



Valor taxonómico de la forma de la hoja en especies cubanas del género *Begonia* (Begoniaceae)

Taxonomical value of leaf shape in Cuban species of the genus *Begonia* (Begoniaceae)

Lázaro Castro Hernández^{1,2*}

RESUMEN

¹ Instituto de Ciencia Animal, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

² Programa de Doctorado en Ciencias Biológicas Mención Ecología. Facultad de Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile.

*Correspondencia: lkstro96@gmail.com

Recibido: 24 de abril de 2023

Aceptado: 17 de junio de 2023

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES:
LCH: conceptualización, metodología, curación de datos, redacción del borrador original, revisión y edición final.

Conflicto de Interés: El autor declara no presentar conflicto de interés.



Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons



<https://cu-id.com/2402/v222e05>

Entre los elementos relevantes para delimitar las especies cubanas del género *Begonia* está la forma de la hoja, aunque este carácter por sí solo se considera insuficiente para discriminar algunas de ellas. Los estudios que la analizan, emplean dimensiones lineales y categorías nominales. Sin embargo, las variaciones de este carácter suelen ser continuas, por lo que su cuantificación empleando morfometría geométrica podría resultar más eficiente en comparación con la morfología tradicional. Por ello, el objetivo de este estudio fue la evaluación del potencial que tienen las diferencias en la forma de las hojas para la identificación de especies cubanas del género *Begonia*. Para ello, se emplearon fotografías de las hojas de siete especies del género. Se describió su contorno a partir de coeficientes elípticos de Fourier, que fueron reducidos con un Análisis de Componentes Principales. Se realizó una prueba PERMANOVA y se entrenó una red neuronal para evaluar el potencial de este carácter para identificarlas. Asimismo, fue calculado el índice de asimetría foliar para cada taxon. La reconstrucción gráfica de los contornos de las hojas permitió visualizar que las diferencias interespecíficas en su forma se encuentran fundamentalmente en el grado de elipsis y asimetría. Las hojas de *B. lomensis* y *B. wrightiana* resultaron las más asimétricas. La prueba PERMANOVA mostró diferencias significativas entre todas las especies. Sin embargo, la red neural entrenada cometió errores de clasificación para tres individuos, aunque logró una perfecta identificación en cinco de los siete táxones incluidos.

Palabras clave: asimetría foliar, descriptores elípticos de Fourier, flora cubana, morfometría geométrica, redes neuronales

ABSTRACT

Among the relevant elements to delimit Cuban species of the genus *Begonia* is the shape of the leaf, although this character alone is considered insufficient to discriminate some of them. The studies that analyze it, use linear dimensions and nominal categories. However, variations of this character are usually continuous, so its quantification using geometric morphometry could be more efficient compared to traditional morphology. Therefore, the objective of this study was the evaluation of the potential of the differences in the shape of the leaves for the identification of Cuban species of the genus *Begonia*. For this, photographs of the leaves of seven species of the genus were used. Its outline was described using Fourier elliptic coefficients, which were reduced with a Principal Component Analysis. A PERMANOVA test was performed and a neural network was trained to evaluate the potential of this character to identify them. Likewise, the leaf asymmetry index was calculated for each taxon. The graphical reconstruction of the leaf outlines allowed to visualize that the interspecific differences in their shape are mainly found in the degree of ellipsis and asymmetry. The leaves of *B. lomensis* and *B. wrightiana* were the most asymmetric. The PERMANOVA test showed significant differences between all species. However, the trained neural network made classification errors for three individuals, although it achieved a perfect identification in five of the seven included taxa.

Keywords: Cuban flora, elliptical Fourier descriptors, geometric morphometry, leaf asymmetry, neural networks

INTRODUCCIÓN

El género *Begonia* L. contiene más de 2000 especies (Ardi *et al.*, 2022) y miles de cultivares ornamentales (Goodall-Copestake *et al.*, 2010). Presenta una distribución predominantemente tropical y dos centros principales de diversidad. El primero comprende México, Centroamérica, los Andes y Brasil, mientras que el segundo se encuentra al este del Himalaya, las montañas de Indochina, el archipiélago malayo y Filipinas (Kubitzki, 2011). La mayoría de los táxones tienen una distribución restringida a microhábitats específicos y entre poblaciones de un mismo taxon puede existir un alto grado de aislamiento; factor que ha condicionado la gran diversificación y endemismo de este linaje (Hunghes, 2002).

En Cuba, el género *Begonia* está representado por 16 especies silvestres y al menos seis introducidas; de ellas, 11 son endémicas (Greuter y Rankin, 2022). Los táxones silvestres habitan desde los 100 a 1970 m s.n.m. en bosques nublados, pluviales montanos, pinares, vegetación ribereña, arroyos y laderas húmedas, sobre suelos arcillosos, calizos y carso (Sierra, 2000). Entre los elementos de mayor contribución para su delimitación está la morfología foliar, en especial la forma de la lámina, aunque este carácter no se considera suficiente para discriminar algunos táxones, sino que es necesario combinarlo con otras características, tanto vegetativas como reproductivas (Doorenbos *et al.*, 1998; Sierra, 2000).

Los estudios que analizan la forma de la hoja en especies cubanas de *Begonia*, emplean dimensiones lineales y categorías nominales (e.g., elíptica, reniforme, ovada, lanceolada) (Sierra, 1988; 1989; 2000). Sin embargo, estos no son indicadores adecuados de forma, sino de proporción (Denis y Olavarrieta, 2011), lo cual puede conllevar a errores de identificación. Por otra parte, se ha descrito que las hojas de las plantas pueden presentar información diagnóstica para los táxones, la cual ha sido aplicada a la identificación exitosa de especies; a pesar de presentar una alta plasticidad, variabilidad y convergencias interespecíficas (Hearn, 2009). Por lo anterior, es necesario el uso de otras herramientas para evaluar el potencial de la forma de la hoja para la identificación de especies en el género *Begonia*.

A diferencia del tamaño, la forma es difícil de cuantificar mediante medidas morfométricas lineales, pues

incluye toda la información referente a la organización espacial de un objeto que resulta al retirar los efectos de la posición, escala y rotación (O'Higgins, 2008; Villalobos-Leiva y Benítez, 2020). Como solución a lo anterior, se ha propuesto la delimitación entre especies a través del análisis digital de imágenes, mediante el empleo de herramientas de la morfometría geométrica, y en particular los análisis del contorno con el uso de coeficientes elípticos de Fourier; que han mostrado resultados satisfactorios en varias investigaciones en plantas (e.g., Cannon y Manos, 2001; Iwata *et al.*, 2002; Rodríguez y Falcón, 2014; Chitwood y Otoni, 2017; Ellmouni, 2019; Castañeda y Falcón, 2020; Jumawan y Bout, 2021), pues capturan con mayor eficiencia la forma de las estructuras y se analizan por separado las variaciones en tamaño y en forma (Cope *et al.*, 2012).

