

## DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE *Musa velutina* (MUSACEAE) EN LAS ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS DE COSTA RICA

### POTENTIAL DISTRIBUTION OF *Musa velutina* (MUSACEAE) IN PROTECTED WILD AREAS OF COSTA RICA

*Brayan Heiner Morera-Chacón*<sup>1</sup>  
*Universidad de Costa Rica*

#### RESUMEN

El estudio determina cuales áreas silvestres protegidas presentan idoneidad de hábitat para *Musa velutina* utilizando el algoritmo de máxima entropía (MaxEnt), se corrió el modelo utilizando variables de biotemperatura, precipitación, humedad y piso altitudinal obtenidos del atlas 2008 del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC). El modelo muestra un buen rendimiento de acuerdo con el valor del área bajo la curva (AUC= 0.824). Las áreas con valores más altos de hábitat idóneo se encuentran en elevaciones medias de la vertiente Caribe, en el análisis de contribución de variables la que mayor contribución aporta al modelo es la biotemperatura. *M. velutina* podría encontrar dentro de muchas de las áreas protegidas de Costa Rica un ambiente idóneo para su establecimiento y posible invasión. Este modelo de distribución potencial de la especie tienen gran valor para la generación de información que permite hacer un uso más eficiente de los recursos, predecir potenciales escenarios, y de esta manera aumentar el éxito en proyectos de conservación.

**Palabras clave:** *Musa velutina*, probabilidad, distribución potencial.

---

<sup>1</sup> Estudiante de Bachillerato en Gestión de los Recursos Naturales, Universidad de Costa Rica. Correo electrónico: morera.b91@gmail.com

Fecha de recepción: 10 de octubre de 2014  
Fecha de aceptación: 29 de enero de 2015



## ABSTRACT

By using the maximum entropy algorithm (MaxEnt) model, this study determined which protected wild areas are suitable habitats for *Musa velutina*. The variables used were biotemperature, precipitation, humidity, and the altitude level obtained from the 2008 atlas of the Costa Rican Technological Institute (TEC, for its name in Spanish). The model shows good performance according to the area under the curve (AUC = 0.824). Areas with higher levels of suitable habitats were located in moderate elevation levels on the Caribbean slope. When the contribution of variables were analyzed, the largest contributor to the model was biotemperature. *M. velutina* is widely distributed in many protected areas in Costa Rica, which can be an ideal environment for their establishment and high potential to become invasive. This model of potential species distribution is of great value when generating strategies for a more efficient use of resources and for predicting potential scenarios. This knowledge allows increasing success in conservation projects and management.

**Keywords:** *Musa velutina*, probability, potential distribution

## Introducción

Conocer el proceso de invasión de una especie introducida es importante en estudios que demuestren lo que podría suceder con las poblaciones nativas que serían impactadas por su presencia (Urbina & Castro, 2010, p.65). Aunque para algunas especies invasoras se necesita los programas de control, estos podrían ser económicamente muy costosos. Algunas acciones como la prevención, investigaciones y la educación ambiental pueden ser más accesibles para nuestro país y así ayudar a reducir los problemas asociados a las especies invasoras (Chacón, 2009, p.31).

Los sistemas de información geográfica (SIG) son una excelente herramienta, muy utilizada actualmente para el manejo de poblaciones, ya que facilitan la identificación de patrones espaciales y características únicas para la supervivencia de las especies (Sandoval, Carrillo & Sáenz, 2011, p.90). Actualmente el uso de SIG y otros software son utilizados para realizar modelos de distribución de especies (Urbina & Castro, 2010; Sandoval et al, 2011, Bradley, Wilcove & Oppenheimer, 2010) Un modelo de distribución de especies consiste en caracterizar las variables ambientales adecuadas para una determinada especie, esto ayuda a identificar espacialmente los sitios que cuentan con las condiciones adecuados para las especies en estudio, Pearson (2007) citado por Morales (2012, p.1).

