

## INDUCCION DE LA ALIMENTACION DE LAS ABEJAS MELIFERAS AL EFECTO DE MEJORAR LA POLINIZACION DE *ACTINIDIA DELICIOSA*

T. GARDI<sup>1</sup>, F. FAMIANI<sup>1</sup>, M. MICHELI<sup>1</sup>, M. MOSCHINI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Arboriculture and Plant Protection

E-mail: gardidapp@tiscalinet.it.; tel.: (+39) 75-58556260; fax: (+39) 75-5856255

<sup>2</sup>Department of Animal Production, Science University of Perugia, Via Borgo XX Giugno, 74-06121, Perugia, ITALIA

### Resumen

Una buena polinización es esencial para obtener frutos de kiwi de gran tamaño. Si es cierto que las abejas melíferas son los polinizadores más importantes del kiwi, el polen puede ser transferido a las flores femeninas también por el viento u otros insectos. Hay zonas en Italia con problemas de polinización, por la floración simultánea de otras plantas, que resultan más atractivas para las abejas melíferas. Con el objeto de evaluar el efecto de los distintos tratamientos sobre el crecimiento y la calidad de los frutos de kiwi, se efectuaron experimentos en los años 1998 y 1999 y luego en 2001 y 2002 para: 1) valorar la contribución relativa de la polinización anemófila y entomófila; 2) aumentar la atractividad de las abejas melíferas hacia las flores de kiwi; 3) mejorar la polinización artificial y 4) contrarrestar las consecuencias desfavorables de una polinización incompleta con reguladores de crecimiento. Antes de que ocurriera la floración, se ensacaron algunas yemas frutales, para permitir solamente la polinización artificial. A algunas colonias se les alimentó con polen masculino de *Actinidia* (alimentación inducida) para aumentar la atractividad de las flores de kiwi. Durante la floración, se recogió el polen de las flores masculinas de las plantas y se les utilizó para la polinización artificial de las flores que acabadas de abrir, empleando al efecto una "pelota de tenis" o un atomizador manual, después de haberlo suspendido en agua. Las flores sin tratar sirvieron de control. Para una mejor evaluación de los efectos de la polinización artificial, algunas flores se ensacaron nada más aplicar el polen, para evitar cualquier visita por parte de los insectos. A los quince días de la floración total, la mitad de los frutos se trataron (por inmersión) por una solución de Thidiazuron (20 ppm), un regulador de crecimiento. Los resultados experimentales mostraron que la obstrucción de la polinización por insectos ocasiona una notable disminución del número de frutos (30 %), la reducción del tamaño del fruto (-50 %), presentando éste una forma más redonda y menos semillas. La alimentación inducida de las abejas tiene por efecto el crecimiento de la cantidad de polen de *Actinidia* recolectado por las abejas, indicando una mayor atractividad de sus flores. En ambos sistemas de polinización ensayados, el fruto tiende a ser mayor que el control, independientemente de que se haya cubierto o no las flores después de la polinización. En cambio, en el control se advirtió una significativa reducción en el crecimiento del fruto, cuando se cubrieron las flores. Estos resultados muestran que los requerimientos de polinización de las flores se cumplieron por completo por los sistemas de polinización artificial ensayados. Los frutos provenientes de flores polinizadas artificialmente tuvieron una mejor relación longitud/diámetro y más semillas. En el momento de cosecha, tendieron a tener mayor contenido sólido soluble y menor consistencia de la pulpa. El tratamiento por Thidiazuron aumentó significativamente el tamaño de todos los frutos tratados, y el peso de los frutos procedentes de las flores no polinizadas entomofilamente se acercó a los valores de los testigos. Hay que ser cauto cuando se utiliza el Thidiazuron, porque tiende a reducir la relación longitud/diámetro. Los resultados indican que los problemas de polinización del kiwi se pueden aminorar e incluso eliminar practicando la alimentación inducida de las colonias y/o la polinización artificial y empleando reguladores de crecimiento.

