

## POLINIZACION ENTOMOFILA DE LA UVILLA (*Physalis peruviana* L.)\*

Carlos A. Mosquera Quijano<sup>†</sup>

### RESUMEN

De agosto de 2000 a septiembre de 2001, en el Centro de Investigaciones Agrobiológicas (CIAB-BOTANA) de la Universidad de Nariño y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA-OBONUCO), ubicadas en el Municipio de Pasto (Nariño, Colombia) a 2820 msnm, con una temperatura media de 13°C y una precipitación media anual de 840 mm, se realizó el presente trabajo, con el objeto de identificar los polinizadores entomófilos más eficientes de la uvilla (*Physalis peruviana* L.).

Con base en el Apiario del CIAB-BOTANA se empleó un análisis melisopalínológico y palínológico para medir la incidencia de las abejas domésticas (*Apis mellifera* L.) en la polinización de la uvilla y en campo se coleccionaron los principales polinizadores. Se encontró que una colmena tipo Langstroth con una colonia de 2 kg de abejas domésticas son las más eficaces y eficientes polinizadoras por cada hectárea de uvilla.

**Palabras clave:** *Physalis peruviana*, *Apis mellifera*, melisopalínológico, polinizadores, Langstroth.

### SUMMARY

This research project was carried out from August 2000 to September 2001, in the Agro-biological Research Center (CIAB-BOTANA) of the University of Nariño and the Colombian Corporation of Farming Research (CORPOICA-OBONUCO),

\* Línea de Investigación. Producción de frutales andinos. VIPRI. Universidad de Nariño. Pasto. Colombia.  
<sup>†</sup> Profesor Titular. Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia. E-mail: mosquerc@col2.telecom.com.co; mosquerac@hotmail.com

situated in the Municipality of Pasto, Nariño, Colombia at an altitude of 2820 metres above sea level, with an average temperature of 13°C and an average annual rainfall of 840 mm. The purpose of the project was to identify the most efficient insect pollinators of *Physalis peruviana* L. On the basis in of the beehive section of the CIAB-BOTANA an analysis of the pollen was used to measure the incidence of the domestic bee (*Apis mellifera* L.) in the pollination of *Physalis peruviana* L. and, in the field, the main pollinators were collected. A Langstroth beehive with a 2 Kg colony of domestic bees was found to be the most efficient for pollinating each hectare of *Physalis peruviana* L.

**Key Words:** *Physalis peruviana* L., *Apis mellifera* L., meli-palinogical, pollinators Langstroth.

### INTRODUCCION

En general, la polinización entomófila de las plantas pertenecientes a la familia de las solanáceas es baja, debido a la poca preferencia que los polinizadores tienen por la mayoría de ellas. Son claras excepciones el género *Datura* y el tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*). En el contexto mundial de la flora apícola, de esta familia, solo se tiene información del tabaco (*Nicotiana tabaco*) (Crane y Walker, 1983).

Poco se conoce de la polinización de la uvilla, y se asume que la polinización está asegurada en forma natural, sin embargo, es necesario considerar integralmente los factores que favorecen la polinización. Como una aproximación a esta especie, se tomó como referente el tomate de carne (*Lycopersicon esculentum*) para abordar el tema de la mejor manera, por cuanto en esta última se ha desarrollado una amplia investigación en el tema.

La identificación de los insectos polinizadores de la uvilla permitirá conocer las prácticas agronómicas más adecuadas que conduzcan a optimizar la calidad del fruto y sus semillas, así como el logro de cruzamientos eficaces.

Una deficiente polinización en uvilla, puede enmascarar diferentes problemas agronómicos y afectar sensiblemente la calidad de los frutos y semillas. Solamente la comparación de diferentes métodos de polinización controlada o inducida pueden despejar las dudas sobre la mejor opción.

Los problemas en la polinización, pueden deberse a muchos factores, y el conocimiento de los mismos facilita hacer los correctivos necesarios, entre los factores que se asumen a priori, se pueden mencionar los siguientes:

- Se desconoce la preferencia relativa de los polinizadores de la uvilla,
- No están definidas las condiciones climáticas para una buena autopolinización.
- El uso de vibradores en uvilla no ha sido reportado,
- La antésis efectiva no ha sido definida.

