

Variabilidad morfológica en las hojas de *Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br. (Convolvulaceae) en el sector costero Boca Ciega, Ciudad de La Habana, Cuba*

Zehnia Cuervo Reinoso**, Norberto Capetillo Piñar***

ABSTRACT. Phenotypic plasticity in the leaves of individuals of *Ipomoea pes caprae* was studied on the habitats hollow and crest of the coastal dunes of Boca Ciega, east of Havana. Five variables of leaf morphology were assessed in order to check the level of individual variability within each habitat and also at population level (each habitat compared to the rest): leaf and petiole length, basal, central and distal leaf width. A significant variability between individuals within each habitat (crest: $KW = 94.69$, $df = 4$, $p \leq 0.001$ and hollow: $KW = 70.77$, $df = 4$, $p \leq 0.001$) was found. However, no significant differences were detected among habitats (stocks) ($F = 0.80$, $df = 49$, $p = 0.61$) for a 95% confidence). The multivariate analysis (MDS) showed no precise separation of individuals for housing, while the principal component analysis (PCA) resulted in 4 variables as the most distinctive for each habitat. The phenotypic variability found at the individual level is likely to be due to the heterogeneity of environmental conditions in terms of space within each habitat and the absence of phenotypic variation at the population level (between habitats) can be explained by the possible homogeneity of certain environmental conditions, the influences of which are crucial to the adaptive response of individuals of this species.

KEY WORDS. *Ipomoea pes-caprae*, dunes, leaf morphology, phenotypic plasticity

INTRODUCCIÓN

La variabilidad morfológica de una especie de la flora generalmente es el resultado de la influencia que el medio ejerce sobre un organismo o una población, se conoce como plasticidad fenotípica y puede evaluarse a nivel de individuo o de población. Esta plasticidad es una propiedad del genotipo, que no es más que el potencial de rasgos específicos que expresan las plantas en función de los diferentes ambientes (Pigliucci, 2001). Dicha propiedad alcanza su máxima expresión en las especies pioneras, por encontrarse en hábitats cuyas condiciones ambientales son muy cambiantes en tiempo y espacio.

La importancia de tener en cuenta las variaciones de la plasticidad fenotípica radica en que éstas proveen información útil sobre aspectos como los rasgos morfológicos, fisiológicos y de comportamiento que repercuten en el manejo exitoso de poblaciones silvestres y ecosistemas, lo que permite el desarrollo de planes de conservación para especies y sus hábitats que hoy en día presentan alguna amenaza de extinción. Además, caracterizar y predecir debilidades de las especies o aquellas potencialmente invasoras, y proponer planes y políticas adecuadas antes y durante cualquier evento de invasión (Pigliucci, 2001).

Ipomoea pes caprae (L.) R. Br., es una planta herbácea rastrera, que puede dispersarse rápidamente por estolones a veces con más de 30m de largo (Samek, 1973), es común en la zona de playas y dunas costeras arenosas y es considerada como especie pionera en estos ecosistemas debido a que presenta una elevada capacidad de colonizar los suelos arenosos cuyas condiciones ambientales son muy estresantes para el desarrollo de otras especies. Esta propiedad le confiere a esta especie gran importancia para su uso en la rehabilitación de estos ecosistemas por lo que el conocimiento de su ecología es de vital importancia para lograr éxito en la recuperación de estos ecosistemas.

El objetivo del presente trabajo es determinar si en *Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br. la variabilidad morfológica se expresa a

nivel de individuo, de población o ambos en el sector costero de Boca Ciega.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El sector costero Boca Ciega se encuentra a 20 km al E de Ciudad de La Habana, es una costa acumulativa cuya morfología esta conformada por playas arenosas con dominancia de la asociación vegetal *Ipomoea-Canavalia*, la cual se considera líder de este tipo de ecosistema (Samek, 1973). Las dunas que conforman estas playas forman montículos de arena de pequeño tamaño, con alturas máximas entre 1.5 y 2m (Samek, 1973) y con muy baja acumulación de materia orgánica. Se encuentran fuertemente afectadas por diversas actividades antrópicas.

