

Análisis de algunas características de la biología reproductiva de *Broughtonia cubensis* (Orchidaceae). Efectos de impactos naturales extremos

Analysis of some reproductive biology characteristics of *Broughtonia cubensis* (Orchidaceae). Effects of an extreme natural impact

Mujica, Ernesto¹; González, Elaine²

¹.- Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales ECOVIDA. Km. 2 ½ Carretera a Luis Lazo, Pinar del Río, Cuba. Correo electrónico: mujica@ecovida.vega.inf.cu

².- Jardín Botánico Orquideario Soroa, Universidad de Pinar del Río, Carretera a Soroa Km. 8, Candelaria, Pinar del Río, Cuba.

Fecha de recepción: 19 de enero 2010. Aprobado: 27 de mayo 2010.

RESUMEN: En el presente estudio analizamos algunas características de la biología reproductiva de *Broughtonia cubensis*, especie de orquídea endémica de Cuba y las posibles implicaciones sobre ella del impacto de fenómenos atmosféricos severos como los huracanes. Los análisis se centran en tres momentos fundamentales: pre, post y cinco años posteriores al impacto. Se demuestra que las variables analizadas (área foliar, número de flores y frutos y sus medias anuales) disminuyen significativamente ante el impacto y algunas de ellas, como el área foliar, logran una total recuperación cinco años después, no así en las demás. Se demuestra también que tanto pre como post-impacto, existe una estrecha relación entre el área foliar y la longitud de inflorescencias y número de flores producidas, a mayor área mayor longitud y número de flores. Finalmente se llega a la conclusión de que los impactos de fenómenos atmosféricos severos producen serios daños a la biología reproductiva de la especie y que cinco años después la mayoría de los valores en las variables analizadas aún distan mucho de los obtenidos pre-impacto.

Palabras clave: *biología reproductiva, orquídeas, eventos atmosféricos, Cuba.*

ABSTRACT : This investigation pretend to make an analysis of some features of the reproductive biology of *Broughtonia cubensis*, a specie of cuban endemic orchids as well as the possible implications of the impacts due to severe atmospheric phenomena such as hurricanes. The analysis is focused on three main momentums: *pre, post and five years after* the impact. It is shown that the variables analyzed (foliar area, number of flowers and fruits and its annual means), notably decreased due to this impact, and some of them, such as foliar area, achieved a total recuperation after five years, which is not the case of the rest of the variables. It is also shown that as such as for pre and post impact momentums, existed a close relationship between the foliar area and the length of the inflorescences and the number of flowers. Finally it gets to the conclusion that the impacts as consequence of severe atmospheric phenomena produced sever damages to the reproductive biology of the specie, and five years later the majority of the values of the analyzed variables are still far from those obtained during the pre impact momentum.

Key words: *reproductive biology, orchids, atmospheric events, Cuba.*

INTRODUCCIÓN

La implicación de la Biología Reproductiva en la dinámica de las poblaciones y en particular en la de especies amenazadas es uno de los ejemplos actuales de cómo a lo largo de la historia natural de todos los tiempos, los hechos familiares y frecuentes no se han mostrado evidentes, y sorprendentemente han sido ignorados por el hombre, pasando de forma desapercibida a través de los siglos (Pérez de Paz, 2002).

Recientemente, los sistemas de crecimiento y de reproducción de las orquídeas tropicales han recibido una mayor atención (Ackerman, 1989; Ackerman y Montalvo, 1990; Montalvo y Ackerman, 1987; Zimmerman y Aide, 1989) lo cual ha estimulado el estudio del crecimiento vegetativo y la relación polinizador vs. limitación de recursos reproductivos (Primack y Hall, 1990).

Poco se conoce sobre la Biología Reproductiva en poblaciones de orquídeas impactadas por fenómenos atmosféricos severos donde los sistemas de reproducción pueden ser seriamente afectados. Estos son los que determinan la biodiversidad o variabilidad de los fenotipos y genotipos, y a su vez, están regulados e influenciados por mecanismos genéticos que genera la propia biodiversidad a nivel de las poblaciones naturales y donde además, intervienen otros factores de carácter ambiental (bióticos y abióticos) y estocásticos (Proctor *et al.*, 1996; Richards, 1986, 1997; Hamrick y Godt, 1996, 1997; Briggs y Walters, 1997).

En el presente análisis se pretende estudiar las consecuencias del impacto del huracán Iván en septiembre del 2004 sobre algunos aspectos de la biología reproductiva de la especie *Broughtoniacubensis* (B.c.), endémica de Cuba, presente en Cabo San Antonio, Península de Guanahacabibes. En concreto se pretende:

1. Cuantificar el número de individuos en capacidad reproductora pre y post-impacto, pues una baja densidad de individuos debe incidir negativamente en la producción de flores y frutos.
2. Conocer las consecuencias del impacto sobre el número y media de inflorescencias, flores y frutos producidos posterior al mismo y hasta cinco años después.

