



BioInvasiones 1 (2015)

Revista de invasiones biológicas de América Latina y el
Caribe

Volumen 1- Año: 2015

<http://bioinvasiones.org/>

Distribución potencial de la especie invasora *Kalanchoe pinnata* ¿Un ejemplo de expansión de nicho?

Salvador González de León

Instituto de Ecología A.C., Red de Biología Evolutiva. Carretera Antigua a Coatepec 351, El Haya, Xalapa, Ver. México

Resumen

La llegada de nuevas especies a un ecosistema puede tener consecuencias muy relevantes. Uno de los aspectos que hay que estudiar en estas especies son sus requerimientos de nicho especialmente si el nicho se conserva o sufre cambios en los nuevos rangos ambientales. Este conocimiento es importante porque permite reconocer que información ambiental es relevante para hacer predicciones de la distribución potencial. En este trabajo se estudia los modelos de distribución potencial (SDM) de la especie *Kalanchoe pinnata* a escala global, a escala regional (América) y en el rango nativo (Madagascar). Los resultados indican que la proyección del modelo global en la isla de Madagascar es diferente a la proyección realizada desde el nicho del rango nativo lo cual sugiere que el nicho habría cambiado al invadir otras regiones del mundo.

Abstract

The arrival of invasive species on native ecosystem can have important consequences on biodiversity. One of the aspects that require to be studied are niche requirements niche, specially if the niche is conserved during invasion. This knowledge is important because it allows to make proper predictions of potential distribution. In this paper, the potential distribution models (SDM) of *Kalanchoe pinnata* was studied, at three levels: globally, regionally (America) and also at the native range (Madagascar). The results indicate differences between the global model projected in Madagascar and the regional (native) model projected from Madagascar Island, thus suggesting that the niche has changed during invasion to other regions

En la literatura encontramos muchos ejemplos de cómo la introducción de una especie ajena a una región puede traer cambios significativos en el funcionamiento de los ecosistema (Pseyk et al. 2012). Sin embargo, la unificación de estrategias para generalizar las soluciones ante los problemas de la introducción de especies, sigue siendo un reto (Catford et al. 2009). Tal vez uno de los requisitos más importantes para estudiar un caso de invasión biológica es conocer a fondo la especie invasora y su distribución potencial mundial.

Kalanchoe pinnata, (Fig.1) es una planta hermafrodita, suculenta y herbácea que puede llegar los 150 cm de altura. Es una especie originaria de Madagascar, de

la familia de las Crasuláceas y es considerada como especie invasora en distintas partes del mundo (Meyer 2000). Su inflorescencia tiene forma de pináculo de ahí su nombre "*pinnata*", en donde se desarrollan de entre 6 a 24 flores color verde-rojizo. Debido a que las inflorescencias en el género *Kalanchoe* son coloridas y bellas, además de que algunas especies florecen en temporadas de invierno, se popularizaron como plantas de ornato. Movilizando individuos de su sitio de origen, hacia distintos lugares del mundo (Baldwin 1938), uno de ellos México, donde se ha registrado en distintas regiones del país, particularmente en el centro del estado de Veracruz donde se

estableció en remanentes de selva seca estacional.



Fig.1 Individuos de *Kalanchoe pinnata* en el centro de Veracruz, México

K.pinnata es una especie semélpara, es decir cuando un individuo alcanza su madurez sexual después de aproximadamente dos años, éste muere (Wadhi & Mohan Ram 1967). De cada una de sus flores se liberan pequeñas semillas de poco menos de un milímetro en su eje mayor, cada flor puede producir hasta 900 semillas las cuales son fácilmente dispersadas por el viento, lluvia o transportadas por animales (Hannah-Jones & Playford 2002). Además de la reproducción sexual un individuo puede clonarse vegetativamente. En los márgenes de cada una de las hojas, existen meristemas no diferenciados en donde nuevas plántulas se desarrollan (Jaiswal & Sawhney 2008). El mecanismo de propagación vegetativa varía entre las especies del género *Kalanchoe* (Garces et al. 2007). En *K. pinnata* las plántulas empiezan a desarrollarse coordinadamente con el proceso fenológico de la planta. Por ejemplo cuando existe estrés hídrico, los peciolo de las hojas más viejas se empiezan a debilitar. De manera tal que las

