



---

## **OBSERVACIONES DE LA POLINIZACIÓN Y FENOLOGÍA REPRODUCTIVA DE *Brassia cf. antherotes* Rchb.f. (ORCHIDACEAE) EN UN RELICTO DE SELVA SUBANDINA EN LA RESERVA NATURAL LA MONTAÑA DEL OCASO EN QUIMBAYA, QUINDÍO (COLOMBIA)**

**N. Ospina-Calderón<sup>1</sup>, M. Diazgranados-Cadelo<sup>2</sup>, P. Viveros-Bedoya<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Colombia, Diag. 57A No. 24-69 Bogotá D.C.

<sup>2</sup> Departamento de Biología, Saint Louis University, 3507 Laclede Ave.,

St. Louis, MO 63103-2010, Missouri, USA

<sup>3</sup> Universidad del Quindío, Universidad Tecnológica de Pereira & Universidad de Caldas. Investigadora de visita University of Florida Herbarium (FLAS), Florida Museum of Natural History, 379 Dickinson Hall, PO Box 110575, Gainesville, FL 32611-0575 USA: nhora\_helena@yahoo.com, pviveros@flmnh.ufl.edu, mdiazgra@slu.edu

### **RESUMEN**

Si bien para algunas especies del género *Brassia* se ha reportado el síndrome de polinización por engaño, específicamente para *Brassia antherotes* no existían estudios. Por esta razón, se observó la fenología reproductiva de *B. antherotes* en una selva relictual en Quimbaya, Quindío. La población estudiada constó de 60 individuos localizados entre los 0.5-30 m de altura sobre los forófitos. Durante 7 meses se hizo un seguimiento de la fenología reproductiva. Su floración duró aproximadamente 6 semanas, con un pico de floración masiva en la cuarta semana, y un pico de polinización en la quinta semana. El corrimiento de las fenofases corresponde a un típico caso de polinización por engaño donde existe un efecto de densodependencia entre la abundancia de flores y los eventos de polinización. El 45% de la población floreció, el 6% de las flores fueron fecundadas, pero se presentó aborto de frutos en el 43,67% de éstas. Sin embargo, el porcentaje de viabilidad de las semillas (75%) se mantuvo dentro de los rangos reportados para la familia Orchidaceae. Tanto la antesis como la emisión de aromas por los osmóforos del callo son diurnos. Las flores tienen múltiples visitantes, y aparentemente un polinizador de la familia de Vespidae.

**Palabras clave:** *Brassia antherotes*, fenología reproductiva, Orchidaceae, polinización por engaño, reserva natural La Montaña del Ocaso.

### **ABSTRACT**

For some species of *Brassia* genus has been reported the pollination syndrome by deceit. However, for *Brassia antherotes* specifically, any studies had been carried out. Therefore, reproductive phenology of *B. antherotes* in a tropical humid forest in Quimbaya, Quindío was studied. Population analyzed included 60 adult plants with a vertical distribution between 0.5 and 30 m along the phorophytes. During 7 months reproductive phenology was monitored. Blossom was observed to last approximately 6 weeks, with a blooming peak on the fourth week, and a pollination peak on the fifth week. This phenophases displacement corresponds to a typical case of pollination by deceit, where there is a density/dependence relation between abundance of flowers and pollinators visits. 45% of the population blossomed, 6% of the flowers were fertilized, but 43,67% of these aborted the fruits. Nevertheless, the percentage of seed viability (75%) was according to the range reported for the family Orchidaceae. Both anthesis and aromas emission by the osmophores of the callus were diurnal events. Flowers have multiple visitors, and apparently a pollinator of Vespidae family.

**Key words:** *Brassia antherotes*, Orchidaceae, pollination, deceit, reproductive phenology, reserva natural La Montaña del Ocaso.

## INTRODUCCIÓN

Las orquídeas conforman una de las familias más diversas y evolucionadas dentro del reino vegetal, con aproximadamente 25000 especies (Senghas, 2001). Se destacan por presentar complejas interacciones dentro de su ciclo de vida, como su relación obligada con hongos formadores de micorrizas como *Rizoctonia*, además de sistemas de polinización muy especializados (Peakall y Beattie, 1996).

Entre los más frecuentes se encuentran los sistemas de polinización por engaño. Las orquídeas han desarrollado varios tipos de polinización por engaño, basados en el mimetismo de objetos importantes en el ciclo de vida de los vectores de polen, que atraídos por el ardid de la flor, la polinizan sin obtener ningún tipo de beneficio a cambio (Arditti, 1992). Se destaca entre éstos el engaño de tipo sexual, exclusivo en la familia (Peakall y Beattie, 1996).

Para el género *Brassia* se ha descrito en algunas ocasiones el síndrome polinización por engaño reproductivo. No obstante, el registro se basó en observaciones esporádicas (Ospina, 1996; Dressler, 1993; Ortiz *et al.*, 1991; Pijl y Dodson, 1966). Se han observado machos de avispas *Pepsis* con polinarios de *B. ochroleuca* (Dressler, com. pers.) y se tomó registro fotográfico de una *Pepsis* sp. visitando *B. longissima* (Dodson, com. pers.). Sin embargo, tal información es contradictoria y no permite tener certeza sobre el mecanismo por el cual las especies del género, como *B. antherotes*, son polinizadas.

*B. antherotes* es una de las especies de alto valor ornamental, y está siendo cultivada profusamente en Colombia, donde se desarrolla como especie nativa, debido a esto, como la mayoría de especies de orquídeas en Colombia y Suramérica, están sometidas a alta presión, debido a tala y extracción en cierto grado.