Actualmente, los métodos de morfometría geométrica han abierto perspectivas nuevas para la evaluación de caracteres morfológicos en el contexto taxonómico y complementan los métodos habituales, como son las descripciones tradicionales o la morfometría clásica (Rodríguez, 2015; Felipe *et al.*, 2021). A su vez, a partir de la extracción de características lineales o variables de forma, posibilitan el empleo de redes neuronales y otros procedimientos automatizados para identificar especies, subespecies y variedades utilizando técnicas de reconocimiento de patrones (Denis y Guerra, 2015). En este sentido, numerosos sistemas de reconocimiento e identificación de especies han surgido y se continúan desarrollando, entre ellos se encuentran: *LeafView* (White *et al.*, 2006), *LeafsNap* (Kumar *et al.*, 2012) y *LeafNet* (Barré *et al.*, 2017), con precisiones en la identificación entre 73 y 99%. Estos antecedentes sugieren la posibilidad de que los mismos métodos pudieran ser eficientes en la identificación de especies del género *Begonia* a partir de la forma de sus hojas. En consideración a lo antes expuesto, la presente contribución tuvo como objetivo la evaluación del potencial que tienen las diferencias en cuanto a la forma de las hojas para la identificación de especies cubanas del género *Begonia*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material de estudio y muestras

Se utilizaron ejemplares de siete especies cubanas del género *Begonia* depositados en el Herbario del Instituto de Ecología y Sistemática (HAC, acrónimo según Thiers, 2023) y en el Herbario del Jardín Botánico

de New York (NY, acrónimo según Thiers, 2023). La disponibilidad de materiales herborizados y el estado de conservación de sus hojas fueron los factores que condicionaron la selección de táxones, tomándose solo aquellos con más de dos especímenes con hojas en buen estado. Cada espécimen herborizado se consideró como un individuo. Se tomaron fotografías a los ejemplares depositados en el HAC, utilizando teléfono celular LG G4, con cámara frontal de 16 megapíxeles de resolución, manteniendo una distancia aproximada de 50 cm de los materiales herborizados. Por su parte, las imágenes de los especímenes del NY, fueron descargadas de su colección virtual (<https://sweetgum.nybg.org/science/vh/>), resultando un total de 101 especímenes (20 de *B. acutifolia* Jacq., 11 de *B. banaoensis* J. Sierra, 18 de *B. cubensis* Hassk., 14 de *B. glabra* Aubl., 7 de *B. lomensis* Britton & P. Wilson, 4 de *B. maestrensis* Urb. y 27 de *B. wrightiana* A. DC.). Para cada uno, se seleccionaron de 1-4 hojas al azar que no presentaran daños en el margen, teniendo así un total de 222 hojas (Anexo 1).

Análisis morfométrico

Se utilizó el programa *Adobe Photoshop CS5* (Adobe, 2010) en el preprocesamiento de las imágenes. Estas fueron recortadas, desaturadas, se ajustó el brillo y contraste a niveles mínimo y máximo, respectivamente, obteniendo así una imagen binaria. La cuantificación de los contornos se realizó en el programa *SHAPE 1.3* (Iwata y Ukai, 2002). Los contornos cerrados de las hojas se obtuvieron a partir de las imágenes binarias y fueron descritos por un código de cadena numérico, el cual es un sistema de codificación que describe la información geométrica de las formas (Freeman, 1974). Posteriormente, los contornos fueron estandarizados sobre la elipse del primer armónico (Kuhl y Giardina, 1982) y se calcularon los coeficientes de los descriptores elípticos de Fourier para los primeros 30 armónicos. Estos fueron normalizados para eliminar las diferencias en cuanto a tamaño, posición, rotación y punto de partida del trazado del contorno. La información contenida en los coeficientes normalizados fue resumida a partir de un análisis de componentes principales como sugieren Rohlf y Archie (1984), el cual se basó en su matriz de varianza-covarianza. La variación en la forma de la hoja en cada especie fue representada utilizando la transformación inversa de Fourier de los coeficientes calculados según el procedimiento de Furuta *et al.* (1995).

Conjuntamente con el análisis anterior, y para evaluar una posible relación entre la forma de la hoja y su asimetría, se determinó el índice de asimetría foliar para las especies incluidas en este estudio. Este se calculó a partir de la diferencia entre el área de la región mayor y menor con respecto a la vena primaria principal de sus hojas, dividida entre el área total (modificado de Palmer y Strobeck, 1986), dado que estas especies pueden presentar antisimetría en las mismas (Hunghes, 2002). Para ello, se utilizó el programa *Image J 1.48s* (Schneider *et al.*, 2012).

Análisis Estadístico

Los puntajes del primer componente principal se analizaron como variable de forma en la comparación entre especies, pues incluyeron el mayor porcentaje de variabilidad. Estos se describieron utilizando la mediana como medida de tendencia central y los rangos intercuartiles para describir la variabilidad, empleando la aplicación de entorno *R*, *Extended Boxplot Graphics* (Denis y Ramírez-Arrieta, 2020). Además, se examinaron las diferencias entre especies empleando 10000 permutaciones y distancias euclidianas, con una prueba NPMANOVA, dado el incumplimiento de las premisas (normalidad y homocedasticidad) y debido que este método no toma en cuenta los supuestos restrictivos de una distribución probabilística determinada. Para ello, se utilizaron los puntajes de los diez primeros componentes principales y el programa *Past 4.12* (Hammer *et al.*, 2001).

Como método alternativo, se entrenó y validó una red neuronal de clasificación, de tipo perceptrón multicapa, para discriminar las especies de *Begonia* utilizadas a partir de los puntajes de los diez primeros componentes principales. Para esto, el conjunto de datos se dividió equitativamente en una muestra de entrenamiento y otra de validación. Se entrenaron 20 redes, reteniendo las cinco mejores al emplear el procedimiento de búsqueda automática de red en *Statistica 8.0* (StatSoft, 2007), y se seleccionó la de mejor rendimiento con los datos de validación. Para ello, se activaron todas las funciones de error y activación; manteniendo los parámetros por defecto del programa, relativos a la disminución regularizada de los pesos de todas las conexiones. La utilidad de la red se evaluó, a través de sus tasas de error. El potencial de clasificación para cada taxon se analizó por medio de una matriz de confusión y del cálculo de los porcentajes de error de omisión y comisión.

Los valores obtenidos del cálculo del índice de asimetría foliar también se describieron utilizando la mediana y los rangos intercuartiles como medida de tendencia central y de variabilidad, respectivamente, en la aplicación de entorno *R*, *Extended Boxplot Graphics* (Denis y Ramírez-Arrieta, 2020). Para la comparación interespecífica, se empleó una prueba de Kruskal-Wallis debido al incumplimiento de la premisa de normalidad, con un nivel de significación del 5%; seguida de una prueba de comparaciones de Conover.

RESULTADOS

La transformación inversa de Fourier permitió visualizar el aporte que realiza cada componente a la forma de la hoja, siendo los dos primeros los de mayor contribución. La reconstrucción gráfica de los contornos foliares a partir de los dos primeros componentes principales muestra que para *Begonia acutifolia* y *B. banaoensis* el primer componente principal explica la posición de la región más ancha, mientras que el segundo, la variabilidad en el sentido de la inclinación del ápice; en las especies restantes ocurre lo contrario (Fig. 1). Sin embargo, ambos componentes reflejan la asimetría presente en las hojas de los táxones analizados e incluyen en su conjunto, con la excepción de *B. lomensis*, más del 70 % de la varianza.

Asimismo, los puntajes del primer componente principal permiten cuantificar la variación de la forma de la hoja entre las especies de *Begonia*, evidenciando diferencias entre varias de ellas (Fig. 2). Esto a su vez se refleja en la evaluación estadística de las diferencias con el análisis de varianza por permutaciones (Tabla 1), el cual rindió una probabilidad de igualdad conjunta de 0.0001 ($F = 71.94$) y mostró diferencias significativas entre todas las especies incluidas. De igual modo, la comparación de los valores del índice de asimetría foliar entre táxones (Fig. 3) refleja diferencias entre varios de ellos, siendo las hojas de *B. lomensis* y *B. wrightiana* las más asimétricas y las de *B. glabra* las de menor asimetría.