hojas caen fácilmente con cualquier fuerza externa. Ya en el suelo, las hojas conforman una fuente de agua y nutrientes para las primeras fases del desarrollo pseudo-embrionario de las plántulas vegetativas, superando la probabilidad de establecerse respecto de las plántulas provenientes de semillas. (Gehrig et al. 2001) mencionan que el género *Kalanchoe* pudo originarse en las áreas más tropicales de Madagascar y conforme las poblaciones comenzaron a expandirse desde la parte norte y noroeste de la Isla Africana hacia el sur sureste y África continental. El género sufrió múltiples eventos de especiación para dar decenas de especies de *Kalanchoe* las cuales varían en tamaño, color, forma y en la estrategia de reproducción vegetativa. Pero más importante, existe un gradiente relacionado con el metabolismo ácido de las crasuláceas, el cual en las especies más ancestrales es parecido a un metabolismo C3 y posteriormente conforme el género se fue estableciendo en las zonas semiáridas y áridas de Madagascar el metabolismo

asemejó un CAM moderado y CAM extremo. La capacidad de *K.pinnata* para soportar periodos largos sin agua y su excepcional reproducción vegetativa la vuelven una planta altamente competitiva y potencial invasora.

Considerando las capacidades invasivas de *K.pinnata*, que el centro de especiación de *Kalanchoe* estuvo restringido a la isla de Madagascar y que *K.pinnata* se ha registrado en múltiples lugares del planeta, surge la pregunta de: ¿Si la distribución potencial de *K.pinnata* se ha expandido? y ¿Cuáles variables Bioclimáticas explican la expansión de nicho?

Métodos

Para intentar responder la pregunta anterior se descargaron todos los datos de presencia de *Kalanchoe pinnata* disponibles en la base de datos de GBIF () y se construyeron dos mapas de distribución potencial para el continente americano: a) utilizando solo los datos de presencia en Madagascar (Distribución Nativa) b) utilizando los datos de presencia de todo el mundo (Distribución de Invasión). En ambas modelación de distribución potencial se utilizaron las 19

capas bioclimáticas, esto debido a que variables como estacionalidad o precipitaciones en los trimestres más cálidos pueden dar información importante para indagar las causas de porque una especie se ha expandido más allá de su hábitat y nicho ecológico. Aun y cuando estas variables estén altamente correlacionadas con otras capas bioclimáticas. Si *K.pinnata* no ha cambiado su nicho climático, entonces los dos mapas deberían ser muy similares. También se construyó un histograma con los valores de las variables Bioclimáticas para buscar gráficamente alguna expansión de nicho.

Resultados

Ambos mapas modelados obtuvieron valores de AUC mayores a 0.9 en la validación cruzada. El mapa donde se utilizaron los datos de presencia en todo el mundo, mostró mayores áreas potencialmente adecuadas para la especie que el modelo donde se usaron los datos de Madagascar (Fig. 2 y 3; verde: probabilidades menores de 0.5 y rojo mayores a 0.5).