*Musa velutina* (Wendland & Drude, 1875) ha sido utilizada por muchas culturas en campos como el gastronómico, paisajístico y de la salud, esto ha causado que la planta se haya propagado a nivel mundial, este tipo de plantas se adaptan muy bien a condiciones tropicales húmedas, que

toleran el sol intenso y también condiciones de sombra parcial (Sheela, 2008). Se propaga en suelos húmedos por pseudotallos, además su néctar es apreciado por diferentes animales (Morera & Umaña, 1995, p.19). *Musa velutina* posee un alto valor ornamental debido a sus llamativos racimos erectos con frutos de color rosado, muy pubescentes, lo que le da una textura aterciopelada (Rojas, Cruz & Madrigal, 2006, p.438), su color, además de la gran cantidad de semillas, favorece a la dispersión en ecosistemas naturales. En San Ramón, Sarapiquí y San Vito se ha descrito esta especie como invasora (Barquero, 2005; Morera & Granados, 2013; R. Quirós (comunicación personal, 11 de mayo de 2014)).

La distribución de una especie depende de la amplitud ecológica, cada especie puede vivir tan solo entre dos valores límites de cada uno de los diferentes factores del medio, por ejemplo factores climáticos, edáfico, etc. (Lacoste & Salanon, 1973, p.29), debido a esto es posible conocer la distribución potencial de la especie y determinar zonas donde se puede desarrollar acciones preventivas para controlar el establecimiento de esta planta invasora.

El objetivo de esta investigación fue determinar cuales áreas silvestres protegidas estatales y cuantas hectáreas presentan características adecuadas para el establecimiento de *M. velutina*.

### **Métodos y materiales**

Se consideraron como registros aquellos sitios donde *M. velutina* se encontró adaptada a un ambiente natural, por lo que se descartaron individuos en jardines o lugares donde pueden presentar algún tipo de cuidado especial para su desarrollo. Se cuenta con ocho registros a nivel nacional, de los cuales en tres se ha determinado que la especie es invasora (San Ramón, San Vito y Sarapiquí). En un registro o sitio existen una cantidad indeterminada de individuos, especialmente en estos lugares donde se considera invasora, las poblaciones pueden alcanzar cientos o miles de individuos.

Se obtuvo las capas para las variables bioclimáticas de biotemperatura, humedad, precipitación y piso altitudinal del atlas 2008 del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), estas capas permiten observar categóricamente como se distribuyen las variables a nivel nacional. Tanto las capas como los registros de las localidades se proyectaron en CRTM 05. Haciendo uso de las localidades y las variables bioclimáticas se realizó



un modelo predictivo de nicho ecológico para *M. velutina* utilizando el software MaxEnt, este software asocia las localidades registradas de la especie con las variables bioclimáticas en un área geográfica determinada dando una probabilidad relativa de la distribución de la especie en esa área (Urbina & Castro, 2010, p.68). Los polígonos con valores de 99, 73 y 31 obtenidos al correr el modelo acumulativo se designaron como probabilidad alta, media y baja correspondientemente.

Con el modelo de distribución obtenido y el uso de Arc Gis 10.1 se extrajo las zonas dentro de las áreas protegidas que presentan probabilidad de distribución, y se calculo su área en hectáreas. De esta forma se realizó una lista con todas las áreas protegidas del país que presentan áreas geográficas con potencial para la distribución de *M. velutina*.

### Resultados

El modelo de distribución presenta un valor de área bajo la curva de (AUC= 0.824) por lo que el modelo corrido con las variables seleccionadas explican un 82,4% la distribución de la especie a nivel nacional, este modelo se considera bueno. En el análisis de contribución de variables (cuadro 1) obtenido con MaxEnt la variable que presenta un mayor porcentaje de contribución es la biotemperatura seguido de la precipitación, estas dos variables juntas contribuyen en un 87,6% al modelo de distribución.

**Cuadro 1.** Análisis de contribución de variables

Variable	Porcentaje de contribución
Biotemperatura	70.7
Precipitación	16.6
Humedad	9
Piso altitudinal	3.7

Fuente: elaboración propia.

La sumatoria de todo el área con probabilidades altas medias y bajas dentro de las ASP es de 467177,18 ha. Las áreas con alta probabilidad suman 99238 ha, 103074 ha para media y 264864 ha para una baja probabilidad. En total se encontraron 93 áreas protegidas en las cuales existen diferentes probabilidades o diferentes valores de idoneidad de hábitat para *M. velutina*, en el cuadro 2 se observa la cantidad de hectáreas y las



probabilidades de distribución de la especie para cada área protegida del país. El área protegida con mayor número de hectáreas vulnerables es el Parque Internacional la Amistad, seguidos de las reservas indígenas Alto Chirripó y Talamanca Bribri.