MATERIALES Y MÉTODOS

B.c. es una especie endémica de Cuba presente en la Península de Guanahacabibes, específicamente en la zona entre María La Gorda y Playa Jaimanitas en Cabo Corrientes y en los matorrales xeromorfo costeros que se extienden desde Los Cayuelos hasta las cercanías de Playa, El Francés en Cabo San Antonio, siendo más frecuente en esta última. Presenta un patrón de distribución agregado (Mújica, 2007), ocupando mayormente el matorral xeromorfo costero, a plena exposición solar, siendo rara en el bosque semideciduo.

Los monitoreos y colecta de datos se comenzaron en enero de 2004 en tres parcelas localizadas, una en la zona de Playa El Francés y dos en la zona de Tumbadero. El objetivo inicial era estudiar la dinámica de la biología reproductiva de la especie. En septiembre de ese propio año se produce el impacto del huracán Iván, de categoría V en

la escala Saffir-Simpson, provocando serios daños a los ecosistemas de esta zona. Posterior al impacto se comienza un monitoreo y seguimiento anual de las variables de la biología reproductiva contempladas en el estudio durante los cinco años posteriores.

Los resultados de los estudios que se llevaron a cabo antes del paso del huracán Iván fueron comparados con los datos obtenidos de los monitoreos efectuados durante los cinco años siguientes al paso de dicho fenómeno atmosférico severo. Se marcaron y contabilizaron todos los individuos en capacidad reproductiva y se analizaron las variaciones anuales en su número. Así mismo, se tuvieron en cuenta las variaciones anuales de la media del área foliar y de la longitud de las inflorescencias; media del No. de inflorescencias por individuo reproductor, número de flores y frutos por individuo y general, e índice de producción de flores y frutos. Igualmente se analizó, la posible relación del área foliar con la longitud de las inflorescencias y el número de flores producidas pre e inmediatamente después del paso del meteoro para conocer la posible incidencia del mismo en estas variables.

Análisis estadísticos

Para comprobar si los cambios que se suceden pre y post impacto del huracán Iván, son significativos o no, se usó el análisis univariado X^2 , específicamente en los cambios anuales del número de individuos reproductores, plantas productoras, inflorescencias, flores y frutos producidos cada año.

Para comparar las medias de producción de inflorescencias, flores y frutos de los distintos años se aplicó un ANOVA de una vía. Para asegurar la normalidad de los datos se aplicó la transformación raíz cuadrada (sqrt) a los mismos y la comparación inter-grupos a través del SNK.

Para analizar las correlaciones entre variables se usó el test de Pearson's r . En el caso de las comparaciones de la media del área foliar, entre años, se aplicó el test de U de Mann-Whitney.

Para comprobar si existe algún tipo de relación entre las variables vegetativas (área foliar) y reproductivas (longitud de las inflorescencias y producción de flores) se hizo una regresión lineal entre ellos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estructura inicial de los individuos reproductores

Los monitoreos en B.c. se llevaron a cabo siempre entre los meses de enero y marzo de cada año, momento que corresponde con la época de floración. La estructura poblacional en clases de vida en el 2004 presentaba el 55,1% de adultos reproductores (AR), y prácticamente todos ellos, el 95,5%, fueron plantas productoras (PP) ese año. El huracán Iván provoca una disminución sensible en el número de PP al año siguiente del impacto, el cual produce diferencias altamente significativas ($X^2=34.18$; $p<0,0001$). Posterior al impacto se observa una recuperación lenta pero sostenida tanto en el número de AR como de PP. Cinco años después del impacto ya no existen diferencias entre los AR pero estas se mantienen en cuanto al número de PP (Fig.1).

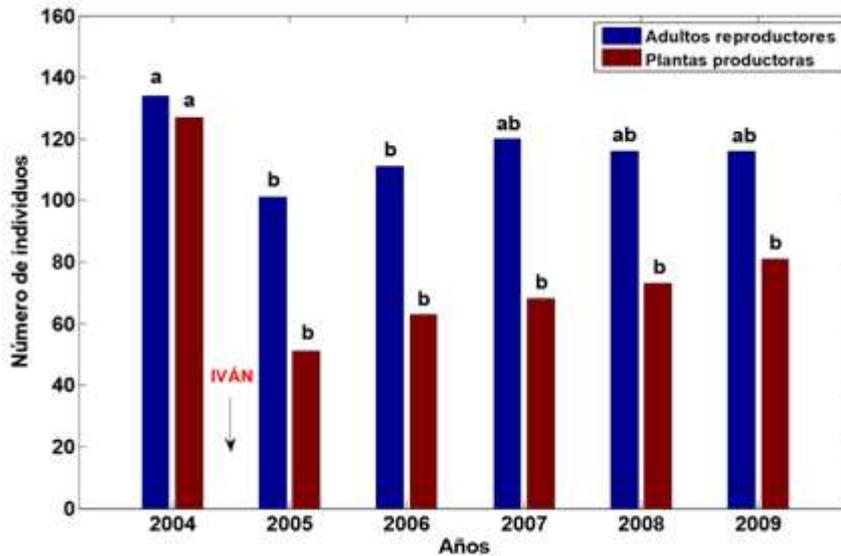


Fig. 1. Número de adultos reproductores y plantas productoras anualmente

Producción de inflorescencias, flores y frutos.

