

Nicho Ecológico y Distribución Geográfica Potencial de *Phaseolus oligospermus* Piper en Costa Rica: consideraciones sobre su conservación presente y futura.

Silvia Lobo-Cabezas, Herbario Nacional de Costa Rica

slobo@museocostarica.go.cr

Introducción:

El género *Phaseolus* es de origen mesoamericano, se distribuye en el Nuevo Mundo, desde Estados Unidos de Norte América hasta Argentina, naturalmente en zonas templadas a cálidas (preferentemente sin condiciones de temperatura muy baja especialmente durante el período de crecimiento) (Debouck, 2021). La más reciente revisión taxonómica, realizada por Debouck (2021) reconoce la existencia de 81 especies de *Phaseolus*, distribuidas en 3 secciones.

Dentro del género *Phaseolus* se encuentran algunos de los alimentos más consumidos en América, como son los distintos tipos de frijoles. Su domesticación se inició hace unos 8000 años y para muchas sociedades es la base de la alimentación y tiene una importancia cultural, social y económica.

En Costa Rica existen 15 especies de *Phaseolus*, varias endémicas y otras de amplia distribución, así como algunas que han sido introducidas (Debouck, 2021). Entre las especies nativa se encuentra *Phaseolus oligospermus* Piper, descrita en 1926 a partir de un ejemplar de Costa Rica de 1857, está distribuida desde este país, hasta México en el norte, mayormente bosque premontano húmedo mixto, entre 450 y 2100 msnm. En Costa Rica el género *Phaseolus* ha sido foco de intensos estudios desde la década de 1980 hasta la actualidad por parte de investigadores de la Universidad de Costa Rica (UCR) y el Centro de Investigación en Agronomía Tropical (CIAT). Producto de este esfuerzo para el caso de *P. oligospermus* se registran solo 7 poblaciones de esta especie (Debouck & Chaves-Barrantes 2024), en un área aproximada de 72 km², en bosque húmedo y muy húmedo y áreas abiertas, entre 1400–1550 m (Hammel et al. 2010), ubicadas hacia el este de lo que se conoce como el Gran Área Metropolitana, en el Valle Central, en las provincias de Cartago y San José, donde el uso de suelo es para cultivos o vivienda (Araya et al. 2019).

Phaseolus oligospermus es un pariente silvestre del frijol común (*P. vulgaris*), y como tal es un recurso fitogenético muy importante para este importante cultivo, ya que aportan variabilidad y con esto puede ayudar a que respondan favorablemente a factores adversos del ambiente como depredadores, cambio climático, etc. Debido a lo anterior es importante conocer las condiciones físicas, biológicas y ambientales bajo las cuales se desarrollan estas especies silvestres como *P. oligospermus*, así como dónde se encuentran o podrían encontrarse y si estos sitios se encuentran bajo protección.

Materiales y métodos

Todos los análisis y modelados se realizaron con el paquete RStudio.

Área de estudio: Costa Rica se ubica en la parte sur de la región centroamericana y su área continental tiene aproximadamente 53.000 km². En esta pequeña región se encuentra una gran cantidad de biodiversidad, producto de una combinación de factores como la cercanía de dos océanos, la variación altitudinal (0-4300 msnm), variación geomorfológica, variación climática y pluvial, entre otras, que han generado diferentes y numerosos ecosistemas, zonas de vida y regiones fitogeográficas en una pequeña área.

Registros de presencia: Las coordenadas geográficas de los puntos de presencia de *P. oligospermus* en toda su área de distribución (Méx.-CR) se obtuvieron a partir de la base de datos en línea de la plataforma Global Biodiversity Information Facility (GBIF) así como de la base de datos de los especímenes del Herbario Nacional de Costa Rica (CR). Un total de 169 puntos de presencia se obtuvieron a partir de las fuentes consultadas. Con el fin de disminuir el sesgo potencial de muestreo asociado a los datos de presencia y siguiendo los estándares sugeridos para la elaboración de modelos ecológicos se llevó a cabo un protocolo de limpieza de datos en el que se eliminaron los registros reportados fuera del rango nativo de distribución de *P. oligospermus*; se conservaron los registros reportados desde 1950 hasta la actualidad, bajo la categoría de espécimen preservado; se eliminaron registros duplicados en sus coordenadas; y se eliminaron duplicados geográficos con el uso de la resolución de las capas ambientales. Después de este proceso hubo una reducción del 64 % de los puntos de presencia, quedando 61 puntos calificados para su uso en el proceso de modelación. Finalmente, los datos fueron divididos en forma aleatoria en dos grupos: 70% para entrenamiento y 30% para evaluar las predicciones del modelo.

