que ocurre en el hemisferio norte, con el propósito de hallar «hospedantes alimenticias» para sobrevivir al invierno en ausencia del algodón y no para entrar en estado de diapausa, independientemente de que algunos puedan entrar en diapausa facultativa.

El número mínimo de picudos a estudiar, no varió demasiado a lo largo del año. Estos fueron de 8 en verano, 9 en otoño, 12 en invierno y 8 en primavera. El ligero aumento del número mínimo de los meses de menor disponibilidad de plantas en flor se necesitan más individuos para que la curva de ingesta se estabilice. Los picudos disecados fueron 346 y se observaron pocas variaciones estacionales en el porcentaje de picudos que presentaron ingesta en las cuatro estaciones del año. En otoño, invierno y primavera este porcentaje estuvo cercano al 50%, en cambio en el verano fue del 27% (Cuadro 2).

La causa de este bajo porcentaje de picudos con ingesta, es similar a la que determina que sean pocos los picudos capturados en esta estación. Como en verano los campos de algodón cuentan con una alta densidad de población, la alimentación de polen de algodón es escasa, y los picudos que migran por esta causa recién comienzan a alimentarse de plantas silvestres, aumentando la misma, en los meses próximos de otoño, invierno y primavera luego de su dispersión inicial de los campos de algodón. Resultados similares obtuvieron Jones (1993) en agregada estudios realizados en Tamaulipas, México. De manera que se trabajó con 2.132 granos de polen, pertenecientes a 15

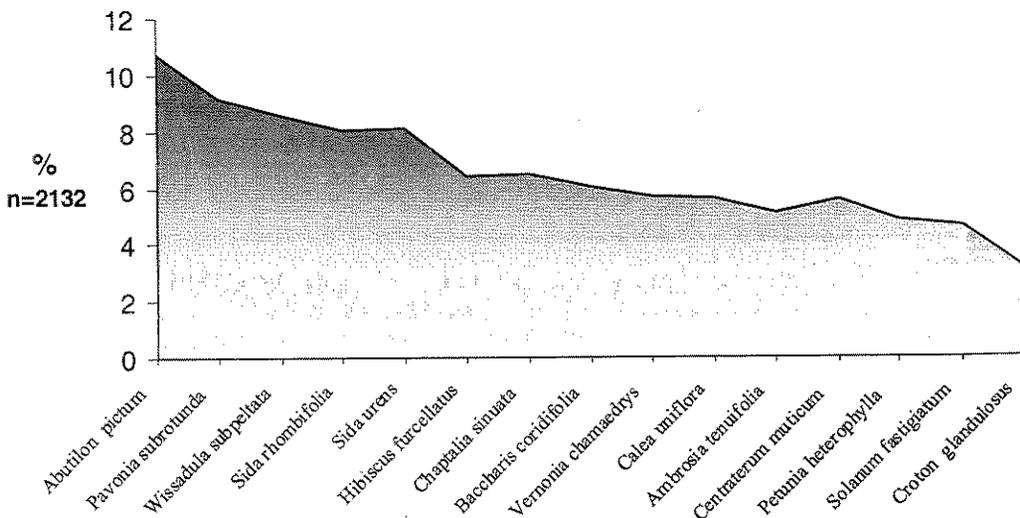
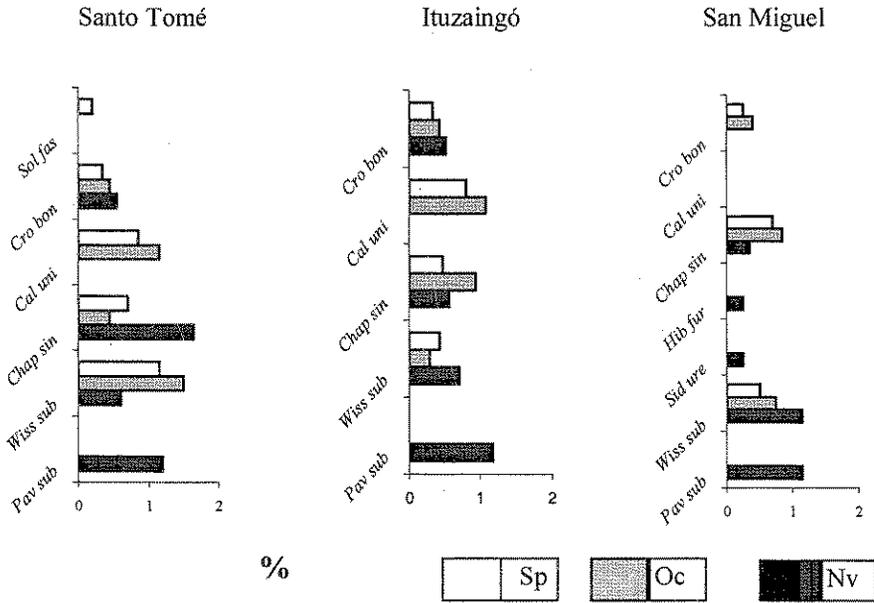
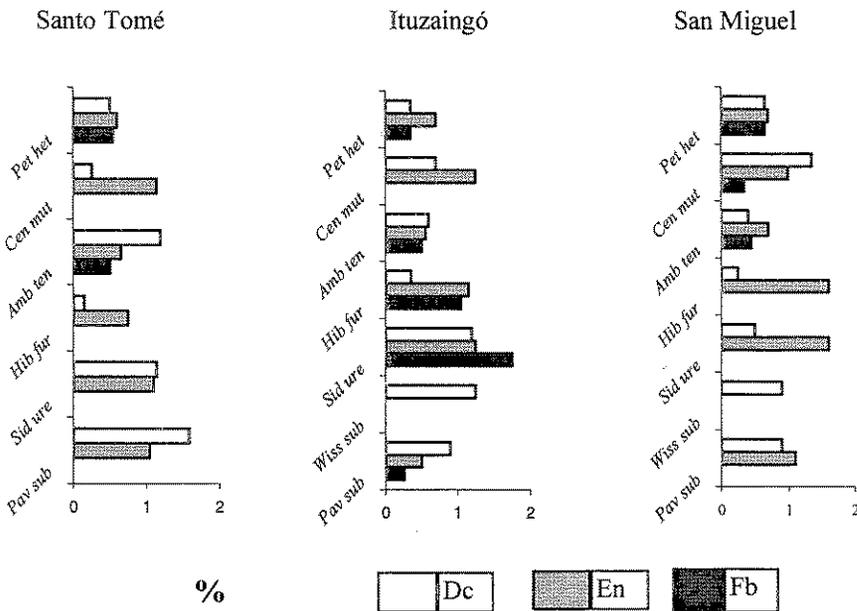