El número total de inflorescencias en B.c. es fuertemente afectado por Iván (Tabla 1) produciéndose una reducción del 61,2% al año siguiente del paso del huracán lo cual provoca diferencias significativas ($X^2=42.017$; $p<0,0001$). Cinco años después, estas diferencias, aunque disminuyen, se mantienen (2004-2009, $X^2=11.365$; $p<0,001$).

Tabla 1. Datos generales de inflorescencias, flores y frutos en B.c.

Años	Total de inf.	m ± d.s.	Media de la longitud	Flores	m x inf ± d.s.	Frutos	Índice x flor
2004	177	1,39 ± 1,04	18	769	5,83 ± 4,15	163	0,21
2005	69	1,35 ± 1,37	16,6	208	4,16 ± 2,85	14	0,06
2006	103	1,64 ± 2,12	23,2	477	5,3 ± 2,96	4	0,008
2007	117	1,38 ± 0,75	21	419	5,3 ± 2,61	4	0,009
2008	126	1,7 ± 2,46	24,1	338	5,4 ± 2,83	5	0,01
2009	119	1,5 ± 1,38	22,7	444	5,22 ± 3,23	22	0,04

En el 2004, la especie produce 1,33 inflorescencias por PP. Sin embargo, a pesar de la drástica disminución en el total de inflorescencias producidas entre los años 2004 y 2005, esta media no es alterada por el efecto del huracán de forma general ($F=1.060$; $p=0,366$) en los años sucesivos, donde se aprecia una ligera recuperación, no existiendo diferencias significativas entre los mismos (Fig.2).

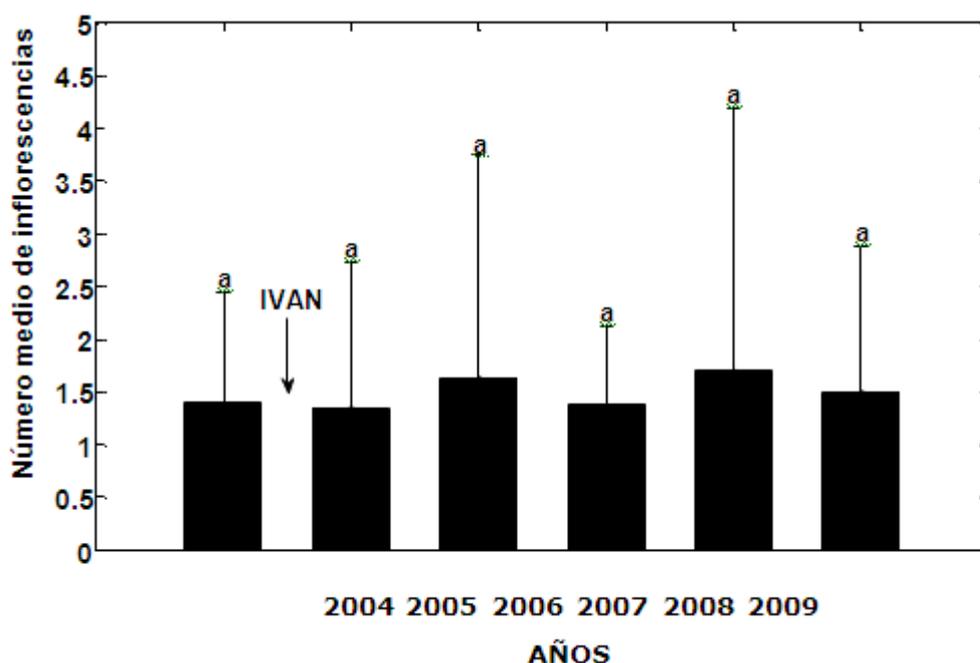


Fig. 2. Media anual de inflorescencias por planta productora.

Producción de flores y frutos

La producción de flores y frutos es igualmente afectada por el paso del huracán Iván. En el caso de B.c. (Tab.1, Fig. 3, izquierda) existen diferencias altamente significativas en cuanto a la producción de flores ($X^2=344.796$; $p<0,0001$) entre todos los años. La producción del 2005 es solo el 26,9% de lo que se produjo en el 2004, previo al impacto, lo cual provoca que las diferencias sean altamente significativas ($X^2=325.408$; $p<0,0001$). En los años posteriores se mantiene una tendencia a la fluctuación en cuanto a la producción de flores que aún dista de los valores presentados pre-huracán.