La caracterización de estos factores servirán de base para implementar una buena polinización en uvilla, que en últimas se traduce en términos de calidad y competitividad, elementos éstos que deben acomodarse a las normas ISO 9000, al Manejo Total de Calidad (TQM), etc. (CONVENIO SENA-REINO UNIDO, 1996).

**La polinización en tomate (*Lycopersicum esculentum*).** Numerosas pruebas llevadas a cabo en invernadero han mostrado claramente que el tomate es autoestéril. Sin embargo, si se sacuden los racimos de flores manualmente con ramas, o con vibradores, se desprenden los granos de polen de las anteras y llegan a los estigmas, alcanzando la fecundación. Para conseguir cada semilla de tomate se necesita un grano de polen, así que para obtener un tomate normal se necesita que varios cientos de granos de polen entren en el ovario. Muchos investigadores citados por ORTEGA, 1987, han experimentado diferentes tipos de vibradores para conseguir la polinización, (Bouquet, 1924, Beattie, 1939, Cottrell-Dormer, 1945, Kerr y Kribs, 1945, Hoffman, 1958, Moore, 1968, Witter y Honna, 1969, etc.). Uno de los factores que más favorece la autopolinización en el tomate es el largo período de receptividad de los estigmas, que se calcula entre los dos días anteriores y los ocho posteriores a la antésis o rotura de los sacos polínicos (Ortega, 1987).

White (1918) encontró grandes diferencias de unas a otras variedades en las respuestas a los vibradores. Wenholz (1933) comprobó que las variedades que tienen el gineceo más corto que los estambres se adaptan mejor a los vibradores que aquellas cuyos gineceos son más largos que los estambres, los dos autores son citados por Ortega, 1987.

Según Ortega, (1987), Fletcher y Gregg (1907) comprobaron que las flores

locundadas con uno a cinco granos de polen producían frutos pequeños y deformes, y recomendaban más cuidado en los trabajos manuales de polinización. En grandes plantaciones a cielo abierto, la colaboración de las abejas es más eficaz y en ocasiones resulta imprescindible. Ellas saben el momento en que el grano de polen esta fértil, y están sobre ello continuamente, a lo largo de toda la floración, para ir fecundando las flores a medida que van madurando (Ortega, 1987).

Según Bedard, 1987, en los cultivos de tomate de carne los vibradores deben emplearse varias veces durante el tiempo de la antésis, en donde la temperatura ambiente juega un rol muy importante en la liberación del polen. Por debajo de 18.3 °C hay tendencia a retardar la liberación, mientras que a 21.1 °C se obtienen los mejores resultados. Por encima de 32.2 grados se produce una polinización débil. El polen es liberado en abundancia entre las 10 y 14 horas luego de una buena insolación. Como una alternativa a los vibradores, se pueden emplear chorros de aire o asegurar el movimiento permanente de brochas plásticas. Esta operación encarece bastante los costos de producción, y debe por tanto buscarse otras alternativas tales como la polinización entomofila.

Neiswander (1954) citado por Ortega 1987, en Ohio llevó a cabo las siguientes experiencias. Tomó dos invernaderos y colocó en el A una colmena, y en el B no. Posteriormente trató la mitad de la superficie de cada uno de ellos con un vibrador eléctrico obteniendo los siguientes resultados:

	Tratamiento	Nº Frutos/Planta	Peso gr. / Fruto	Peso En Kg. / Planta
Invernadero A	Solo con abejas	27,1	159	4,3
	Con abejas y vibrador	29,4	170	5,0
Invernadero B	Con vibrador	26,41	145	3,8
	Sin vibrador ni abeja	28,5	88	2,5

Como puede observarse las abejas se mostraron mejores polinizadoras que los vibradores, si bien, con la suma de los dos agentes polinizadores se obtuvieron los mejores resultados.

Se debe tener en cuenta que las abejas trabajan mal en invernadero, ya que muchas se golpean contra las paredes de cristal, se atontan, y muchas incluso mueren.