Fig. 5. Representación porcentual de las especies presentes en la ingesta de los picudos estudiados.

PRIMAVERA



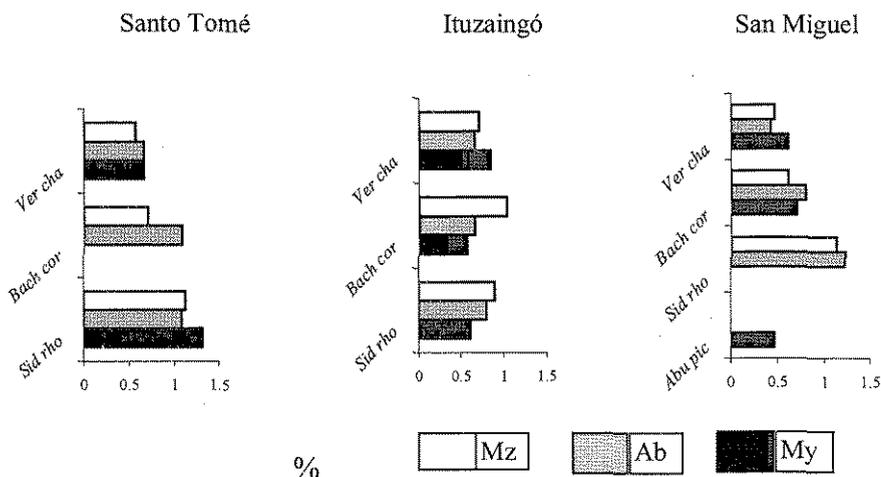
VERANO



n=2132

Fig. 6. Porcentaje de granos de polen ingeridos por departamento, en primavera y verano. *Amb ten*: *Ambrosia tenuifolia* Spreng; *Cal uni*: *Calea uniflora* Less.; *Cen mut*: *Centraterum muticum* (H.B.K) Less.; *Chap sin*: *Chaptalia sinuata* (Less.) Baker; *Cro glan*: *Croton glandulosus* L.; *Hib fur*: *Hibiscus furcellatus* Desr.; *Pav sub*: *Pavonia subrotunda* A. St.-Hill & Naudin; *Pet het*: *Petunia heterophylla* Sendt.; *Sid ure*: *Sida urens* L.; *Sol fas*: *Solanum fastigiatum* Willd.; *Wis sub*: *Wissadula subpeltata* (Kuntze) R. E. Fr. Sp: septiembre; Oc: octubre, Nv: noviembre, Dc: diciembre, En: enero, Fb: febrero.