En cuanto al número medio de flores por inflorescencia también se ve afectado (Fig.4 (derecha)). De forma general, se observan diferencias significativas ($F=2.856$; $p=0,037$) entre todos los años, el año 2005 es diferente, producto al impacto del huracán. En los años siguientes se aprecia un aumento en este parámetro sin alcanzar aún los valores previos, pero estables, lo cual pudiera ser evidencia de una lenta recuperación. Los rangos extremos en producción de flores por inflorescencia fueron desde una hasta 28 flores.

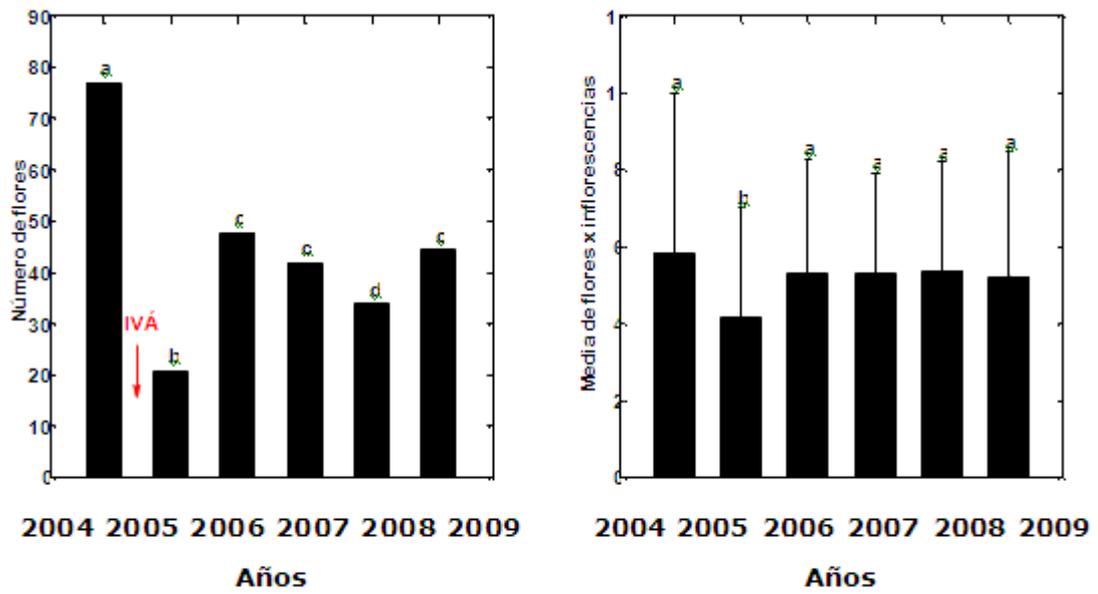


Fig. 3. Número de flores producidas anualmente (izquierda) y media anual de flores por inflorescencia.

Es probablemente la producción de frutos el indicador más afectado pues las diferencias pre y post-huracán son notables (Tab.1, Fig.4, izquierda). Si comparamos los datos del 2004 con el 2005, el huracán reduce en un 91,7% la producción, lo cual provoca que existan diferencias altamente significativas ($X^2=130.308$; $p<0,0001$). Después de cinco años estas diferencias persisten y los niveles de producción distan mucho de los presentados pre-impacto. Todo parece indicar que las poblaciones de polinizadores no se han logrado recuperar hasta el momento.

Igualmente es afectado el índice de producción de frutos por flor (Tab.1), pasando de 0,21 a 0,04 entre los años 2004 y 2009 lo que provoca diferencias altamente significativas ($F=41.599$; $p<0,0001$). (Fig.4, derecha).

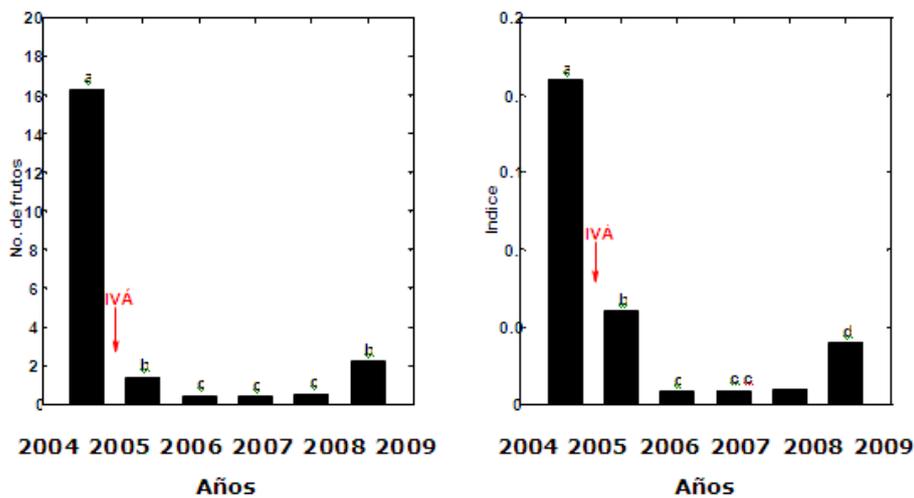


Fig. 4. Número de frutos producidos anualmente (izquierda) e índice de producción de frutos por año (derecha).