**Los mecanismos de la polinización.** En el proceso de la polinización, el polen emitido desde el saco de las anteras llega a los estigmas receptivos, donde germinan para alcanzar la fertilización. El polen puede ser de la propia flor, o de otras, de la misma variedad o de otras variedades, resultando diferentes clases de polinización, entre las más importantes se destacan las siguientes: la autopolinización, la polinización cruzada, la autoesterilidad, la autofertilidad y la semiautofertilidad. En la mayoría de los casos el pecoreo del polen es conexo a la polinización.

En las plantas monoicas y dioicas, la polinización cruzada es obligada, sin embargo, con el desarrollo de variedades partenocarpicas, la polinización tiene un efecto adverso, produciendo malformaciones y otros problemas similares, tal es el caso de pepino cohombro (*Cucumis sativus*) cultivado bajo invernadero.

Cuando la abeja atraída por el aroma de las flores producido por las osmóforas, o por los azúcares de los nectarios, o la emisión UV de las pecas nectariales, o por efecto de las feromonas, etc., ésta se introduce hasta el opérculo del nectario, y en su afán de pecoreo, mueve profusamente los estambres, los cuales abren las tecas para la salida del polen, el cual cae en gran parte sobre el cuerpo de la abeja pegándose en las cerdas que cubren todo su cuerpo.

Cuando el androginóforo tiene próximas las estructuras reproductivas, la polinización será también profusa, sin importar sobre que gameto se ejerza el pecoreo.

**La polinización entomófila.** La polinización es el factor más crítico en la calidad de frutos y semillas. Permaneciendo constantes los demás factores, el menor rendimiento y la presencia de frutos inferiores, son signos de una inadecuada polinización. Por el contrario, una buena apariencia y tamaño, significan una buena polinización.

Para la mayoría de los frutales, como un buen indicativo, se ha estimado un promedio general de una abeja polinizadora por cada 100 flores en antésis efectiva (Mc Gregor, 1976).

La polinización entomófila se presenta generalmente para los pólenes pesados y pegajosos, característicos de los frutales, por el contrario, los pólenes livianos como el maíz, tienen polinización anemófila (Pesson y Louveaux, 1984).

Las *Apis spp* y las *Trigonas spp* polinizan el 84 -100% de las plantas de frutos y semillas y 2/3 de los polinizadores de las mismas son las meliponas (Crane y Walker, 1983).

Para caracterizar los mejores insectos polinizadores, Mc.Gregor, 1932, establece una clasificación ascendente así:

1. Insectos lampiños (poco eficientes),
2. Abejas solitarias (presentan muchas cerdas en el cuerpo pero bajo número de polinizadoras),
3. Abejorros (posee muchas cerdas, son muy activos, acopian bastante polen, pero son pesados y voluminosos, por tanto, poco efectivos para flores pequeñas),
4. La abeja doméstica, (*Apis mellifera* L) se considera la ideal, por sus características especiales de excelente polinizador, por el número de pecoreadoras que ofrece y por su organización social. En condiciones normales, una colonia recolecta hasta 150 kg/año de miel y 35 kg/año de polen.

La abeja doméstica como polinizador, responde en forma diferente a cada planta, atendiendo a varios parámetros a saber: necesidades de la colonia (néctar, polen, propoleos, agua, etc.); especialidad de la planta (néctar, polen, etc.); tamaño, color, olor y forma de las flores, etc. La fuente de néctar principal está definida por el número de flores, no por la cantidad de néctar de cada flor.

El color violeta a longitudes de onda de 400 a 420 nm es el color que las abejas recuerdan con mayor rapidez, una sola recompensa en néctar o polen es suficiente para que se produzca una alta frecuencia de elecciones correctas.

El color verde-azulado se aprende lentamente. Las abejas pueden aprender dos colores a la vez y pueden distinguirlos de entre los demás, pero si se

recompensa más de dos colores simultáneamente, ya no diferencian entre ellas (Menzel y Erber, 1978).

Para Walton, 1997, la rusticidad y la variación fenológica de las plantas melíferas marcan la diferencia a la hora de la preferencia floral de las abejas. Para todos los casos de polinización, una legislación sobre manejo de plaguicidas, debe ser implementada, Colombia, aun no la tiene (CRANE, E. y WALKER, P. 1983).

**Condiciones climáticas para la polinización.** El manejo de la polinización inducida se basa fundamentalmente en el calendario fenológico de las plantas a polinizar (Ortega, 1987). A su vez, las fases fenológicas de las angiospermas dependen fundamentalmente del clima. Los parámetros climáticos influyen en su conjunto tanto para la colonia de abejas como para el flujo de néctar y polen de las plantas.

