

INVESTIGACIÓN

EVALUACIÓN DE *Bombus dahlbomii* (GUÉR.) COMO AGENTE POLINIZADOR DE FLORES DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* (MILL.)), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO¹

Evaluation of *Bombus dahlbomii* (Guér.) as a pollinating agent for tomato (*Lycopersicon esculentum* (Mill.)) flowers under greenhouse conditions

Patricia Estay P.², Adrián Wagner V.² y Moisés Escaff G.²

A B S T R A C T

The native bumblebee *Bombus dahlbomii* (Guér.) was assessed as a pollinating agent of cultivated tomatoes (*Lycopersicon esculentum* (Mill.)) during the summer of 1998 in the Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional de Investigación La Platina, Santiago, Chile (33° 34' S lat, 70° 38' W long). The bees were obtained from wild hives and moved to artificial hives. They were released into a 24 m² greenhouse containing tomato plants. A similar greenhouse without bumblebees was maintained as a control. The result showed that 80% of the tomato flowers were visited by the bees, measured by necrotic marks left in the stamen tube of the flower. On the other hand, it was possible to identify tomato pollen on the bee's legs and in the honeycomb of the beehive, so that the foraging action would favor pollen loosening of the flower anthers. A significant increase in the number of seeds was found on tomatoes with bee contact compared with the control. It was concluded that this species could act as a pollinating agent for tomatoes under greenhouse conditions. Average fruit set, weight and size were not affected by *Bombus dahlbomii*. It is necessary to evaluate this insect on winter and spring growing tomatoes.

Key words: pollination, bumblebee, native insects, fruit characteristics.

R E S U M E N

Durante el período estival de 1998, en el Centro Regional de Investigación La Platina, perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) (33° 34' lat. Sur, 70° 38' long. Oeste), se evaluó el abejorro nativo de Chile *Bombus dahlbomii* (Guér) como agente polinizador del tomate cultivado *Lycopersicon esculentum* (Mill.). El material entomológico se obtuvo a partir de nidos naturales, los cuales se reinstalaron en colmenas artificiales. Los abejorros fueron liberados en un invernadero de 24 m² con plantas de tomate, y otro invernadero, de igual dimensión, se manejó como testigo sin abejorros. Los resultados mostraron que el 80% de las flores fueron visitadas por los abejorros, producto de lo cual quedaron marcas necróticas en el tubo estamínico de la flor. Por otra parte, se logró identificar polen de tomate en las patas de los abejorros y en las tazas de almacenamiento de polen de la colmena, por lo que la acción de forrajeo estaría favoreciendo el desprendimiento del polen desde las anteras de la flor. Se produjo un aumento significativo del número de semillas en el

¹Recepción de originales: 23 de noviembre de 1999.

Tesis desarrollada por el segundo autor para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

²Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Platina, Casilla 439 Correo 3, Santiago, Chile. E-mail: pestay@platina.inia.cl; awagner@platina.inia.cl

tratamiento con abejorros respecto al testigo, concluyendo que esta especie actúa como agente polinizador de flores de tomate. Características del fruto como cuaja, peso y calibre promedio no fueron afectadas por la actividad de *Bombus dahlbomii*. Se sugiere estudiar el comportamiento de este insecto en la producción de tomate en invierno-primavera.

Palabras claves: polinización, abejorro, insectos nativos, características del fruto.

INTRODUCCIÓN

La producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* (Mill)) bajo invernadero, en Chile, tuvo una superficie estimada para la temporada 1998/99 de 1.422 hectáreas. Esta superficie abarcó desde la I a la VIII Región, concentrándose principalmente en la V Región, en la zona de Quillota-Limache-Olmué, con una superficie estimada de 1.050 ha (ODEPA, 2000).

En esta zona la producción de tomate se realiza durante todo el año. En el caso específico de la producción del tomate fuera de temporada bajo invernadero, la plantación se realiza cuando las condiciones ambientales no son las adecuadas. Esto implica que los procesos de inducción floral, diferenciación floral, polinización, cuaja y desarrollo de frutos, se realicen en condiciones limitantes de temperatura e intensidad lumínica, conjuntamente con altas humedades relativas. Tales factores influyen directamente sobre la fecundación de las flores, produciendo un bajo número de frutos en ausencia de aplicaciones de reguladores de crecimiento o tratamientos que mejoren la autopolinización, como el uso de vibradores, corrientes de aire o insectos polinizadores (Picken, 1984; Escaff, 1992; Giaconi y Escaff, 1998). En ninguna variedad de tomate se produce cuaja bajo los 10°C, como consecuencia de la esterilidad del polen; bajo 13°C y sobre 32°C, la mayoría de los granos de polen son estériles. Temperaturas de 18°C tendrían los mejores efectos en cuanto a la cuaja de frutos (Escaff, 1992).