Predomina el clima tropical donde la temperatura media anual del aire es de 25°C con máxima de 34,2°C y mínima de 12,5°C, y una humedad relativa del aire de 78% como promedio (Batista-Silva y Sánchez, 2003).

Método de muestreo. En julio del año 2008, se colectaron 10 tallos de la especie *Ipomoea pes-caprae*, cinco en el hábitat de hondonada (P1h, P2h, P3h, P4h, P5h) y cinco en el de cresta o cima de las dunas, (P1c, P2c, P3c, P4c, P5c). Cada tallo colectado tuvo entre 15 y 20 hojas. Las hojas fueron colectadas de tallos con un distanciamiento entre ellos de al menos 30m, para garantizar que pertenecieran a diferentes individuos, ya que esta distancia es superior a la longitud de las ramas de esta especie (Moreno-Casasola, 1991).

Se identificaron tres formas de hojas en esta especie: Oblonga (A), orbicular (B) y panduriforme (C). Se escogieron al azar 10 hojas de cada tallo (N= 100) y se clasificaron según las formas identificadas. A cada una se les tomaron las medidas morfométricas: Largo de la hoja (Lh), largo del peciolo (Lp), ancho basal (Ab), ancho central (Ac) y ancho distal (Ad).

Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA). Para realizar este análisis se comprobó si los datos presentaban distribución normal y homogeneidad de

*Manuscrito aprobado en Enero de 2009.

**Instituto de Ecología y Sistemática, A. P. 8029, C. P. 10800, La Habana, Cuba.

***Centro Investigaciones Pesqueras de Cuba, 5^a Avenida y 246, Municipio Playa, Ciudad de La Habana, Cuba.

varianza. A los datos que violaban alguno de estos dos requisitos, se les aplicó un Kruskal-Wallis (análisis no paramétrico). Las pruebas anteriores se ejecutaron para conocer si existían diferencias entre los individuos dentro de un mismo hábitat, así como entre los hábitats para todas las variables medidas.

Se aplicó un análisis multivariado de Escalado Multidimensional no Métrico (MDS), para conocer el grado o nivel de similitud entre los individuos dentro y entre los hábitats. Se aplicó una prueba chi-cuadrado (χ^2) para conocer si existían diferencias en cuanto a las proporciones de las formas de hojas que con más frecuencia fueron halladas. Para conocer qué variables morfológicas fueron más relevantes o distintivas entre los individuos en cada hábitat se realizó un Análisis de Componentes Principales (PCA). Para el procesamiento estadístico de los datos se usaron los paquetes estadísticos STATGRAPHICS Centurión XV (Statpoint, Inc. 2006) y Primer 5.2.9 (Clarke y Warwick, 2001)

RESULTADOS

La cuantificación de los tipos morfológicos de las hojas de *Ipomoea pes-caprae* arrojó que la forma A (Fig. 1) fue la que presentó la mayor frecuencia de aparición (82%) para ambos hábitats (cresta y hondonada), estando mejor representada en el hábitat de cresta (localizada en tres individuos P1c, P2c y P3c) con respecto al de hondonada (P1h y P4h). La forma C tuvo una frecuencia de aparición de 11%, predominando en P3h, sólo apareció escasamente en P5c mientras que la forma B aunque fue escasa su frecuencia de aparición (7%) abundó más en la hondonada. En la Fig. 1 se evidencia que existen diferencias en las proporciones de las frecuencias de aparición de las tres formas de las hojas. Dicha apreciación quedó reafirmada con una prueba chi-cuadrado ($\chi^2 = 111.8$, $g.l = 18$, $p < 0.0001$).