Registros de *K.pinnata*

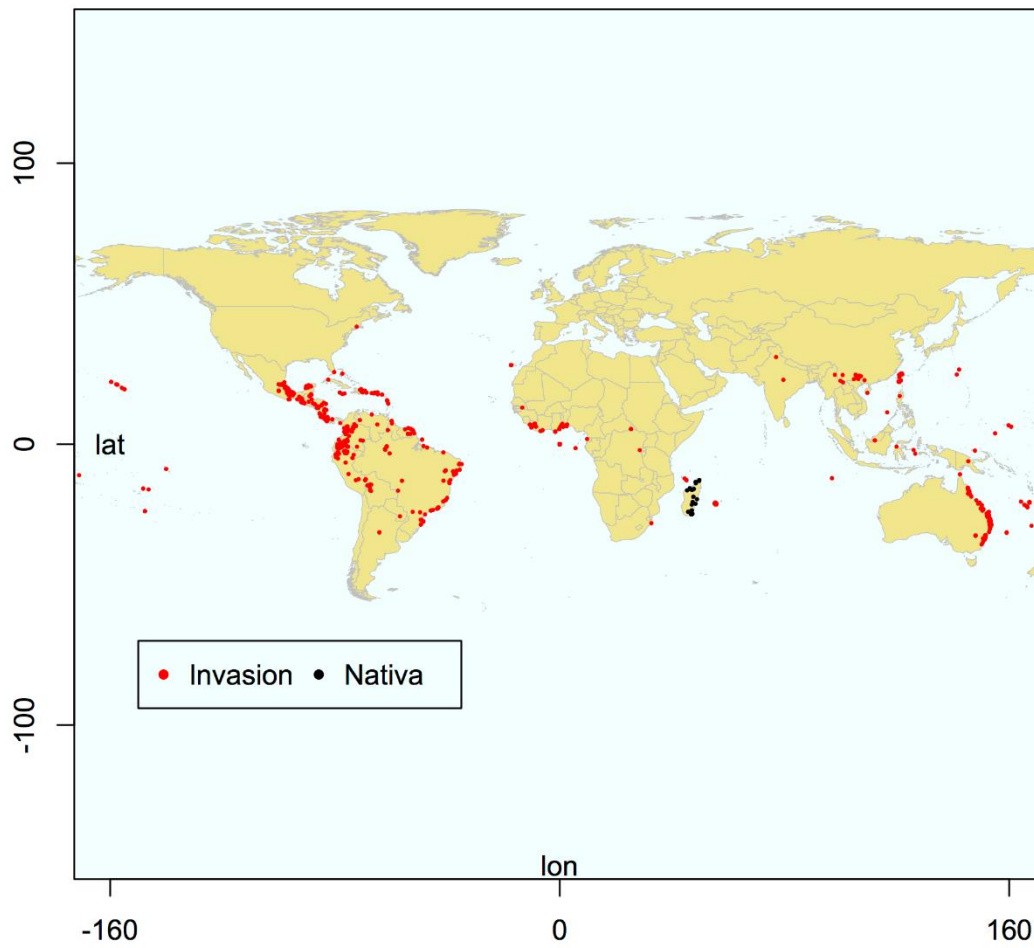


Fig.2 Mapa de los registros disponibles en la base de datos GBIF. Los puntos negros indican registros en la distribución nativa de *K.pinnata*.