Para evaluar finalmente la utilidad de la forma de la hoja en el proceso de identificación de especies de *Begonia*, se entrenaron y seleccionaron las mejores redes neuronales clasificatorias de tipo perceptrón multicapa, utilizando los puntajes de los primeros diez componentes principales. La red más eficiente contó con diez neuronas de entrada, siete en la capa

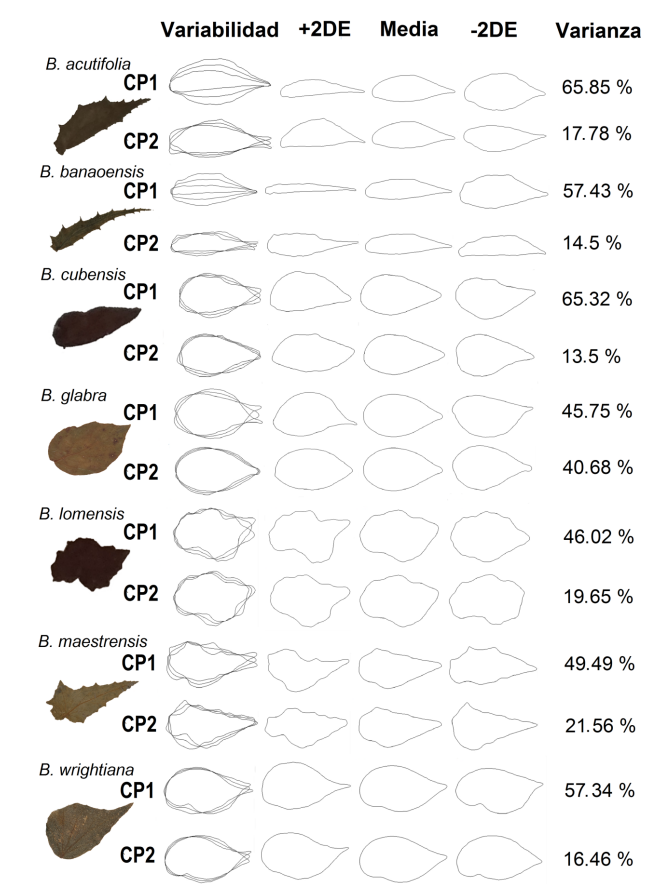


Figura 1. Reconstrucción gráfica de los contornos de las hojas de siete especies cubanas del género *Begonia*, obtenida por transformación inversa de Fourier. Se muestra la variabilidad, así como la forma media $\pm$ 2 DE de los dos primeros componentes principales (CP1 y CP2).

Figure 1. Graphic reconstruction of the contours of the leaves of seven Cuban species of the genus *Begonia*, obtained by inverse Fourier transformation. The variability is shown, as well as the mean $\pm$ 2 SD shape of the first two principal components (CP1 and CP2).

oculta y siete en la de salida. Empleó un algoritmo de entrenamiento *BFGS* 70 y utilizó la Entropía como función de error. Las funciones de activación de la capa oculta y la de salida fueron la tangente y *Softmax*, respectivamente. Esta red con los datos de entrenamiento tuvo un valor global de rendimiento de 97.3%, mientras que con la muestra de validación fue de 70.3% de clasificación correcta. Los errores de clasificación ocurrieron en dos individuos de *B. banaoensis*, los cuales se confundieron con *B. acutifolia* y uno de *B. wrightiana* con *B. cubensis*. Las especies restantes lograron un 100% de clasificación correcta de los datos de validación (Tabla 2).

Castro: Valor taxonómico de la forma de la hoja en *Begonia*

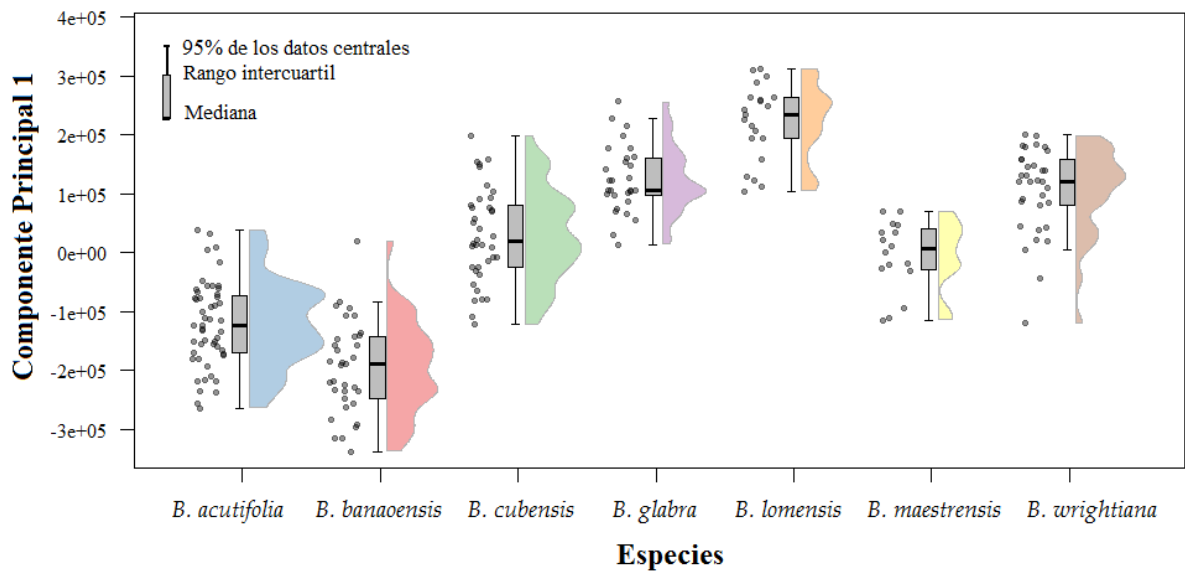


Figura 2. Representación de la variación en la forma de la hoja para siete especies cubanas del género *Begonia*, empleando los puntajes del primer componente principal.

Figure 2. Representation of the variation in leaf shape for seven Cuban species of the genus *Begonia*, using the scores of the first principal component.

Tabla 1. Resultados de la prueba NPMANOVA realizada a partir de variables de forma entre siete especies del género *Begonia*. En el cuadrante superior se indican los valores de *P* con la corrección de Bonferroni; en el cuadrante inferior, los asteriscos indican diferencias significativas para *P* < 0.05.

Table 1. Results of the NPMANOVA test carried out from shape variables among seven species of the genus *Begonia*. In the upper quadrant, the p values are indicated with the Bonferroni correction; in the lower quadrant, the asterisks indicate significant differences for *P* < 0.05.