## OTOÑO



## INVIERNO

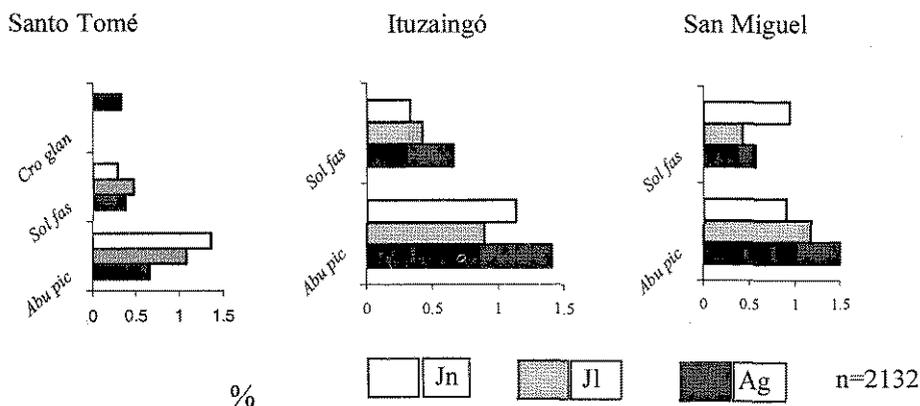


Fig. 7. Porcentaje de granos de polen ingeridos por departamento en otoño e invierno. *Abu pic*: *Abutilon pictum* (Hook. & Arn.) Walp.; *Bach cor*: *Baccharis coridifolia* DC.; *Cro glan*: *Croton glandulosus* L.; *Sid rho*: *Sida rhombifolia* L.; *Sol fas*: *Solanum fastigiatum* Willd.; *Ver cha*: *Vernonia chamaedrys* Less. Mz: marzo, Ab: abril, My: mayo, Jn: junio, Jl: julio, Ag: agosto.

especies de las familias Malvaceae, Compositae, Solanaceae y Euforbiaceae. Pudo apreciarse una diferencia porcentual en la presencia de estas cuatro familias en la ingesta de *Anthonomus grandis*. Las especies de malváceas y compuestas son las más representadas, le siguen solanáceas y finalmente euforbiáceas con una sola especie: (*Croton glandulosus* L.) y en porcentaje muy bajo (Figs. 4-5).

En las figuras 6 y 7, puede apreciarse la distribución de las especies por departamento, porcentajes y época del año. La presencia de granos de polen de estas familias, en la dieta polínica del picudo es coincidente con trabajos previos tanto

de América del Norte, como de América del Sur, citados anteriormente.

Los análisis de agrupamiento en modo R (especies) mostraron cuatro grupos a nivel 200 y en modo Q (observaciones), también cuatro grupos a nivel 100, en la escala del coeficiente de distancia de Manhattan, seguido de un ligamiento promedio no ponderado. Los grupos en modo R y Q respectivamente, relacionan las especies, con los meses y lugares en que fueron ingeridas (Figs. 8-9).

En el análisis de correspondencia (Fig. 10) los dos primeros ejes explicaron el 49,5% de la varianza total y son los que se utilizaron para la interpretación de los resultados. Las especies que

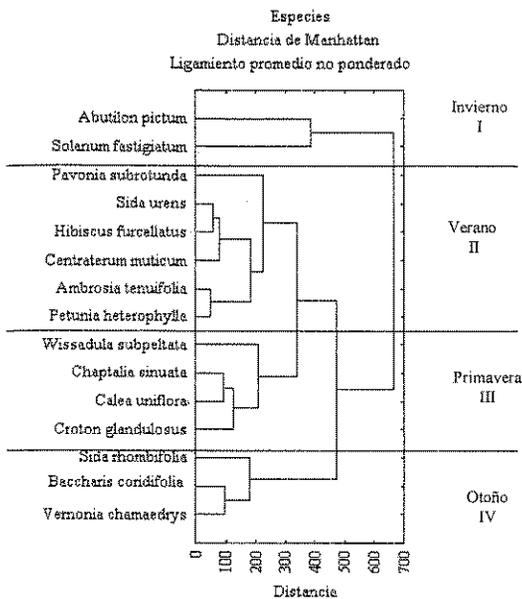


Fig. 8. Análisis de agrupamiento entre especies, utilizando el coeficiente de distancia de Manhattan seguido de un agrupamiento promedio no ponderado.

tuvieron mas peso sobre el eje 1 y que influyeron en la separación de las estaciones fueron *Sida rhombifolia* L., *Baccharis coridifolia* DC, *Petunia heterophylla* Sendt. y *Centratherum muticum* (H.B.K.) Less. Las especies que influyeron en el eje 2 fueron *Solanum fastigiatum* Willd., *Abutilon pictum* (Hook. & Arn.) Walp., *B. coridifolia* y *Vernonia chamaedrys* Less. En el plano formado por los ejes 1 y 2 se separan las estaciones del año en invierno, otoño y dos grupos, que si bien están muy próximos, involucran las estaciones primavera-verano. Los lugares de muestreo no juegan un papel importante en la formación de grupos, lo que debe atribuirse a que éstos no están lo suficientemente alejados entre si, y la zona es relativamente llana como para marcar una diferencia.

De esta manera el grupo I está formado por *S. fastigiatum* y *A. pictum* y los meses de junio, julio y agosto (invierno); el grupo II por *C. muticum*, *Hibiscus furcellatus* Desr., *Sida urens* L. y *Pavonia subrotunda* A. St-Hill & Naudin, asociadas a los meses de diciembre, enero y febrero (verano). El grupo III integrado por *Petunia heterophylla* Sendt., *Chaptalia sinuata* (Less.) Baker, *Calea uniflora* Less., *Croton glandulosus* L., *Wissadula subpeltata* (Kuntze) R.E. Fr. y *Ambrosia tenuifolia* Spreng. y por los meses de primavera (septiembre, octubre y noviembre). El grupo IV incluye las siguientes especies *S. rhombifolia*, *V.*

Cuadro 3. Resultado de los análisis log-lineales para las cuatro variables empleadas y sus correspondientes interacciones. Se resaltan los valores de probabilidad significativa.  $P < 0,01$ .