En consecuencia, las poblaciones naturales están siendo afectadas sin saber en qué grado. A partir del conocimiento de la historia de vida de la especie y de su ecología de la polinización se puede generar conocimiento de base para el diseño de estrategias de conservación y explotación. Al realizar estudios fenológicos, que ayuden a determinar épocas de floración, individuos con mayor índice de fecundidad y producción de frutos, se espera obtener información relevante para diseñar dichas herramientas.

Por lo anterior, se decidió estudiar la fenología reproductiva de *B. antherotes* en una típica selva relictual en Quimbaya, Quindío, donde aún se conservan poblaciones importantes de la especie.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El estudio se desarrolló en la reserva natural La Montaña del Ocaso, localizada en la vereda El Laurel, al sur del municipio de Quimbaya y noroccidente del municipio de Montenegro, en el departamento del Quindío (Colombia). Sus coordenadas geográficas son 4° 34' 08" de latitud Norte y 75° 51' 03" de longitud Oeste. La reserva está conformada por un relicto selvático intervenido de 106 hectáreas, que presenta un rango altitudinal entre los 900-1000 m en la confluencia de los ríos La Vieja y El Roble (Villa y Vila, 2003).

La geología de la reserva está dominada por el paisaje de piedemonte constituido por depósitos volcánicos de origen glaciar, aluvial torrencial y volcánico aluvial que cubre rocas del paleozoico, mesozoico y terciario. La región está afectada por las fallas de Quebrada Nueva y Sevilla, pertenecientes al sistema de falla Romeral con

dirección predominante norte-sur (Suter, 2003). Los suelos corresponden a la Unidad Malabar con material parental de cenizas volcánicas evolucionadas. Tienen limitaciones severas para el cultivo y pastoreo, con aptitud forestal y de conservación de cuencas y vida silvestre (Agudelo, 2001).

Presenta una temperatura media de 18-24° C y un régimen de lluvias entre 2000-3000 mm de precipitación lo que determina un clima húmedo a muy húmedo. Según los datos de la estación meteorológica La Española, la reserva se encuentra bajo un régimen de lluvias bimodal, con temporadas de abundante precipitación entre marzo-mayo y septiembre-noviembre; y tiempo seco para diciembre-febrero y junio-agosto con una humedad relativa de 76% (Agudelo, 2001).

El bosque presenta una vegetación mixta con un dosel de 35 m aproximadamente (Viveros *et al.*, 2001). La reserva cuenta con un inventario de orquídeas donde se reportan 30 especies nativas, entre ellas *Brassia antherotes* (Viveros *et al.*, 2001).

### ESPECIE DE ESTUDIO

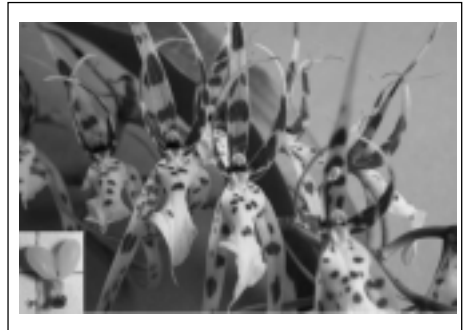
*Brassia* cf. *antherotes* Rchb.f., Gardener's Chronicle & Agricultural Gazette 12: 782. 1879.

Existe confusión respecto al nombre de la especie, para algunos autores (ej.: Dodson & Dodson 1980; Atwood & Mora de Retana, 1999; P.M. Jorguesen & S. León-Yáñez 1999; Base de datos W3Tropicos consultada 9 agosto de 2006) el nombre correcto corresponde a *Brassia arcuigera* Rchb. f.

Williams (com. Pers.), plantea que el tipo de callo observado en el labelo de la especie analizada difiere significativamente de aquel observado en flores de *B. arcuigera*,

sugiriendo análisis adicionales para clarificar la situación. Para el presente trabajo se decidió tratarla bajo el nombre de *Brassia* cf. *antherotes* Rchb.f., por ser el nombre aceptado en la base de datos W3Tropicos (Missouri Botanical Garden, consultada marzo 4, 2007).

Las plantas son epífitas, rizomatozas, con pseudobulbos aplanados y unifoliados e inflorescencias racemosas. Las flores son resupinadas, los sépalos y pétalos hasta 4 cm de largo, amarillos con guías café; labelo 3.3 cm de largo, amarillo-claro con manchas café, presentando un callo basal compuesto por 2 laminillas basales, carnosas y pubescentes de color amarillo-naranja, precedidas por dos estructuras denticuladas cada una. La columna 0.6 cm de largo, polinios 2, con estípite y viscidio (figura 1).



**Figura 1.** Fotografía de *Brassia antherotes*, (p) polinario.

Para delimitar la población de estudio se llevó a cabo un muestreo preliminar, a mediados del año 2004, donde se recorrió la vegetación mixta de la reserva en zig-zag, censando individuos de *Brassia* cf. *antherotes*. El acceso al dosel de los árboles se efectuó con equipo especializado de escalada. Se identificaron y marcaron 60 plantas sistemáticamente, a lo largo de tres recorridos o transectos dentro de la cobertura seleccionada en la reserva, constituida por bosque mixto. Además, se colectaron

flores frescas durante toda la floración, que fueron incluidas durante 4 horas en el colorante rojo neutro, obteniendo un patrón de coloración que corresponde a la disposición de los osmóforos (glándulas de aroma) dentro de las flores. Se hicieron disecciones de estas flores sobre las partes coloreadas para describir la anatomía de dichas glándulas, siguiendo los protocolos citados por Dafni (1992) y Vogel (1990). También se colectó material de referencia, que fue depositado debidamente en el Herbario de la Pontificia Universidad Javeriana (HPUJ).

