

DESCRIPCIÓN BREVE

Esta nota ha sido aceptada para su publicación en la revista *Ecología en Bolivia* y se ha sometido a una revisión por pares completa, pero no se ha realizado a través del proceso de composición tipográfica, paginación y corrección de pruebas, lo que puede generar diferencias entre esta versión y la Versión de registro. Por favor, cite esta nota como Toledo V., G., M. Moraes R. & F.S. Zenteno-Ruíz. 2018. Distribución potencial en Bolivia de la palma de saó (*Trithrinax schizophylla*). *Ecología en Bolivia* 53(2): xxx-xxx (Vista previa/early view). Este aporte está protegido por derechos de autor. Todos los derechos reservados. Marzo 2018.

Nota

Distribución potencial en Bolivia de la palma de saó (*Trithrinax schizophylla*)

Potential distribution of the saó palm (*Trithrinax schizophylla*) and structure population in Paurito (Santa Cruz)

Gabriel Toledo V.^{1*}, Mónica Moraes R.^{2,3} & Freddy S. Zenteno-Ruíz³

¹Museo Noel Kempff Mercado, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Av. Irala 565, Santa Cruz, Bolivia, *Autor de correspondencia: gtoledov21@gmail.com

²Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, Casilla 10077 – Correo Central, La Paz, Bolivia

³Herbario Nacional de Bolivia, c/27 campus universitario, Cota Cota, La Paz, Bolivia

Trithrinax schizophylla es un componente importante de los bosques del Gran Chaco de llanura y del Chaco serrano o bosque xerorífico del boliviano tucumano (según Navarro 2011) en los departamentos de Chuquisaca, Santa Cruz y Tarija (Moraes 2004). Crece formando grandes colonias en las selvas chaqueñas, entre vegetación baja, espinosa, semidecidua, en terrenos arcillosos bien drenados, cerca de bajíos sometidos a inundaciones estacionales de aguas claras por cortos periodos, intercalados con largos periodos de sequias (Moreno & Moreno 2006). Moraes (2016) indicó que las formaciones de vegetación a las cuales esta especie se asocia son sabanas y matorrales xéricos estacionalmente inundados, según la estacionalidad pues puede tolerar temperaturas de hasta 45°C a medio día y -10°C en la noche invernal. La palmera de saó

se distribuye con dos subespecies en la región conformada por Bolivia, Paraguay, Argentina y Brasil (Moraes-Tomas *et al.* 2015).

Los programas de modelación de la distribución de especies sirven para estimar lugares potenciales donde se pueda distribuir la especie de toda el área de estudio (Scheldeman & Van Zonneveld 2011). Los modelos predictivos de distribución geográfica de especies constituyen una herramienta para direccionar acciones de conservación y planificación de reservas ecológicas (Phillips *et al.* 2006) o del aprovechamiento de algunas especies. Los datos de presencia y ausencia son también valiosos (Phillips *et al.* 2006, Phillips & Miroslav 2008).

Maxent es un algoritmo de modelación de distribución de especies que se utiliza para predecir la distribución potencial de una o más especies (Scheldeman & Van Zonneveld 2011) con base a un conjunto de datos de presencia u ocurrencia (características ambientales que condicionan la habitabilidad del área para una determinada especie). Además realiza predicciones o inferencias a partir de información incompleta para estimar la distribución de probabilidad de destino, mediante la búsqueda de la distribución de máxima entropía, es decir, que está más disperso o más cerca de ser uniforme (Phillips *et al.* 2006, Phillips & Miroslav 2008).

Se contó con información georeferenciada de la especie (Tabla 1), descargada de dos bases de datos en línea (www.tropicos.com; www.gbif.com) y revisión de muestras botánicas de *T. schizophylla* de la colección botánica del Herbario del Oriente Boliviano (USZ) y del Herbario Nacional de Bolivia (LPB). La información de la base de datos compilada es de 30 registros en los departamentos de Chuquisaca, Santa Cruz y Tarija y se concentran mayormente en Santa Cruz; son inexistentes las colecciones botánicas en el Parque Nacional Kaa-Iya. Para ilustrar la gradación de distribución potencial de *T. schizophylla* se aplicaron cortes naturales (en inglés, natural breaks) y así generar áreas de valores bajos hasta altos.