Variables ambientales: Para caracterizar las condiciones ambientales presentes en el área de estudio, se obtuvo 19 variables bioclimáticas a una resolución de 2.5" de la base de datos climáticos Worldclim versión 2.1. Estas variables se recortaron ajustándose a la extensión de la distribución de la especie y se creó un área de calibración a partir de un buffer de 300 km alrededor de los puntos de presencia. Se calculó los coeficientes de correlación de Pearson (r) entre las variables bioclimáticas, excluyendo aquellas que presentan los valores más altos de correlación ($|r| > 0,8$).

Generación del modelo: Los modelos se generaron a partir del conjunto de variables menos correlacionadas, a un volumen mínimo de 0.975, un valor de criterio de omisión de 0.1. La selección de los modelos se realizó con valores de tasa de omisión de calibración de 0.1 y tasa de omisión de validación de 0.1. Los modelos seleccionados se binarizaron con un umbral del 0.1 (ten percentil) y se utilizaron para la obtención del modelo de Suma Consenso y el modelo Intersección Consenso. Finalmente, estos modelos fueron recortados al contorno del área continental de Costa Rica.

Escenario futuro: Se obtuvieron las variables bioclimáticas del modelo MIROC6, con un SSP de 585 (alta emisión de gases de invernadero), un horizonte temporal de 2041 al 2060, a una resolución de 2.5. Las capas se recortaron al área de interés y se generaron los modelos de igual forma que anteriormente. Finalmente se compararon los modelos binarizados del presente con los del futuro.

Aspectos de conservación: A los modelos finales se les sobrepuso las capas geográficas de Áreas Silvestres Protegidas (ASP) y de Zonas Urbanas (ZU). Con la herramienta GECat de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) se estimó el Área de Ocurrencia y el Área de Ocupación para *P. oligospermus* en Costa Rica, como criterios para conocer su estado de conservación.

Resultados:

A partir de las variables menos correlacionadas (bio1, bio2, bio3, bio12, bio14, bio18) se generaron 42 modelos que se sometieron a prueba con un valor de criterio de omisión de 0.1, resultando en 28 modelos seleccionados, todos los cuales fueron estadísticamente significativos, con valores de AUC entre 0.76- 0.86 y AUC parcial entre 1.15-1.55.

El modelo de suma consenso muestra que los sitios que presentan las condiciones bioclimáticas más idóneas (áreas de rojo intenso) para *P. oligospermus* se encuentran en las áreas montañosas de la región central del país (alrededores del Valle Central) y la zona pacífica al sur de la Cordillera de Talamanca, no obstante el modelo de intersección consenso restringe estas áreas más idóneas (color verde intenso) a pocas zonas, precisamente alrededor de donde se ubican actualmente las poblaciones de *P. oligospermus*, y algunas zonas aisladas en la parte norte del Valle Central y en la zona sur, frontera con Panamá (Fig. 1).