Se realizaron salidas de campo posteriores para contar flores y frutos durante toda la estación reproductiva de la población (septiembre 2004 - marzo 2005). Se llevaron a cabo observaciones (muestreos) cada 3 días durante 3 meses a partir del inicio de la floración (septiembre - noviembre 2004), donde se describieron el número de flores en antesis, *set* de frutos, y se determinó el estado de la antera y el estigma, siguiendo a O'Connell y Johnston, (1998), con el fin de evaluar indirectamente los eventos de polinización en el tiempo y su relación con la abundancia de flores durante la estación. Adicionalmente, durante el pico de floración se instaló una videocámara que grabó la actividad alrededor de una inflorescencia típica por tres días, de las 9:00 a las 16:00 horas.

Cada seis semanas durante siete meses (septiembre 2004 - marzo 2005) se describió el estado del fruto, en formación o dehiscente. También se describieron y contaron las semillas de tres frutos maduros con el fin de establecer los porcentajes de viabilidad a partir de tinción con Cloruro de Trifenil Tetrazolio al 1% durante 24 horas, y con esto poder estimar la producción de embriones en la población siguiendo la propuesta de Vujanovic *et al.* (2000).

Para el análisis estadístico de la información, inicialmente se demostró la normali-

dad de los datos para todas las variables por medio de la prueba de Shapiro-Wilk. El comportamiento de los datos no siguió una distribución normal. Entonces, para encontrar diferencias en la fenología de los individuos entre las semanas de muestreo se realizó un análisis de varianza por el método multivariado del tipo MRPP (*Multi responsal permutational procedure*) basado en una matriz de similitudes (distancia Euclidea) ANOSIM (Clarke, 1993).

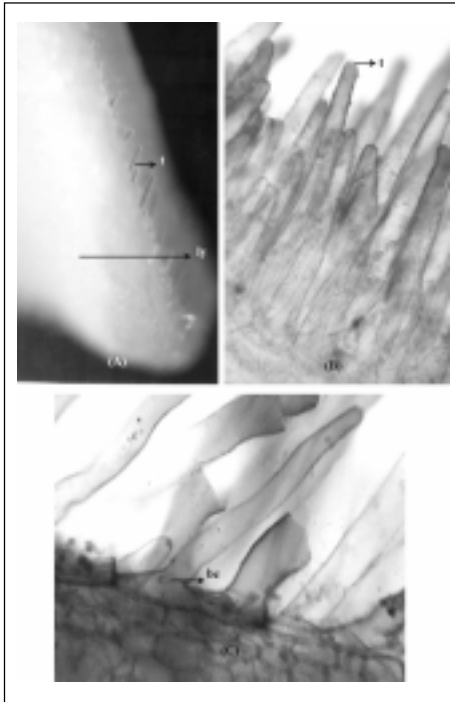
Se evaluó la fenología floral teniendo en cuenta la abundancia de flores con relación a los eventos sexuales, evidenciados a partir de la cantidad de anteras donadas y flores fecundadas en la población, para saber si la polinización se comporta de la misma forma que la abundancia temporal de flores. Se contrastaron los individuos entre sí y las semanas entre sí para encontrar las diferencias en las abundancias de flores, eventos de donación de polen y polinización (Clarke, 1993). Luego, por medio de las pruebas por pares de Wilcoxon se evaluaron las posibles diferencias entre las semanas que corresponden al pico de floración para cada una de las tres variables estudiadas: los eventos sexuales masculinos (antera ausente: AA) y femeninos (estigma cerrado: EC) y la abundancia de flores (flor en antesis: FA).

## RESULTADOS

### Anatomía floral

A partir de la coloración con rojo neutro, se observa en la epidermis del callo la presencia de tricomas glandulares que producen aromas (osmóforos). Además, alrededor de estas estructuras y sobre la columna, la epidermis presenta alta densidad de glándulas en forma de papilas (figura 2). Se colorearon botones de las dos últimas semanas antes de la antesis donde ya se evidencia la actividad glandular que continuó hasta la marchitez. A partir de los cortes realizados fue posible describir un epitelio de emi-

sión constituido por glándulas unicelulares (osmóforos) con bases aplanadas en forma de platos (figura 2) que muestran cabezas pedunculadas (figura 2b) o papiladas.



**Figura 2.** Tricomas glandulares sobre el callo en el labelo de *Brassia antherotes*. (A) Tricoma glandular (t) y laminillas (ly) del callo (10X); (B) corte de una laminilla del callo (40X) con tricoma glandular unicelular (t), aumentado 100 veces; (C) callo aumentado 400 veces, en donde se observa un tricoma con una base celular aplanada (bc).

### Frutos y semillas

Los frutos son ovalados, sin surcos, poseen tres líneas de dehiscencia que se pueden diferenciar una vez maduran. Cada cápsula madura contiene aproximadamente 25 500 semillas. Éstas son ovaladas, la testa excede el tamaño del embrión y se relaciona