**Palabras clave:** girasol / polinización por abejas / producción de semilla híbrida

### Introducción

La polinización efectiva de las flores de kiwi garantiza una mejor calidad y un mayor tamaño del fruto. La participación de la abeja melífera en la polinización del fruto de kiwi es vital, a pesar de que también otros insectos o el viento pueden transferir el polen a la flor femenina (FREE, 1993). El florecimiento simultáneo de la flora silvestre y las plantas cultivadas (por ej. *Trifolium incarnatum* L.) en la proximidad del kiwi puede alejar a los polinizadores de las flores de kiwi (PALMER et al., 1974; PIAZZA e INTOPPA, 1988 y 1989), que son menos atractivas por no producir néctar.

Hubo algunos intentos para solucionar este problema (PINZAUTI, 1990; GOODWING et al., 1991; TSIRAKOGLU et al 1997), por la alimentación de las abejas melíferas con jarabe de azúcar, para compensar la falta del flujo nectáreo, la extracción del polen depositado y la pulverización de las flores con un atomizador para atraer a las abejas, con resultados dispares. Por este motivo, en los años 1998 y 1999 y luego en 2001 y 2002 se llevaron a cabo experimentos con el objeto de mejorar la calidad de los frutos de kiwi. Objetivos de los estudios:

1. determinar la contribución relativa del viento y los insectos polinizadores;
2. aumentar la atractividad de las flores de kiwi para las abejas melíferas;
3. comparar el efecto de la polinización manual y de los reguladores de crecimiento.

### Material y métodos

Los experimentos se llevaron a cabo en Italia, en dos huertos comerciales de kiwi (*Actinidia deliciosa* - A. Chev.), cv *Hayward*, contando como polinizador con cv. *Matua* (5:1). Campos de *Trifolium incarnatum* rodeaban los huertos de kiwi. Las características vegetativas y reproductivas de los dos huertos de kiwi eran muy parecidas.

Cuando la floración llegó al 10 %, en ambos huertos se instalaron 8 colonias/ha de abejas melíferas de la raza *Apis mellifera ligustica*.

Antes de su instalación, en uno de los huertos a las colonias se les alimentó durante 2 días con una suspensión de polen masculino de *Actinidia* (alimentación inducida - 2,5 g de polen/l en una solución de azúcar al 50 %), al efecto de aumentar la atraktividad de las flores. A las colonias del otro huerto sólo se les alimentó con solución de azúcar al 50 %. Con el propósito de evaluar los efectos de la alimentación inducida, se colocaron trampas de polen en la piquera, para recoger el polen recolectado por las abejas melíferas.

En el huerto con colonias "normales" de abejas melíferas (sin alimentar con suspensión de polen de *Actinidia*), el polen se recogió de flores de ramas masculinas con una aspiradora. Este polen se utilizó para polinizar a mano las flores que estaban abriendo. El polen se aplicó con una "pelota de tenis" o, después de suspenderlo en agua (0,5 g/l), se pulverizó con ayuda de un atomizador. Las flores sin tratar sirvieron de testigo. Para la mejor evaluación de los efectos de la polinización manual, parte de las flores polinizadas a mano, inmediatamente después de la aplicación del polen, y parte de las flores testigo se ensacaron, a fin de evitar las visitas de los insectos. A los quince días del pico de floración, la mitad de todos los frutos que se habían recogido se sumergieron en una solución de Thidiazuron 20 ppm (TDZ).

A lo largo del experimento se recogieron datos referentes a:

- la cantidad y los tipos de polénes recolectados por las abejas melíferas durante el experimento;
- el desprendimiento de los frutos durante el crecimiento;
- peso, forma, consistencia de la pulpa y contenido sólido soluble del fruto en el momento de cosecha (fines del mes de octubre) y número de semillas;
- consistencia de la pulpa y contenido sólido soluble del fruto en sazón (a los 20 días de la cosecha).