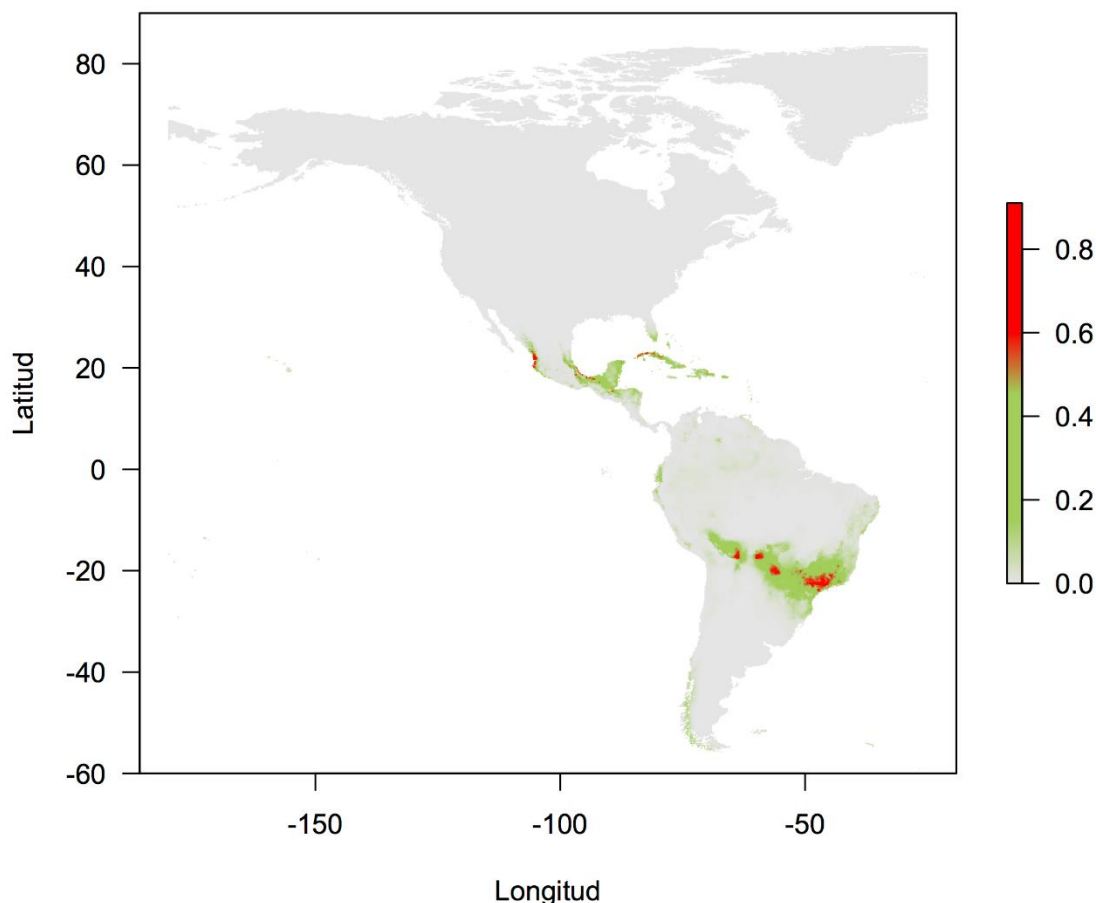


Fig.3 Distribución potencial de *K.pinnata* en América utilizando los datos de ocurrencia en su distribución nativa.

Cuando se consideraron los puntos de presencia en todo el mundo (Invasión), se observa que las áreas donde es más probable que *K.pinnata* se establezca, se expandieron. Las zonas con mayor riesgo de invasión son el este y sur de México, Centroamérica y la costa este de Suramérica. Se estimó una expansión aproximada de 1,700,000 km² de la distribución potencial de *K.pinnata*, equivalente a un 490% de la distribución potencial basada en datos de ocurrencia desde la región nativa. Curiosamente la distribución potencial en Madagascar

sufrió una reducción considerable de 54.5%, aproximadamente 22400 km² Fig.4 y 5. La única variable Bioclimática que presentó una expansión mayor fue la Bio3 Isotermalidad, esta variable representa la estabilidad de temperatura durante todo el año. Relaciona la variabilidad diaria y las temperaturas máxima anuales (max y min). Se observó que *K.pinnata* se ha establecido en zonas que tienen una isotermalidad mayor, es decir que sus temperaturas permanecen estables durante el año Fig.6

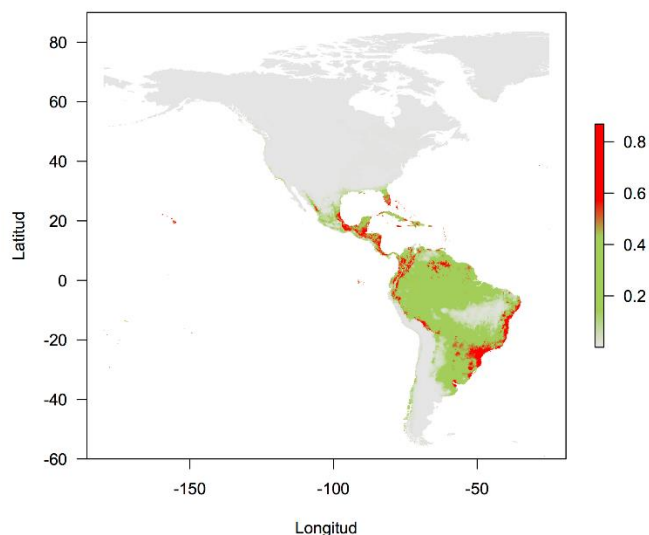


Fig.4 Distribución potencial de *K.pinnata* en América, utilizando los datos de ocurrencia en todo el mundo (Invasión).