ANALISIS ESTADISTICO LOG.LINEAL		Test de Chi-cuadrado		
Efecto	Grado de Libertad	X <sup>2</sup>	Probabilidad	
1	3	12,6028	<b>0,005585</b>	
2	1	50,4456	<b>0,000000</b>	
3	1	28,3700	<b>0,000000</b>	
4	4	276,5271	<b>0,000000</b>	
12	3	15,1485	<b>0,001697</b>	
13	3	14,4493	<b>0,002357</b>	
14	12	31,2766	<b>0,000794</b>	
23	1	129,7254	<b>0,000000</b>	
24	4	13,2092	0,020308	
34	4	7,4808	0,112589	
123	3	18,0486	<b>0,000431</b>	
124	12	11,7875	0,462917	
134	12	2,7888	0,996858	
234	4	7,9693	0,092738	

K-Factor	Grado de libertad	X <sup>2</sup>	Probabilidad	Pearson X <sup>2</sup>
1	9	367,9448	0,000000	644,8920
2	27	194,6080	0,000000	230,3422
3	31	56,3939	0,003528	64,8414
4	12	3,6563	0,988866	4,4950

1-Estaciones del año; 2-Estado reproductivo; 3-Sexo; 4-Nivel de abundancia de granos de polen.

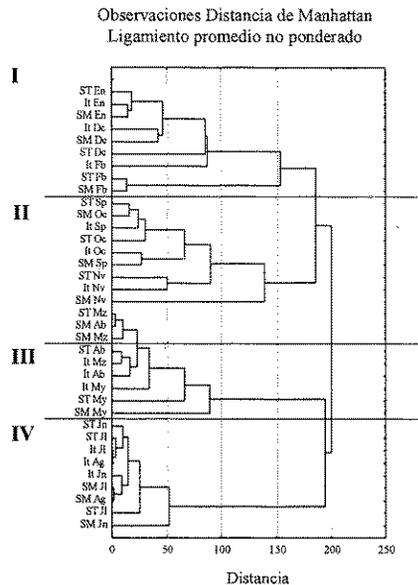


Fig. 9. Análisis de agrupamiento entre observaciones, utilizando el coeficiente de distancia de Manhattan seguido de un agrupamiento promedio no ponderado. ST: Santo Tomé; It: Ituzainzó; SM: San Miguel; En: enero; Fb: febrero; Mz: marzo; Ab: abril; My: mayo; Jn: junio; Jl: julio; Ag: agosto; Sp: septiembre; Oc: octubre; Nv: noviembre; Dc: diciembre.