## Resultados

*Tipos de polénes recolectados por las abejas melíferas, efecto del tipo de polinización sobre los frutos experimentales (tablas I, II, III)*

Tabla I

**Efecto de la polinización anemófila y entomófila y de la inducción de la alimentación de las abejas melíferas sobre las características de los frutos en el momento de cosecha\***

		Peso (g)	Diámetro máximo (mm)	Diámetro mínimo (mm)	Longitud (mm)	Longitud/ media diámetro	Diámetro máximo/ diámetro mínimo	Diámetro medio del corazón (mm)	Número de semillas** (n°)
Huerto con colonias de abejas melíferas "normales"	Polinización anemófila + entomófila	70,5 b	48,5 b	43,6 b	53,1 b	1,15 b	1,11 a	13,3 b	131,3 b
	Polinización anemófila	43,0 a	42,4 a	38,7 a	43,3 a	1,07 a	1,09 a	11,3 a	71,3 a
Orchard with colonies	Polinización anemófila + entomófila	81,1 c	51,0 c	45,1 c	56,9 c	1,18 b	1,13 a	14,4 c	160,7 c
Huerto con colonias sometidas a la inducción de la alimentación	Polinización anemófila	46,1 a	42,4 a	38,0 a	46,2 a	1,15 a	1,12 a	10,7 a	86,8 a

En cada columna, las medias seguidas de la misma letra no difieren significativamente por  $P \leq 0,05$ .

\*Valores promedio para los cuatro años (1998, 1999, 2001, 2002).

\*\*Valorado contando las semillas visibles en las secciones cruzadas proximales, centrales y distales de los frutos.

Durante el experimento las abejas melíferas recolectaron polen de *Actinidia*, *Papaver*, *Sinapis*, *Taraxacum*, *Trifolium* y *Vicia*. *Trifolium incarnatum* fue la especie mejor representada. El tratamiento por alimentación inducida aumentó la cantidad relativa de polen de *Actinidia* recolectado (30 % respecto a 10 % sobre el total), indicando una atraktividad mejorada de las flores para las abejas melíferas. Una tasa acrecentada de polinización estaba en correlación con frutos más pesados (+15 %) y un mayor número de semillas (+22 %).

PINZAUTI (1990) y TSIRAKOGLU et al. (1997) reportaron ellos también el aumento significativo del polen de kiwi recolectado por las abejas melíferas tras haberse aplicado la estrategia de la extracción del polen almacenado en los panales.

Tabla II

**Efectos del tipo de polinización sobre las características cualitativas de los frutos en el momento de cosecha y en sazón\***

		Contenido en sustancias sólidas solubles (°Brix)		Firmeza de la pulpa (kgf)	
		En el momento de cosecha	Del fruto en sazón	En el momento de cosecha	Del fruto en sazón
		Huerto con colonias de abejas melíferas "normales"	Polinización anemófila + entomófila	6,7 a	13,6 a
	Polinización anemófila	6,5 a	13,3 a	8,6 a	0,9 a
Huerto con colonias sometidas a la inducción de la alimentación	Polinización anemófila + entomófila	6,8 a	13,7 a	7,9 a	1,0 a
	Polinización anemófila	6,6 a	13,5 a	8,1 a	1,0 a

En cada columna, la media seguida de la misma letra no indica diferencias significativas por  $P \leq 0,05$ .

\*Valores promedio para los cuatro años (1998, 1999, 2001, 2002).

Tabla III

**Cantidad de polen recolectado por las colonias de abejas melíferas "normales" y las colonias sometidas a una alimentación inducida durante la floración del kiwi\***

Especies de plantas	Polen recogido por las colonias de abejas "normales" (1)	Polen recogido por las colonias de abejas con alimentación inducida (2)	Diferencias (2) - (1)
Actinidia	10, 2%	30, 3%	+ 20, 1
Papaver	9, 4%	7, 8%	- 1, 6
Sinapis	18, 6%	15, 6%	- 3, 0
Taraxacum	3, 5%	2, 9%	- 0, 6
Trifolium	51, 1%	45, 8%	- 5, 3
Vicia	7, 2%	7, 6%	+ 0, 4

\*Valores promedio para los cuatro años (1998, 1999, 2001, 2002).