Especies	A	B	C	D	E	F	G
A. <i>Begonia acutifolia</i>		0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021
B. <i>Begonia banaoensis</i>	*		0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021
C. <i>Begonia cubensis</i>	*	*		0.0021	0.0021	0.0273	0.0021
D. <i>Begonia glabra</i>	*	*	*		0.0021	0.0021	0.0063
E. <i>Begonia lomensis</i>	*	*	*	*		0.0021	0.0021
F. <i>Begonia maestrensis</i>	*	*	*	*	*		0.0021
G. <i>Begonia wrightiana</i>	*	*	*	*	*	*	

DISCUSIÓN

La transformación inversa de Fourier permitió visualizar que, para cada una de las especies analizadas, los dos primeros componentes principales pueden explicar las características de la forma de la hoja, encontrándose fundamentalmente diferencias entre ellas en el grado de elipsis y su asimetría. Esto último, ha sido destacado en numerosos estudios de la familia Begoniaceae como un carácter presente en una elevada proporción de especies (e.g., [Thibeault et al.,](#)

[1997](#); [Doorenbos et al., 1998](#); [Sierra, 2000](#); [Krishna et al., 2021](#)), y aunque el fenómeno ha llamado la atención de varios investigadores ([Thompson, 1961](#); [McLellan, 1990](#); [1993](#); [2000](#); [Barabé et al., 1992](#); [Jeune y Barabé, 1995](#)), no existe un consenso sobre su funcionalidad. Sin embargo, [Hunghe \(2002\)](#) interpreta la asimetría foliar de las especies del género *Begonia* como una adaptación para aprovechar mejor la luz que reciben en sus hábitats, al poseer hojas alternas con un lóbulo agrandado y un desplazamiento en la unión del limbo con el pecíolo en comparación

Castro: Valor taxonómico de la forma de la hoja en *Begonia*

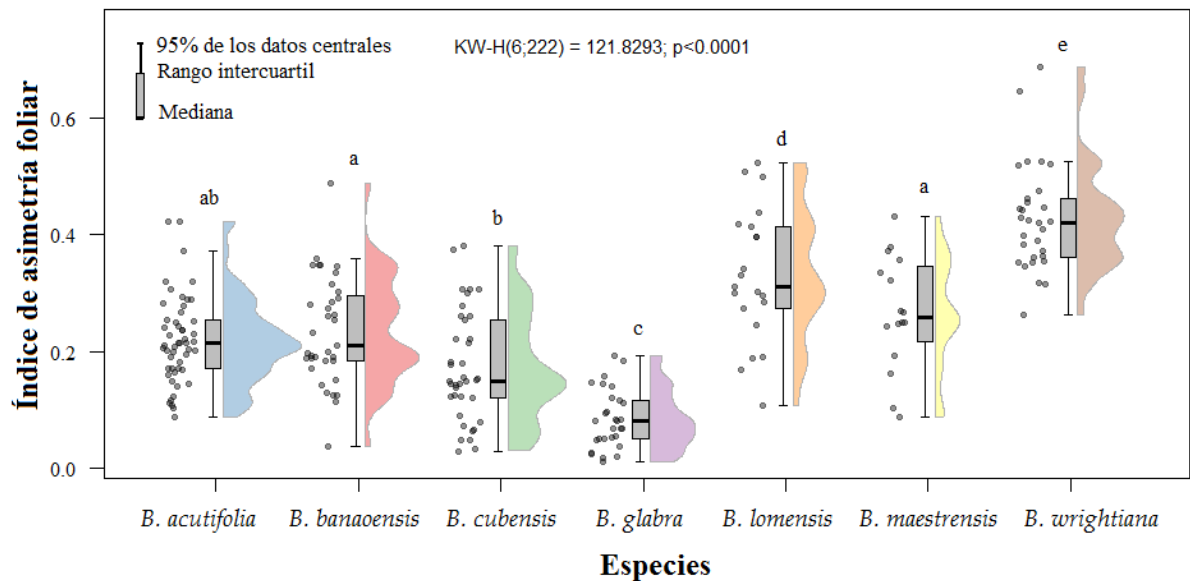


Figura 3. Diferencias en el índice de asimetría foliar entre siete especies cubanas del género *Begonia*. Se incluyen los valores de la prueba de Kruskal-Wallis y las letras indican las diferencias según la prueba de Conover.

Figure 3. Differences in the leaf asymmetry index between seven Cuban species of the genus *Begonia*. The values of the Kruskal-Wallis test are included and the letters indicate the differences according to the Conover test.

Tabla 2. Resultado de la clasificación automática de las hojas de siete especies del género *Begonia* por medio de una red neuronal entrenada para ello, empleando variables de forma. BA: *B. acutifolia*, BB: *B. banaoensis*, BC: *B. cubensis*, BG: *B. glabra*, BL: *B. lomensis*, BM: *B. maestrensis*, BW: *B. wrightiana*.

Table 2. Result of the automatic classification of the leaves of seven species of the genus *Begonia* by means of a neural network trained for it, using form variables. BA: *B. acutifolia*, BB: *B. banaoensis*, BC: *B. cubensis*, BG: *B. glabra*, BL: *B. lomensis*, BM: *B. maestrensis*, BW: *B. wrightiana*.

Especies	BA	BB	BC	BG	BL	BM	BW
Muestra total	51	34	38	29	21	16	33
Datos de validación	26	16	20	14	11	9	15
Errores de clasificación	0	2	0	0	0	0	1
Clasificación correcta (%)	100	87.5	100	100	100	100	93.3

con las hojas simétricas, lo que posibilita la creación de un mosaico de hojas con mayor eficiencia para captar la luz que escapa del dosel de los árboles. Por lo tanto, los niveles de asimetría presentes en las hojas de las especies analizadas pueden ser característicos para algunas y en otras llegan a coincidir, pues habitan en regiones con características similares en cuanto a vegetación (generalmente en bosques pluviales montanos y bosques nublados), donde los niveles de iluminación que llegan a estas plantas, son generalmente bajos (Sierra, 2000). Este factor, como indican Dkhar y Pareek (2014), juega un importante papel en la determinación de los patrones morfológicos de las hojas en plantas, lo cual ha sido comprobado en espe-

cies de *Begonia* bajo condiciones controladas (Jeong *et al.*, 2009; Zhang *et al.*, 2018). No obstante, la asimetría foliar en el género está determinada genéticamente (Siregar, 2017), aunque como refiere Tsukaya (2005), los factores ambientales también pueden tener una marcada influencia en los patrones de asimetría de sus hojas.

Las especies *Begonia acutifolia* y *B. cubensis* acumularon la mayor variabilidad en el primer componente principal, lo que podría sugerir que los niveles de asimetría en sus hojas presentan los mayores rangos de variación en este carácter. No obstante, esto contrasta con lo encontrado al calcular el índice de asimetría

Castro: Valor taxonómico de la forma de la hoja en *Begonia*

foliar para los táxones incluidos, pues a excepción de *B. glabra*, todas las especies presentaron amplios rangos de variación en cuanto a este índice. Estos niveles de asimetría, quizás se deban a que los ejemplares utilizados provienen de diferentes poblaciones y presenten en sus microhábitats, diferencias en cuanto a temperatura, disponibilidad de agua o iluminación, ya que estos y otros factores pueden afectar considerablemente la morfología foliar (Klich, 2000; Xu *et al.*, 2009; Canché-Delgado *et al.*, 2011). Lo anterior coincide con lo reportado por Sierra (1988) al comparar dos poblaciones de *B. cubensis* en la Gran Piedra, Sierra Maestra, con diferencias en las condiciones de sus hábitats en cuanto a iluminación y exposición al viento; quien encontró diferencias entre ambas en

las dimensiones de sus hojas, lo que podría a su vez relacionarse con sus niveles de asimetría. Resultados similares también fueron reportados McLellan (2000), al encontrar plasticidad en la forma de la hoja y variación en cuanto a su asimetría en recolectas de *Begonia dregei* Otto & A. Dietr. y *B. homonyma* Steud., provenientes de 39 localidades en Suráfrica; lo que sugiere que, aunque la asimetría en *Begonia* pueda estar determinada genéticamente, sus niveles de variación pueden ser moldeados por las características ambientales presentes en los sitios donde habitan. Por el contrario, la menor variabilidad en *B. glabra* tal vez se deba a que sus microhábitats poseen características más homogéneas. No obstante, para confirmar esta hipótesis se hacen necesarias investigaciones enfocadas en la caracterización de las propiedades de sus hábitats.