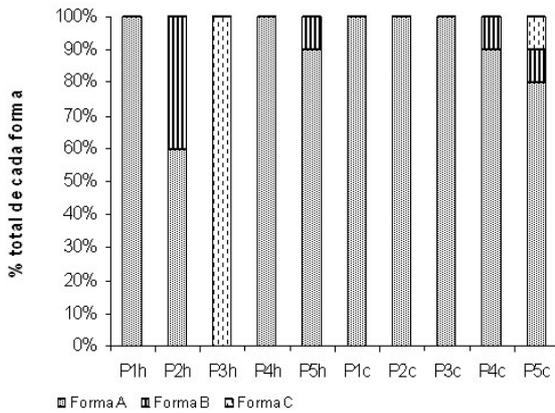


Fig. 1. Porcentaje de la presencia de las tres formas comunes de hojas (N= 100) en cada uno de los individuos en el sector costero Boca Ciega, Ciudad de La Habana. Leyenda: P1, P2, P3,..P10, el número de la planta analizada, h= hábitat hondonada y c= hábitat cresta.

Los valores medios de los caracteres morfológicos longitud del peciolo, ancho basal, ancho central y largo de la hoja son superiores en las hojas presentes en la cresta, mientras que el ancho distal es superior en la hondonada. El ancho distal y el largo de la hoja no difieren estadísticamente cuando se comparan ambos hábitats, no ocurriendo esta misma situación para el largo del peciolo, ancho basal y ancho central (Fig.2)

Todo lo anterior nos evidencia que las hojas asentadas en la cresta y la hondonada no son estadísticamente diferentes en cuanto al largo y ancho distal.

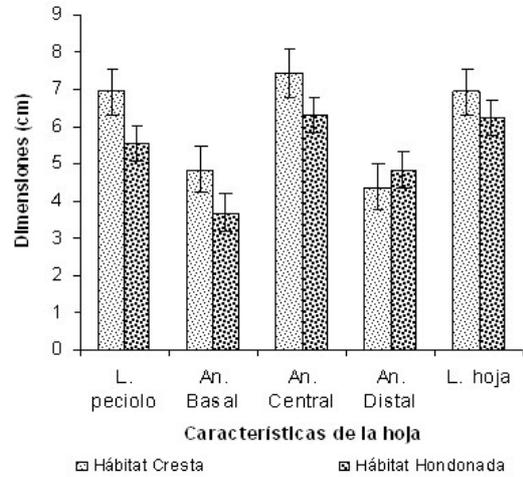


Fig. 2. Caracteres morfológicos de las hojas de *Ipomoea pes-caprae* en los hábitats de cresta y hondonada en el sector costero Boca Ciega, Ciudad de La Habana. Las barras indican la media \pm error estándar (N= 50 por hábitat). L.= Largo, An.= Ancho

Según la prueba Kruskal-Wallis (K-W) existen diferencias significativas (Figs. 3 y 4) entre los individuos dentro de cada hábitat en particular (cresta: $K-W = 94.69$, $g.l = 4$, $p \leq 0.001$, y hondonada: $K-W = 70.77$, $g.l = 4$, $p \leq 0.001$). Sin embargo no se detectaron diferencias significativas entre los hábitats (poblaciones) ($F = 0.80$, $g.l = 49$, $p = 0.61$) para un 95% de confianza. La Fig. 3 muestra que las diferencias provienen de los valores de las medianas del ancho basal y distal que difieren de las del ancho central, largo del peciolo y de la hoja. En la hondonada (Fig. 4) las diferencias se deben a que las medianas del largo del peciolo y la hoja difieren de las medianas del ancho basal, central y distal.