La longitud de las inflorescencias y su relación con la producción de flores y frutos pre huracán

Para conocer sobre el comportamiento de este indicador el presente análisis se realiza en condiciones supuestamente normales, o sea, sin la incidencia de fenómenos atmosféricos severos (año 2004).

En B.c. se encontró una fuerte relación en cuanto a la longitud de las inflorescencias y la producción de flores (Pearson's $r=0,78$; $n=133$; $p<0,0001$) y de frutos (Pearson's $r=0,61$; $n=72$; $p<0,0001$) (Fig.5 (izquierda)). Aunque la producción de frutos depende de factores externos como es la presencia y visitación de polinizadores, no deja de ser interesante que su número aumente a una tasa de 0,16 (Fig.5, derecha) a medida que crece la longitud de las inflorescencias. Al mismo tiempo se constata que en inflorescencias con menos de 7,5 cm de longitud no se encontraron frutos.

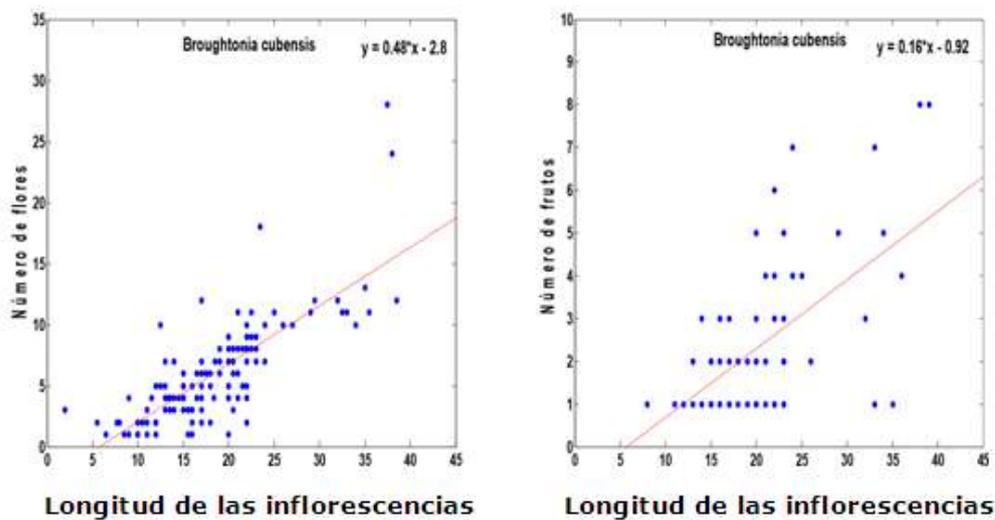


Fig. 5. Correlación entre la longitud de inflorescencias y la producción de flores (izquierda) y la producción de frutos (derecha).

Relación entre el área foliar y la longitud de las inflorescencias

En este análisis el número de inflorescencias en algunos años es ligeramente menor que el original, pues se han eliminado los valores de aquellas que resultaron depredadas antes de haber sido medidas y algunos provenientes de individuos calificados por su área foliar como «outliers».

Previo al impacto del huracán Iván existía una relación lineal altamente significativa entre el área foliar y la longitud de las inflorescencias (R^2 0,42; $p<0.0001$). A medida que aumenta la primera, aumenta también la segunda a una tasa de 0.065. Las inflorescencias de mayor longitud son producidas por plantas con áreas entre 50 y 110 cm^2 . El aumento en área foliar por encima de los 100 cm^2 no implica crecimiento en longitud de inflorescencias (Fig.6 izquierda).

El huracán rompe con esta relación la cual, inmediatamente después de su paso, no es significativa (R^2 0,26; $p=0.06$). El aumento de la longitud de las inflorescencias en relación al área foliar es de solo 0.02. Como se puede observar (Fig.6-derecha) las inflorescencias de mayor longitud son producidas por individuos con áreas foliares muy diversas.