De acuerdo a la recomendación de Naoki *et al.* (2006), se trabajó con siete variables climáticas que fueron descargadas de Worldclim (www.worldclim.com) de libre acceso en internet, la cual pone a disposición datos interpolados para modelar el clima actual, futuro y pasado; BIO 1 (temperatura anual promedio), BIO 2 (rango medio diurno), BIO 3 (isotermalidad), BIO 4 (estacionalidad), BIO 12 (precipitación anual), BIO 14 (precipitación en el periodo más seco) y BIO 18 (precipitación del periodo más cálido), así como la altitud sobre el nivel del mar. Para este estudio con ocho variables se eligió trabajar con la interpolación de datos del clima actual a una resolución de 30 segundos equivalentes a 1 km. El 25% de los registros usados se utilizó como datos de prueba con 500 iteraciones y 10.000 puntos de respaldo para una mayor precisión en el modelamiento.

Seguidamente, se analizó toda la información con Maxent, el cual realizó un análisis de la especie de estudio y presentó la distribución actual y potencial de *T. schizophylla* y el porcentaje de contribución e importancia de permutación de los factores ambientales, a través del análisis de Jackknife, utilizados para determinar la distribución potencial de la especie.

Para evaluar los modelos generados por Maxent se seleccionó el mayor valor del Área por debajo de la Curva (AUC, Area Under the Curve en inglés) donde realmente ocurre la especie, atendiendo la condición que la mayor capacidad de predecir un modelo generado por Maxent se alcanza cuando el AUC tiene un valor de 1. Mientras mayor sea el valor del AUC, más restringidas son las áreas de distribución potencial para la especie. Sin embargo, esta proyección debe ser revisada y cotejada por especialistas que insumen las características de distribución real de las especies.

El mapa resultante del modelo producido por Maxent muestra la distribución potencial de la especie en dos áreas disjuntas, representado por un gradiente de colores (Fig. 1). Los colores más

fuertes (como el rojo) muestran una presencia que se acerca al 100%, donde las condiciones ambientales representan el nicho potencial para la especie.

La contribución relativa de las ocho variables ambientales utilizadas para la modelación Maxent de la distribución potencial de la palma de saó fue estimada en valores que van de 0.8-46 (Tabla 2). Dos resultaron ser más influyentes (estacionalidad y precipitación anual) que suman casi el 70%, mientras que con menor efecto el rango mediano diario llegó solo a 0.8%

Aplicando el modelo predictivo de Maxent, se encontraron áreas idóneas para la presencia de la especie en los departamentos de Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija y el análisis deduce que la especie se encuentra potencialmente distribuida al sureste de Santa Cruz en la provincia Andrés Bañez y al sur en el departamento de Chuquisaca y Tarija en las provincias de sur Cinti, Luis Calvo y O'Connor, respectivamente, así como una extensión hacia sitios de bajo drenaje en el norte del Parque Nacional Kaa-Iya. La distribución de esta especie está adaptada a la vegetación seca de la provincia biogeográfica del Chaco y la probabilidad de presencia disminuye hacia el oeste del país, marcados por la estacionalidad y la precipitación anual que inciden mayormente en su distribución (Fig. 1).

Moraes (2016) consideró que para los palmares inundados del Chaco y que alojan a tres especies de palmeras – *Acrocomia totai*, *Copernicia alba* y *Trithrinax schizophylla* – con dinámicas de inundación corta, se combinan dos condiciones resumidas de Hanagarth (1993): alta relación con niveles freáticos y suelos salinos. Esto puede a su vez estar influenciado por el suelo, que cuando cambia en textura, drenaje y composición, se observan palmares de saó asociados a suelos salinos (Fig. 2). Por ello será necesario detallar la presencia de esas condiciones edáficas, sumado a la cobertura vegetal en el área de distribución que cubre la palma de saó.

El modelo proyectado por Maxent representa la precisión del modelo para *T. schizophylla*, en el cual se obtuvo una calificación del AUC de 0.923 considera una buena clasificación de precisión

del modelo, según los criterios e interpretación de Araújo *et al.* (2005). Esto plantea que las áreas de distribución potencial de *T. schizophylla* en Bolivia son más restringidas y se expresan en dos parches claramente marcados con los valores mayores (Fig. 1): en bosque xerofítico boliviano tucumano (laderas orientales de los Andes de Tarija y Chuquisaca) y en la llanura chaqueña de Santa Cruz para ser confirmadas. Por ejemplo en la provincia Luis Calvo de Chuquisaca, los bosques de la palma de saó se despliegan a modo de corredores densos (M. Moraes R., datos no publicados).