A 10°C las abejas consumen el mínimo de alimento, por debajo de esta temperatura, consumen más alimento y se presentan problemas de limpieza al interior de la colmena (deyecciones).

En general, para la mayoría de las plantas, hay una correlación positiva entre el flujo de néctar y las temperaturas próximas a los 18°C, esta correlación es débil en épocas secas. El número de abejas por metro cuadrado, y el número de flores con néctar, presenta igualmente una alta correlación positiva. A medida que la temperatura baja hasta los 10°C y/o con lluvias, las visitas son mínimas. En estos casos, aunque la presencia de néctar sea abundante, el contenido de azúcares es bajo y por tanto el de visitas también. El tiempo de las visitas disminuye a medida que baja la temperatura, pero por encima de los 30°C, la colonia se desestabiliza (Chauvin, 1968).

La humedad relativa es el segundo parámetro en importancia, pero la variación es grande según el tipo de plantas y los demás factores con que interactúan. Para un gran número de plantas, la humedad relativa cercana al 40% es suficiente para un normal flujo de néctar.

La velocidad del viento es también determinante para el flujo de néctar y la deriva de las abejas. A más de 10 km/hora, los procesos micro climáticos de la colonia son afectados, y sobre los 20 km/hora la mayoría de las flores afectan

el flujo de néctar. El proceso anemotáxico se aminora cuando la velocidad del viento es alta, intermitente y cruzada. La radiación solar, influye directamente sobre el flujo de néctar, aumentando su volumen y concentración de sucrosa (Chauvin, 1968).

El objetivo principal de esta investigación fue identificar los principales polinizadores entomófilos de la uvilla y los factores concomitantes a la polinización, en el contexto de la granja de Botana y CORPOICA en el municipio de Pasto.

## METODOLOGIA

**Localización de la investigación.** El presente trabajo se realizó en el Centro de Investigaciones Agro-Biológicas CIAB, de la Universidad de Nariño, ubicado en la vereda Botana, y en CORPOICA en la vereda de Obónuco, Municipio de Pasto, Colombia. En la segunda zona solo se evaluaron los polinizadores de la uvilla.

Se trabajo sobre sendos cultivos de uvilla con 50 materiales en estudio, para un total de 600 plantas, durante agosto de 2000 a septiembre de 2001.

**Trabajo de campo.** De cada material se tomaron dos plantas al azar para determinar los siguientes parámetros:

- Orientación y posición de las flores.
- Antésis (Duración en número de días; hora del día; relación del número de flores vs el número de flores en antésis efectiva; flujo de néctar; pecoreo de néctar y polen).
- Polinizadores entomófilos (número, duración del pecoreo (segundos); especialidad (néctar, polen o ambos).

También se hizo un muestreo de miel y polen del Apiario de Botana.

**Trabajo de laboratorio.** Para conocer los diferentes polinizadores de la uvilla se emplearon la observación y se recolectaron con frasco succionador los insectos encontrados durante un año, tanto en el cultivo de Botana como CORPOICA, posteriormente se llevaron al laboratorio de entomología de la

Universidad de Nariño para su clasificación.

Paralelamente se tomó la información meteorológica de la zona de Botana para complementar y correlacionar la polinización.

**Polinización inducida con abejas domésticas (*Apis mellifera* L.).** Se empleó para el muestreo las 6 colmenas del programa de apicultura ubicadas en Botana. Este parámetro no se evaluó en CORPOICA. En forma aleatoria se muestrearon tres marcos de miel y polen por colmena, tomando cinco alvéolos en las dos diagonales de cada marco muestreado. Para el caso de la miel, se emplearon alvéolos sin opercular hasta completar 10 ml de miel.

La miel y el polen recolectados en los meses de julio y diciembre de 2001 corresponden a las épocas precedidas de mayor floración, estas muestras se sometieron a un análisis melisopalinológico y palinológico respectivamente, para conocer el nivel de preferencia de las abejas sobre la uvilla, en los diferentes cultivares y caracterizar el polen.