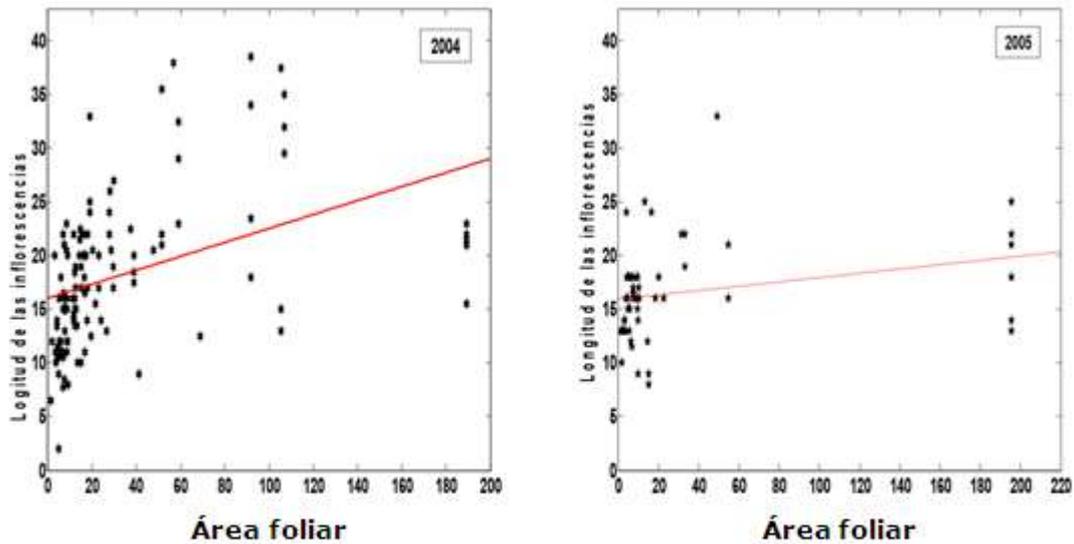


Fig. 6. Correlación entre la longitud de inflorescencias y el área foliar pre (2004) y post impacto (2005).

Cinco años posterior al impacto la relación vuelve a ser altamente significativa (R^2 0,56; $p<0.0001$). Con el aumento del área foliar crece la longitud de las inflorescencias a una tasa de 0.071 (Fig.7).

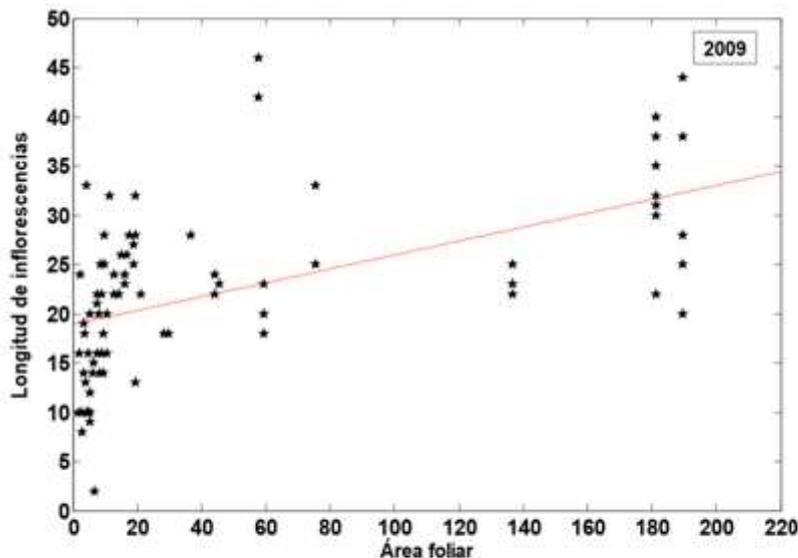


Fig. 7. Correlación entre la longitud de inflorescencias y el área foliar cinco años después (2009)

Relación entre el área foliar y el número de flores

Al igual que en el apartado anterior no se han considerado aquellos valores que provienen de inflorescencias depredadas antes de haber sido medidas y algunos provenientes de individuos calificados por su área foliar como «outliers».

En situación previa al paso del huracán Iván la producción de flores está estrechamente relacionada con el aumento del área foliar (R^2 0,91; $p < 0.0001$), aunque tamaños pequeños pueden producir un importante número de flores. El número de flores producidas crece a una tasa de 0.34 (Fig.8 (izquierda)). Inmediatamente después del paso del huracán obtenemos iguales resultados (R^2 0,84; $p < 0.0001$) aunque la tasa de crecimiento es más discreta (0.14) producto a las consecuencias provocadas por el impacto (Fig.8, derecha).

