

Introducción al Modelado de Nichos Ecológicos.
Proyecto de Homero Bennet Leguizamo.
Modelación de nichos ecológico para la especie *Caluromys derbianus*.

Resumen:

Los términos “[nicho ecológico](#)” y “área de distribución geográfica” no son equivalentes. En este trabajo se plantea definir un nicho ecológico a partir de la información disponible de la especie animal [Caluromys derbianus](#) conocido como Tlacuache dorado, el cual presenta una distribución geográfica comprendida entre los paralelos 8S al 23N y entre los meridianos -72 al -102 (Oeste del [meridiano de greenwich](#)) derivada de los registros existentes se ubica en la franja [neotropical](#) en el continente americano, la información de presencias se obtuvo a partir de los registros disponibles en la página web [GBIF](#).

Procesado de los datos y Resultados:

[Caluromys deerbianos registros](#) es el enlace o link para la descarga de los registros existentes de presencia del tlacuache dorado y sus subespecies utilizados en este proyecto.

Se consideraron 19 variables climáticas históricas (1970-2000) de temperatura (°C) y precipitación pluvial (mm) obtenidas de la página web [worldclim 2.1](#). Además se obtuvieron registros en formato de planos digitales de la presencia de vegetación en la franja neotropical en el continente americano, esto debido a que el tlacuache dorado tiene preferencia de habitar entre los doseles de la foresta, una característica es que el color de los ojos es ligeramente rosado, las capas de [cobertura arbórea](#) (class 1 -9) fueron utilizadas en este proyecto.

Los registros fueron limpiados de valores “NA”, duplicidad de coordenadas geográficas, registros sin referencia fotográfica o de errónea taxonomía, registros en colecciones, registros previos a 1970 por poder ser erróneas en sus coordenadas de observación y que no fuesen actualizadas, quedando en 289 observaciones para su procesado con modelos numéricos.

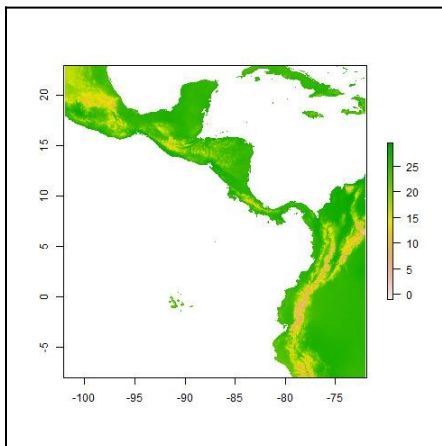


Figura 1 (izquierda): Capa raster de worldclim 1 del área geográfica con presencias del *Caluromys derbianus*.

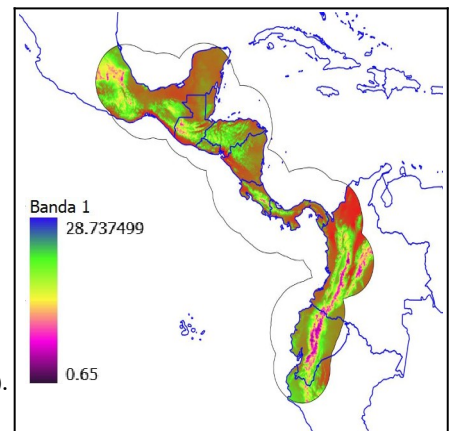


Figura 2 (derecha): Área del buffer de modelación con los registros del *Caluromys derbianus*, sobre la capa worldclim 1 (Annual Mean Temperature).

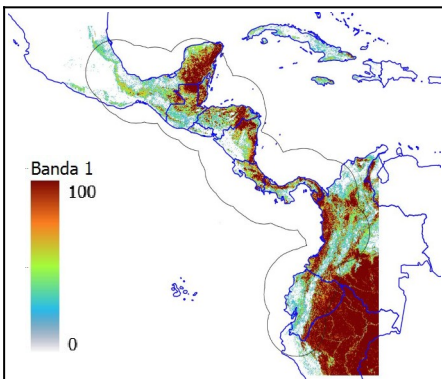


Figura 3 (derecha): Área del buffer de modelación del nicho con los registros del *Caluromys derbianus* sobre la capa de cobertura arbórea class2 (Evergreen Broadleaf Tree).

Modelo Numérico Maxent:

Se utilizó el modelo numérico *Maxent* en conjunto con las capas climáticas y las capas de cobertura arborea a resoluciones de 30 segundos de arco.