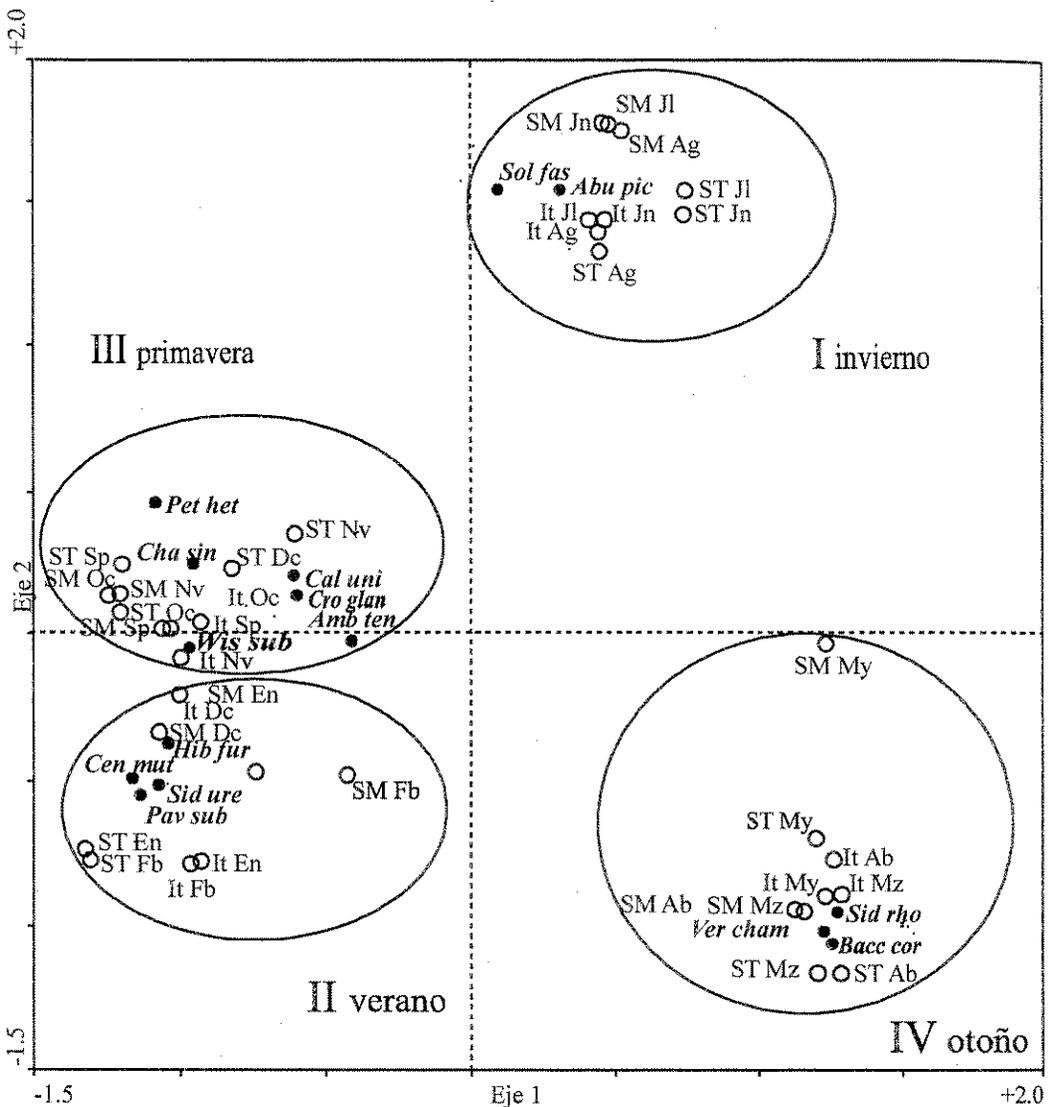


Fig. 10. Análisis de correspondencia entre observaciones de cada sitio y fecha de muestreo, con las especies consumidas; las referencias de las especies están en las figuras 6 y 7 y las referencias de los sitios y fechas de muestreo en la figura 9.

*chamaedrys* y *B. coridifolia* y los meses de otoño (marzo, abril y mayo). La proximidad de los grupos II y III (primavera y verano y las especies que son ingeridas en estos períodos), se explica porque el clima es muy homogéneo en estas dos estaciones. Entre el comienzo de la primavera y fines del verano las medias mensuales oscilan entre 21° y 26° C, y por lo tanto la fenología de las plantas es similar.

Las especies cuyo polen ha aparecido en la ingesta de los picudos son de hábito arbustivo, subarbustivos y herbáceo, con una altura de 0,5-

2,5 m y flores de color predominantemente blanco y amarillo y tres especies de color violáceo que crecen a una altura sobre el nivel del mar de 0-2000 m (Cuadro 1).

La especie que estuvo mas representada cuantitativamente en la dieta del picudo (*Abutilon pictum*), crece en ambiente de selva; la especie que le sigue en importancia, *Pavonia subrotunda*, en campos arenosos e *Hibiscus furcellatus*, que también figura entre las más ingeridas, en bañados; las demás son ruderales. Las características de cada una de las 15 especies se presentan en el