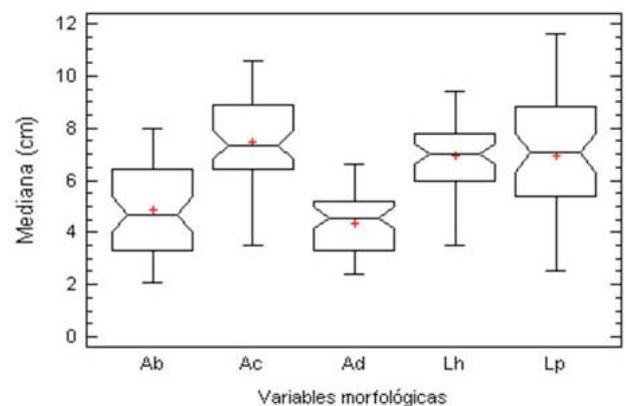


Fig. 3. Comportamiento de las variables morfológicas de las hojas en el hábitat cresta (cima) en el sector costero Boca Ciega, Ciudad de La Habana. Leyenda: Ab= área basal, Ac= área central, Ad= área distal, Lh= largo de la hoja y Lp= largo del peciolo, += Media

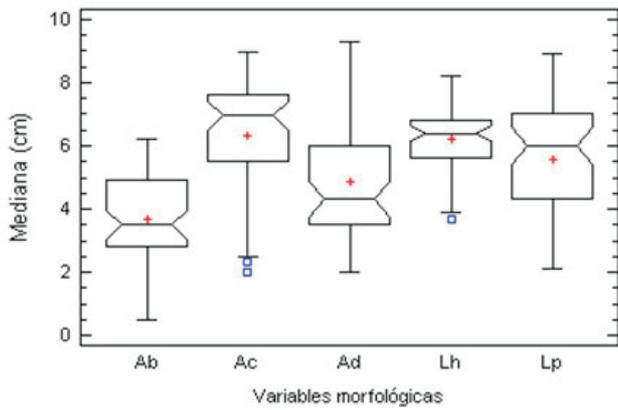


Fig. 4. Comportamiento de las variables morfológicas de las hojas en el hábitat hondonada en el sector costero Boca Ciega, Ciudad de La Habana. Leyenda: Ab= área basal, Ac= área central, Ad= área distal, Lh= largo de la hoja y Lp= largo del peciolo, += Media, □ = Valores aberrantes

En el análisis multivariado de Ordenación Multidimensional no Métrica (MDS), para el cual se consideraron todas las hojas medidas (N = 100), no se pudo dilucidar ninguna tendencia de agrupación en base a los datos de los hábitats (Fig. 5). Las hojas de forma C tienden a separarse del resto de las demás. Este grupo está conformado por las hojas de la planta 3, la cual está asentada en la hondonada (H3). En este caso esta planta solo presentó la hoja de forma C. El resto de las hojas de las demás plantas, tanto de la cresta u hondonada, tienden a agruparse desde el punto de vista de individuo.

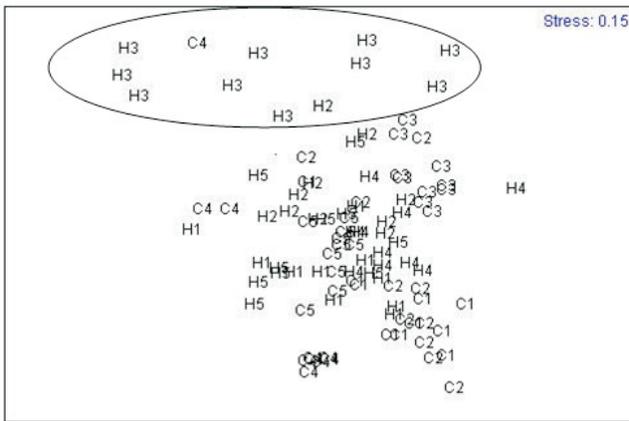


Fig. 5. Análisis de Ordenación mediante la técnica de Escalamiento Multidimensional no Métrico (MDS) aplicado a los caracteres morfológicos de las hojas (N = 100) de los individuos en los hábitats cresta y hondonada en el sector costero Boca Ciega, Ciudad de La Habana. H = hondonada, C = cresta, los números indican el de la planta a que pertenece la hoja.