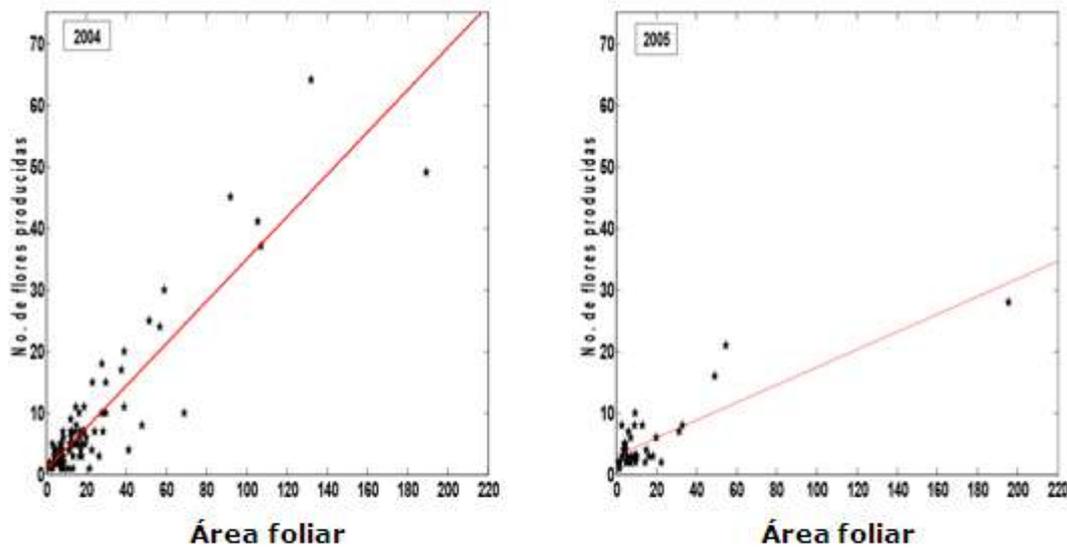


Fig. 8. Correlación entre el número de flores producidas y el área foliar pre (2004) y post impacto (2005).

Cinco años después, la relación lineal continúa siendo significativa entre el área foliar media y la producción de flores (R^2 0,86; $p < 0.0001$). Con el aumento del área foliar, aumenta el número de flores producidas a una tasa de 0.28 (Fig.9).

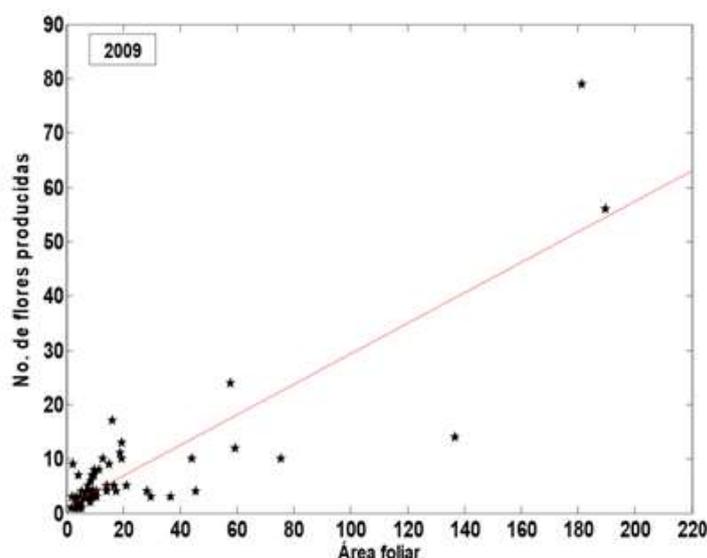


Fig. 9. Correlación entre el número flores producidas y el área foliar cinco años después.

En resumen, podemos agregar que el impacto de fenómenos atmosféricos severos como los huracanes de gran intensidad ejercen una negativa influencia en la biología reproductiva de B.c. El estrés provocado por el huracán produce una sensible disminución del número de adultos en capacidad reproductora y de plantas productoras. Cinco años después se comprueba una lenta, pero paulatina recuperación.

Coincidimos con Fischer y Matthies, (1998), Oostermeijer *et al.*, (1998) y Kéry *et al.*, (2000) en cuyos estudios también llegan a la conclusión de que la disminución del tamaño de la población, y entre ellos, de los individuos en capacidad reproductiva, incide negativamente en los rangos de producción de inflorescencias, flores, frutos y semillas.

La producción de flores baja drásticamente. Sin embargo, en esta especie se nota una tendencia hacia el incremento, aunque cinco años después, aún los niveles presentan diferencias significativas que distan mucho de los alcanzados pre-huracán.

La producción de frutos es quizás el indicador más afectado, mostrando diferencias significativas entre todos los años. Se nota un incremento en el número de flores producidas pero no en el de frutos, cuyo índice por flor es afectado. Cinco años después se observa una tendencia hacia el aumento pero aún lejos de los valores iniciales. Los bajos índices pudieran indicar que el huracán igualmente afecta a los posibles polinizadores cuyas poblaciones aún no han logrado recuperarse.