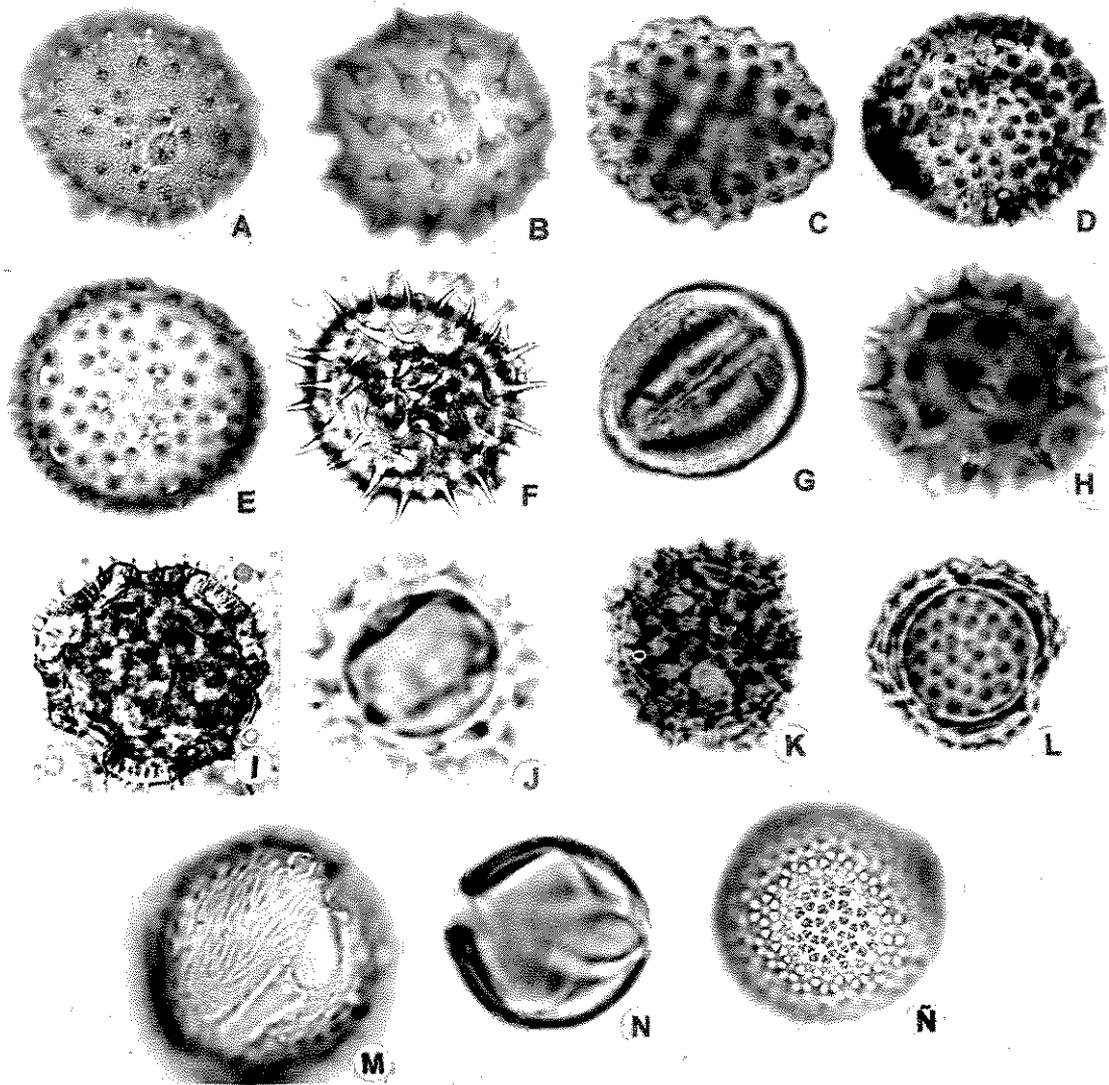


Fig. 11. Granos de polen hallados en el tracto digestivo de *Anthonomus grandis* en las capturas realizadas en el año 1999. A, *Abutilon pictum* (Hook. & Arn.) Walp. B, *Pavonia subrotunda* A. St.-Hill & Naudin. C, *Wissadula subpeltata* (Kuntze) R.E. Fr. D, *Sida rhombifolia* L. E, *Sida urens* L. F, *Hibiscus furcellatus* Desr. G, *Chaptalia sinuate* (Less.) Baker. H, *Baccharis coridifolia* DC. I, *Vernonia chamaedrys* Less. J, *Calea uniflora* Less. K, *Centratherum muticum* (H.B.K.). L, *Ambrosia tenuifolia*. M, *Petunia integrifolia*. N, *Solanum fastigiatum*. Ñ, *Croton glandulosus* L. La escala equivale a 50  $\mu\text{m}$  en A, C, D e I; 66  $\mu\text{m}$  en B; 45  $\mu\text{m}$  en E; 85  $\mu\text{m}$  en F; 20  $\mu\text{m}$  en G, J, K y L y 17  $\mu\text{m}$  en N y Ñ.

Cuadro 1. Los granos de polen de cada una de estas especies se ilustran en la figura 11.

Las observaciones y conteos realizadas a distintas variables relacionadas con los picudos capturados están detalladas en el Cuadro 2.

En todas las estaciones del año se capturaron más hembras que machos. Para determinar si en este caso las frecuencias observadas, son diferen-

tes de las frecuencias calculadas se utilizó el método de  $X^2$ , aplicando la corrección de Yates para la continuidad; de este modo se evita cometer un error de tipo I, debido a que tienen un sólo grado de libertad. Los resultados fueron los siguientes: únicamente en verano la diferencia no fue significativa ( $X^2=2,8$ ;  $gl=1$ ;  $P>0,05$ ) o sea la relación fue 1:1. En otoño ( $X^2=17,75$ ;  $gl=1$ ;  $P<0,05$ ); en

invierno ( $X^2=15,4$ ;  $gl=1$ ;  $P<0,05$ ) y en primavera ( $X^2=7,9$ ;  $gl=1$ ;  $P<0,05$ ) la relación fue significativa, fundamentalmente en otoño e invierno.

En los análisis log-lineales, fueron observadas diferencias significativas ( $P<0,01$ ) entre las estaciones del año, estados reproductivos, sexos y niveles de abundancia de granos de polen (Cuadro 3).

Se hallaron interacciones significativas de segundo orden entre: estaciones del año y estado reproductivo, y estado reproductivo y sexo. Esto puede explicarse porque las hembras reproductivas fueron capturadas únicamente en otoño y machos en estado reproductivo durante todo el año. Estaciones del año y sexo, porque en otoño e invierno se produjo la mayor diferencia en el número de capturas a favor de las hembras (Cuadro 2).

Este patrón de cambio de las proporciones de sexos es similar al que publicaron Jones *et al.* (1992), para estudios de trapeo en hábitats tropicales del nordeste de México y Cuadrado (2002), para el centro sur de la provincia de Misiones, Argentina.

Otra interacción significativa de segundo orden es estaciones del año y niveles de abundancia de polen la que se interpreta porque esta última disminuyó sólo en verano, manteniéndose casi constante en las demás estaciones (Cuadro 2).