El análisis de componentes principales (PCA) generado a partir de las variables morfológicas de las hojas de los individuos para cada hábitat evidenció que son cuatro las variables distintivas para cada hábitat. Según estos resultados las variables que dieron el aporte mayor en el hábitat cresta

fueron los anchos de la hoja para el CP1: ancho basal, central y distal y para el CP2 fue el largo de la hoja. Para el hábitat hondonada el aporte mayor estuvo en el CP1 por el ancho central y largo de la hoja y para el CP2 por el ancho basal y largo del peciolo (Figs. 6 y 7).

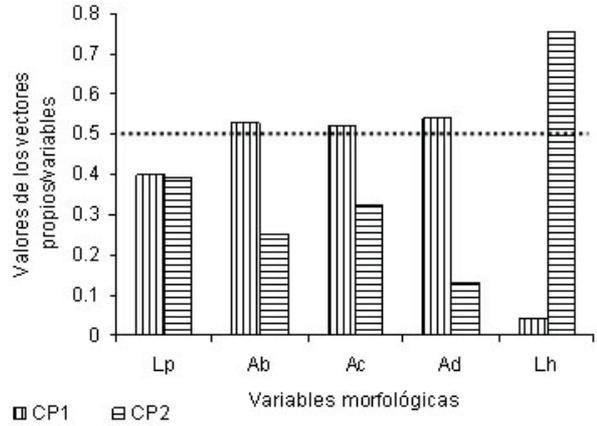


Fig. 6. Variables morfológicas que dieron el mayor aporte en el hábitat cresta para los dos primeros componentes principales (CP1 y CP2) generados a partir del Análisis de Componentes Principales (PCA) con N= 100 hojas. Lp.: Largo peciolo, Ab: Ancho basal, Ac: Ancho central, Ad: Ancho distal, Lh: Largo de la hoja.: Valor por encima del cual la variable toma una mayor importancia. CP1: Componente Principal 1, CP2: Componente Principal 2.

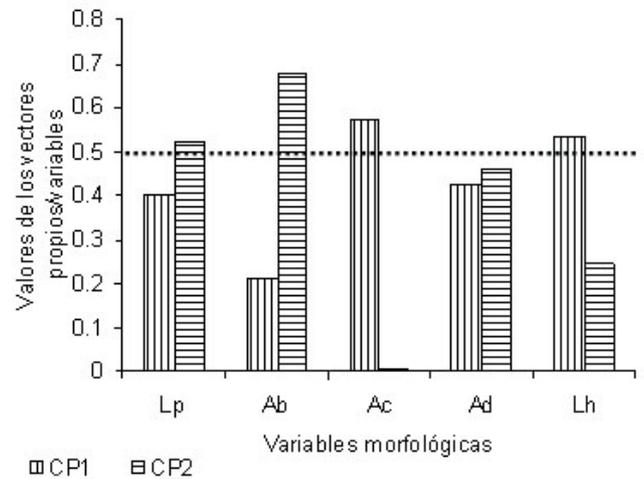


Fig. 7. Variables morfológicas que dieron el mayor aporte en el hábitat hondonada para los dos primeros componentes principales (CP1 y CP2) generados a partir del Análisis de Componentes Principales (PCA) con N= 100 hojas. Lp.: Largo peciolo, Ab: Ancho basal, Ac: Ancho central, Ad: Ancho distal, Lh: Largo de la hoja.: Valor por encima del cual la variable toma una mayor importancia. CP1: Componente Principal 1, CP2: Componente Principal 2.