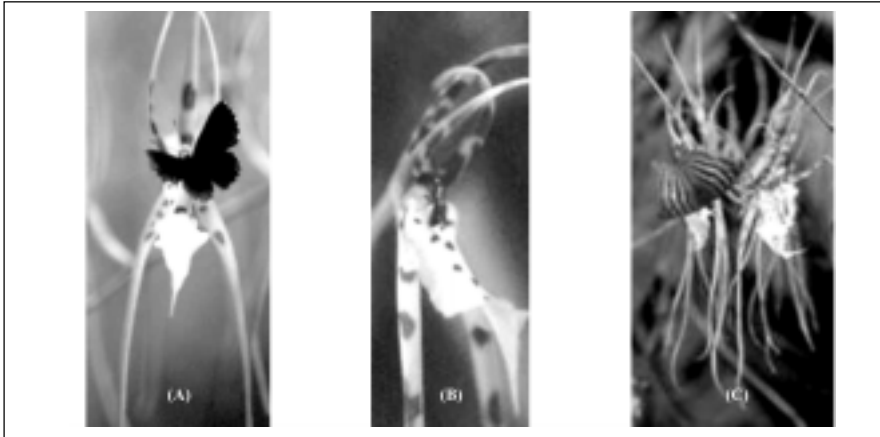
con el mecanismo de dispersión. A partir de la tinción con Cloruro de Trifenil-Tetrazolio durante 24 horas se estimó su viabilidad en un 75%.

### Fenología floral y polinización

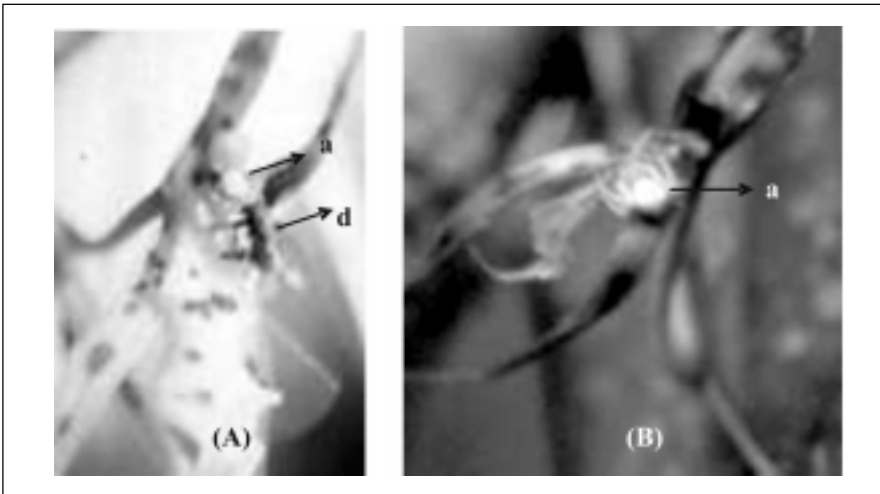
Durante las observaciones nocturnas se determinó la antesis a las 4:30 horas. La flor presenta un aroma suave hacia las 10:00 horas y éste se intensifica conforme aumentan las horas y con ellas el calor. Inicialmente las flores son de un color verde amarillento más bien pálido y conforme pasan los días se tornan más amarillas hasta naranja suave, mientras las manchas se tornan desde café a vino tinto al tiempo que las terminaciones de las partes florales se deshidratan y curvan.

Durante las seis semanas que duró la floración, cada planta se observó durante seis horas y la población durante 162 horas de las 8:00-16:00 horas. Se observaron diversos visitantes (ocho durante el pico de floración) del grupo Hymenoptera (Vespidae, *Synoeca*), Dípteros (Braquicera, Nematocera, Tabanidae, Muscidae), Lepidópteros (*Charis* sp. (Riodinidae) y *Marpesia* sp. (Nymphalidae)). En la quinta semana se observaron 2 visitantes de órdenes diferentes (figura 3), *Marpesia* sp. (orden Lepidoptera) y la avispa *Synoeca* (orden Himenóptera), además de antipolinizadores (27 arañas Thomcidae, figura 4).

Todos los visitantes voladores aterrizaron sobre los bordes del labelo y luego se dirigieron directo al callo, siguiendo las guías de aroma que presenta la flor. Seguidamente volaron de flor en flor siempre siguiendo el mismo patrón de comportamiento en una visita lateral y sistemática a las flores que son exhibidas de manera simétrica en dos planos sobre la inflorescencia. Por medio de las imágenes capturadas en video fue posible identificar un visitador que por tamaño y comportamiento podría ser un po-



**Figura 3.** Visitadores florales de *Brassia antherotes*. (A) lepidoptera (Riodinidae) *Charis* sp., (B) *Synoeca* (Himenóptera), (C) lepidoptera (Nymphalidae, *Marpesia* sp.).

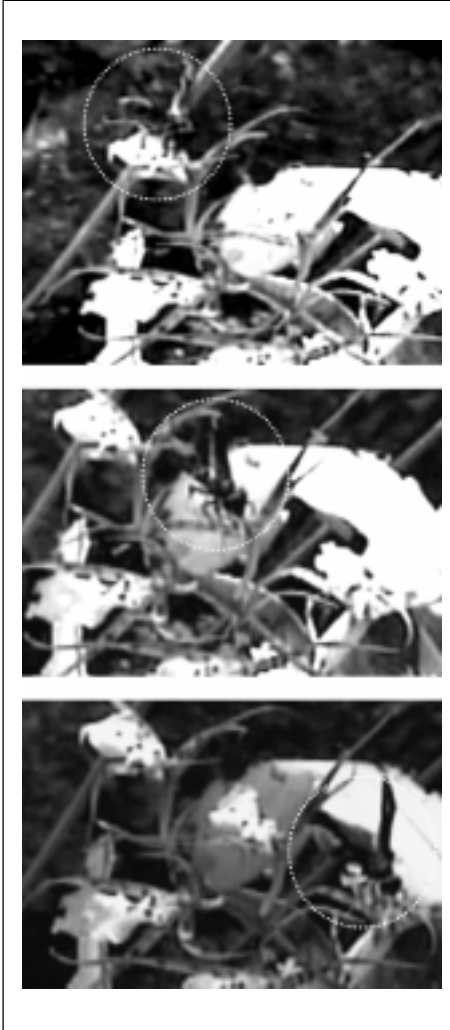


**Figura 4.** Antipolinizadores encontrados en *Brassia antherotes* (Thomicidae). (A) Antipolinizador cazando una mosca, (a) antipolinizador, (d) díptero (musidae); (B) antipolinizador sobre flor marchita, (a). antipolinizador.

linizador potencial. Se trata de un Vespidae que pudo haber sido atraído por el aroma cuando buscaba alimento (figura 5).

