
POLINIZACION FORZADA CON ABEJAS *Apis mellifera* L., DEL PEPINO COHOMBRO *Cucumis sativus* L., CULTIVADO HIDROPONICAMENTE BAJO INVERNADERO, EN EL ALTIPLANO DE PASTO.

CARLOS A. MOSQUERA Q. *

RESUMEN

En el altiplano de Pasto, se llevo a cabo un ensayo de polinización forzada con abejas *Apis mellifera* L., en un cultivo de pepino cohombro *Cucumis sativus* L. monoico, bajo invernadero y condiciones hidropónicas.

La unidad experimental estuvo representada por una rama de control de una planta con dos ramas, tutoradas en "V". Se recurrió a un diseño irrestrictamente al azar con tres tratamientos.

Se caracterizó y evaluó la antesis de las flores, la actividad del pecoreo y la polinización. Se midió la producción del cultivo y la producción apícola.

Como resultado se estimó que una colmena de una camara de cría bien poblada, era suficiente para polinizar una hectárea de pepino bajo las condiciones descritas.

* Profesor Asociado, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

El rendimiento del cultivo se estimó en 34.623 kg/ha de pepinos con óptimos índices de comercialización para exportar: el peso promedio de los frutos fue de 285 ± 42 g, longitud de $18,2 \pm 5$ cm y ausentes de plagas y enfermedades.

La producción apícola en las condiciones del ensayo, se estima que son de mantenimiento en la producción de polen y población. La producción de miel se estimó en 19,34 kg/ha como excedente.

La caracterización de la antésis, el pecoreo y la polinización del pepino fueron las siguientes:

1. El primer día de la antésis el flujo de néctar se produjo de las 7:00 am a las 3:30 pm, empezando con las flores masculinas. El primer día es el más importante.
2. El primer día de la antésis, la producción de néctar en las flores femeninas fue de $2,6 \pm 0,8$ mg y de $1,37 \pm 0,4$ en las masculinas.
3. En promedio se abren 5 flores/día/planta.
4. La mayor actividad del pecoreo se realiza entre las 8:30 y 12:00 am, con 7 a 8 flores por minuto y un promedio de 23 visitas por flor. La actividad del pecoreo esta principalmente dirigida a la recolección del néctar, y es conexas a la polinización, por la proximidad de los gametos.
5. Con una temperatura promedio de 23°C dentro del invernadero, se logró las condiciones óptimas de polinización, alcanzando un porcentaje de fecundación del $97 \pm 1,5$ %.

INTRODUCCION

El manejo de cultivos hidropónicos bajo invernadero obedece a una creciente demanda de hortalizas de óptima calidad. El uso indiscriminado de pesticidas, amén de otras formas de contaminación de hortalizas de consumo fresco, exigen un mejor planeamiento y tecnificación del manejo de los cultivos hidropónicos.

Las áreas de minifundio, los programas de "pan-coger", las granjas integrales y los módulos familiares de producción, pueden optar sin dificultad a la modalidad del sistema hidropónico.

Para las condiciones del trópico se emplean variedades de pepino gynoicas alternadas con variedades estaminadas para asegurar la polinización. Sin embargo, para lograr frutos de buena calidad, la polinización natural resulta insuficiente, dado que el pepino es muy exigente en la polinización por el número de visitas de insectos que requiere, y porque la antésis es muy corta. En el presente trabajo se pretendió caracterizar la antésis, el pecoreo y la polinización del pepino cohombro, cultivado hidropónicamente bajo invernaderos, y empleando abejas domésticas para forzar la polinización. Igualmente se estimó la producción de los frutos y las características logradas por la polinización. Además se caracterizó la producción apícola, del núcleo polinizador del cultivo.

REVISION DE LITERATURA

La polinización es uno de los factores más importantes a tener en cuenta en las cucurbitáceas, y principalmente en el pepino. Una polinización deficiente produce abortos y/o frutos mal formados. La aplicación de ácido giberélico ayuda mantener las flores abiertas a la polinización (FAO, 1987).

Los índices de cosecha para el pepino son los siguientes: longitud mayor de 15 cm, color verde ligeramente claro, si se torna amarillo no es comercializable, las semillas deben ser de color blanco (FAO, 1987). Bedard (1985) señala que los índices de comercialización para exportar son los siguientes: peso mayor de 220 g y más de 18 cm de longitud, el ancho mayor de 3,5 cm.

La secreción de néctar en la flor del pepino varía según la especie y las condiciones del suelo y el clima, pero fundamentalmente por las variaciones de la humedad y a medida que aumenta la edad de la flor, la secreción baja. En consecuencia, la visita de los polinizadores varía en frecuencia y duración. La temperatura debe oscilar entre 16 y 25°C

(Collison y Martin, 1975).