DISCUSIÓN

Los resultados evidencian que la plasticidad fenotípica de *Ipomoea pes-caprae* es a nivel de individuo (Figs. 4 y 5) y no de

población, ya que no hay diferencias significativas entre los hábitats (cresta y hondonada), lo que se comprobó en el análisis de Escalado Multidimensional no Métrico (MDS) según los promedios de las variables morfológicas de las hojas de cada individuo (Fig. 8). Se observa que no existe una separación precisa entre los individuos asentados en uno u otro hábitat, lo que nos afirma la existencia de similitud de las variables morfológicas de las hojas entre los individuos, aunque algunos individuos asentados en la cresta (P3c y P4c) y hondonada (H3) presenten diferencias.

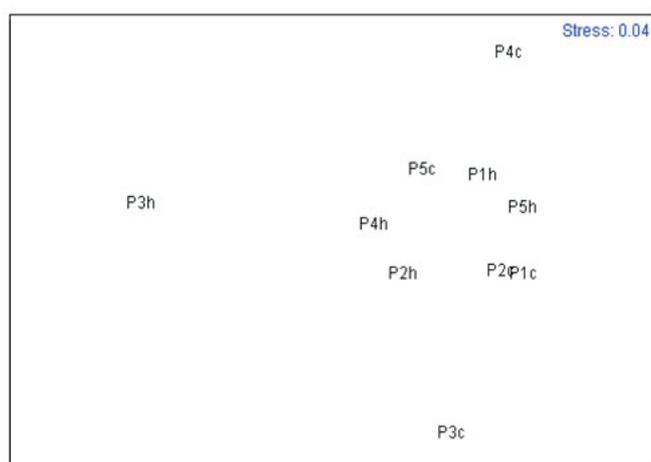


Fig. 8. Ordenamiento de los individuos (N= 10) asentados en los hábitats Cresta y Hondonada mediante la técnica de Escalado Multidimensional no Métrico (MDS) aplicando los promedios de las variables morfológicas de las hojas de cada individuo en el sector costero Boca Ciega, Ciudad de La Habana. Leyenda: P- planta, los números asociados indican el número de la planta, h- hábitat hondonada, c- hábitat cresta.

De todos los ecosistemas costeros las dunas arenosas son las que han sufrido el mayor grado de afectación por las acciones humanas (Carter, 1988). Respecto a la no existencia de diferencias a nivel de población debemos señalar que la región, a parte de la incidencia de factores naturales como el oleaje, el viento, la irradiación, se caracteriza por la influencia de una fuerte actividad antrópica (construcciones rígidas, pisoteos de los bañistas, conformación de parqueos de autos, etc) en las dunas, la cual ha inducido cambios y/o transformaciones prácticamente irreversibles en los sistemas de playas y dunas del área a partir de la década de los años cincuenta del siglo XX (García *et al.*, 1993 y González *et al.*, 2008).

Es posible que los efectos ocasionados por las acciones realizadas por el hombre en esta región originen una relativa homogenización, de algunos componentes ambientales, como del suelo, relieve, entre otros, en ambos hábitats y por tanto haga que los individuos de esta especie, al menos en algunas variables morfológicas, no se diferencien entre sí (Fig. 3, Tabla 2). Greaver y Muñoz (2004) al estudiar la variabilidad morfológica en las hojas de *Ipomoea imperati* obtuvieron resultados estadísticos diferentes a nivel de individuo y de población a los hallados en este trabajo.

Las diferencias entre los individuos asentados en ambos hábitats se basan fundamentalmente en el ancho central, basal y largo del pecíolo, mientras que para el largo de la hoja y ancho

distal no se detectaron diferencias estadísticamente significativas (Fig. 3). Las diferencias entre los individuos obedecen a la heterogeneidad espacial de las condiciones ambientales existentes en cada hábitat, por lo que cada individuo desarrolló adaptaciones que le permitieron su permanencia. Akeryod (1997) observó plasticidad fenotípica en varias características morfológicas entre los individuos de diferentes especies que viven en distintas áreas espaciales y atribuyó esta situación a la presencia de diferentes condiciones ambientales entre los sitios de asentamiento de dichas especies.