Al calcular las diferencias estadísticas entre especies por medio de un análisis PERMANOVA, se encontró una separación perfecta entre ellas; lo cual no ocurrió en la red neuronal entrenada, que cometió errores de clasificación para tres individuos. Esto quizás se deba a que el procedimiento sacrificó un poco de potencia al disminuir el tamaño de muestra, producto de dividirla en datos de entrenamiento y validación, respectivamente. Además, la similitud morfológica entre *Begonia acutifolia* y *B. banaoensis* y la plasticidad foliar de *B. cubensis* (Sierra, 1988; 2000), son elementos que pudieron influir en la correcta clasificación de la red. No obstante, con los datos empleados fue suficiente para discriminar la mayoría de las especies incluidas en el presente trabajo, logrando una clasificación perfecta para cinco de ellas. Enfocados al género *Begonia* aunque existen algunos trabajos que emplean herramientas de la morfometría geométrica, y en especial la descripción de los contornos

de las hojas a través de coeficientes elípticos de Fourier (McLellan, 1993; 2000), no se conocen estudios previos que apliquen redes neuronales en la discriminación de sus táxones. Sin embargo, resultados similares a los obtenidos han sido encontrados en estudios previos en otras angiospermas al analizar la forma de la hoja (Clark, 2008; Kaur y Kaur, 2012; Hernández-Serna y Jiménez-Segura, 2014; Rzanny *et al.*, 2019), con precisiones de 81.1; 82.5; 92.87 y 97.9%, para 101, 19, 32 y 12 táxones, respectivamente.

Lo obtenido sugiere que el empleo de métodos robustos, como las redes neuronales, así como herramientas de la morfometría geométrica, pueden constituir una alternativa práctica para la identificación de especies. El análisis desarrollado en el presente estudio que incluye siete especies de *Begonia*, podría ser extrapolado y ampliado para realizar un trabajo general que incluya una mayor representación de individuos y todas las especies del género que habitan en Cuba. De igual modo, puede servir como punto de partida para la creación de sistemas de identificación automatizada de este y otros grupos de la flora cubana.

CONCLUSIONES

Las siete especies analizadas del género *Begonia* mostraron diferencias morfométricas en sus hojas, las cuales se encuentran fundamentalmente en el grado de elipsis y la asimetría de las mismas. *Begonia acutifolia* y *B. cubensis* acumularon la mayor variabilidad para el primer componente principal, sugiriendo que los ambientes donde habitan sus poblaciones pueden presentar diferencias entre ellos. La red neuronal entrenada logró una perfecta clasificación en cinco de los siete táxones, cometiendo errores de clasificación para tres individuos de dos especies. A pesar de ello, la prueba PERMANOVA mostró diferencias significativas entre todos los táxones, lo que sugiere que la forma de la hoja sea un carácter que por sí solo presente un alto potencial para la identificación de especies cubanas del género *Begonia*.

AGRADECIMIENTOS

A los especialistas del herbario del Instituto de Ecología y Sistemática por facilitar el acceso a las colecciones. A Jatnel Alonso Lazo por la revisión de este manuscrito, así como a Dennis Denis Ávila por sus sugerencias. A los editores y árbitros anónimos de la revista Acta Botánica Cubana, que contribuyeron a perfeccionar este manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Adobe. 2010. *Adobe Photoshop CS5* (12.0). Adobe Systems Incorporated. San José, USA. Disponible en: <https://www.adobe.com/products/photoshop.html>.
- Ardi WH, Campos-Domínguez L, Chung K, Dong W, Drinkwater E, Fuller D, *et al.* 2022. Resolving phylogenetic and taxonomic conflict in *Begonia*. *Edinburgh Journal of Botany*. 79: 1-28.
- Barabé D, Daigle S, Brouillet L. 1992. On the interpretation of the asymmetrical leaf of *Begonia* by D'Arcy Thompson. *Acta Biotheoretica*. 40: 329-332.
- Barré P, Stöver BC, Müller KF, Steinhage V. 2017. LeafNet: A computer vision system for automatic plant species identification. *Ecological Informatics*. 40: 50-56.
- Canché-Delgado A, García-Jain E, Vaca-Sánchez S, Cuevas-Reyes P. 2011. Cambios en la morfología floral y foliar en *Crataegus tracyi*: importancia de la asimetría fluctuante como indicador de estrés ambiental. *Biológicas*. 13: 44-49.
- Cannon C, Manos P. 2001. Combining and comparing morphometric shape descriptors with a molecular phylogeny: The case of fruit type evolution in Bornean *Lithocarpus* (Fagaceae). *Systematic Biology*. 50: 860-880.
- Castañeda A, Falcón B. 2020. Caracterización morfológica de *Phyllanthus x pallidus* (Phyllanthaceae) y sus posibles parentales en Cajalbana, Pinar del Río, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 41: 147-161.
- Chitwood DH, Otoni WC. 2017. Morphometric analysis of *Passiflora* leaves: the relationship between landmarks of the vasculature and elliptical Fourier descriptors of the blade. *GigaScience*. 6: 1-13.
- Clark JY. 2008. Plant identification from characters and measurements using artificial neural networks. En MacLeod N (ed.), *Automated taxon identification in systematics theory, approaches and applications*, 207-224. CRC Press, London.
- Cope JS, Corney D, Clark JY, Remagnino P, Wilkin P. 2012. Plant species identification using digital morphometrics: A review. *Expert Systems with Applications*. 39: 7562-7573.
- Denis D, Guerra JL. 2015. Aplicación de redes neurales a la fotoidentificación de los huevos de garzas cubanas (Aves: Ardeidae). *Revista Cubana de Ciencias Biológicas*. 4: 64-70.
- Denis D, Olavarrieta U. 2011. ¿Existe isomorfía en los huevos de las especies de la familia Ardeidae (Aves, Ciconiiformes). *Animal Biodiversity and Conservation*. 34: 35-45.
- Denis D, Ramírez-Arrieta VM. 2020. Si una imagen vale más que mil palabras: ¿cuánto puede decir un gráfico de cajas?. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 41: 57-69.
- Dkhar J, Pareek A. 2014. What determines a leaf's shape? *EvoDevo*. 5. <https://doi.org/10.1186/2041-9139-5-47>.
- Doorenbos J, Sosef MSM, Wide JJFE. 1998. The sections of *Begonia*, including descriptions, keys and species lists (Studies in Begoniaceae VI). *Wageningen Agricultural University Papers*. 98: 1-266.
- Elmouni FY. 2019. Geometric morphometrics of leaves of *Cynanchum acutum* L. (Apocynaceae) from Egypt. *Taeckholmia*. 39: 86-102.
- Felipe FL, Bécquer ER, Testé E. 2021. Variación espacial de la morfología foliar del complejo de especies *Miconia rufa* (Melastomataceae: Miconieae). *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 42: 225-242.
- Freeman H. 1974. Computer Processing of Line-Drawing Images. *Computing Surveys*. 6: 57-97.
- Furuta N, Ninomiya S, Takahashi S, Ohmori H, Ukai Y. 1995. Quantitative evaluation of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) leaflet shape by principal component scores based on elliptic Fourier descriptor. *Japanese Journal of Breeding*. 45: 315-320.
- Goodall-Copestake WP, Pérez-Espona S, Harris DJ, Hollingsworth PM. 2010. The early evolution of the mega-diverse genus *Begonia* (Begoniaceae) inferred from organelle DNA phylogenies. *Biological Journal of the Linnean Society*. 101: 243-250.
- Greuter W, Rankin R. 2022. *Plantas Vasculares de Cuba. Inventario* (3rd ed.). Botanischer Garten und Botanisches Museum, Berlin. <https://doi.org/10.3372/cubalist.2022.1>.
- Hammer Ø, Harper AT, Ryan PD. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 4: 1-9.
- Hearn DJ. 2009. Shape analysis for the automated identification of plants from images of leaves. *Taxon*. 58: 961-981.