La concentración de azúcares del néctar es mayor en las flores estaminadas que en las pistiladas, ello ejerce una mayor atracción sobre los polinizadores, la concentración de los azúcares oscila entre 30 y 60% (Collison y Martin, 1979).

Pesson y Louveaux (1984) encontraron que en general, las flores femeninas producen en promedio de 1,1 a 2,4 mg/día de néctar, y de 0,9 a 1,6 mg/día en las flores masculinas.

Segun Prost (1972), el flujo de nectar, el pecoreo y la polinización coinciden, bien sea por la marcación con feromonas, por la marcación con olores propios de las flores o por polinización masiva. El horario del flujo de néctar tiene como rango entre las 7:00 am y las 14:00 pm con una o dos antesis por día y ocho a doce visitas por flor. Se encontró además un promedio del 95% de eficiencia en la polinización empleando de 25.000 a 40.000 abejas por hectárea, cuajando el 95% de los frutos cuando la polinización era el primer día de la antesis y del 71,7% en el segundo día (Collison y Martin, 1980; Kochetov y Cherevko, 1981).

*En Holanda, con 275 hectáreas de invernaderos sembrados con pepinos, se coloca en el lado norte, 1/2 colmena por cada mil metros cuadrados, y se siembran en secuencia 10 plantas femeninas por una planta masculina en cada fila. De esta manera se optimiza la polinización (Pettinga y Hensels, 1983).

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en un invernadero de la ciudad de San Juan de Pasto, se inició el 11 de septiembre de 1987 y finalizó el 11 de marzo de 1988.

Se empleó un invernadero tipo "media agua" con cubierta de polietileno e infraestructura de hierro, la cual soportó además la carga viva del cultivo. La remoción masal del aire interior del invernadero se hizo por convección y en dirección perpendicular al viento

dominante.

Como unidad experimental se emplearon plantas de pepino sembradas en bolsas de polietileno calibre ocho con capacidad de cinco kilogramos de sustrato a base de turba negra de pantano.

Según el método propuesto por Bedard (1985), se sembraron dos semillas directamente sobre la bolsa, raleando a los diez días. La distancia de siembra fue de 1,20 m entre hileras y 0,45 entre plantas que representa un total de 18.518 plantas por hectárea (FAO, 1987).

Como solución nutritiva se empleó una formula comercial estandar para cultivos hidropónicos, se aplicó como fertigación en un sistema de riego abierto, empleando microtubos con salida constante de 2 L/h durante ocho horas diarias.

Se empleó un diseño irrestrictamente al azar con tres tratamientos: T1 o polinización forzada con abejas, con 20 repeticiones; T2 representa la polinización manual, realizada el primer día de la antesis entre las 9:00 am y las 12 am, repasando los gametos con un pincel, con 10 repeticiones; T3 representa la autopolinización enmascarando las flores femeninas con gaza. Al ser evaluado el T3, se desechó la distribución normal de las observaciones y se descartó, los tratamientos restantes se evaluaron con base en medidas de dispersión y tendencia central. Para las evaluaciones se muestreó al azar una rama de control.

Para cumplir con el tratamiento-1, se empleó un núcleo de abejas con cinco marcos y un kg de abejas (aproximadamente 10.000 abejas).

Cuando la temperatura descendía de los 18°C se cerraban las ventanas obligando a las abejas a pecorear el cultivo. Para mantener constante el número de pecoreadoras, se hizo un conteo cada cinco días, del número de pecoreadoras que salían en un minuto, durante las horas del mayor flujo de néctar. Como el número se mantuvo por encima de 40 pecoreadoras/minuto, durante todo el período de floración, no fue necesario adicionar marcos con cría operculada, de esta manera se cumplió con un requisito metodológico enunciado por Pesson y Louveaux (1984), quienes afirman que cultivos monoicos y/o

gynoicos, requieren de aproximadamente 40 abejas pecoreadoras por minuto, para una extensión de 1.000 metros cuadrados de cultivo.

Sobre el cultivo se evaluaron los siguientes parámetros:

Producción estimada de frutos

Número de frutos por planta

Porcentaje de frutos deformes

Porcentaje de fecundación

Porcentaje de frutos comercializables

Respecto de la antesis se evaluaron los siguientes parámetros:

Horario y producción del flujo de néctar

Número de flores abiertas por día y por planta

Duración de las flores

De la actividad del pecoreo se evaluaron los siguientes parámetros:

Horario y número de visitas por flor

Número de flores visitadas en un minuto

Presencia de otros polinizadores

Preferencia del pecoreo entre flores masculinas y femeninas.