En Bolivia diferentes trabajos documentan la distribución actual de esta especie (Moraes 2004, Moreno & Moreno 2006, Navarro 2011, Moraes *et al.* 2014), mencionando que la distribución de la misma está asociada a bosques secos y espinosos del Gran Chaco, específicamente en los departamentos de Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija en un rango altitudinal de 300-1.950 m. Navarro (2011) en su mapa de vegetación de Bolivia mencionó diferentes formaciones de vegetación donde se encuentra *T. schizophylla*. Por ejemplo se encuentra distribuida en bosques sobre suelos mal drenados en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Kaa-Iya del Gran Chaco (Depto. Santa Cruz, provincia Cordillera). Pero el modelo generado para este estudio predice que en estas zonas existe una probabilidad media y baja. Por ejemplo en Brasil, *T. schizophylla* únicamente está representada en área de influencia de los bosques secos del Chaco aluvial, en terrenos ligeramente más elevados y una pequeña porción en áreas inundables junto a la palma *Copernicia alba* (Moraes-Tomas *et al.* 2015). Mientras que en Paraguay se encuentra en bosques secos chaqueños (Pérez de Molas 2015).

Las condiciones ambientales no representan los requerimientos de presencia de la especie (Pérez-Portilla & Geisert 2004, Phillips *et al.* 2006, Palmas *et al.* 2013). Sin embargo, Moraes *et al.* (2014) mencionaron que las inundaciones estacionales y las condiciones extremas xéricas son factores limitantes para *T. schizophylla*. Esto puede deberse a que la especie haya encontrado un

nicho ecológico que favoreció su naturalización y ahora presenta mejor adaptación a este tipo de ambiente inundado por lo menos a nivel estacional. Mediante observaciones realizadas en campo se encontraron zonas con alta regeneración y otras con escasa presencia de palmeras de saó.

Por otro lado, gran parte de la información de colectas o de bases de datos en línea corresponde a observaciones históricas que pueden o no reflejar la presencia actual de la especie o taxón. Esto puede deberse a factores, como por ejemplo procesos ecológicos o interacciones humanas recientes, como la fragmentación de bosques o la conversión de éstos a la agricultura y otros cambios en el uso de suelo (Scheldeman & Van Zmomeveld 2011). Sin embargo, estos datos de distribución sirven para analizar los procesos ecológicos y genéticos que subyacen a la distribución geográfica de la diversidad vegetal (Philips *et al.* 2006). De tal manera, que este aporte podrá servir como base para procesar y analizar esos procesos en otros estudios relacionados con la palma de saó.

La predicción realizada para la palmera *T. schizophylla* coincide con registros de presencia y los factores climáticos mostrando una mayor probabilidad de presencia en la región del Chaco, específicamente en los departamentos de Santa Cruz (provincias Cordillera, Chiquitos y Velasco), Chuquisaca (Luis Calvo, Sur-Cinti) y Tarija (O'Connor). Aunque se analizaron ocho factores ambientales, dos de ellos – estacionalidad y precipitación anual - fueron los de mayor influencia relativa y que pueden proyectar la mayor presencia potencial del saó. Sin embargo, por primera vez se dilucida en Bolivia que siendo dos áreas de mayor probabilidad de presencia del saó, la del bosque xerofítico boliviano tucumano adquiera igual importancia geográfica entre Tarija y Chuquisaca, que aquellos paisajes incluidos en la llanura de la región del Chaco (centro de Santa Cruz). Ambos parches de Bolivia, junto al área recientemente reportada para Brasil y el N de Argentina (en bosques subandinos), coinciden con la representación de la variedad

schizophylla, mientras que la variedad *biflabellata* se encuentra separada en un área compartida entre Paraguay y el NE de Argentina (Cano 2014).