Las primeras flores en antesis fueron observadas en la semana 1 (12 al 18 de septiembre) en dos individuos. Ya para la tercera

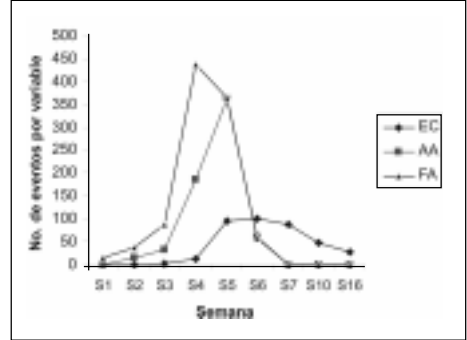
semana se presentaron los primeros eventos sexuales. En la cuarta semana (3 al 9 de octubre), 25 individuos se encontraban en plena floración con 21 plantas sin anteras y cinco con flores ya polinizadas, lo que representa el pico de abundancia de flores en la población, y puede traducirse en 437



**Figura 5.** Secuencia de visita de un Vespidae a *B. antherotes*.

flores abiertas con 185 anteras ausentes y 13 estigmas cerrados (figura 6). Adicionalmente se observaron 8 visitantes y 15 antipolinizadores de la familia Thomicidae.

A partir de la quinta semana (10-16 de octubre) las primeras flores comenzaron a marchitarse y las columnas a ensancharse, la abundancia de flores comenzó a disminuir (23 plantas con 364 flores abiertas) sin que con ello disminuyera la intensidad de

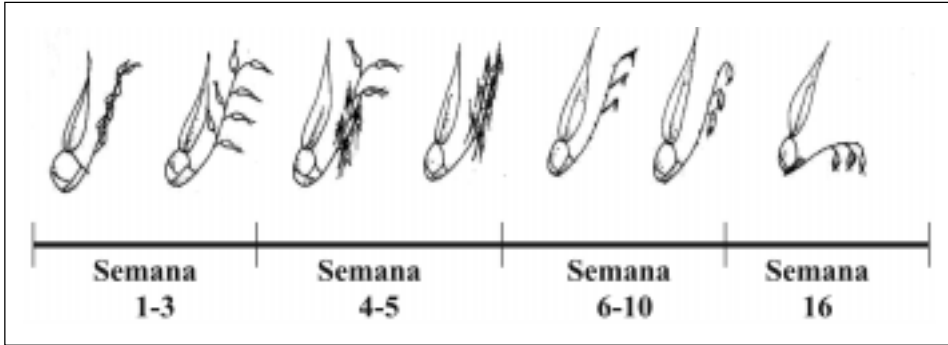


**Figura 6.** Eventos sexuales de *Brassia antherotes* durante la floración. S1(12-18 sep.), S2(19-25 sep.), S3(26-2 oct.) S4(3-9 oct.), S5(10-16 oct.), S6(17-25 oct.), S7(24-30 oct.), S10(14-20 nov.), S16(26-31 dic.), EC, estigmas cerrados; AA, anteras ausentes; FA, flores en antesis.

los eventos reproductivos que continuaron aumentando con un total de 362 anteras ausentes y 96 estigmas cerrados en 17 plantas. Desde la séptima semana (24 de octubre en adelante) las únicas flores que continuaban presentes eran aquellas que habían sido fecundadas (figura 7).

En cuanto los eventos generales de la estación reproductiva, se encontró que el 45% de la población floreció y el 3,38% de las flores llenaron frutos (*set* de frutos). Adicionalmente, al finalizar la floración (octava semana) el 6% de las flores fueron fecundadas, lo que refleja un 2,62% de frutos abortados con respecto al total de flores, en 10 individuos. Es decir, del total de flores fecundadas (6%), presentó aborto de frutos en el 43,67% de éstas.

El ANOSIM ( $\alpha=0.05$ ) determinó que se encontraron diferencias altamente significativas tanto en semanas de floración como entre individuos ( $R_s=0.169$ ;  $P_s=0,1\%$ ,  $R_i=0.027$ ,  $P_i=0,3\%$ ). Se hicieron contrastes de pares entre semanas y entre individuos y se encontraron diferencias entre algunas



**Figura 7.** Esquema de la fenología reproductiva de *Brassia anterotes* durante el muestreo. S1(12-18 sep.), S2(19-25 sep.), S3(26-2 oct.) S4(3-9 oct.), S5(10-16 oct.), S6(17-25 oct.), S7(24-30 oct.), S10(14-20 nov.), S16(26-31 dic.).

semanas, especialmente, entre las semanas cuatro y cinco que representaron el pico de floración y polinización, respectivamente ( $R_{4,5}=0.065$ ;  $P_{4,5}=1,1\%$ ).

El máximo número de flores (pico de floración) se presentó hacia la cuarta semana con 437 flores, mientras que en la misma semana se encontraron 167 eventos sexuales masculinos y 14 eventos sexuales femeninos (figura 6). Durante la quinta semana se presentó el pico de polinización con la mayor frecuencia de eventos reproductivos masculinos y femeninos, 344 y

88 respectivamente, mientras que se contaron 346 flores abiertas.