Se observaron interacciones de tercer orden entre estaciones del año vs. estado reproductivo vs. sexo cuya explicación es en parte la brindada para las interacciones de segundo orden 1-2 y 1-3 (Cuadro 3). La captura de hembras reproductivas sólo en otoño se debe, a que en esta estación se realiza la cosecha de algodón entonces las hembras reproductivas se dispersan desde los campos de algodón y son atraídas a las trampas (que además de feromonas, tienen aceite de algodón como atractivos), por la "urgencia" que tienen de encontrar una planta hospedante para poner sus huevos.

En invierno y primavera la ausencia de hembras reproductivas se debe a la mortalidad de estas hembras a fines del otoño y no por un cambio fisiológico en esta población. Esto se debe a que si una hembra pone por lo menos un huevo, su sobrevivencia nunca pasa 7 semanas. O sea, si es reproductiva, su vida debe continuar en esta condición, y no hay manera de revertirlo, por lo cual no hay captura de estas hembras en invierno y primavera. Las hembras no reproductivas, por el contrario, pueden sobrevivir mucho tiempo en ausencia de hospedantes reproductivas. Los machos, por el contrario, son más flexibles en cuanto a la habilidad de entrar y salir de ambos estados reproductivos (Palmer & Cate, 1992).

Se registraron diferencias estacionales en el tipo de grasa que presentaron los picudos capturados, siendo tipo 0 en verano y alcanzando tipo 2 en invierno. Los picudos sexualmente activos no presentaron grasa corporal, y en los inactivos se observó en general grasa 1 y 2 (Cuadro 2).

Se capturaron picudos rojos. Estos son individuos muy jóvenes cuya edad oscila entre 20-24 horas desde su emergencia (Pallares *et al.*, 1990), que no tuvieron tiempo, de entrar en estado reproductivo, ni de acumular grasa pero su presencia está indicando que reproducción se produce en verano y otoño, aunque en diferente magnitud, siendo mayor en verano que en otoño, que es cuando se comienza la cosecha (Cuadro 2).

## CONCLUSIONES

Las plantas alimenticias de *Anthonomus grandis* (picudo del algodón) están circunscriptas en la provincia de Corrientes a las familias Malvaceae, Compositae, Solanaceae y Euphorbiaceae.

Los análisis de agrupamiento y correspondencia demostraron que hay aprovechamiento de la disponibilidad estacional de polen, ya que no varían las familias pero sí las especies halladas en las distintas estaciones del año.

Las plantas alimenticias, constituyen para esta plaga un medio de supervivencia durante todo el año, aún en períodos donde el algodón está ausente.

Su captura ininterrumpida y los cambios hallados en sus estados fisiológicos, demuestran que su actividad es continua en zonas subtropicales de América del Sur, donde las temperaturas y la humedad no son lo suficientemente bajas como para que entren en diapausa verdadera o completa.

Los niveles de abundancia de polen fluctúan independientemente de las variables sexo, y estado reproductivo, pero en cambio interactúa con las estaciones del año, ya que se observan diferencias de magnitud considerable entre verano y primavera y una diferencia menor entre otoño e invierno (Cuadro 1).

La mayoría de los picudos capturados, tienen condiciones para realizar vuelos mas largos, ya que solamente se registraron hembras reproductivas con ovarios presentando huevos bien desarrollados en menos de un 10% e individuos con grasa corporal tipo 1 y 2 en un 60% del total de picudos capturados.

Los datos obtenidos referentes a la fluctuación estacional en la ingesta de granos de polen, relacionados con la fenología de las especies citadas y

el conocimiento de los hábitats de dichas plantas, permiten conocer los lugares donde la presencia de la plaga es posible, aún en áreas aptas para el cultivo de algodón.

### AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Ministerio de la Producción de Corrientes y al SENASA por contribuir a la realización de este trabajo, con las tareas de monitoreo de las trampas. Al Ing. Agr. Antonio Krapovickas y al Dr. Robert Jones por su orientación y lectura crítica del trabajo. Al Dr. Arturo Kehr por su amable respuesta a las consultas realizadas.