Jacquemyn *et al.* (2002) y Janécková y Kindlmann (2002) han encontrado que existe una interrelación entre el área foliar y la longitud de las inflorescencias y cantidad de flores producidas en estudios con orquídeas terrestres. La producción de flores depende también del área foliar con que cuentan los individuos. En el presente estudio se reafirman los resultados a que llegaron los autores ya mencionados, a mayor área, mayor será el número de flores producidas. A igual conclusión arribaron Janécková y Kindlmann (2002), en estudios con la especie terrestre *Dactylorhiza fuchsii*.

Tanto pre como post-impacto, en todos los casos se observa una relación lineal significativa pues a medida que aumentan los valores de estas variables aumenta la longitud media de las inflorescencias y la producción de flores.

CONCLUSIONES

1.- Los eventos atmosféricos severos producen cambios notables en la estructura y número de adultos reproductores y plantas productoras en las poblaciones de orquídeas. Estos cambios en la estructura provocan un envejecimiento de las poblaciones impactadas pues el número de adultos reproductores crece por la disminución de individuos en las clases menores, más diezmadadas por el impacto.

2.- La longitud de las inflorescencias esta significativamente relacionada con la producción de flores, a medida que aumenta la longitud, el número de flores producidos es mayor.

4.- Los bajos índices de producción de frutos pudieran tener como causa principal la baja presencia de los polinizadores en el área.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ackerman, J.D. 1989. Limitations to sexual reproduction in *Encyclia krugii* (Orchidaceae). *Systematic Botany* 14: 101-109.
- Ackerman, J.D. & A.M. Montalvo. 1990. Short and long-term limitation to fruit production in a tropical orchid. *Ecology* 71: 263-272.
- Briggs, D. & S.M. Walters. 1997. *Plant Variation and Evolution*. Cambridge. Cambridge University Press.
- Hamrick, J.L. & M.J.W. Godt. 1996. Conservation Genetic of Endemic Plant Species. In: Avise J.C. & Hamrick J.L. (eds.): 281-304. *Conservation Genetic: Case Histories from Nature*. 1ª ed. New York: Chapman & Hall.
- Jacquemyn, H., R. Brys, M. Hermy. 2002. Flower and fruit production in small populations *Orchid purpurea* and implications for management. In: Kindlmann P., J.H. Willems, D.F. Whigham (eds.) *Trends and fluctuations and underlying mechanisms in terrestrial orchid populations*, pp. 67-84. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Janécková P. & P. Kindlmann. 2002. Key factors affecting shoot growth and flowering performance of *Dactylorhiza fuchsii*. In: Kindlmann P., J.H. Willems, D.F. Whigham (eds.) *Trends and fluctuations and underlying mechanisms in terrestrial orchid populations*, pp. 67-84. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Kéry, M., D. Matthies, H. Spillmann. 2000. Reduced fecundity and offspring performance in small populations of the declining grassland plants *Primula veris* and *Gentiana lutea*. *Journal of Ecology* 88: 17-30.
- Montalvo, A.M. & J.D. Ackerman. 1987. Limitations to fruit production in *Ionopsis utricularioides* (Orchidaceae). *Biotropica* 19: 24-31.
- Mújica, E.B. 2007. *Ecología de las orquídeas epífitas Broughtonia cubensis (Lindley) Cogniaux, Dendrophylax lindenii (Lindley) Bentham et Rolfe y Encyclia bocourtii Mújica et Pupulin en el Cabo San Antonio, Península de Guanahacabibes, CUBA. Análisis espacio-temporal e implicaciones del impacto de un fenómeno atmosférico*

- severo. Disertación para obtención de Grado a Doctor en Ciencias Ecológicas, Universidad de Pinar del Río, febrero de 2007.
- Oostermeijer, J.G.B., S.H. Luijten, Z.V. Krenová, H.C.M. den Nijs. 1998. Relationships between population and habitat characteristics of the rare *Gentiana pneumonanthe* L. *Conservation Biology* 12: 1042-1053.
 - Pérez de Paz, J. 2000. La Biología Reproductiva. Importancia y tipos de estudios. In: Bañares Baudet A. (eds.) *Biología de la Conservación de Plantas Amenazadas*, Organismo Autónomo Parques Naturales. España. pp. 71-85.
 - Primack, R. B. & P. Hall. 1990. Cost of reproduction in the pink lady's slipper orchid: four-year experimental study. *American Naturalist* 136: 638-656.
 - Proctor, M., P. Yeo, A. Lack. 1996. *The Natural History of Pollinization*. London. Harper Collins Publishers.
 - Richards, A. J. 1986. *Plant Breeding Systems*. London. Chapman & Hall.
 - Richards, A. J. 1997. *Plant Breeding Systems*. London. Chapman & Hall.
 - Zimmerman, J.K. & T.M. Aide. 1989. Patterns of fruit production in a neotropical orchid: pollinator vs. resource limitation. *American Journal of Botany* 76: 67-73.