Castro: Valor taxonómico de la forma de la hoja en *Begonia*

- Hernández-Serna A, Jiménez-Segura LF. 2014. Automatic identification of species with neural networks. *PeerJ* 2:e563. <https://doi.org/10.7717/peerj.563>.
- Hunghes M. 2002. *Population structure and speciation in Begonia L.* Ph.D. thesis. University of Glasgow.
- Iwata H, Nesumi H, Ninomiya S, Takano Y, Ukai Y. 2002. Diallel analysis of leaf shape variations of *Citrus* varieties based on elliptic Fourier descriptors. *Breeding Science*. 52: 89-94.
- Iwata H, Ukai Y. 2002. SHAPE: A computer program package for quantitative evaluation of biological shapes based on elliptic Fourier descriptors. *The Journal of Heredity*. 93: 384-385.
- Jeong KY, Pasian CC, McMahon M, Tay D. 2009. Growth of six *Begonia* species under shading. *The Open Horticulture Journal*. 2: 22-28.
- Jeune B, Barabé D. 1995. Allometry and geometry of *Begonia* leaf. *Acta Biotheoretica*. 43: 205-215.
- Jumawan J, Bout I. 2021. Leaf outline evaluation in selected Philippine *Hoya* R. Br. Species (Apocynaceae) using elliptic Fourier analysis. *The Thailand Natural History Museum Journal*. 15: 21-30.
- Kaur G, Kaur G. 2012. Classification of biological species based on leaf architecture. *International Journal of Engineering Research and Development*. 1: 35-42.
- Klich M. 2000. Leaf variations in *Elaeagnus angustifolia* related to environmental heterogeneity. *Environmental and Experimental Botany*. 44: 171-183.
- Krishna N, Kuttiyeri A, Amrutha A, Jayakrishnan T. 2021. A new species and a new record of *Begonia* (sect. *Platycentrum*, Begoniaceae) from northeastern India. *Phytotaxa*. 482: 261-267.
- Kubitzki K. (Ed.). 2011. *The Families and Genera of Vascular Plants*. Springer, Berlin.
- Kuhl FP, Giardina CR. 1982. Elliptic Fourier features of a closed contour. *Computer Graphics and Image Processing*. 18: 236-258.
- Kumar N, Belhumeur PN, Biswas A, Jacobs DW, Kress J, Lopez IC, et al. 2012. Leafsnap: A computer vision system for automatic plant species identification. *Computer Vision-ECCV 2012*. 502-516.
- McLellan T. 1990. Development of differences in leaf shape in *Begonia dregei* (Begoniaceae). *American Journal of Botany*. 77: 323-337.
- McLellan T. 1993. The roles of heterochrony and heteroblasty in the diversification of leaf shape in *Begonia dregei* (Begoniaceae). *American Journal of Botany* 80: 796-804.
- McLellan T. 2000. Geographic variation and plasticity of leaf shape and size in *Begonia dregei* and *B. homonyma* (Begoniaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*. 132: 79-95.
- O'Higgins PO. 2008. Methodological issues in the description of forms. En P. Lestrel (Ed.), *Fourier descriptors and their applications in biology*, 74-105. Cambridge University Press, New York.
- Palmer AR, Strobeck C. 1986. Fluctuating asymmetry: measurement, analysis, patterns. *Annual review of Ecology and Systematics*. 17: 391-421.
- Regalado L, Ventosa I, Morejón R. 2008. Revisión histórica de los herbarios cubanos con énfasis en las series de especímenes. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 29: 101-138.
- Rodríguez M, Falcón B. 2014. Variabilidad inter e intra específica en la morfología foliar de las especies cubanas de *Morella* (Myricaceae). *Biológicas*. 16: 43-52.
- Rodríguez M. 2015. Utilidad de variables morfométricas estandarizadas del ala para la identificación automatizada de especies y géneros de Libellulidae (Insecta: Odonata) presentes en Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas*. 4: 78-89.
- Rohlf J, Archie J. 1984. A comparison of Fourier Methods for the description of wing shape in mosquitoes (Diptera, Culicidae). *Systematic Zoology*. 33: 302-317.
- Rzanny M, Mäder P, Deggelmann A, Chen M, Wäldchen J. 2019. Flowers, leaves or both? How to obtain suitable images for automated plant identification. *Plant Methods*. 15: 1-11.
- Schneider CA, Rasband WS, Eliceiri KW. 2012. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods* 9: 671-675.
- Sierra J. 1988. Estudios comparativos de dos poblaciones del género *Begonia* L. en Gran Piedra, Sierra Maestra. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 9: 11-17.
- Sierra J. 1989. Estudios taxonómicos del género *Begonia* L. en Cuba (IV). *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 10: 103-107.
- Sierra J. 2000. Begoniaceae. En Greuter W, Rankin R (Ed.), *Flora de la República de Cuba. Serie A Plantas Vasculares*. Fascículo 3. Koeltz Scientific Books, Alemania.

Castro: Valor taxonómico de la forma de la hoja en *Begonia*

- Siregar H. 2017. The conservation of native, lowland Indonesian *Begonia* species (Begoniaceae) in Bogor Botanic Gardens. *Biodiversitas*. 18: 326-333.
- StatSoft I. 2007. *STATISTICA (data analysis software system)*, version 8.0. www.statsoft.com.
- Thibeault G, Barabé D, Brouillet L. 1997. Apparition de l'asymétrie foliaire chez les plantules du *Begonia subvillosa* et du *B. fagifolia* (Begoniaceae). *Canadian Journal of Botany*. 75: 1079-1094.
- Thiers B. 2023. *Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff*. Disponible en: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/> (consultado: 16 de marzo de 2023)
- Thompson NWD. 1961. *On Growth and Form*. Cambridge University Press, New York.
- Tsukaya, H. (2005). Leaf shape: genetic control and environmental factors. *The International Journal of Developmental Biology*. 49: 547-555.
- Villalobos-Leiva A, Benítez H. 2020. Morfometría Geométrica y sus nuevas aplicaciones en Ecología y Biología Evolutiva. Parte 2. *International Journal of Morphology*. 38: 1818-1836.
- White SM, Marino DM, Feiner SK. 2006. LeafView: A User Interface for Automated Botanical Species Identification and Data Collection. *ACM UIST 2006 Conference Companion, Montreux, Switzerland, October 15-18, 2006*.
- Xu F, Guo W, Xu W, Wei Y, Wang R. 2009. Leaf morphology correlates with water and light availability: What consequences for simple and compound leaves? *Progress in Natural Science*. 19: 1789-1798.
- Zhang Y, Liu A, Zhang X, Huang S. 2018. Effects of shading on some morphological and physiological characteristics of *Begonia semperflorens*. *Pakistan Journal of Botany*. 50: 2173-2179.