### BIBLIOGRAFÍA

- 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: H.R.1959. Morphology of the reproductive systems of the cotton boll weevil (Coleoptera, Curculionidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 52:287-294.
- 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* Boh. 1° Seminario Internacional. Manejo integrado del picudo del algodón en Argentina, Brasil y Paraguay (Londrina, Brasil, 1995), *Actas* 249 p.
- 1999. Alimentación de *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera Curculionidae) en la provincia de Misiones, Argentina. Análisis palinológico. *Natura Neotropicalis* 31:43-50.
- 2002. "Picudo del Algodonero" *Anthonomus grandis* Boh. (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. *Neotropical Entomology* 30:121-132.
- Cuadrado G.A. & S.S. Garralla 2000. Plantas Alimenticias Alternativas del picudo del Algodonero (*Anthonomus grandis* Boh. Coleoptera, Curculionidae) en la provincia de Formosa, Argentina. Análisis del tracto digestivo. *An. Soc. Entomol. Brasil.* 29:245-255.
- David, F.N. & P.G. Moore 1954. Notes on contagious distributions in plant populations. *Ann. Bot. (Lond.)*, N. S. 18:47-53
- Erdtman, G. 1960. *The acetolysis method.* Sven. Bot. Tidskr., 54:561-564.
- 1966. *Pollen morphology and plant taxonomy* (An introduction to Palynology). Angiosperm. New York, 553 pp.
- Frontier, S. 1973. Evaluation de la quantité totale d'une catégorie d'organismes planctoniques dans un secteur méritique. *Biol. Ecol.* 12:299-304.
- Hardee D.D., G.D. Jones & L.C. Adams, 1999. Emergence, Movement, and Host Plants of Boll Weevils (Coleoptera: Curculionidae) in the Delta of Mississippi. *J. Econ. Entomol.* 92:130-139.
- Guerra, A.A. 1988. Seasonal boll weevil movement between northeastern México and Río Grande Valley of Texas, USA. *J. Econ. Entomol.* 75:11-15.
- Heusser, C.J. 1971. *Pollen and spores of Chile. Modern types of the Pteridophyta, Gymnospermae and Angiospermae.* The University of Arizona Press, Tucson, Arizona 167 pp.
- Johnson, W.L., W.H. Cross, J.E. Leggett, W.L. McGovern, H.C. Mitchell & E.B. Mitchell. 1975. Dispersal of marked boll weevil. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 68:1018-1022.
- 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. Martínez Hernández & E. Salgado Sosa. 1993. Pollen feeding and survival of the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) off selected plant species in northeastern Mexico. *Environ. Entomol.* 22:99-103.
- Jones, R.W., J.R. Cate, E. Martínez Hernández & R. Treviño Navarro. 1992. Host and seasonal activity of the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) in tropical and subtropical habitats of Northeastern Mexico. *J. Econ. Entomol.* 85:74-82.
- Krauter, P.C. 1987. *Feeding and oviposition by the boll weevil Anthonomus grandis Boh. in response to cotton flower bud density and temperature.* Ms. Thesis. Texas A & M University, College Station, Texas. Inédito.
- Legendre, L. & P. Legendre. 1984a. *Ecologie Numérique I. Le traitement multiple des données écologiques. Collection d'écologie 12.* Deuxième édition. Masson, Paris. 260 pp.
- 1984b. *Ecologie Numérique II. La structure des données écologiques. Collection d'écologie 13.* Deuxième édition. Masson, Paris. 335 pp.
- Lukefahr, M. J., S. Barbosa & R. B. Sobrino. 1986. Plantas hospedeiras do bicudo com referencia especial à flora brasileira. En: Barbosa, S.; Lukefahr, M.J. y R.O Braga Sobrino (eds.), *Bicudo do algodoeiro.* EMBRAPA-DDT/Brasil, Doc. 4, 314 pp.
- McKibben G. H. 1998. *The Boll Weevil Program in Argentina. Significance of Paraguay to the Boll Weevil Threat to Argentina. Report submitted for FAO.* 10 pp.
- Markgraf, J.W. & H. D'Antoni. 1978. *Pollen flora of Argentina.* The Univ. Arizona Press, Tucson, 143 p.
- Marengo Lozada, R.M. & W.H. Whitcomb. 1993. Hospederas alternantes del picudo mejicano del algodón (*Anthonomus grandis* Boh.). *Minis. Agricultura y Ganadería.* Asunción, Paraguay, 40 pp.
- Marengo Lozada, R.M., L.A. Álvarez & W.H. Whitcom. 1987. *El picudo mejicano del algodón (Anthonomus grandis Boh.). El desafío para la producción algodoneira en el Paraguay.* Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección de Investigación y Extensión Agropecuaria y Forestal. *Miscelanea N° 18.* Asunción Paraguay, 94 pp.
- Palmer, J.O. & J.R. Cate. 1992. Overwintering survival of pre reproductive and postreproductive boll

- weevils (Coleoptera: Curculionidae) in Central Texas, *Environ. Entomol.* 21:117-120.
- 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*, 118 pp.
- Pire S.M., L.M. Anzótegui & G.A. Cuadrado (eds.). 1998 *Flora polínica del Nordeste Argentino*. (EUDENE UNNE), Corrientes, Argentina, 143 pp.
- (eds.). 2002. *Flora polínica del Nordeste Argentino*. EUDENE UNNE, Corrientes, Argentina, 172 pp.
- Rankin, M.A., R.N. Hampton & K.R. Summy. 1994. Investigations of the Oogenesis Flight Syndrome in *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae) Using Tethrered Flight Test. *J. Ins. Behav.* 7:795-810.
- 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 communication*. Urbana, University of Illinois, Press, 117 pp.
- Sokal, R.R. & F.J. Rohlf. 1995. *Biometry. The Principles and Practice of Statistics in biological research*, W.H. Freeman (ed.), 3<sup>rd</sup> ed. New York, 887 pp.
- Tabachnick, B.G. & L.S. Fidell. 1989. *Using Multivariate Statistics*. Harper Collins Publisher (ed.), 2<sup>nd</sup> ed., New York, 746 pp.

Recibido: 17-VII-2003

Aceptado: 25-XI-2003