Otro factor importante a considerar en el proceso de formación de frutos, es la elevada humedad al interior de los invernaderos, la cual aglutina

los granos de polen sin que puedan desprenderse de los estambres y alcanzar el estigma floral. La humedad relativa ideal es entre 60 y 70% (Sivori *et al.*, 1984).

Desde hace muchos años, en Chile y en el mundo, se ha utilizado una gama muy amplia de auxinas puras y mezcla de auxinas más giberelinas con el fin de mejorar la cuaja (Mapelli *et al.*, 1978; Picken, 1984; Abad y Guardiola, 1986; Cuartero *et al.*, 1987). Dentro de los ingredientes activos, el ácido B-naftoxiacético (BNA), el ácido paraclorofenoxiacético (PCFA) y gibberelina (Ga3) pueden ser utilizados con este propósito (Tesi y Tognoni, 1986). Sin embargo, estas aplicaciones han sido desplazadas en los últimos años, en diversa magnitud, por abejorros del género *Bombus* (van den Eijnde, 1990). El encarecimiento de la mano de obra en las labores de polinización, y la fuerte tendencia de los consumidores de países europeos y norteamericanos a preferir productos sin aplicación de agroquímicos, ha obligado a los productores abastecedores de estos mercados a utilizar el abejorro en reemplazo de hormonas (van den Eijnde, 1990; López, 1997; Ruijter, 1997).

El uso de abejorros implica la utilización de pesticidas selectivos y de controladores biológicos frente a las plagas que se presenten en el cultivo (Ruijter, 1997), por lo que esta tecnología requiere un manejo integrado de plagas.

Algunos abejorros del género *Bombus* poseen conductas que los hacen excelentes polinizadores de diversos cultivos, entre ellos el cultivo de tomate (Banda, 1990; van den Eijnde, 1990; Buchmann 1992). Dada la importancia que ha adquirido el uso de abejorros como polinizado-

res, en varios países se ha desarrollado la técnica de domesticación sobre la base de la utilización de abejorros nativos (van den Eijnde, 1990; Asada y Ono, 1996; Ruijter, 1997), debido a que evita riesgos de introducción de enemigos naturales o agentes causales de enfermedades para el género, y además, por las consecuencias ecológicas que implica la introducción de nuevas especies (Macfarlane *et al.*, 1995; Asada y Ono, 1996; Ruijter, 1997).

En Chile el abejorro *Bombus dahlbomii* (Guér.) está descrito como especie nativa (Ruiz, 1939). Se trata de una especie poco estudiada en relación a su biología y ecología polinizadora, destacando entre otros, trabajos realizados por Aballay (1985) y Maraboli y Ruiz (1985), en los cuales no se señala acción sobre tomate.

Por esta razón, en la presente investigación se plantearon como objetivos evaluar a la especie *Bombus dahlbomii* como agente polinizador sobre flores del cultivo de tomate en verano, donde se dan las condiciones naturales para que el insecto esté activo. Además, determinar el efecto de la polinización del tomate por *B. dahlbomii* en la formación y características del fruto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para coleccionar el material entomológico, se realizó una exploración sistemática durante el período estival de 1998, en el Fundo Santa Rosa, ubicado en la VIII Región, Chillán' (36° 32' lat. Sur, 71° 55' long. Oeste), dependiente del Centro Regional de Investigación (CRI) Quilmapu, perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Esta exploración consistió en la búsqueda de lugares aptos para la anidación de abejorros descrita por Sladen (1989).

Una vez localizados los nidos se procedió a su restablecimiento a colmenas artificiales, basado en la metodología utilizada por Sladen (1989), construidas de acuerdo al modelo propuesto por este autor y modificada de acuerdo a Maraboli y Ruiz (1985) para esta especie. Las dimen-

siones de la colmena fueron de 25 x 25 x 25 cm en el habitáculo del nido, y de 25 x 10 x 8 cm como receptáculo. Como galería de entrada se utilizó un tubo de plástico de 3 cm de diámetro y 5 cm de largo.

El nido de *B. dahlbomii* utilizado en el ensayo fue ubicado el 19 de enero de 1998. El número de obreras que presentó el nido fue de aproximadamente 110, lo que coincide con Joseph (1960) quien afirmó que esta especie puede llegar a producir cerca del centenar de individuos. El restablecimiento fue exitoso y a las dos horas de liberados los insectos estaban en su mayoría dentro de la colmena artificial o forrajeando en las flores de los alrededores.