Referencias

- Araújo, M. B., R. G. Pearson, W. Thuller & M. Erhard. 2005. Validation of species-climate impact models under climate change. *Global Change Biology* 11:1-10.
- Cano, A. 2014. A subtropical quest to discover wild *Trithrinax*. *Palms* 52(2): 65-71.
- Hanagarth, W. 1993. Acerca de la geoeología de las sabanas del Beni en el noreste de Bolivia. Instituto de Ecología, La Paz. 186 p.
- Moraes R., M. 2004. Flora de palmeras de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, Carrera de Biología, Universidad Mayor de San Andrés, Plural Editores, La Paz. 262 p.
- Moraes R., M. 2016. Palmares asociados a los llanos inundados en Bolivia: ecorregiones de Heath, Moxos, Pantanal y Chaco. Pp. 333-344. En: Lasso, C. A., G. Colonnello & M. Moraes R. (eds.). Morichales, cananguchales y otros palmares inundables de Suramérica. Parte II: Colombia, Venezuela, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá.
- Moraes R., M., B. Rios-Uzeda, L.R. Moreno, G. Huanca-Huarachi & D. Larrea-Alcázar. 2014. Using potential distribution models for patterns of species richness, endemism, and phytogeography of palm species in Bolivia. *Tropical Conservation Science Journal* 7(1): 45-60.
- Moraes-Tomas, W., I. I. Hiromi, C., Urbanetz, M. T., Aiza & A. Restel. 2015. The Carandilla palm (*Trithrinax schizophylla* Drude, Arecaceae) is not extinct in Brazil: first primary

records from the Chaco region of Mato Grosso do Sul. Checklist 11(4): 1669. doi:

<http://dx.doi.org/10.15560/11.4.1669>

Moreno, R.M. & O.I. Moreno. 2006. Colecciones de palmeras de Bolivia. Ed. Fundación Amigos de la Naturaleza, Santa Cruz. 575 p.

Naoki, K., M.I. Gómez, R.P. López, R.I. Meneses & J. Vargas. 2006. Comparación de modelos de distribución de especies para predecir la distribución potencial de vida silvestre en Bolivia. *Ecología en Bolivia* 41(1): 65-78.

Navarro, G. 2011. Clasificación de la vegetación en Bolivia. Centro de Ecología Simón I. Patiño, Santa Cruz. 713 p.

Palmas, S., T. Kromer, S. Dressler & J. Arévalos. 2013. Diversidad y distribución de Marcgraviaceae en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84: 170-183.

Pérez de Molas, L.F. 2015. Manual de familias y géneros de árboles del Paraguay. FAO, San Lorenzo. 216 p.

Pérez-Portilla, E. & D. Geissert-Kientz. 2004. Distribución potencial de palma camedor (*Chamaedorea elegans* Mart.) en el estado de Veracruz, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 10(2): 247-252.

Scheldeman, X. & M. Van Zonneveld. 2011. Manual de capacitación en análisis espacial de diversidad y distribución de plantas. Biodiversity Internacional, Roma. 186 p.

Tabla 1. Coordenadas geográficas de 30 puntos provenientes de colecciones botánicas en Bolivia y de bases de datos en línea (Trópicos y GBIF) de *Trithrinax schizophylla* para la modelación en Maxent.

No.	Longitud	Latitud
1	-64	-21.5
2	-64.0508	-21.4336
3	-63.7667	-21.3833
4	-63.8056	-21.1978
5	-63.7706	-21.1764
6	-64.2492	-21.1292
7	-63.7675	-20.2633
8	-62.8689	-18.125
9	-62.8333	-17.825
10	-63.0703	-17.7658
11	-61.95	-17.5667
12	-61.6667	-17.15
13	-61.7833	-17.0833
14	-64	-21.43
15	-63.93	-21.38
16	-63.8	-21.2
17	-64.25	-21.12
18	-62.83	-21.09
19	-63.78	-20.68
20	-62.87	-18.12
21	-62.86	-18.12
22	-62.87	-18.11
23	-62.87	-18.1
24	-62.79	-17.84
25	-62.83	-17.82
26	-61.95	-17.57
27	-62.12	-17.48
28	-61.67	-17.15
29	-61.95	-17.07
30	-61.78	-17.07

Tabla 2. Factores ambientales que contribuyen en la distribución potencial e importancia de permutación de *T. schizophylla* en Bolivia.