En la comparación de variables con las pruebas pareadas de Wilcoxon, se encontraron diferencias solamente entre la abundancia de flores y el número de estigmas cerrados o *set* de frutos para las semanas del pico de floración y polinización (tabla 1). Lo anterior se relaciona con la coincidencia de los valores de anteras ausentes y flores abiertas (346 FA y 344 AA) durante la semana cinco, lo que coincidió con el corrimiento en el tiempo del pico de polinización en

**Tabla 1**

**Prueba pareada de Wilcoxon donde se comparó la abundancia de flores y los eventos sexuales durante el pico de floración. FA: estado de flores en antesis; AA: estado de anteras abiertas, es decir, de polen donado a la población; EC: estado de estigmas cerrados, que representan flores que han sido fecundadas**

WilcoxonS4-5	N	T	Z	P
FA	60	115	1,27808	0,20122
AA	60	86,5	1,81429	0,06964
EC	60	0	3,5162	0,00044



relación al pico de floración (figura 6), describiendo un caso típico de fenología floral en sistemas de polinización por engaño en orquídeas (Rodríguez-Robles *et al.*, 1992; Sabat & Ackerman, 1996).

Es consistente el patrón de corrimiento de las fenofases (pico de polinización) a partir del coeficiente de Spearman, según el cual la abundancia de flores se encuentra más fuertemente correlacionada con los eventos sexuales durante la quinta semana (Spearman  $R_{FA \times AA} = 0.894141$ ,  $P = 0.000$ ;  $R_{FA \times EC} = 0.778337$ ,  $P = 0.000$ ), justo cuando comienza a descender la abundancia de flores y a incrementarse el *set* de frutos (tabla 2). Adicionalmente, la floración puede considerarse sincrónica, ya que durante las semanas cuarta y quinta se presentaron el 70 y 58% de las flores en la población, respectivamente, describiendo una estrategia de floración masiva (*blooming*) que podría estar reiterada por la presencia de antipolinizadores del grupo Thomicidae, lo cual según algunos autores (ej.: Gentry, 1978; Ospina, 1967) parecen ser típicos de este tipo de estrategias fenológicas.

## DISCUSIÓN

De forma similar a lo descrito por Pridgeon (1986), los osmóforos, en su papel de glándulas unicelulares, presentaron un desarrollo precoz durante las etapas de botón de la flor, evidenciado por la coloración positiva con rojo neutro. Sin embargo, durante las observaciones se detectó el aroma un día después de la antesis, lo que posiblemente se debe a que según lo descrito por Vogel (1990), estas células requieren de un disturbio que rompa sus delgadas paredes para liberar su aroma, ya que se trata de un epitelio de emisión, o a que no se tiene la capacidad de percibir el aroma en bajas concentraciones.

La antesis se determinó como diurna, presentando aromas en las horas de más calor, por lo tanto, se considera que esta es una flor que presenta atractivos para animales que forrajean durante el día, según lo reportado en trabajos previos (ej.: Folsom, 1994; Pijl, 1960; Pijl, 1961), los cuales describen escenarios similares. El cambio de color parece estar relacionado con la madurez de la flor,

**Tabla 2**  
**Correlaciones de Spearman entre la abundancia de flores y los eventos sexuales masculinos (AA: estado de anteras abiertas) y femeninos (EC: estado de estigmas cerrados) durante la floración**

Spearman		FA X AA			FA X EC		
Semana	n	R	T	P	R	T	P
S1	60						
S2	60	0,80233	10,2372	0	-0,0299	-0,2275	0,82084
S3	60	0,60316	5,75908	0	0,28687	2,28057	0,02627
S4	60	0,83233	11,436	0	0,39903	3,31423	0,00159
S5	60	0,89414	15,2072	0	0,77834	9,44122	0
S6	60	0,665	6,7811	0	0,37395	3,07068	0,00325
S7	60						

cuyo aroma se va acentuando más con el tiempo, lo cual posiblemente se debe a la activación de los osmóforos debido a un disturbio, como fue planteado previamente por Vogel (1990).

El estigma se cierra después de la recepción de polen para maximizar el microclima ideal para la germinación de los granos de polen y el desarrollo del tubo; este mecanismo evita la pérdida posterior de polen y la autopolinización (Dafni, 1992).

Las semillas son del tipo Epidendrum (Dressler 1993), presentando un porcentaje de viabilidad dentro de algunos rangos reportados para la familia Orchidaceae como: 80% *Cattleya* sp., 20% *Lycaste skinneri* (Vujanovic *et al.*, 2000; Arditti, 1992); al mismo tiempo se observan características derivadas dentro de la subfamilia, como una testa más pronunciada que el embrión y endospermo ausente, resultando en una cavidad que se llena de aire facilitando la anemocoria (Dressler, 1981; Dressler, 1993; Arditti, 1992).

Dentro de los recorridos se observó un promedio de cinco individuos diarios con un total de 162 horas de observación y 12 de video grabación. Durante este periodo de tiempo no se encontró ningún insecto polinizador que visitara efectivamente las flores. La polinización por engaño es un fenómeno difícil de observar debido a que la fertilización no es tan frecuente como la visita de otros oportunistas que forrajejan en este tipo de flores (Smithson, 2002).