Por otra parte, no se detectó muerte de individuos en el traslado a Santiago, lugar de la investigación; se produjo una rápida adaptación a su nuevo ambiente, ya que después de una hora de ubicados en el campo se veían insectos entrando y saliendo de la colmena, forrajeando en las flores cercanas, en busca de polen y néctar.

El ensayo se realizó en el INIA, CRI La Platina (33° 34' lat. Sur, 70° 38' long. Oeste), utilizando plantas de tomate del cv. FA 144, en invernaderos de tul de 24 m², expuestos al viento para favorecer la ventilación. La plantación se hizo a 20 cm entre la hilera y a 75 cm sobre la hilera. Se establecieron dos tratamientos (invernaderos): con presencia de abejorros, y un testigo sin estos insectos. Cada tratamiento con un total de 60 plantas.

La colmena de abejorros se introdujo al invernadero el 26 de enero de 1998, estando el cultivo entre el tercer y cuarto racimo floral. Las cortinas del invernadero se mantuvieron abiertas para que los abejorros transitaran libremente hacia el exterior del invernadero. En éste se determinó el porcentaje de flores visitadas por abejorros durante el período de evaluación, que fue entre el tercer/cuarto al quinto/sexta racimo floral (26 de enero al 16 febrero 1998). Esto se realizó en flores que habían terminado su antesis,

contando el número de conos estamínicos con marcas dejadas por los abejorros. Estas marcas se deben a una necrosis del tubo estamínico, provocado por las mandíbulas y las patas de los abejorros al posarse sobre la flor, siendo éste un importante método de monitoreo de la actividad de los abejorros como polinizadores en cultivos de tomate.

Para establecer si la actividad de forrajeo sobre las flores de tomate tuvo el efecto de mejorar la autopolinización del cultivo, se realizó la metodología de obtención, tinción e identificación de polen, descrita por Corbet y Prys-Jones (1987), que consiste en la obtención del polen desde los capullos del nido de abejorros, y la remoción de polen desde las patas de los abejorros observados sobre flores de tomate, para luego compararlos con el polen proveniente del cultivo. La forma y el tamaño de los granos de polen fueron los criterios de identificación.

También se determinó el porcentaje de cuaja para el testigo y el tratamiento con abejorros, para lo cual se contó el número de flores entre el tercero a sexto racimo en las 60 plantas. Posteriormente, en la cosecha, se determinó el número de frutos por racimo, de manera de determinar el nivel de cuaja para los dos tratamientos. Además, en ambos tratamientos se eligió al azar una población de cien frutos obtenidos del tercer al sexto racimo floral, y a cada uno de éstos se les determinó peso, radio ecuatorial y el número de semillas, realizando una comparación de medias a través de la prueba t de Student, para determinar la significación de los resultados obtenidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El espectro de flores, tanto silvestres nativas e introducidas como cultivadas, que visita el abejorro nativo es muy amplio. Aballay (1985) describió más de 42 especies hospederas para este insecto, de las cuales no se señalaron especies de la familia Solanaceae. *B. dahlbomii* es una especie de proboscis larga, lo cual determina en parte, tanto el tipo de flor visitada como la

forma de colectar el néctar. Las flores que han co-evolucionado con abejorros de esta característica, son por lo general largas y coloridas, de simetría bilateral más que radial, y tienen el néctar protegido en el interior de un tubo (Corbet *et al.*, 1991).

Sin embargo, los abejorros poseen comportamientos alternativos para la obtención de alimento desde las flores. Muchas flores carentes de néctar son visitadas por los abejorros en busca de polen. Para colectarlo se posan sobre ésta emitiendo un zumbido característico con sus alas, que logra producir su desprendimiento desde las anteras, cubriendo sus cuerpos con polen que luego trabajan formando bolones en sus patas (Corbet y Prys-Jones, 1987). Este mecanismo es descrito por Sylvester (1997) para *B. dahlbomii* en flores de murta (*Ugni molinae*).

Un método similar es usado por abejorros que visitan flores con anteras tubulares, como el género *Lycopersicon*. En éstas, los abejorros toman con sus mandíbulas el cono estamínico y agitan sus alas produciendo el desprendimiento del polen desde las anteras (Buchmann, 1992).