ANEXOS

Anexo 1. Especímenes de herbario empleados en el análisis morfométrico de hojas de siete especies cubanas del género *Begonia*. Para cada espécimen se brinda la siguiente información: Recolector; número de recolector en los casos que lo presentan; número de serie en el herbario HAC y/o número de catálogo en el herbario NY, número de hojas digitalizadas entre corchetes; la localidad y fecha de recolecta. Acrónimos de los herbarios según Thiers (2023) y series de especímenes en HAC según Regalado et al. (2008).

Appendix 1. Herbarium specimens used in the morphometric analysis of leaves of seven Cuban species of the genus *Begonia*. For each specimen the following information is provided: Collector, collector number if presented, serial number in HAC and/or herbarium number in NY, number of digitized leaves between square brackets; locality and collection date. Herbaria acronyms according to Thiers (2023) and specimens' series according to Regalado et al. (2008).

***Begonia acutifolia* Jacq.**

- Alain 235, NY 1145063 [2]; Santiago de Cuba, Loma San Juan, El Gato, Cordillera del Cobre, 5.VIII.1944.
- Alain 236, NY 1145083 [3]; Santiago de Cuba, Loma San Juan, El Gato, Cordillera del Cobre, 5.VIII.1944.
- Alain 249, NY 1145279 [3]; Santiago de Cuba, Loma San Juan, El Gato, Cordillera del Cobre, 5.VIII.1944.
- Britton 5094 & Britton, NY 1145080 [1]; Cienfuegos, Montañas de Trinidad, arroyo Cimarrón, 470 m s.n.m., 5.III.1910.
- Britton 4835 et al., NY 1145079 [3]; Villa Clara. Montañas de Trinidad, acantilado del salto del Hanabanilla, 320 m s.n.m., 1-2.III.1910.
- Clemente, NSC 3461 (HAC) [1]; Santiago de Cuba, Loma del Sonador, IV.1944.
- Clemente, NSC 5074 (HAC) [2]; Santiago de Cuba, Sierra Maestra, Alcarraza abajo, VII.1946.
- Coll 11568, NY 1145288 [3]; Cienfuegos, Montañas de Trinidad, Buenos Aires, 11.III.1930.
- Ekman 13920, NY 1145077 [3]; Villa Clara, Loma de Sigüanea, montañas cerca del río Navarro, ladera boscosa, 800 m s.n.m., 4.VI.1923.
- Howard 6488, NY 1145069 [2]; Cienfuegos, Montañas de Trinidad, San Blas-Buenos Aires, Loma de la Ventana, VIII.1941.
- León, LS 10729 (HAC) [3]; Santiago de Cuba, Estribo del Pico Turquino, VII.1922;
- León & Roca, NY 1145082 [2]; Sancti Spiritus, Alturas de Banao, en la cima de la Loma La Gloria, 950 m s.n.m., 30.VII.1918.
- López Figueiras 2050 (HAC) [3]; Santiago de Cuba, Sierra Maestra, la Maestrica, Alto de la Valenzuela, 5-8.IV.1955.
- López Figueiras 2061 (HAC) [3]; Santiago de Cuba, Sierra Maestra, la Maestrica, Alto de la Valenzuela, 5-8.IV.1955.
- Luna 238, NY 1145071 [2]; Sancti Spiritus, Lomas de Banao, II.1920.
- Roig 6607 et al., NY 1145066 [1]; Santiago de Cuba, Sierra Maestra, Cueva del Aura, 31.VII.1935.
- Schultes et al. 666, NY 1145084 [3]; Granma, Sierra Maestra, Pico La Bayamesa, pendiente norte, 16-19.VII.1955.

Castro: Valor taxonómico de la forma de la hoja en *Begonia*

Shafer 12245, NY1145087 [3]; Sancti Spíritus, De Pitajones a Ciegos de Ponciano, 29.II.1912.

Smith et al. 3309, NY1145076 [4]; Cienfuegos, Montañas de Trinidad, San Blas, Loma de la Ventana, a lo largo del sendero, 4.VIII.1936.

Webster 101 et al., NY 1145075 [4]; Cienfuegos, Montañas de Trinidad, extremo este de la Sierra de San Juan, 12 Km al sur de Manicaragua, 1.VII.1953.

***Begonia banaoensis* J. Sierra**

Acevedo-Rodríguez et al. 5477, HFC 40521 (HAC) [3]; Sancti Spíritus, Sierra del Escambray, a lo largo del sendero de Topes de Collantes hacia el Salto Caburní, 30.VI.1993.

Areces et al., SV 35016 (HAC) [3]; Sancti Spíritus, Loma sur de las Lomas de Banao.

Areces et al., SV 45126 (HAC) [3]; Sancti Spíritus, Loma sur de las Lomas de Banao.

Herrera & Imchanizkaja 443, SV 34842 (HAC) [4]; Sancti Spíritus, Loma Caballete de Casa, 400-700 m s.n.m., 8.XI.1979.

Herrera et al., SV 35364 (HAC) [4]; Cienfuegos, Complejo San Juan, Escambray, 2.XI.1986.

León & J. G. Jack, LS 13952 (HAC) [2]; Cienfuegos, Montañas de Trinidad, Buenos Aires, poza del Cura, 9-12.VII.1929.

León & M. Roca, LS 7999 (HAC) [3]; Sancti Spíritus, Alturas de Banao, cumbre de La Gloria, 3.VII.1918.

León & Gustavo, LS 4014 (HAC) [3]; Sancti Spíritus, Lomas de Banao, a orillas del río Cayaján, 12.VIII.1913.

B. L. Toscano et al., SV 35916 (HAC) [3]; Cienfuegos, Loma al fondo del albergue Manantiales, Sabanita, 1.XI.1986.

Torke et al. 1438, NY 2584032 [3]; Cienfuegos, Cumanayagua, Carso de Buenos Aires, Loma Las Lagunas, 750 m s.n.m., 17.VIII.2014.

Yero, SV 25924 (HAC) [3]; Sancti Spíritus. Lomas de Trinidad, XII.1956.

***Begonia cubensis* Hassk.**

Acuña et al., SV 21119 (HAC) [3]; Santiago de Cuba, Gran Piedra, 26.IX.1959.

Britton & Cowell 12767, NY 1145138 [2]; Santiago de Cuba, El Cuero, 400 m s.n.m., 18-19.III.1912.

Casas, NSC 6062 (HAC) [1]; Holguín, Moa; V.1948.

Clemente, NSC 663 (HAC) [1], NY 1145147 [1]; Santiago de Cuba, Terreno de pinos entre la Loma del Gato y Nima Nima, 800-900 m s.n.m., I.1923.

Clemente, NY 1145139 [3]; Santiago de Cuba, Loma Redonda, El Gato, cordillera del Cobre, I.1928.

Clemente, NY 1145141 [1]; Holguín, Moa (cultivo obtenido de Santiago de Cuba), V.1948.

Clemente, NY 1145143 [3]; Santiago de Cuba, El Olimpo, Gran Piedra, I.1949.

Clemente & Chrysogone, NY 1145140 [3]; Santiago de Cuba, Gran Piedra, IV.1949.