**Cuadro 2.** Número de hectáreas y probabilidad de distribución de *M. velutina* dentro de las áreas silvestres protegidas de Costa Rica, 2014

Área Conservación	Categoría Manejo	Nombre	Área (Ha)	Probabilidad
ACA-HN	PN	Arenal	9637,68	Alta y Baja
ACA-HN	PN	Juan Castro Blanco	3772,09	Baja
ACA-HN	RF	Zona de Emergencia Volcán Arenal	3,92	Baja
ACA-HN	RI	Guatuso	1586,76	Alta y Media
ACA-HN	RVS	Corredor Fronterizo	5090,42	Media y Baja
ACA-T	PN	Volcán Tenorio	9283,51	Alta, Media y Baja
ACA-T	RVS	Curi Cancha	0,27	Media
ACA-T	ZP	Arenal-Monterverde	15492,12	Media y Baja
ACA-T	ZP	Cuenca del Río Abangares	203,11	Media
ACA-T	ZP	Miravalles	7671,76	Alta, Media y Baja
ACA-T	ZP	Tenorio	4047,86	Alta, Media y Baja
ACCVC	FE	Finca del Estado	648,75	Media y Baja
ACCVC	OTRAS	Monumento Nacional Guayabo	232	Alta y Baja
ACCVC	PN	Braulio Carrillo	21494,66	Baja
ACCVC	PN	Volcán Poás	341,3	Baja
ACCVC	RB	Alberto Manuel Brenes	3134,29	Media y Baja
ACCVC	RF	Cord. Volc. Central	21169,02	Baja
ACCVC	RF	Grecia	113,49	Alta
ACCVC	RI	Alto Chirripó	44357,52	Alta, Media y Baja
ACCVC	RI	Nairi Awari	2679,68	Alta y Baja
ACCVC	RVS	Bosque Alegre	695,63	Baja
ACCVC	RVS	La Marta	156,48	Alta
ACCVC	ZP	Cerro Atenas	47,13	Media
ACCVC	ZP	Cerros de La Carpintera	1054,23	Media
ACCVC	ZP	Cuenca del Río Tuis	1072,16	Alta y Baja
ACCVC	ZP	El Chayote	10,12	Media
ACCVC	ZP	La Selva	1050,76	Alta y Baja



Brayan heiner morera-chacón. Potential distribution of *Musa velutina* (musaceae) in protected wild areas of Costa Rica

Área Conservación	Categoría Manejo	Nombre	Área (Ha)	Probabilidad
ACCVC	ZP	Río Grande	367,82	Media
ACCVC	ZP	Río Toro	11,07	Media y Baja
ACG	PN	Guanacaste	9193,84	Media y Baja
ACG	PN	Rincón de La Vieja	9085,4	Alta, Media y Baja
ACLA-C	PN	Barbilla	11227,07	Alta y Baja
ACLA-C	RB	Hitoy Cerere	8876,9	Alta, Media y Baja
ACLA-C	RF	Pacuare-Matina	392,46	Alta y Media
ACLA-C	RF	Río Pacuare	8915,82	Alta y Baja
ACLA-C	RI	Bajo Chirripó	10009,34	Alta, Media y Baja
ACLA-C	RI	Kekoldi	1497,71	Media
ACLA-C	RI	Talamanca Bribri	27739,62	Alta, Media y Baja
ACLA-C	RI	Talamanca Cabecar	20270,41	Alta, Media y Baja
ACLA-C	RI	Tayni	10706,49	Alta, Media y Baja
ACLA-C	RI	Telire	15178,21	Alta, Media y Baja
ACLA-C	RVS	Limoncito	1064,81	Media
ACLA-C	ZP	Cuenca del Río Banano	5457,2	Alta, Media y Baja
ACLA-C	ZP	Cuenca del Río Siquirres	79,66	Alta
ACLA-P	HH	De San Vito	45,08	Alta
ACLA-P	HH	Palustrino Laguna del Paraguas	50,74	Baja
ACLA-P	PN	Chirripó	630,55	Baja
ACLA-P	PN	Internacional La Amistad	52540,17	Alta, Media y Baja
ACLA-P	PN	Tapanti-Macizo Cerro de La Muerte	749,39	Alta y Baja
ACLA-P	RF	Río Macho	9127,03	Alta, Media y Baja
ACLA-P	RI	Boruca	6285,02	Media
ACLA-P	RI	Cabagra	12047,4	Alta y Baja
ACLA-P	RI	Coto Brus	6224,39	Baja
ACLA-P	RI	Rey Curre	25,52	Media
ACLA-P	RI	Salitre	8718,89	Alta, Media y Baja
ACLA-P	RI	Térraba	1534,67	Media
ACLA-P	RI	Ujarráz	5993,68	Media y Baja
ACLA-P	ZP	Las Tablas	3365,81	Alta y Baja
ACLA-P	ZP	Río Navarro-Río Sombrero	1150,4	Media
ACOPAC	PN	Carara	2827,49	Media
ACOPAC	PN	Cerro La Cangreja	53,31	Baja
ACOPAC	PN	Manuel Antonio	528,92	Alta y Baja