En la presente investigación el 80% de las flores fueron visitadas al menos una vez por *B. dahlbomii*, lo cual permitió demostrar que esta conducta también la posee el abejorro nativo (Figura 1).

En la muestra de polen extraída de las patas del abejorro y en aquellas extraídas desde la colmena, fue posible identificar granos de polen de tomate. Cabe señalar que la metodología de tinción empleada para el reconocimiento de polen no permite diferenciar entre especies y/o variedades del género en cuestión. En este sentido, aproximadamente a 20 m del cultivo existía una parcela con especies del género *Lycopersicon*, entre otras, *L. hirsutum* y *L. peruvianum*, en las cuales se observó abejorros forrajeando. Por esta razón no fue posible determinar la presencia o ausencia de granos de polen de la especie y variedad utilizada en la evaluación.



Figura 1. *Bombus dahlbomii* forrajeando en flores de tomate.
Figure 1. *Bombus dahlbomii* worker foraging on tomato flower.

La presencia de granos de polen del género *Lycopersicon* encontrada en las muestras, estaría demostrando que la actividad de forrajeo de *B. dahlbomii* produce el desprendimiento del polen desde las anteras y, por ende, le permite actuar como un agente polinizador natural de este género.

Con relación al número de semillas, en el Cuadro 1 se observa que se presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos con abejorros y el testigo.

Cuadro 1. Número de semillas de tomate cv. FA 144 (marzo 1998)

Table 1. Number of tomato seeds cv. FA 144 (March 1998)

Tratamiento	Semillas por fruto (promedio)
Sin abejorro	147,14a ¹
Con abejorro	161,18b

¹Los valores con igual letra no difieren estadísticamente ($P \oplus 0,05$), según la Prueba t de Student.

Los frutos polinizados por el abejorro nativo presentaron un promedio de 161,18 semillas por fruto, valor significativamente mayor que los tomates polinizados naturalmente. Este aumento podría deberse a la actividad de forrajeo registrada por *B. dahlbomii* sobre el cultivo, la cual mejoró el desprendimiento del polen desde las anteras hasta el pistilo de la flor. Este hecho podría ratificar a esta especie como un agente polinizador de este cultivo.

Sin embargo, este hecho no se tradujo en un aumento significativo en la cuaja, peso y calibre de los frutos (Cuadro 2). Esto se debió, probablemente, a que las condiciones climáticas durante la evaluación fueron las adecuadas para que se provocara la autopolinización de las flores. Cabe señalar además, que el cultivo se realizó

en invernaderos expuestos al viento para favorecer la ventilación, lo que incidió al igual que los factores ambientales anteriores en un aumento en la autopolinización, lo que podría haber encubierto la acción polinizadora del abejorro.

El peso y calibre final de un fruto están determinados por el número de semillas, existiendo una correlación positiva entre estos parámetros. Sin embargo, cuando un fruto presenta más de 10 semillas, el calibre es proporcional al logaritmo del número de semillas (Varga y Bruinsma,

Cuadro 2. Promedio de cuaja, peso y calibre de frutos de tomate cv. FA 144 (marzo 1998)

Table 2. Average fruit set, weight and size of tomato fruit cv. FA 144 (March 1998)

Tratamiento	Cuaja promedio	Peso promedio (g)	Calibre promedio (mm)
Sin abejorro	57,61a ¹	120,33a	63,38a
Con abejorro	61,58a	126,89a	64,78a

¹Los valores con igual letra no difieren estadísticamente ($P \oplus 0,05$), según la Prueba t de Student.

1976, 1986). Esto explica en parte, porque el incremento en el número de semillas no se tradujo en un incremento significativo en el peso y calibre de los frutos.

CONCLUSIONES

Se detectó presencia de granos de polen en las patas de *Bombus dahlbomii*, lo que estaría demostrando la actividad polinizadora de esta especie en flores de tomate.

Los frutos polinizados por el abejorro presentaron un número de semillas significativamente mayor que aquellos frutos polinizados naturalmente.

Sin embargo, el promedio de cuaja, peso promedio y calibre de frutos de tomate no se vieron afectados por la actividad de *Bombus dahlbomii*.

Se sugiere repetir la investigación durante la producción de tomate invierno-primavera, para conocer el comportamiento de *Bombus dahlbomii* en condiciones ambientales desfavorables.