La polianización anemófila dio resultados insatisfactorios para todos los parámetros valorados: menor peso del fruto (-41 %), menor número de semillas (-46 %) y frutos más redondos.

La polinización manual, sin importar el método empleado, cumple por completo los requerimientos de polen de las flores, teniendo por resultado un fruto más grande (+24 %), con un diámetro longitudinal mayor que el encontrado en el fruto polinizado naturalmente.

El método de polinización no afectó el contenido sólido soluble o la consistencia de la pulpa de los frutos.

*Efectos de los reguladores de crecimiento sobre los frutos tratados (tablas IV y V)*

Tabla IV

**Efectos de la polinización manual y del tratamiento TDZ sobre las características de los frutos en el momento de cosecha\***

		Peso (g)	Diámetro máximo (mm)	Diámetro mínimo (mm)	Longitud (mm)	Longitud/diámetro medio	Diámetro máximo/diámetro mínimo	Número de semillas** (n°)
Testigo (libre polinización)	- TDZ	70,5 b	48,5 b	43,6 b	53,1 b	1,15 cd	1,11 abc	131,3 b
	+ TDZ	116,2 d	57,7 d	50,4 d	61,2 c	1,13 c	1,14 c	124,2 b
Polinización anemófila	- TDZ	43,0 a	42,4 a	38,7 a	43,3 a	1,07 b	1,09 a	71,3 a
	+ TDZ	74,6 b	52,7 c	46,5 bc	51,1 b	1,03 a	1,13 bc	81,4 a
Polinización manual con una pelota de tenis	- TDZ	86,2 c	50,9 c	46,4 bc	61,8 c	1,27 f	1,10 ab	197,9 c
	+ TDZ	128,6 e	59,4 d	52,8 d	66,4 de	1,18 de	1,13 bc	185,4 c
Polinización manual con un atomizador	- TDZ	88,8 c	52,0 c	46,9 c	62,8 cd	1,27 f	1,11 abc	179,2 c
	+ TDZ	126,7 e	59,3 d	52,8 d	67,5 e	1,20 e	1,12 abc	184,3 c

En cada columna, las medias seguidas de la misma letra no difieren significativamente por  $P \leq 0,05$ .

\*Valores promedio para los cuatro años (1998, 1999, 2001, 2002).

\*\*Valorado contando las semillas visibles en las secciones cruzadas proximales, centrales y distales de los frutos.

Efectos de la polinización manual y del tratamiento TDZ sobre las características cualitativas de los frutos en el momento de cosecha\*

		Contenido sólido soluble (°Brix)		Consistencia de la pulpa (kgf)	
		En el momento de cosecha	Del fruto en sazón	En el momento de cosecha	Del fruto en sazón
Testigo (libre polinización)	- TDZ	6,7 a	13,6 a	8,0 b	1,1 a
	+ TDZ	7,2 b	13,4 a	7,1 a	1,0 a
Polinización anemófila	- TDZ	6,6 a	13,5 a	8,3 b	1,0 a
	+ TDZ	7,3 b	13,2 a	7,1 a	1,1 a
Polinización manual con una pelota de tenis	- TDZ	6,5 a	13,7 a	8,2 b	1,2 a
	+ TDZ	7,4 b	13,2 a	7,4 a	0,9 a
Polinización manual con un atomizador	- TDZ	6,8 a	13,5 a	8,5 b	1,2 a
	+ TDZ	7,5 b	13,5 a	7,3 a	1,0 a

En cada columna las medias seguidas de la misma letra no difieren significativamente por  $P \leq 0,05$ .