Se evaluó integralmente la antesis y el pecoreo y si éstos eran conexos a la polinización. Se relacionó además la temperatura y la actividad del pecoreo.

De la producción apícola se estimó la producción de miel, polen y el desarrollo del núcleo polinizador.

RESULTADOS Y DISCUSION

El primer día de la antesis, el flujo de néctar se presentó entre las 7:00 am y las 3:30 pm, y el segundo día entre las 8:30 am y las 12:00 am. Estos resultados se enmarcan dentro del horario establecido en otros lugares del mundo y reportados por Pesson y Louveaux (1984), Collison (1976) y Rapp (1981).

En las flores femeninas se encontró un promedio de $2,6 \pm 0,8$ mg de néctar el primer día y $0,9 \pm 0,4$ mg el segundo día. Para las flores masculinas los valores fueron de $1,37 \pm 0,4$ mg y $1,05 \pm 0,3$ mg. El mayor número de flores se presentó a finales de octubre hasta inicios de febrero. Las flores masculinas salieron primero que las femeninas y en mayor número.

En general salieron tres veces más flores masculinas que femeninas, y al final del cultivo, cuando ya no salieron mas flores femeninas, aparecieron numerosas flores masculinas. En promedio se abrieron 5 flores/día/planta, lo que permite estimar en 9.259 flores en 1.000 metros cuadrados, sobre la base de 18.518 plantas/ha con una densidad de siembra de $1,20 \times 0,45$ m.

La velocidad del pecoreo fue muy variable. Las abejas visitaban en promedio 7 a 8 flores por minuto. Este valor es superior al reportado por la mayoría de autores, que señalan dos flores por minuto. Este comportamiento se debe probablemente al carácter nervioso de las abejas empleadas.

El número de visitas encontrado fue en promedio de 23 visitas por flor el primer día de la antesis, y de seis en el segundo día de antesis.

Aunque el pecoreo se inició con las flores masculinas, la mayor actividad se presentó paralelamente con flores masculinas y femeninas, en las horas de mayor flujo de néctar, entre las 8:30 y las 12:00 am. En consecuencia, la actividad polinizadora coincidió con la mayor actividad de pecoreo y flujo de néctar.

No se evidenció que hubiera pecoreo sólo de polen, en cambio las abejas mostraron un comportamiento febril frente al flujo de néctar. Como el espacio entre gametos es corto, el pecoreo de néctar conlleva necesariamente a una polinización forzada.

Si con una densidad de 18.518 plantas/ha con espaciamentos de 1,20 x 0,45 m se mantiene permanentes 5 flores/planta el primero y segundo día de la antesis, el total de flores permanentes por hectárea sería de 185.180.

Asumiendo que cada flor necesita un mínimo de 23 visitas, pues se ha probado que mas de 15 visitas el primer día de la antesis son suficientes para una polinización óptima (Collison y Martin, 1980 y Pesson y Louveaux, 1984), el total de visitas requeridas para una hectárea sería de $23 \times 185.180 = 4.259.140$ visitas/ha/día.

El total de las flores debe ser polinizado entre las 8:30 y 12:00 am, es decir en 3,5 horas o 210 minutos.

Si una abeja visitó un mínimo de 7 flores por minuto, en 210 minutos visitaría 1.470 flores. En consecuencia, se necesitarían 2.898 pecoreadas durante 3,5 horas diarias para polinizar una hectárea de pepino, sin correr riesgos aparentes pues el cálculo se ha hecho sobre los valores mínimos.

Como una colmena de una cámara de cría en buenas condiciones, tiene de 2,5 a 3,0 kg de abejas (25.000 a 30.000 abejas), y de esta población el 30 a 40% son pecoreadoras, un mínimo de 7.500 pecoreadoras podrían ser suministradas. Por tanto una colmena de una cámara de cría sería suficiente para optimizar la polinización de una hectárea de pepino. La polinización manual resulta impracticable y muy costosa.

En la Tabla 1 aparecen los resultados obtenidos en el ensayo. El número de frutos producidos por planta es inferior al reportado por Bedard, (1985), quien señala en 18,82 frutos por planta, pero la producción supera el doble de la reportada por Bedard, (1985) y Pesson y Louveaux, (1984).

Se pudo constatar que la producción de polen es sólo de mantenimiento pero la de miel se incrementó en 18 decímetros cuadrados de panal, pero puede resultar aventurado pensar que corresponda al pepino, sólo la determinación del coeficiente polínico podría confirmarlo.