**Análisis melisopalinológico.** Para el análisis melisopalinológico se empleó el método propuesto por Demianowicz (1977) que se enumera a continuación:

1. De cada muestra se toman 20 ml de miel en tubos de ensayo previamente rotulados,
2. En un tubo de ensayo se colocan 5ml de miel y se completa con agua destilada hasta 10 ml,
3. Se agita hasta completa disolución,
4. Se centrifuga a 3000 rpm durante 5 minutos,
5. Se repite la centrifugación,
6. Se elimina el sobrenadante y se deja 0,1 ml del contenido,
7. Se agrega 0,1 ml de tinción acetocarmin,
8. Se mezcla lentamente,

9. Con la ayuda de una micropipeta se coloca una gota de la mezcla sobre la placa de newbauer, se cubre con un cubreobjetos para observar al microscopio con aumento 20x.

10. Se toman microfotografías

Los numerales 9 y 10 se modificaron colocando la mezcla sobre un cubreobjetos y se observó al microscopio con una rejilla micrométrica (de 100 placas) para hacer el conteo de granos de polen de uvilla y extrapolarlo para calcular el coeficiente polínico (número de granos de polen de uvilla por gramo de miel muestreada).

El coeficiente polínico se calculó con base en la fórmula propuesta por Demianowicz (1977):

$$\text{No. granos de polen/ml miel} = \frac{\text{No. granos contados en placas} \times \text{Dilución} \times 10}{\text{No. placas contadas}}$$

Para el análisis palinológico se muestrearon alvéolos con polen sin apelmazar.

Paralelamente, se determinaron los siguientes parámetros:

- Antésis efectiva: hora, condiciones climáticas (recorrido del viento, humedad relativa, temperatura, mínima, máxima, promedio).
- Polinizadores presentes: especialidad (néctar, polen, néctar y polen, nectaros extraflorales).

Los datos se sometieron a una análisis de estadística descriptiva (promedio, desviación estandar y rango), a pruebas de hipótesis y otros se expresaron en porcentaje. Para todos los casos se empleó el programa STATGRAPHICS, versión 2.6.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Caracterización de la antésis en uvilla (*Physalis peruviana* L.) La antésis efectiva en uvilla se manifiesta por la apertura de las tecas y salida abundante del polen

maduro, especialmente el primer día de la antésis y cuando la temperatura de la planta es cercana a los 16°C.

La orientación de las flores en la uvilla no tienen un patrón común, y se orientan en cualquier dirección, pero es poco frecuente que se orienten hacia arriba. De otra parte, la posición de las flores en la planta, es igualmente irregular y un buen número se encuentran ocultas bajo el follaje. En todos los casos, la antésis efectiva fue uniforme ( $P > .05$ ).

El número de flores fue muy variable entre las repeticiones de un mismo material de uvilla, como entre los 50 materiales evaluados. Igual caso ocurrió con la relación del número de flores en antésis efectiva vs el número total de flores en antésis o flores abiertas. Esta gran variabilidad se debe posiblemente a las características genéticas de la uvilla, ya que los demás factores concomitantes permanecieron constantes, tales como: humedad del suelo, humedad relativa, temperatura, fertilización y riego, labores culturales, etc (Tabla 1).

**Tabla 1. Relación del número promedio de flores/planta en antésis VS el número promedio de flores/planta en antésis efectiva, para evaluar la actividad de la polinización con abejas en plantas de uvilla (n = 10) (Septiembre de 2000 – Septiembre de 2001).**

MES												
S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
7/3	8/3	11/5	11/4	10/3	7/3	10/4	18/6	22/7	22/6	20/6	11/3	10/3

La duración de la antésis efectiva se estimó en dos días ( $P > .05$ ), para la mayoría de los materiales de uvilla, y al parecer el clima, principalmente la temperatura, es el factor más limitante.

La hora en que se presenta la antésis efectiva está entre las 9:00 a.m. y las 4:00 p.m., donde de manera análoga la temperatura es el factor más dominante.

No se encontraron nectarios extraflorales.