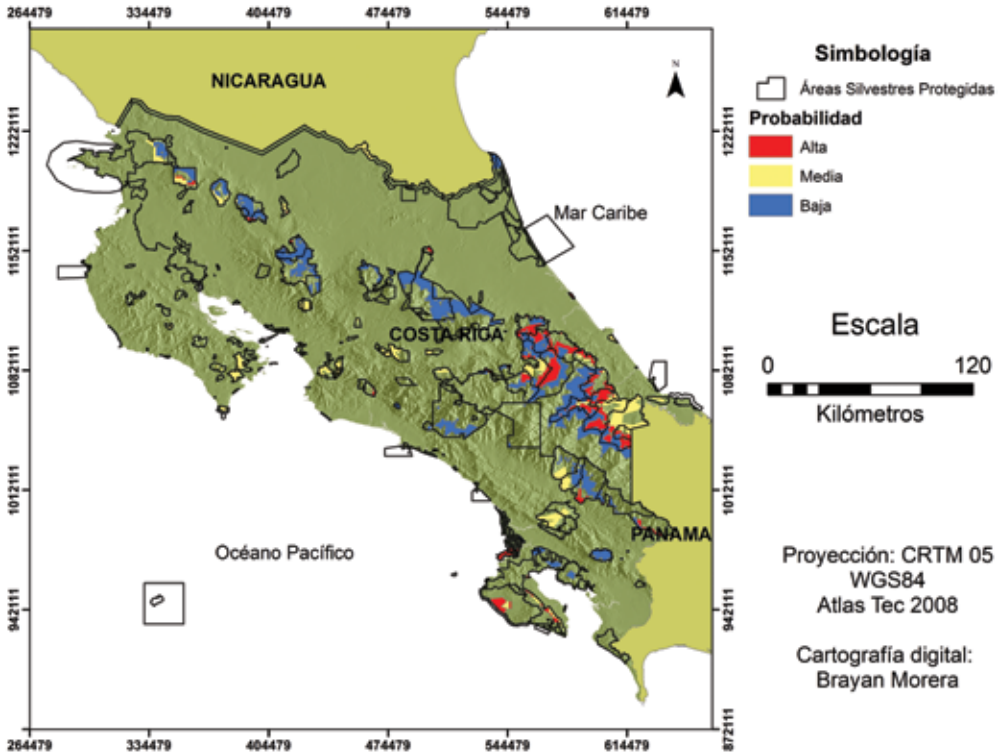
Área Conservación	Categoría Manejo	Nombre	Área (Ha)	Probabilidad
ACOPAC	RF	Los Santos	11523,35	Bajo
ACOPAC	RI	Zapatón	819,05	Alta y Media
ACOPAC	RVS	Cataratas de Cerro Redondo	642,01	Baja
ACOPAC	RVS	Fernando Castro Cervantes	683,75	Media
ACOPAC	RVS	Peñas Blancas	1952,28	Media
ACOPAC	RVS	Playa Hermosda	66,64	Media
ACOPAC	RVS	Surtubal	102,04	Media
ACOPAC	ZP	Caraigres	365,12	Media
ACOPAC	ZP	Cerro Nara	450,44	Baja
ACOPAC	ZP	Cerros de Escazú	2979,91	Media
ACOPAC	ZP	Cerros de Turrubares	1447,94	Media y Baja
ACOPAC	ZP	El Rodeo	473,04	Media
ACOPAC	ZP	Montes De Oro	1480,36	Media
ACOPAC	ZP	Quitirrisí	990,6	Media
ACOSA	HH	Térraba-Sierpe	5951,36	Alta y Baja
ACOSA	PN	Corcovado	6710,01	Alta y Media
ACOSA	PN	Piedras Blancas	1644,97	Baja
ACOSA	RF	Golfo Dulce	8810,44	Alta, Media y Baja
ACOSA	RI	Conte Burica	242,07	Media
ACOSA	RVS	Hacienda Copano	236,37	Alta y Media
ACOSA	RVS	Osa	0,49	Alta
ACT	RNA	Cabo Blanco	981,73	Media
ACT	RNA	Nicolás Wessberg	55,42	Media
ACT	RVS	Bosque Nacional Diría	97,73	Media
ACT	RVS	Cueva del Murciélago	7,69	Media
ACT	RVS	La Ceiba	195,17	Media
ACT	RVS	Romelia	47,96	Media
ACT	ZP	Nosara	565,43	Media
ACT	ZP	Península de Nicoya	6248,92	Media
ACTO	RVS	Barra del Colorado	1701,94	Baja
ACTO	ZP	Acuíferos Guácimo y Pococi	2683,94	Alta y Baja