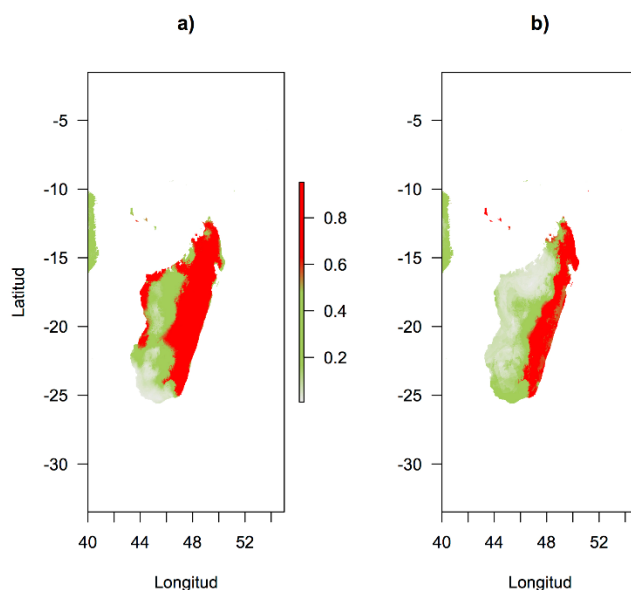


Fig.5 Distribución potencial de *K.pinnata* en Madagascar; a) utilizando los datos de presencia en su distribución nativa, b) utilizando los registros a nivel mundial.

Discusión y Conclusión

Los atributos invasivos de *K.pinnata* antes mencionados pueden haber facilitado la invasión en sitios con condiciones climatológicas distintas a las de su hogar de origen, dando así evidencia

de que los sitios en riesgo de invasión pueden ser más numerosos de los que esperamos. En teoría, el desplazamiento de nicho en especies introducidas puede deberse al cambio en procesos ecológicos como interacciones biológicas (Pearman et

al. 2008) La hipótesis conocida como la liberación de enemigos naturales (en inglés “Enemy release hypothesis” (Keane & Crawley 2002) puede sugerirnos algunas ideas para explicar el desplazamiento de nicho. Al movilizar individuos de *K.pinnata* a otras regiones, éstos se liberarían de sus competidores y/o enemigos naturales ampliando así las posibilidades de éxito; enemigos naturales de esta especie son el gorgojo barrenador *Ospilia tenuipes* (Hannah-Jones & Playford 2002). Además podemos indagar como el metabolismo CAM juega un papel importante en la capacidad de invasión de una planta. Este metabolismo se caracteriza esencialmente en evitar la pérdida de agua, lo cual es crucial para colonizar zonas áridas y semiáridas donde

las temperaturas son elevadas. Así mismo *K.pinnata* exhibe una plasticidad notable, ya que puede ser observada creciendo en la sombra bajo el dosel, o en campo abierto con exposición directa al sol. También puede establecerse sobre poca tierra o un sustrato rocoso. En general podemos afirmar que *K.pinnata* ya se ha establecido en áreas con climatología distinta a la de su lugar de origen, Madagascar; esto se refleja en el mapa como una ampliación de las zonas habitables para *K.pinnata*. Sin embargo la mayor expansión de nicho está relacionada a sitios neotropicales con temperaturas anuales más estables que Madagascar. Es importante mencionar que un proceso similar pueda estar sucediendo con distintas especies invasoras alrededor del mundo.