\*Valores promedio para los cuatro años (1998, 1999, 2001 y 2002).

El tratamiento con TDZ siempre aumentó el peso y el contenido sólido de los frutos e hizo menos consistente la pulpa en el momento de cosecha. Pero estas diferencias desaparecieron cuando el fruto alcanzó plena madurez. Esto significa que TDZ tiende a acelerar la maduración del fruto.

### Conclusiones

La correcta polinización de las flores de kiwi es vital para la obtención de un fruto de tamaño y forma convenientes.

La polianización anemófila es minimal, de manera que los insectos resultan imprescindibles para una polinización efectiva. Las abejas melíferas se revelaron polinizadores eficaces al ser incentivadas con jarabe de azúcar con contenido de polen de *Actinidia* (alimentación inducida). También la polinización manual y los reguladores de crecimiento mejoraron la polinización y el crecimiento del fruto.

La alimentación inducida de las colonias de abejas melíferas combinó la mejora significativa de la polinización con un bajo costo de la aplicación, que, según parece, potenció la eficacia de la polinización.

La polinización manual resultó muy eficaz pero también muy costosa. Habría que emplearse solamente cuando las condiciones para una buena polinización sean muy críticas. La pulverización de la suspensión de polen con ayuda de un atomizador da buenos resultados y reduce los costos de aplicación.

La utilización del tratamiento TDZ influye significativamente en el crecimiento de los frutos, contrarrestando una polinización deficiente. Pero el empleo de semejantes sustancias químicas tiende a modificar la forma del fruto y podría alterar la salubridad del producto.

### BIBLIOGRAFIA

- Clinch P.G. (1989), Honey-bee management for kiwifruit pollination. In: Kiwifruit: Science and management. Warrington I.J., Weston G.C. (eds). NZ Soc. Hort. Sci., Wellington, New Zealand
- Famiani F., Battistelli A., Moscatello S., Boco M., Antognozzi E. (1999), Thidiazuron affects fruit growth, ripening and quality of *Actinidia deliciosa*. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 74 (3): 375-380
- Free J.B. (1993), Insect pollination of crops. Second edition, Academic Press Limited. London, 107-114
- Goodwin R.M., Hooten A. Ten (1991), Feeding sugar syrup to honey bee (*Apis mellifera*) colonies to increase kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) pollen collection: effect of frequency, quantity and time of day. *Apic. Res.* 30 (1): 41-48
- Palmer-Jones, T., Clinch, P.G. (1974), Observations on the pollination of Chinese gooseberry variety "Hayward". *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 2: 455-458
- Piazza M.G., Intoppa F. (1988), *Actinidia deliciosa*. Chev.: Attività pronuba delle api e impollinazione anemófila artificiale. *Apicoltura*, 4: 99-111
- Piazza M.G., Intoppa F. (1989), Impollinazione naturale ed artificiale dell'*Actinidia*. *Apicoltura*, 5: 157-166
- Pinzauti M. (1990), Kiwi pollination: several ways of increasing the activity of honeybees. *Acta Horticulturae*, 282: 149-150
- Succi F., Costa G., Testolin R., Cipriani G. (1996), Impollinazione dell'*Actinidia*: Una via per migliorare la qualità dei frutti. Proceedings "La coltura dell'*Actinidia*", Faenza (FO), October 10-12, 1996: 123-129
- Testolin R., Costa G., Biasi R. (1990), Impollinazione e qualità dei frutti nell'*Actinidia*. *Frutticoltura*, 10: 27-35
- Tsirakoglou V., Thrasylvoulou A., Hatjina F. (1997), Techniques to increase the attractiveness of kiwi flowers to honey bees. *Acta Horticulturae*, 444: 439-443
- Vasilakis M., Papadopoulos, Papageorgiou (1997), Factors affecting the fruit size of "Hayward" kiwifruit. *Acta Horticulturae*, 444: 419-424