Fuente: elaboración propia.



La figura 1 muestra cómo se distribuyen estas probabilidades dentro de las áreas silvestres protegidas a nivel nacional, observándose como las más altas probabilidades se encuentran en zonas de elevaciones intermedias de la vertiente caribe.

**Figura 1.** Probabilidad de distribución de *M. velutina* dentro de las Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica, 2014.



Fuente: elaboración propia.

## Discusión

Uno de los principales factores considerados para elaborar un modelo de distribución es el tamaño mínimo de la muestra con que se va a trabajar, este trabajo contó con un numero bastante limitado de registros (N=8). En un estudio realizado por Wisz, Hijmans, Peterson, Graham & Guisan (2008), demostraron que MaxEnt presenta una sensibilidad moderada al tamaño de la muestra con un capacidad predictiva excelente, fue el primer



mejor desempeño con tamaños de muestra pequeños (N= 10). También es importante considerar el método de validación del modelo. Para esto se utilizó el valor de AUC (área bajo la curva por sus siglas en inglés), este valor mide la capacidad que tiene el modelo para clasificar correctamente la presencia o ausencia de una especie en un espacio geográfico determinado, independientemente del umbral elegido (Siles, Batista, Rey & Alcán, 2005, p.169). Maxent proporcionó una salida gráfica como el AUC, que es un estadístico de ajuste, y varía entre 0 y 1. Un modelo ideal sería aquel en donde el modelo alcance un valor AUC = 1 (Savino, Diodato, Gatto & Zerda, 2013, p.1). Para entender mejor se puede decir si un modelo es malo o excelente según los rangos de precisión del modelo en función de los valores de AUC obtenidos, estos rangos serían 0,5-0,6= malo; 0,6-0,7= pobre; 0,7- 0,8= satisfactorio; 0,8- 0,9= bueno; 0,9-1,00= excelente Swets (1988), citado por Siles et al (2005, p.169), por lo tanto podemos calificar nuestro modelo como bueno según estos rangos de la validación utilizada.

En el cuadro 1 se muestran los valores obtenidos para el análisis de contribución de variables al modelo, las cuatro variables suman en total el 100% que explica la distribución de la especie, estas contribuciones, no son necesariamente la causa de la distribución de *M. velutina*, sino, la medida en que contribuye cada variable para llegar a una buena separación de áreas idóneas de las que no lo son (Savino et al., 2013, p.3), la variable que mayor contribución hace es la biotemperatura, en un 70,7%.

La información existente para *M. velutina* en Costa Rica se ha generado en lugares donde se ha demostrado ser una especie invasora y con el objetivo de controlar su propagación, podemos considerarla como una especie poco estudiada, por lo tanto la información necesaria para realizar programas de control es limitada. La generación de información biológica base se podría utilizar en los muestreos preventivos que pueden ser enfocados a zonas específicas haciendo más eficiente esta labor, con el consiguiente ahorro de recursos económicos (Morales, 2012, p.2). En la Ley de Conservación de la Vida Silvestre (1992), en su artículo 28 se menciona la necesidad de contar con información técnico-científica para la cacería de control. Es importante contar con estos estudios antes de que el problema sea muy grande, de esta forma el impacto a la biodiversidad y los ecosistemas naturales resulta mucho menor. El mapa generado con el modelo de distribución (figura 1) y la tabla ubicada en el cuadro 2 puede



ser utilizado por las entidades competentes para la identificación de áreas en las que es importante desarrollar programas de prevención y control de especies invasoras.