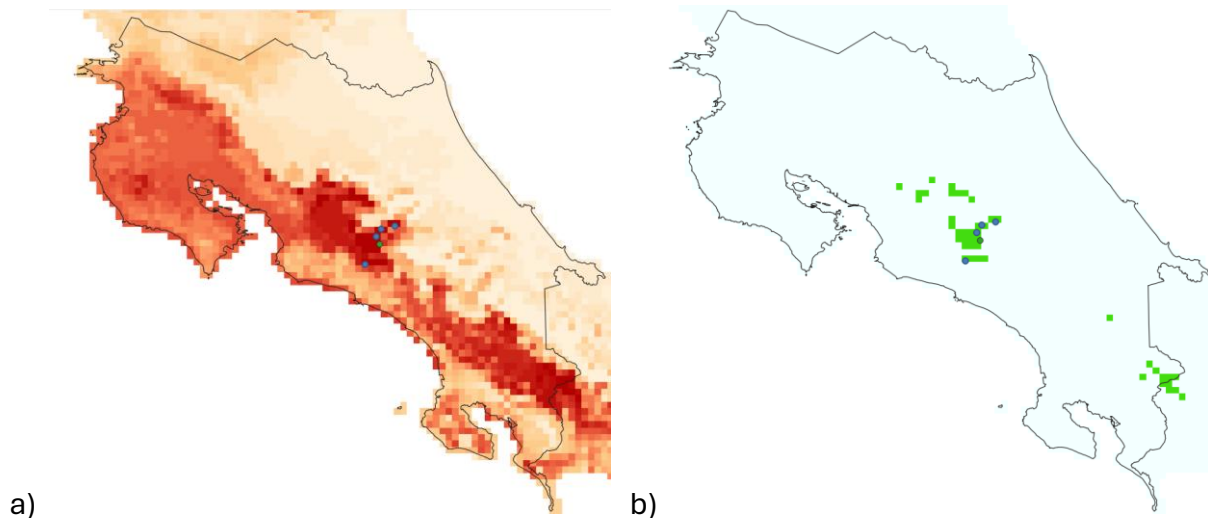


Figura 1. Modelos de distribución potencial de a) Suma Consenso y b) Intersección Consenso, para *Phaseolus oligospermus* en Costa Rica.

La comparación de los modelos Suma Consenso en el escenario presente con el del futuro resultó en que en un período de 20-30 años podría haber una pérdida de área idónea (píxeles color crema) para la especie *P. oligospermus* en Costa Rica (Fig. 2), no obstante las áreas estables (píxeles azules) se mantienen.

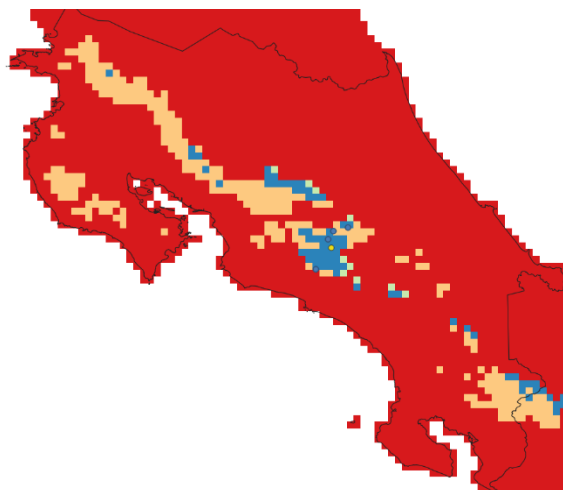


Figura 2. Modelo de comparación de los escenarios presente y futuro para *P. oligospermus* en Costa Rica.

La sobreposición de la capa de las áreas silvestres protegidas en los modelos resultantes, se observa que muy poco de las áreas con condiciones ambientales idóneas para *P. oligospermus* se encuentran bajo protección (Fig 3), pero existen algunas áreas idóneas que se encuentran cercanas a áreas silvestres protegidas. Algunas de las áreas idóneas para la especie se encuentran dentro de la zona urbana del Gran Área Metropolitana.