**Identificación de los insectos polinizadores de la uvilla.** Por el número de pecoreadoras y cubrimiento de la polinización se encontró que la abeja doméstica *Apis mellifera* L., es el principal pecoreador y polinizador de la uvilla. De menor importancia fueron: *Xilocopa* sp, *Bombus* sp., la mosca doméstica y otros dípteros. También se encontró un número considerable de tijeretas (Dermaptera –Forficulidae) que son ampliamente reconocidas como consumidoras de polen, pero se desconoce su aporte como polinizadoras efectivas.

Se pudo evidenciar que en eficacia y eficiencia la abeja doméstica es el mejor polinizador de la uvilla, en la Tabla 2, se consignan la frecuencia y el tiempo de pecoreo:

**Tabla 2. Frecuencia del tiempo de pecoreo del néctar de la flor de la uvilla en Botana y Obonuco de agosto de 2000 a septiembre de 2001 (n=10 plantas).**

CLASE Segundos	FRECUENCIA ABSOLUTA Número	
	ABEJAS	OTROS
<2	7	1
3-6	6	2
7-10	5	1
11-14	4	1
15-18	2	1
19-22	1	0
23-26	1	0
27-30	1	0

Donde: ABEJAS = *Apis mellifera* L.

OTROS = *Xilocopa* sp, *Bombus* sp., Dípteros, tijeretas.

El número de visitas a una misma flor en antésis efectiva hecha por las abejas domésticas durante una hora y para n = 50 flores tuvo un promedio de  $4,5 \pm 2.05$  con un rango de 0 – 8 visitas. Teniendo en cuenta que la antésis efectiva tiene una duración promedio óptima de 7 horas diarias (9 a.m. a 4 p.m.), en dos días que dura la antésis efectiva una flor recibiría teóricamente un promedio de 31.5 visitas, valor que supera a la planta más exigente en polinización entomofila que

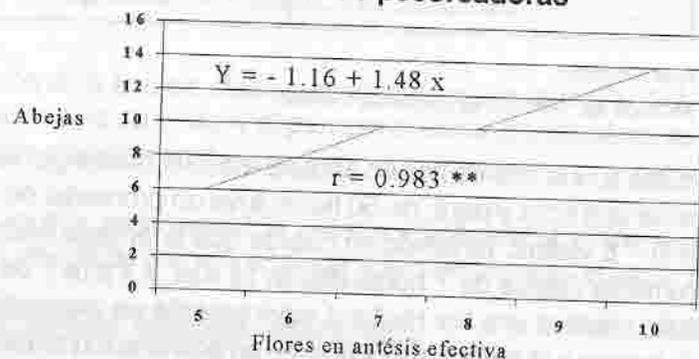
es el melón *Cucumis melo* L. con 28 visitas, planta que además es monóxica y por tanto más dependiente de la polinización cruzada (MOSQUERA, 1992). Este valor afianza aún más la eficacia de la polinización de la uvilla con abejas domésticas.

La diferencia en la calidad de la polinización, de la abeja doméstica con los otros polinizadores, no solo está definida por el tiempo de pecoreo, sino por la forma como abordan la flor. La abeja doméstica ejerce el pecoreo en forma más ordenada y sistemática, es también delicada y precisa en su labor, *Xilocopa* y *Bombus* en cambio, el pecoreo lo hacen más aleatorio, desordenado y brusco, lo que permite que una gran cantidad de polen caiga al suelo, y finalmente el factor más determinante es el número de pecoreadores. Por la misma organización social, y el manejo artificial de los Apiarios, con abejas domésticas se asegura el número de pecoreadoras necesarias, lo que no sucede con los otros polinizadores.

Se encontró una relación directa entre el número de flores en antésis efectiva y el número de polinizadores, con un coeficiente de correlación de 0,96\*\* ( $P > .01$ ) (Ver Figura 1.). Este valor resulta importante para la planeación de la polinización inducida con abejas, toda vez que un estimativo del número de flores por hectárea definirá el número de colonias de abejas que deben ubicarse cerca del cultivo.