### Conclusiones

*M. velutina* presenta diferentes valores de distribución potencial dentro de 93 áreas protegidas del país. Sin embargo, los valores más altos se encuentran en las áreas ubicadas en elevaciones medias de la vertiente caribe. Con la ayuda de los diferentes factores que pueden facilitar la dispersión de una especie *M. velutina* podría encontrar dentro de muchas de las áreas protegidas de Costa Rica un ambiente idóneo para su establecimiento y posible invasión.

La utilización de Maxent para realizar modelos de distribución potencial de especies está validada por diversos estudios científicos. Por tanto tiene gran valor para la generación de información que permita hacer un uso más eficiente de los recursos, predecir potenciales escenarios y de esta manera aumentar el éxito de proyectos de conservación.

### Referencias

- Barquero, K. (2005). *Musa velutina* en *La Selva: dispersión de una especie exótica*. *Ecología Tropical y Conservación*, 1 (2): 184-186.
- Bradley, B., Wilcove, D. & Oppenheimer, M. (2010). *Climate change increases risk of plant invasion in the Eastern United States*. *Biological Invasions*, 12 (6), 1855-1872.
- Chacón, E. (2009). *Las plantas invasoras en Costa Rica: ¿Cuáles acciones debemos realizar?* *Biocenosis*, 22, 1-2.
- Lacoste, A. & Salanon, R. (1973). *Biogeografía*. Barcelona: Oikos-tau.
- Morales, N. (2012). *Modelos de distribución de especies: Software Maxent y sus aplicaciones en Conservación*. *Conservación Ambiental*, 2 (1).
- Morera, B. & Granados, A. (2013). *Distribución y abundancia de Musa velutina en un bosque nuboso, Ángeles de San Ramón, Alajuela, Costa Rica*. *Red Latinoamericana para el Estudio de Especies Invasoras*, 3, 16-22.
- Morera, J. & Umaña, C. (1995). *Programa Agricultura Tropical Sostenible Unidad Recursos Filogenéticos*. Jardín Botánico Cabiria-7. Recuperado de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A4180E/A4180E.PDF>.



- Pearson, R. (2007). Species distribution modeling for conservation educators and practitioners. Synthesis. American Museum of Natural History. Recuperado de: <http://ncep.amnh.org>
- Quirós, R. (2014). Encargado de Investigación OTS Las Cruces. Comunicación personal, 11 de mayo de 2014.
- Rojas, F., Cruz, G., & Madrigal, Q. (2006). *Plantas ornamentales del trópico*. Editorial Tecnológica de CR.
- Sandoval, I., Carrillo, E., & Sáenz, J. (2011). *Modelo de hábitat potencial para el jaguar, Panthera onca (Carnivora: Felidae), en la península de Osa Costa Rica*. BRENESIA 75-76: 90-96
- Savino, C., Diodato L., Gatto M. A. & Zerda H. (2013). *Modelación espacial de especies, género Dactylopius, Región Parque Chaqueño Seco*. En IV Jornadas Tucumán SIG. CD ISSN 2250-6977.
- Sheela, V. (2008). *Flowers for Trade*. New India Publishing Agency, New Delhi, India.
- Siles, G., Bastida, J., Rey, P. & Alcán, J. (2005). *Modelos predictivos de distribución de especies de vegetación potencial en el incendio del "Puerto de las Palomas, Sierra de Cazorla"*, Jaen. Cuadernos de la SECF, (20).
- Swets, J. (1988). *Measuring the accuracy of diagnostic systems*. Science, 240(4857), 1285-1293.
- Urbina-Cardona, J. & Castro, F. (2010). *Distribución Actual y Futura de Anfibios y Reptiles con Potencial Invasor en Colombia: Una Aproximación Usando Modelos de Nicho Ecológico*. Biodiversidad y Cambio Climático, Bogota, Colombia.
- Wendlan, H. & Drude, G. (1875). *Musa velutina*, Gartenflora 65, t. 823.
- Wisz, M., Hijmans, R., Li, J., Peterson, A., Graham, C. & Guisan, A. (2008). *Effects of sample size on the performance of species distribution models*. Diversity and Distributions, 14 (5), 763-773.