Factores	Porcentaje de contribución	Importancia de permutación
BIO 4 (estacionalidad)	46.0	4.1
BIO 12 (precipitación anual)	23.8	69.2
Altitud	12.3	5.2
BIO 18 (precipitación del periodo más cálido)	9.3	14.1
BIO 14 (precipitación del periodo más seco)	4.2	4.7
Bio 1 (temperatura anual promedio)	2.5	0.1
Bio 3 (isotermalidad)	1.0	0
Bio 2 (rango mediano diurno)	0.8	2.3

VISTA PREVIA/EAK

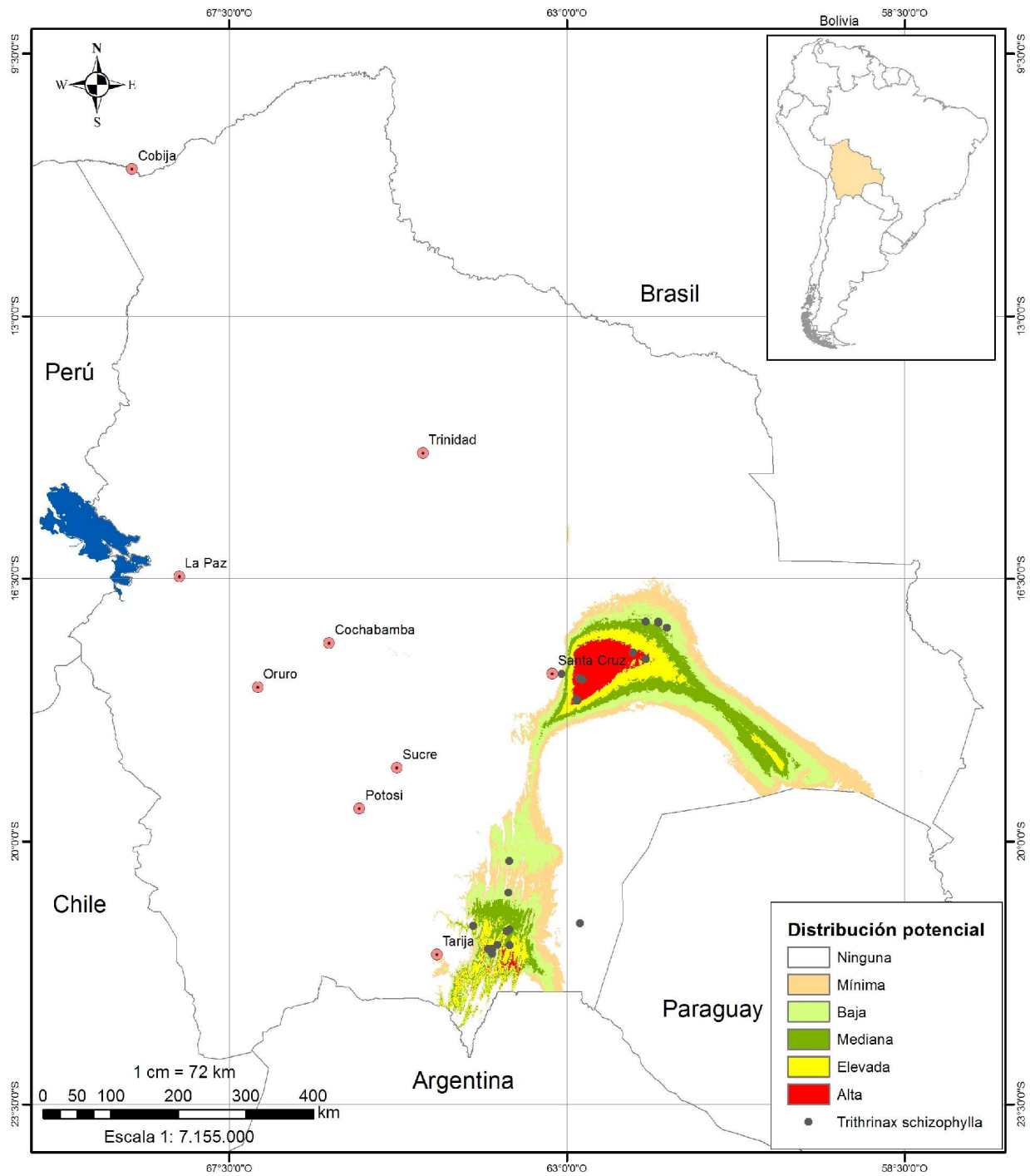


Figura 1. Distribución actual y potencial de *Trithrinax schizophylla* en Bolivia.



Figura 2. Formaciones de *Trithrinax schizophylla* en el Área Protegida Palmera de Saó (APPS).

a. Palmares de saó y b. asociación con suelos salinos.