Sin embargo, un estimado teórico se puede calcular con los resultados obtenidos. Teniendo en cuenta que hay en promedio tres flores masculinas por una femenina, y que la producción de néctar fue de $2,6 \pm 0,8$ mg para las primeras y $1,37 \pm 0,4$ mg para las segundas el primer día de la antesis, en una hectárea habrían 46.295 flores femeninas que producirían 120,367 mg de néctar diario. Para las masculinas sería de 190.272 mg de néctar diario. Para el segundo día de la antesis, los valores serían de 40.739,6 mg y 145.829 mg para flores femeninas y masculinas respectivamente.

Para los 90 días de floración permanente habría una producción total aproximada de 48,92 kg/ha de néctar. Asumiendo una concentración mínima del 30% de azúcares, el rendimiento en miel madura sería de 16 kg. Este valor teórico se asemeja al encontrado por Collison (1976), quien encontró una producción de 19,34 kg/acre de miel.

Al finalizar el ensayo, la población del núcleo se mantuvo constante.

CONCLUSIONES

Para las condiciones del Altiplano de Pasto, una colmena de una cámara de cría, bien poblada de abejas domésticas *Apis mellifera* L. tipo federación, es suficiente para polinizar una hectárea de pepino cohombro, monoico, sembrado hidroponicamente bajo invernadero.

En las condiciones descritas, se obtiene una producción estimada de 34.623 kg/ha de pepino con óptimos índices de comercialización para exportar: 285 ± 42 gr de peso promedio por fruto y $18,2 \pm 5$ cm de longitud y completamente sanos.

La producción apícola en las condiciones del ensayo, son de mantenimiento en la producción de polen y población. La producción

de miel se estima que sea de 16 kg/ha como excedente.

La caracterización de la antesis, el pecoreo y la polinización de la flor del pepino, fueron las siguientes:

El primer día de la antesis, el flujo de néctar se produjo de las 7:00 am a las 15:30 pm, y es el mas importante. El flujo se inicia en las flores masculinas.

El primer día de la antesis, la producción de néctar en las flores femeninas fué de $2,6 \pm 0,8$ mg y de $1,37 \pm 0,4$ mg en las masculinas.

En promedio se abren cinco flores diarias por planta.

La mayor actividad de pecoreo se realiza entre las 8:30 y las 12:00 am, con 7-8 visitas por minuto y un promedio de 23 visitas por flor. La actividad del pecoreo esta principalmente dirigida a la recolección de néctar.

La polinización es conexas al pecoreo por la proximidad de los gametos. Con una temperatura de 23°C dentro del invernadero, se lograron las condiciones óptimas de polinización, alcanzando un porcentaje de fecundación del $97 \pm 1,5$ %.

BIBLIOGRAFIA

BEDARD, R. Culture de legumes en serre. Universite Laval. Departement de Phytologie. 1985. 73 p.

COLLISON, C. H. & MARTIN, E. C. A scanning electron microscope study of cucumber nectaries, *Cucumis sativus*. Journal of Apicultural Research 14(2):79-84. 1975.

_____. The relationships of foraging activity to fruit set and shape in the pollination of pickling cucumbers, *Cucumis sativus* L. In Proceedings of the fourth symposium on pollination. Maryland. Apicultural Abstracts 31(2):131. 1980.

COLLISON, C. H. The interrelationships of honey bee activity foraging behavior, climatic conditions, and flowering in the pollination of pickling cucumbers, *Cucumis sativus* L. Ph. D. Disertation, Michigan Univ. 1976. 268 p.

FAO. Cucurbitáceas. Manuales para educación agropecuaria. Area: Producción Vegetal 18. México, Trillas, 1987. 56 p.

KOCHETOV, A. & CHEREVKO, Y. Biology of flowering and honeybee pollination in cucumbers grown under plastic in the Yakut, URSS. Apicultural Abstracts 32(3):233. 1981.

PESSON, P. et LOUVEAUX, J. Pollinisation et productions vegetales. Paris, INRA, 1984. 706 P.

PETTINGA, J. et HENSELS, L. Pollination of gherkins in glasshouses, Holland. V Symposium International sur la pollinisation. Versailles, Paris, INRA, 1983. pp. 297-300.

PROST, J. Apiculture. Bailliere. 3 ed. Paris, s.e., 1972. 446 p.

RAPP, R. The effect of pollination by honeybees *Apis mellifera* L. on cucumber C.V. "Delila" seed production. Thesis M. Sc. Hebrew University of Jerusalem, Rehovot Israel, s. f. 71 p.