**Características de la polinización con abejas domésticas en uvilla.** La ubicación del Apiario del CIAB a 200 m de distancia del cultivo resulta suficiente para proveer un buen número de pecoreadoras, las cuales visitan profusamente las flores de uvilla principalmente entre las 9:00 a.m. y las 2:00 p.m. siempre que la temperatura ambiental este por encima de 15°C. Al parecer el pecoreo

**Figura 1. Relación del número de flores en antésis efectiva vs el número de pecoreadoras**



del néctar se realiza mayormente en la mañana, mientras que el polen durante el día (9:00 a.m. hasta 4:00 p.m.) y principalmente en la tarde. Este comportamiento, permite inferir que una buena antésis efectiva está antecedida por una buena acumulación de calor, en cambio, el flujo de néctar no es tan exigente en la temperatura acumulada, este comportamiento ha sido también expresado por Pesson y Louveaux, 1984.

El área de pecoreo del polen de las flores de uvilla en antésis efectiva, tuvo un promedio estimado de  $68,2 \pm 22,4\%$ , con un rango de 0-95% para  $n=50$  plantas, y con  $P > .05$ . Con base en este resultado, se puede afirmar que el pecoreo está dirigido tanto al néctar como al polen de la flor, y en el segundo caso sin esquilmar completamente las anteras, en ambos casos, es un proceso conexo a la polinización. Generalmente el cepillado del polen adherido a las cerdas, y la manipulación del mismo con los palpos labiales y maxilares, la abeja lo realiza volando en forma suspendida muy cerca de los carpelos de la flor pecoreada, entonces lo apelmaza con las mandíbulas y lo coloca en las cestillas de las tibias del tercer par de patas.

También se determinó que cuatro flores en antésis efectiva son suficientes para llenar las tibias de una abeja con polen, lo que significa, que la uvilla se puede clasificar como planta polínifera, lo que a su vez, garantiza una buena polinización. Durante la investigación no se encontraron malformaciones que indicaran una deficiente polinización, en ninguno de los 50 materiales de uvilla evaluados.

La orientación y posición de las flores no afectaron la eficacia y eficiencia de la polinización. Las flores aparentemente escondidas en el centro inferior de la planta, o aquellas ocultas por el follaje, fueron igualmente polinizadas ( $P > .05$ ), esto se debe probablemente, a que las osmóforas y/o el color de las flores son fácilmente identificadas por las abejas, ya que esta es una cualidad propia de las abejas domésticas como lo afirman Menzel y Rever, 1978.

El coeficiente polínico encontrado fue de 250 en julio y 193 en diciembre de 2001 correspondiente a la uvilla y en donde el espectro polínico fue muy variado y sin presentar dominancia alguna. La proporción del polen de la uvilla con respecto al espectro polínico fue de aproximadamente 1/8 (12.5%).

Este valor y proporción encontrados para la uvilla, permiten inferir que las abejas tienen una buena apetencia por el polen de la uvilla, toda vez, que el lote de 600

plantas en el área de influencia del Apiario es pequeño. Si se tiene en cuenta que monocultivos políniferos con buena polinización inducida presentan un coeficiente polínico de 5000 a 7200, los valores encontrados en uvilla, no son un buen referente, sin embargo, monocultivos extensos de uvilla, con base en los resultados obtenidos, podrían acercarse a dichos valores, en tal sentido, Demianowicz 1977 y otros autores se aproximan a esta apreciación.

Desde el punto de vista apícola, los valores encontrados demuestran que hay pocas fuentes de polen en la zona de estudio. El análisis palinológico determinado a partir de las reservas de polen de las colonias de abejas muestreadas, no mostró diferencias estadísticas significativas con los valores determinados en el análisis melisopalinológico.

**Correlaciones climáticas de la polinización entomófila de la uvilla.** El recorrido del viento como la humedad relativa no afectaron la antésis efectiva ni la polinización, pero la temperatura por debajo de los 15 °C es un factor limitante en la zona de Botana (Ver Anexo A). Se pudo evidenciar altos niveles de pecoreo por encima de 16 °C y una actividad frenética cuando superaba los 18 °C. En el contexto climático de Botana, las características mencionadas son muy variables, pero los meses de enero y agosto la temperatura media diurna tiende a ser fría e insuficiente para una buena antésis efectiva, la polinización y las actividades internas de las colonias de abejas, este comportamiento es también reportado por Ortega, 1987.