En las dunas costeras las variables ambientales cambian a lo largo del gradiente interior de la costa al mar (Chapman, 1972), los principales disturbios que actúan en ellas son: el movimiento de arena, la inundación por agua dulce y de mar, la salinidad aérea y edáfica (Martínez *et al.*, 1997), estas dunas se localizan en las proximidades del Río Itabo. Quizás alguno de estos factores tengan diferentes grados de importancia dentro de cada hábitat, lo que conlleva a que influya de manera significativa en el comportamiento adaptativo de cada individuo y el mismo se exprese en las diferencias morfológicas observadas en las hojas con especialización hacia esas condiciones. Los estudios realizados por Aston y Bradshaw (1966), nos permiten afirmar lo planteado, cuando determinaron que en *Agrostis stolonifera* (un pasto común en Europa) cambia la forma de sus estolones de lugares húmedos a secos. Martínez (1994) afirmó que las plantas que habitan en estos tipos de ambientes presentan varios niveles de respuesta al enterramiento, donde una de ellas es la respuesta individual de tipo fisiológico en la cual la planta aumenta su tasa de crecimiento, hecho que Samek (1973) pudo observar en una gran parte de los componentes de la asociación vegetal *Ipomoea-Canavalia* que localizó en el litoral de la costa norte de la Provincia de La Habana, los cuales soportaban el enterramiento por arena.

Las variables morfológicas distintivas dentro de cada hábitat nos pueden dar un primer acercamiento a lo planteado con anterioridad. Para los individuos asentados en la cresta tanto el largo como el ancho (basal, central y distal) de las hojas fueron las más distintivas (Fig. 6), siendo en este sitio donde los individuos crecían muy vigorosos y se observaron núcleos monodominantes de esta especie. Respecto a la hondonada el ancho basal y central, largo del pecíolo y de la hoja fueron las importantes (Fig. 7). En este hábitat no se observaron núcleos monodominantes de esta especie, la presencia de otras especies origina una fuerte competencia por el espacio y la captura de luz solar impidiendo que la población de esta especie no sea tan vigorosa y dominante como ocurre en la cresta. Greaver (2000) halló en *I. pes-caprae* capas más gruesas de tejidos fotosintéticos en condiciones de alta luz reflejada, este resultado podría explicar parte de nuestros resultados.

La mayor variabilidad fenotípica de *I. pes-caprae* fue hallada en la hondonada (Fig. 1). Se observa (Fig. 1) que en este hábitat fue hallado un individuo con el tipo de hoja C y a la vez el menor número de individuos con hojas de tipo A. Es probable que la existencia de este individuo esté reflejando alguna condición ambiental propia de este hábitat cuya característica fundamental es la de presentar una mayor humedad (por la cercanía al manto freático) y acumulación de materia orgánica (Moreno-Casasola y Travieso-Bello, 2006), conjuntamente con una mayor diversidad de especies. Greaver y Muñoz (2004), obtuvieron un

resultado similar en *Ipomoea imperati* al hallar un individuo con la forma de hoja de guante en la hondonada, sin embargo a diferencia de nuestro estudio concluyeron que la mayor variabilidad fenotípica se encontraba en la cresta.

Un aspecto curioso es la presencia de diferentes formas de hojas dentro de un individuo (Fig. 1), hecho que afirma la elevada plasticidad fenotípica (variabilidad que se observa a lo largo de su extensión de 30m) de esta especie. Resultado similar fue obtenido en *Ipomoea imperati* en las dunas de la Reserva Natural de La Mancha en Veracruz, México. (Greaver y Muñoz, 2004).