A pesar de que los insectos visitantes se ubicaban con preferencia sobre la zona del callo, era evidente que muchos de ellos no podían remover polinarios, por su tamaño como en el caso de *Synoeca*, o por su morfología, como en el caso de Lepidoptera, que simplemente desliza su lengua en busca de una recompensa. El único visitador que por sus características morfológicas y

por su comportamiento podría ser polinizador de estas flores fue una avispa (Vespidae), a pesar de que no fue observada con polinarios, presentó un comportamiento de visita lateral y secuencial. Sin embargo, debido a que no hubo remoción de polinarios ni fertilización, no se podría hablar de un polinizador efectivo.

La variable que mostró las diferencias más significativas durante el pico de floración fue el número de flores fecundadas (Wilcoxon  $P_{EC}=0,000438$ ), cuya constancia se relaciona con los análisis del *set* de frutos y la fecundidad de la especie. Estos resultados sugieren que los eventos masculinos (anteras ausentes) podrían no ser un buen indicador de la fenología reproductiva de la especie, debido a que son un poco imprecisos, ya que el polen está expuesto a su pérdida y deshidratación (dependiendo del vector) antes de llegar a su destino final.

Se observó claramente un patrón fenológico con un pico de abundancia de flores en la cuarta y quinta semana, con cerca del 70% de las flores disponibles. También se manifestó un pico de polinización que correspondió a la quinta semana exclusivamente, donde ocurrieron tantos eventos masculinos como flores disponibles. Además, en esta semana los eventos femeninos o *set* de frutos tuvieron su pico y se mantuvieron con diferencias significativas durante toda la estación.

Esta tendencia en las fases fenológicas de la población se evidencia a partir del coeficiente de Spearman, que se disparó cuando la abundancia de flores comenzó a declinar y se empezó a formar el *set* de frutos de la población. El poco efecto del despliegue floral en el *set* de frutos puede resultar a partir de estrategias de engaño en ciertas especies (Sabat y Ackerman, 1996).

A través de los resultados de éste y otros trabajos (ej: Sabat y Ackerman, 1996) es

coherente proponer que la escasa polinización en el pico de abundancia de flores puede ser interpretada como resultado de la prevalencia de flores sin recompensa durante el pico de floración.

En contraste, en especies cuyas flores presentan recompensa existe una relación positiva entre la abundancia de flores y los eventos de polinización, cuando la abundancia de flores con recompensa crece, la polinización aumenta (Rodríguez-Robles *et al.*, 1992).

Por lo tanto se propone para la especie un sistema de polinización por mimetismo alimenticio, donde posiblemente se trata de imitar un patrón común en color, forma y aroma, atrayendo a un estrecho gremio de insectos que buscan recursos entre flores que suelen ofrecer el mismo aspecto.

Se trata de una especie que presenta engaño alimenticio más que reproductivo (sustrato de ovoposición). Las evidencias parecen ser muy claras en cuanto a que las avispas cazadoras encuentran gracias al aroma los recursos de néctar y no sus presas. Es por esto que las flores con engaños imponen severas constricciones a la comunidad tanto en plantas como en sus polinizadores.

Las flores con polinización por engaño deben ser subsidiadas por especies con recompensa y éstas deben ofrecer provisiones de néctar o cualquier otra fuente de compensación al polinizador (Dafni, 1984). En las poblaciones naturales con plantas esparcidas y recompensas alimenticias muy difusas, se hace difícil sostener el interés del polinizador incluso con recompensa (Ackerman, 1986). Esto hace que la pérdida de la recompensa pueda resultar en una reducción del *set* de frutos durante el pico de floración. Por ello sería relativamente fácil que un mutante se dispersara en una

población lo suficientemente esparcida de parches poco densos (Sabat y Ackerman, 1996).

## CONCLUSIONES

- La epidermis de las flores de *B. cf. antherotes* presentan sobre el callo y sus alrededores un epitelio de emisión de aromas, constituido por tricomas glandulares con cabezas pedunculadas o papiladas (osmóforos). La actividad grandular se mantiene durante todo el periodo de floración.
- La floración de la especie en el sitio de estudio dura aproximadamente 6 semanas, con un pico (floración masiva o sincrónica) en la cuarta semana, y un pico de polinización en la quinta semana. El corrimiento en el tiempo del pico de polinización con relación al pico de floración correspondería a un caso de fenología floral en sistemas de polinización por engaño.
- El 45% de la población floreció. El 6% de las flores fueron fecundadas, pero se presentó aborto en el 43,67% de éstas. Sin embargo, el porcentaje de viabilidad de las semillas (75%) se mantuvo dentro de los rangos reportados para la familia Orchidaceae.
- El número de flores fecundadas (EC) es la variable que mejor describe la cronología del ciclo reproductivo de *B. antherotes*.
- Tanto la antesis como la emisión de aromas son diurnos, y la flor presenta atractivos para animales que forrajean durante el día. Las flores tienen múltiples visitantes, y aparentemente un polinizador de la familia Vespidae, que debe ser confirmado con ulteriores estudios. Durante la floración masiva también presentan antipolinizadores de la familia Thomicidae.

## AGRADECIMIENTOS

Al Herbario de la Pontificia Universidad Javeriana (HPUJ); a la reserva natural La Montaña del Ocaso y el CIBUQ; al Herbario de la Universidad del Quindío (HUQ); a Pedro Ortiz Valdivieso, S.J., Giovanni Fagua, Salvador Herrando, Fabio González, Fernando Fernández, Carlos Sarmiento, Luis Gabriel Pérez, Claudia Ramírez, Saúl Prada, Silvia Vanegas, Edgar Linares, Juan Manuel Peña y Hernán Ospina.