M. del Álamo, SV 20304 (HAC) [1]; La Habana, Jardín Mayita del Álamo, Arroyo Arenas (cultivado), V.1956.

Hioram, CSC 6595 (HAC) [3]; Santiago de Cuba, Loma del Gato, VII.1923.

León, NY 1145142 [3]; Guantánamo, Sierra de Imías, 950 m s.n.m., 17.VII-4.VIII.1924.

León, NY 1145149 [1]; Santiago de Cuba, Gran Piedra, II.1942.

López Figueiras 1085 (HAC) [3]; Santiago de Cuba. Gran Piedra, 1.X.1954.

Mayita & Mesa, SV 17550 (HAC) [2]; Santiago de Cuba, Gran Piedra, 25.IV.1952.

Shumakov, SV 25409 (HAC) [3]; Santiago de Cuba, Gran Piedra, VII.1963.

Shafer 8939, NY 1145146 [3]; Santiago de Cuba, De Firmeza a la Gran Piedra, 4-5.III.1911.

Taylor 364, NY 1145144 [1]; Santiago de Cuba, Finca Sevilla, cerca de Santiago, monte Jayabo, río Guamá, 13.IX.1906.

***Begonia glabra* Aubl.**

Alain 767 (HAC) [2]; Pinar del Río, Barranco cerca de la casa de los hermanos Rangel, 8-13.IV.1949.

Alain 1513 (HAC) [1], NY 1145185 [2]; Sancti Spíritus, Lomas de Banao, El Cacahual, 22.VIII.1950.

Britton et al. 4818, NY 1445197 [3]; Villa Clara, Montañas de Trinidad, salto del Hanabanilla, 1-2.III.1910.

Britton 5092 & Britton, NY 1445181 [3]; Cienfuegos, Montañas de Trinidad, arroyo Cimarrón, 470 m s.n.m., 5.III.1910.

Coll 11566, NY 1145201 [3]; Cienfuegos, Montañas de Trinidad, Buenos Aires, 12.III.1930.

Coll 11567, NY 453981 [3]; Cienfuegos. Montañas de Trinidad, Buenos Aires, 13.III.1930.

Eckman 13893, NY 1445183 [3]; Villa Clara, Loma de Siguanea, montañas cerca del río Navarro, ladera boscosa, 4.VI.1922.

Castro: Valor taxonómico de la forma de la hoja en *Begonia*

León & Roca, LS 7918 (HAC) [2], NY 1445189 [1]; Sancti Spiritus. Lomas de Banao, cerca del Saltadero del Carascusey, 26.VII.1918.

Jack 7883, NY 1445190 [3]; Cienfuegos, Montañas de Trinidad, Buenos Aires, Naranjo, 10.IV.1930.

Luna 139, NY 1145202 [1]; Sancti Spiritus, Lomas de Banao, I.1920.

Senn 366, NY 1145184 [1]; Cienfuegos, Mina Carlota, al sureste de Cumanayagua, Sierra de San Juan, 21-23.III.1938.

Expedición Alexander von Humboldt 1239 (HAC) [1]; Sancti Spiritus, Arroyo arbolado del valle de La Mariposa, a 4 km de Topes de Collantes, 630 m s.n.m., 18.II.1968.

***Begonia lomensis* Britton & P. Wilson**

Acuña, SV 15159 (HAC) [4]; Sierra Maestra, 17.V.1948.

Alain 5013 & *Morton* (HAC) [4], Guantánamo, Imías, cerca de las cumbres del Puntón del Cuero, 11.I.1956.

Bucher 36, NY 1445234 [2]; Santiago de Cuba, Acantilado entre la Loma del Cardero y el Pico Turquino, 12-14.X.1924.

León (isotipo), LS 10731 (HAC) [3], SV 18310 (HAC) [3]; Santiago de Cuba, Sierra Maestra, precipicios de la Loma Regino, 1600 m s.n.m., VII.1922.

León, LS 10732 (HAC) [3]; Santiago de Cuba, Sierra Maestra, alta Maestra 1300-1400 m s.n.m., VII.1922.

Veroslav Samek, SV 26703 (HAC) [2]; Guantánamo, Monte Cristo, Cupeyal, IV.1968.

***Begonia maestrensis* Urb.**

Eckman 14255 (isotipo), NY 84315 [4]; Granma, Sierra Maestra, entre el río Yara y el río La Plata, en monte frío, 1050 m s.n.m., 12.VII.1922.

León, LS 10730 (HAC) [8], NY 1445260 [4]; Granma, Yara, Sierra Maestra, próximo al Pico Turquino, VII.1922.

***Begonia wrightiana* A. DC.**

Yero, Guantánamo, CNIC 898 (HAC) [2]; Yunque de Baracoa, X.1965.

Acuña, SV 13223 (HAC) [1]; Holguín, Moa, paredones del río Moa, 15.XI.1945.

Alain 3862 (HAC) [2]; Guantánamo, Monteverde, Yateras, 4.I.1954.

Alain et al. 5013 (HAC) [2]; Guantánamo, Puntón de Cuero, Cajobabo, 11.I.1956.

Carabia 3663 (HAC) [1]; NY 1445349 [1]; Holguín, Mayarí, Sierra de Nipe, V.1940.

Clemente, NSC 2940 (HAC) [1], NY 1445352 [1]; Santiago de Cuba, Cayo Rey, Jimbambay, 3.IX.1942.

Clemente, NSC 2978 (HAC) [1], NY 1445350 [1]; Santiago de Cuba, Cayo Rey, Miranda, VII.1943.

Del Risco et al., SV 27459 (HAC) [1]; Holguín, Moa, camino del km 26 a La Melba, 31.III.1972.

Hioram & Batiste, NY 1445358 [2]; Guantánamo, Las Ninfas, 28.XII.1917.

Hioram & Manuel, NY 1445356 [1]; Guantánamo. La Prenda, 9.VII.1919.

León & Gustavo, LS 3792 (HAC) [2]; Holguín, La Perla, 5.VIII.1913.

León, LS 11805 (HAC) [1], NY 1445344 [1]; Guantánamo, Orillas del río Jauco, sur de Baracoa, 17.VII-4.VIII.1924.

León, LS 12161 (HAC) [1]; Guantánamo, Sierra de Imías, orillas del arroyo Frío, sur de Baracoa, 950 m s.n.m., 17.VII-4.VIII.1924.

López Figueiras 1822 (HAC) [1], Santiago de Cuba, Cayo Rey, Río Arriba, 31.I.1955.

López Figueiras 1978 (HAC) [2], Santiago de Cuba, En un cayote monte "Los Lirios y Los Manueles", cercanías de Bayate de Monte Rus, 24-25.II.1955.

Mayita, SV 17554 (HAC) [1]; La Habana, Cultivo en el Vedado procedente de Santiago de Cuba, Gran Piedra, V.1952.

Shafer 4390, NY 1445351 [1]; Guantánamo, Valle del río Navas, 20-21.III.1910.

Shafer 7785, NY 1445354 [1], NY 1445355 [1]; Guantánamo, Acantilados costeros, cerca del río Yumurí, 6-8.XII.1910.

Shafer 8448, NY 1445357 [1]; Guantánamo, De Yumurí arriba a Bermejil, 31.I.-1.II.1911.

Shafer 8729, NY 1445345 [1]; Holguín, La Perla, 600-660 m s.n.m., 6-18.II.1911.

Wright 202 (isotipo), NY 84306 [2]; Cuba oriental, 1860-1864.