LITERATURA CITADA

- Abad, M., and J. Guardiola. 1986. Fruitset and development in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) grown under protected conditions during the cool season in the Southeastern Coast Region of Spain. The response to exogenous growth regulators. *Acta Hort.* 191:123-132.
- Aballay, E. 1985. Análisis de establecimiento de *Bombus ruderatus* en Chile. Evaluación del manejo de *Bombus dahlbomii* y *Bombus ruderatus* en domicilios artificiales. 86 p. Tesis Licenciado Agronomía. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Santiago, Chile.
- Asada, S., and M. Ono. 1996. Crop pollination by Japanese bumblebee, *Bombus* spp. (Hymenoptera: Apidae): Tomato foraging behavior and pollination efficiency. *Appl. Entomol. Zool.* 31:581-586.
- Banda, H. 1990. Pollination of greenhouse tomatoes by honeybees and bumblebees. 236 p. Thesis Ph.D. University of Wales of Cardiff, School of Pure and Applied Biology, Cardiff, UK.
- Buchmann, S.L. 1992. Buzzing is necessary for tomato flower pollination. *Bumble-Bee Quest* 2: 1-3.
- Corbet, S., and O. Prys-Jones. 1987. Bumblebees. 86 p. *Naturalist's Handbooks*. Cambridge University Press, New York, USA.
- Corbet, S., I. Williams, and J. Osborne. 1991. Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European Community. *Bee World* 72:47-57.
- Cuartero, J., J. Costa, and F. Nuez. 1987. Problems of determining parthenocarpy in tomato plants. *Sci. Hort.* 32:9-15.
- Escaff, M. 1992. El tomate para cultivo en invernadero. p. 22-58. *In: Seminario Producción de hortalizas bajo plástico*, Illapel, Chile. 23-24 de septiembre. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi.
- Giaconi, V., y M. Escaff. 1998. Cultivo de hortalizas. p. 332. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Joseph, C. 1960. Investigaciones biológicas sobre Himenópteros de Chile (melíferos). p. 58-59. Publicación del Centro de Estudios Entomológicos. Universidad de Chile, Facultad de Filosofía y Educación, Santiago, Chile.
- López, E. 1997. Uso comercial de abejorros polinizadores (*Bombus*) en cultivos hortícolas. *Revista Empresa y Avance Agrícola* 4:8-9.
- Macfarlane, R.P., J.J. Lipa, and H.J. Liu. 1995. Bumblebee pathogens and internal enemies. *Bee World* 76:130-148.

- Mapelli, S., S. Frora, C. Torti, and G. Soressi. 1978. Relationship between set, development and activities of growth regulator in tomato fruits. *Plant Cell Physiol.* 19:1281-1288.
- Maraboli, A., y M. Ruiz. 1985. Evaluación del establecimiento de *Bombus ruderatus* y estudios preliminares de la biología, población y acción polinizadora de *Bombus dahlbomi* en trébol rosado (*Trifolium pratense*) en la Novena Región. 144 p. Tesis Licenciado en Agronomía. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Santiago, Chile.
- ODEPA. 2000. Cifras de la agricultura. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Ministerio de Agricultura. Disponible en: www.odepa.gob.cl. Conectado el 21 de junio 2000.
- Picken, A. 1984. A review of pollination and fruitset in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) *J. Hortic. Sci.* 59:1-13.
- Ruijter, A. 1997. Commercial bumblebee rearing and its implications. *Acta Hortic.* 437:261-269.
- Ruiz, F.P. 1939. El género *Bombus*. *Revista Chilena de Historia Natural* 43:106-110.
- Sivori, M., M. Montaldi y P. Caso. 1984. *Fisiología Vegetal*. 681 p. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina.
- Sladen, F.W. 1989. *The Humel - bee*. 225 p. Logaston Press, London. England.
- Sylvester, R. 1997. Entomofauna asociada a flores de murta (*Ugni molinae* Turez) y su evaluación como polinizador. 85 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile.
- Tesi, R., and F. Tognoni. 1986. Influence of low temperatures on the greenhouse production of Solanacea plants in mild winter areas. *Acta Hortic.* 191:209-219.
- Van Den Eijnde, J. 1990. Method for continuous rearing of *Bombus terrestris* and the production of bumblebee colonies for pollination purposes. Hilvarenbeek, Netherlands. Research Centre for Insect Pollination and Beekeeping, "Ambrosiushoeve", Ambrosiusweg. *Apidologie* 21:300-332.
- Varga, A., and J. Bruinsma. 1976. Roles of seed and auxins in tomato fruit growth. *Z. Pflanzenphysiol.* 80:95-104.
- Varga, A., and J. Bruinsma. 1986. Handbook of fruit set and development. p. 461-477. Shaul P. Monselise (ed.). CRC Press, Florida, USA.