CONCLUSIONES

- ♦ La especie *Ipomoea pes-caprae* manifiesta variabilidad morfológica en sus hojas a nivel de individuo y no a nivel de población.
- ♦ La heterogeneidad ambiental dentro de cada hábitat (cresta y hondonada) explica la variabilidad fenotípica de *Ipomoea pes-caprae* a nivel de individuo.
- ♦ La inexistencia de variación fenotípica a nivel de población se debe a las acciones antrópicas que homogeneizan las condiciones ambientales entre los hábitats.

REFERENCIAS

- Akeryod, J. R. 1997. *Intraspecific variation in Europe coastal plant species*. In: *Dry coastal ecosystems: General aspects*. Van der Maarel, E (Eds). Elsevier: 145-162
- Aston, J.L., A.D. Bradshaw 1996. Evolution in closely adjacent plant populations. II. *Agostis stolonifera* in maritime habitats. *Heredity*, 21: 649-664
- Batista-Silva, J.L. y M. Sánchez Celada. 2008. Peligro y Vulnerabilidad en el Este de La Habana. *Revista Internacional de Ciencias de La Tierra*. 16 pp.
- Carter, R.W.G. 1988. *Coastal environments: an introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines*. Academic Press. New York. 617 pp.
- Clarke, K.R. y R.M. Warwick. 2001. *Change in Marine Communities: An approach to statistical analysis and interpretation*. United Kingdom. Plymouth marine Laboratory.
- Chapman, V.J. 1972. *Coastal Vegetation* 2nd Ed. Program for International Laboratory Science, University of Auckland, New Zealand.
- García, R., A. Valdés, A. Priego, Y. Guerra y P.P. Herrera. 1993. Vegetación original y actual de un sector de las playas del Este en Ciudad de La Habana, Cuba. *Fontqueria*. 36: 429-437.
- González, C. L.; O. Cárdenas, H. Hernández y M. C. Martínez. 2008. Monografía teórico-metodológica sobre el análisis de los contrastes espacio-temporales que influyen en los problemas ambientales de las cuencas hidrográficas de los ríos Tarará, Itabo y Guanabo [inédito]. Proyecto de investigación, Resultado Final. División de Medio Ambiente. Instituto de Geografía Tropical. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. La Habana, Cuba, pp. 55-81.
- Greaver, T. 2000. The effects of heterogeneous reflected light on the photosynthesis and anatomy of *Ipomoea pes-caprae*. Coral Gables, USA, University of Miami, Tesis de Maestría. 56 p.
- Greaver, T. y A.S., Muñoz. 2004. Variabilidad morfológica en las hojas de *Ipomoea imperati* en Dunas de la Reserva natural de la mancha, Veracruz, México. En: http://www.emagister.com/curso_ecologia_ecosistemas_costeros_tropicales-2004-cursos-2290415.htm.
- Martínez. M. L., P. Moreno-Casasola y G. Vázquez. 1997. Long term effect of sand movement and inundation by water on tropical coastal sand dune vegetation. *Journal of Canadian Botany*. 75: 2005-2014.
- Moreno-Casasola, P. 1991. Sand dune studies on the eastern coast of Mexico. Proceedings Canadian Symposium on Coastal Dunes 1990. Guelph, Ontario. Canada 215-230 pp.
- Moreno-Casasola, P y A.C Travieso-Bello. 2006. Las playas y las dunas. Pp: 205-220. En: Moreno Casasola P. (Ed.) *Entornos veracruzanos: La Costa de La Mancha*. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa. Ver. México, 576 pp.
- Moreno-Casasola, P y G. Vázquez. 2006. Las comunidades de las dunas. Pp: 285-310. En: Moreno Casasola P. (Ed.) *Entornos veracruzanos: La Costa de La Mancha*. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa. Ver. México, 576 pp.
- Pigliucci, M. 2001. Phenotypic Plasticity: Beyond Nature and Nurture. John Hopkins University Press, Baltimore.
- Samek, V. 1973. Vegetación litoral de la Costa Norte de la Provincia de La Habana. Serie Forestal. No. 18. Academia Ciencias de Cuba.