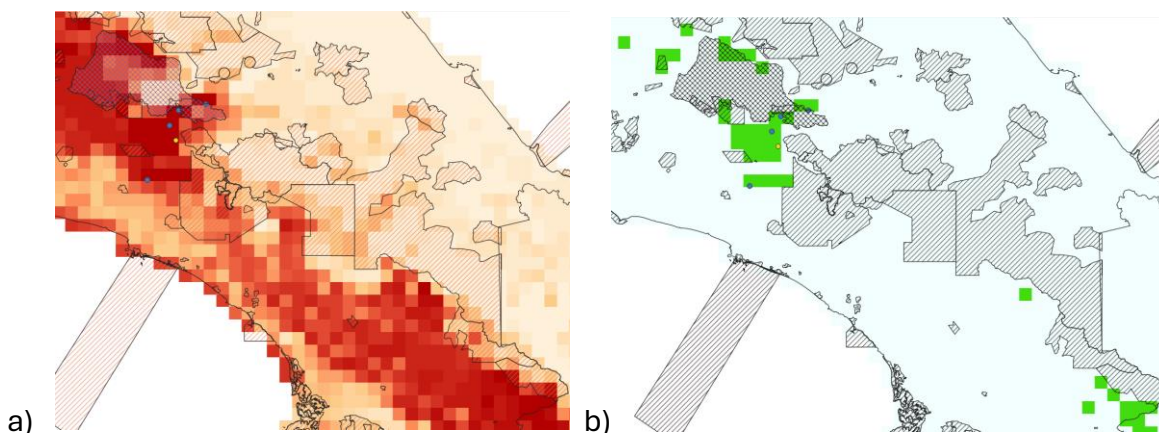


Figura 3. Sobreposición de los modelos de a) Suma Consenso y b) Intersección Consenso con las capas de Áreas Silvestres Protegidas (líneas diagonales) y Áreas Urbanas (líneas diagonales cruzadas).

Por otra parte, los valores de Área de Ocurrencia y Área de Ocupación generados a través de la herramienta GeoCat corresponden a 72.850 km² y 20.000 km² (celdas de 2 km²) respectivamente, indicando que la especie *P. oligospermus* en Costa Rica podría categorizarse como en Peligro Crítico (CR) o En Peligro (EN).

Discusión:

De acuerdo con la información de distribución conocida de la especie *Phaseolus oligospermus*, a nivel mundial se considera como amplia ya que aparece desde México hasta Costa Rica. No obstante, a nivel local, en este caso para Costa Rica, su distribución aparenta ser limitada en cuanto a sus condiciones ambientales, y sus poblaciones son

poco frecuentes y ocupan un área reducida. Los modelos resultantes parecen identificar también esta especificidad de condiciones que presenta *P. oligospermus*, en mayor grado el modelo de Intersección, que predicen un aumento de áreas idóneas (en relación con los sitios de presencia) incluso en regiones alejadas como lo es la frontera con Panamá. Por otra parte, el modelo de Suma incluye una región más extensa donde la especie podría desarrollarse, en tanto tenga la capacidad para ajustar la especificidad que parece tener. Debido a que *P. oligospermus* se distribuye hacia el norte podría ser necesario ampliar el esfuerzo búsqueda de esta especie en áreas como la Cordillera de Tilarán y de Guanacaste, que según el modelo de Suma se encuentran buenas condiciones ambientales para que la especie se desarrolle.

El escenario para *P. oligospermus* en un tiempo de unos 20-30 años predice una disminución de su área de idoneidad ambiental, sin ninguna ganancia, es muy importante en términos de su permanencia a través del tiempo. No obstante el hecho de que el área estable (áreas más idóneas) se mantenga, brinda elementos para prever que es posible que la especie pueda sobrevivir, en tanto otras condiciones como la deforestación, urbanismo, frontera agrícola, no interfieran con las poblaciones actuales.

En términos de conservación, la situación para *P. oligospermus* no parece muy favorable, en primera instancia debido a que los modelos generados no comprenden áreas idóneas en Áreas Silvestres Protegidas, a pesar de que para algunas poblaciones existen áreas de protección relativamente cercanas. El modelo de Suma predice áreas aptas para la especie en el Gran Área Metropolitana (GAM), una región ampliamente urbanizada y poblada, donde evidentemente la especie no se desarrollaría. El modelo Intersección también incluye algunas pocas áreas idóneas en el GAM, pero al ser una región ampliamente afectada por la intervención humana no se espera que la especie pueda desarrollarse.

Los pocos registros de presencia actuales para *P. oligospermus* combinada a la poca cantidad de poblaciones encontradas y lo limitado de su extensión, la ubican como una especie en Peligro Crítico o En Peligro. Si los modelos generados corresponden realmente a las áreas idóneas para que la especie se desarrolle, entonces esta condición de conservación crítica podría estar sobrevalorada, ya que los modelos podrían mejorar el área de ocurrencia.

Conclusiones:

Phaseolus oligospermus es una especie poco frecuente y con una distribución limitada en Costa Rica. Parece tener algún tipo de especificidad en términos de las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla que además son restringidas a áreas muy pequeñas. Ni las poblaciones registradas ni las áreas idóneas potenciales para su desarrollo se encuentran bajo ninguna protección. El escenario futuro no es favorable para la especie al verse reducidas las áreas propicias para su desarrollo. Todas estas condiciones hacen que *P. oligospermus* sea una especie muy vulnerable en términos de conservación, y podría ser necesario establecer planes de manejo para su conservación.