**Cálculo de la polinización inducida de la uvilla con abejas domésticas.** Teniendo en cuenta que el mayor número de flores en antésis efectiva encontrado en esta investigación es en promedio de 7 flores/planta (Ver Tabla 1), para una densidad de siembra de 2.500 plantas/ha se tendrían 17.500 flores/ha en antésis efectiva y por tanto susceptibles de ser polinizadas. Como el mayor flujo de néctar y polen se da en las primeras horas de antésis efectiva, los cálculos se harán con base en 7 horas de antésis efectiva (9:00 a.m. a 4:00 p.m.).

Para un pecoreo promedio de 10 seg/flor (Ver Tabla 2), más 005 minutos para el alistamiento y transporte del polen hasta la colonia (reportado por MOSQUERA, 1994, para el mismo lugar y condiciones), en cuatro flores una abeja emplearía 160 seg, en consecuencia el tiempo total destinado por una abeja para la polinización de una flor es de 40 seg, y en 7 horas de actividad polinizaría 630 flores de uvilla, para 17.500 flores/ha durante un día, se

necesitarían 28 abejas pecoreadoras de polen en condiciones climáticas ideales.

Como una colmena tipo Langstroth de una cámara de cría, bien poblada tiene una colonia de dos o más kilogramos de abejas (10.000 abejas/kg), y de este número el 15% aproximadamente son solo pecoreadoras de polen (sin contar las pecoreadoras de néctar cuya actividad también es conexas a la polinización), es decir 3.000 abejas, serían suficientes para polinizar una hectárea de uvilla. Este valor es también reportado para la mayoría de los frutales (Pesson y Louveaux, 1984).

## CONCLUSIONES

En la zona de Botana la antésis efectiva en las flores de uvilla se presenta de las 9:00 a.m. a 4:00 p.m. y dura dos días aproximadamente, y donde el factor climático más incidente es la temperatura por encima de 15 °C.

En el contexto de Botana y Obonuco, el mejor polinizador entomófilo de la uvilla es la abeja doméstica (*Apis mellifera* L.), y una colmena tipo Langstroth es suficiente para polinizar una hectárea.

## BIBLIOGRAFIA

BEDARD, ROGER. Culture des legumes en serre. Universite Laval, Quebec, Canada, 1987. 73 p.

CHAUVIN, R. Traité de Biologie de l'abeille. Paris, Masson et Cie. 1968. 434 p.

CRANE, E. And WALKER, P. The impact of pest management on bees and pollination. IBRA, London, 1983. 209 p.

CONVENIO SENA -REINO UNIDO. Competitividad en frutas. Memorias del Primer Simposio Internacional de Post-Cosecha. 19 y 20 de sep. De 1996, Armenia, Colombia. 277 p.

DEMIANOWICZ, Z. Influencia de la población de la colmena en el espectro polínico de la miel de colza. In Simposio Internacional de Flora Melífera. Budapest, Hungría, Apimondia, 1977. pp. 201-206.

- McGREGOR, S. La apicultura en los Estados Unidos. México, Limusa, 1974. 159 p.
- McGREGOR, S. Insect pollination of cultivated crop plants. Washington, D.C., USDA, 1976. 425 p.
- MENZEL, R. y ERBER, J. Aprendizaje y memoria de las abejas. *Scientific American. Investigación y Ciencia*. Barcelona, No. 4 1978. 56 p.
- MOSQUERA Q. CARLOS A. Polinización forzada con abejas *Apis mellifera* L., del pepino cohombro *Cucumis sativus* L., cultivado hidropónicamente bajo invernadero, en el Altiplano de Pasto. *Revista de Ciencias Agrícolas* vol., 11, Nos. 1-8 1989-1992 pp. 56-65. Pasto, 1992.
- MOSQUERA Q. CARLOS A. Estudio de la antésis en curuba (*Passiflora mollissima* (H.B.K.) Bailey) conducente a la optimización de la calidad del fruto mediante la polinización inducida con abejas (*Apis mellifera* L.). Tesis de promoción para optar a la categoría de profesor titular. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia. 1994. 170 p.
- ORTEGA SADA J.L. Flora de interés apícola y polinización de cultivos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid 1987. 149 p.
- PESSON, P. et LOUVEAUX, J. Pollinisation et productions vegetales. Paris, INRA, 1984. 706 p.
- WALTON, G. Beekeeping development programmes in the tropical & sub-tropical pacific in beekeeping in rural development. IBRA. London, 1977. 196 p.