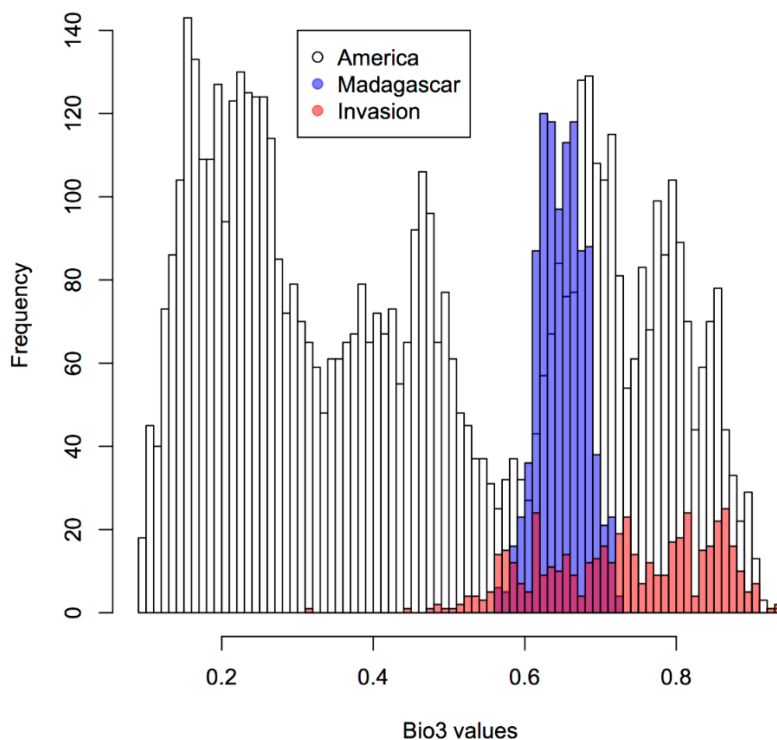


Fig.6 Histograma de la variable Bioclimática 3 (BIO3), Isotermalidad. Las barras en color azul corresponden a los valores de la variable bioclimática 3 en el espacio geográfico de Madagascar. Las barras en color rojo corresponden a los valores de la BIO3 en los puntos geográficos donde se ha registrado *K.pinnata* en América. Las barras blancas corresponden a los valores de BIO3 en el espacio geográfico del continente Americano.

Referencias

Baldwin Jr, J. T. (1938). Kalanchoe: the genus and its chromosomes. *American Journal of Botany*, 572-579.

Catford, J. A., Jansson, R., & Nilsson, C. (2009). Reducing redundancy in invasion ecology by integrating hypotheses into a single theoretical framework. *Diversity and distributions*, 15(1), 22-40.

Garcês, H. M., Champagne, C. E., Townsley, B. T., Park, S., Malhó, R., Pedroso, M. C., & Sinha, N. R. (2007). Evolution of asexual reproduction in leaves of the genus Kalanchoe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(39), 15578-15583.

Gehrig, H., Gaußmann, O., Marx, H., Schwarzott, D., & Kluge, M. (2001). Molecular phylogeny of the genus Kalanchoe (Crassulaceae) inferred from nucleotide sequences of the ITS-1 and ITS-2 regions. *Plant Science*, 160(5), 827-835.

Jaiswal, S., & Sawhney, S. (2008). Thidiazuron-induced hypertrophic growth from foliar disks of Kalanchoe pinnata leads to visualization of a bioactive auxin gradient across the leaf plane. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 44(1), 65-68.

Keane, R. M., & Crawley, M. J. (2002). Exotic plant invasions and the enemy release hypothesis. *Trends in Ecology & Evolution*, 17(4), 164-170.

Meyer, J. Y. (2000). Preliminary review of the invasive plants in the Pacific islands (SPREP Member Countries). *Invasive species in the Pacific: a technical review and draft regional strategy*, 85-115.

Pearman, P. B., Guisan, A., Broennimann, O., & Randin, C. F. (2008). Niche dynamics in space and time. *Trends in Ecology & Evolution*, 23(3), 149-158.

Pyšek, P., Jarošík, V., Hulme, P. E., Pergl, J., Hejda, M., Schaffner, U., & Vilà, M. (2012). A global assessment of invasive plant impacts on resident species, communities and ecosystems: the interaction of impact measures, invading species' traits and environment. *Global Change Biology*, 18(5), 1725-1737.

Wadhi, M., & Mohan Ram, H. Y. (1967). Shortening the juvenile phase for flowering in Kalanchoe pinnata Pers. *Planta*, 73(1), 28-36.