## LITERATURA CITADA

- ACKERMAN, J.D. 1986. Mechanism and evolution of food-deceptive pollination system in orchids. *Lindleyana*. 1 (2): 108-113.
- AGUDELO, C.A. 2001. Importancia de la microcuena del río El Roble. *Mono-grafías de la flora andina*. Universidad del Quindío, vol. 3. 11-119.
- ARDITTI, J. 1992. *Fundamentals of Orchid Biology*. John Willey & Sons. USA, 691 pp.
- ATWOOD, J. & MORA DE RETANA, D. 1999. *Flora Costaricensis*. En: *Field. Bot. N.S.* 40: 1-182.
- CLARKE K.R. 1993. Non parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*. 18: 117-143.
- DAFNI, A. 1992. *Pollination ecology: a practical approach*. Oxford University Press. New York, 250 pp.
- DAFNI, A. 1984. Deception in pollination. *Annual Review of Ecology and Systematics* 15: 259-278.
- DODSON, C.H. & DODSON, P. 1980. *Icones Plantarum Tropicarum* Fascicle 1 (Plates 001-100). Orchids of Ecuador. The Marie Selby Botanical Gardens. Sarasota, FL
- DRESSLER, R.L. 1981. *The orchids: natural history and classification*. Smithsonian Institution. USA. 332 pp.
- DRESSLER, R.L. 1993. *Phylogeny and classification of the orchid family*. Cambridge University Press. London. 313 pp.
- FOLSOM, J.P. 1994. Pollination of a fragrant orchid. *Orchid Digest*. April-May-June: 82-98.
- GENTRY, A. 1978. Antipollinators for mass flowering. *Biotropica*. 10 (1): 68-69.
- JORGENSEN, P.M. & LEÓN-YÁÑEZ, S. 1999. *Catalogue of vascular plants of Ecuador*. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 75. St. Louis, Missouri, USA.
- O'CONNELL, L.M. & JOHNSTON, M.O. 1998. Male and female pollination success in a deceptive orchid, a selection study. *Ecology*, 79 (4): 1246-1260.
- ORTIZ, P.; AGUIRRE, G.; ARANGO, A.; ARANGO, C.; BOCK, I.; BOCKEMUHL, L.; DODSON, C.; DRESSLER, R.; ESCOBAR, R.; FOLSOM, J.; GERLACH, G.; HAGSATER, E.; LUER, C.; NEUDECKER, T.; VIEIRA, L.C. 1994. *Sociedad Colombiana Orchids*, vol. I. *Sociedad Colombiana de Orquideología*. Medellín, Colombia, Editorial Colina, 53 pp.
- OSPINA, M. 1967 & 69. Los antipolinizadores. *Orquideología* 11 (4&5): 23-27.
- OSPINA, M. 1996. *Orchids and ecology in Colombia: to the rescue of paradise*. Colombia, Panamericana Formas e Impresos. 228 pp.
- PEAKALL, R. & BEATTIE, A. 1996. Ecological and genetic consequences of pollination by sexual deception in the orchid

- Caladenia tentaculata*. *Evolution* 50 (6): 2207-2220.
- PILL, V. 1960. Ecological aspects of flower evolution. I. Phyletic evolution. *Evolution* 14 (4): 403-416.
- PILL, V. 1961. Ecological aspects of flower evolution. II Zoophilous flower classes. *Evolution* 15: 44-59.
- PILL, V. & DODSON, C.H. 1966. *Orchid flowers: their pollination and evolution*. University of Miami Press Coral Gables Florida. 214 pp.
- PRIDGEON, A.M. 1986. Anatomical adaptations in orchidaceae. *Lindleyana* 1 (2): 90-101.
- RODRÍGUEZ-ROBLES, J.A.; MELÉNDEZ, E.J. & ACKERMAN, J.D. 1992. Effects of display size, flowering phenology, and nectar availability on effective visitation frequency in *Comparettia falcata* (Orchidaceae). *American Journal of Botany* 79 (9): 1009-1017.
- SABAT, A. & ACKERMAN, J.D. 1996. Fruit set in a deceptive orchid: the effect of flowering phenology, display size, and local floral abundance. *American Journal of Botany* 83 (9): 1181-1186.
- SENGHAS, K. 2001. *Die orchideen*. 3a. ed., vol. I/C. fasc 44/45. Parey Buchverlag. Berlin, 2828 pp.
- SMITHSON, A. 2002. The consequences of rewardlessness in orchids: Reward-supplementation experiments with *Anacamptis morio* (Orchidaceae). *American Journal of Botany* 89 (10): 1579-1587.
- SUTER, F. 2003. Geología de la región de Playa Azul, parte occidental distal del abanico fluvio-volcánico del Quindío (Serranía de Santa Bárbara, Quindío y Valle del Cauca, Colombia). Tesis de grado. Sciences de la Terre. Université de Geneve 3-24.
- VILLA, R. & VILA, J.J. 2003. Recopilación y revisión cartográfica de la reserva "La Montaña del Ocaso" Quimbaya, departamento del Quindío. *Revista de investigaciones Universidad del Quindío*. 4 (13): 29-36.
- VIVEROS, P.; MOLINA, J. & VÉLEZ, C. 2001. Inventario de la familia Orchidaceae en la Selva "La Montaña del Ocaso", departamento del Quindío. En: *Monografías de la flora andina*, vol. 3: 59-118. Armenia.
- VOGEL, S. 1990. *The scent gland in pollination, on structure ad function of osmophores*. Smithsonian Institute libraries & The National Science Foundation. Washington D.C., 202 pp.
- VUJANOVIC, V.; ARNAUD, M.; BARABE, D. & THIEBEAULT, G. 2000. Viability testing of orchids seeds and the promotion of colouration and germination. *Annals of Botany* 86: 79-86.

**Recibido: 21.11.2006**

**Aceptado: 7.05.2007**