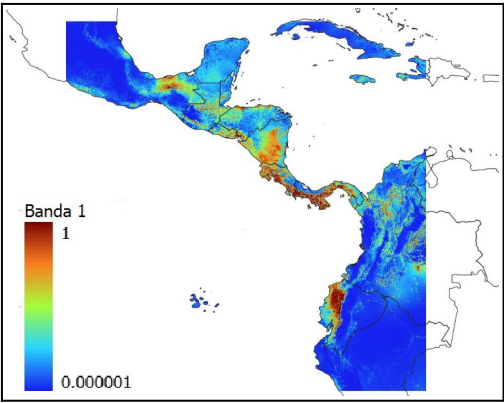


Figura 4 Maxent no binarizado.

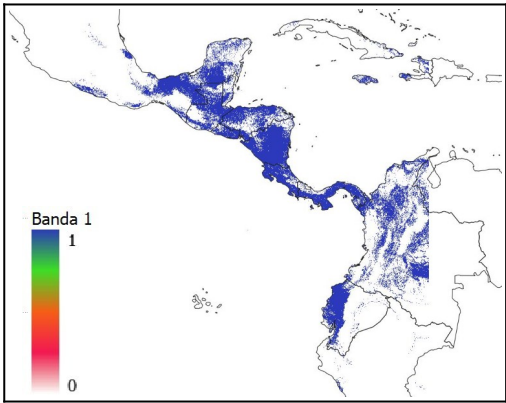


Figura 5 Maxent Binarizado

Cumulative threshold	Cloglog threshold	Description	Fractional predicted area	Training omission rate	Test omission rate	P-value
1.000	0.027	Fixed cumulative value 1	0.685	0.000	0.000	2.724E-6
5.000	0.101	Fixed cumulative value 5	0.471	0.020	0.044	3.722E-11
10.000	0.165	Fixed cumulative value 10	0.362	0.051	0.133	9.092E-13
2.414	0.053	Minimum training presence	0.574	0.000	0.000	3.709E-9
20.595	0.270	10 percentile training presence	0.224	0.091	0.333	5.605E-13
26.128	0.340	Equal training sensitivity and specificity	0.177	0.172	0.378	2.3E-15
20.069	0.266	Maximum training sensitivity plus specificity	0.230	0.081	0.311	1.171E-13
16.341	0.228	Equal test sensitivity and specificity	0.271	0.061	0.267	1.432E-12
9.085	0.156	Maximum test sensitivity plus specificity	0.378	0.051	0.089	8.258E-14
2.414	0.053	Balance training omission, predicted area and threshold value	0.574	0.000	0.000	3.709E-9
13.252	0.197	Equate entropy of thresholded and original distributions	0.311	0.051	0.222	6.905E-12

Tabla 1: Resultados de los modelos en Maxent

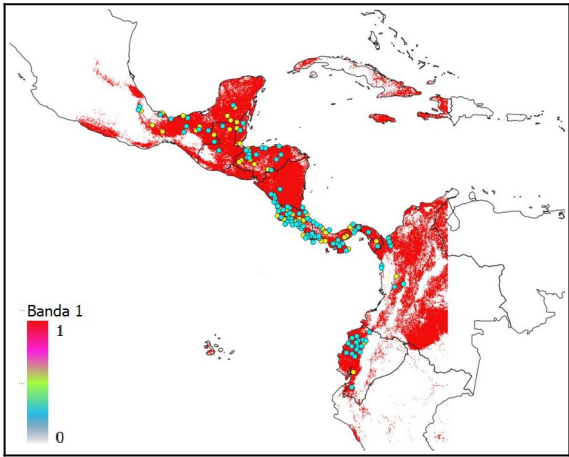


Figura 6 Fixed Cumulative Value 5

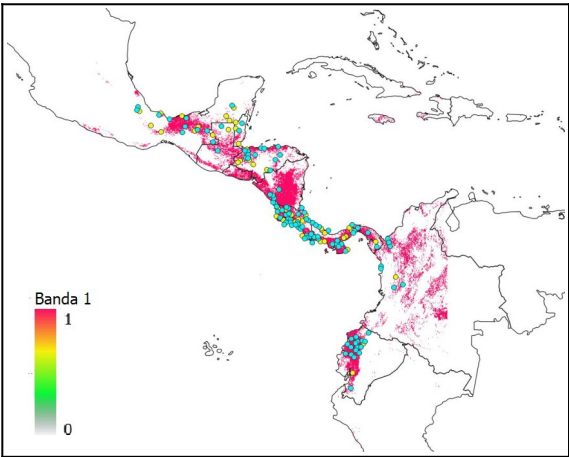


Figura 7 Maximun Test Sentitivity + Specificity

Modelo Numérico Maxent:

Variable	Percent contribution	Permutation importance
bio7	21.4	15.2
bio5	14.3	0.4
class1	12.1	3.8
class2	8.7	5
bio11	7	4.8
bio14	5	10.7
class4	4.3	3.3
bio4	4.2	3.3
bio16	3.4	25.5
bio19	2.5	0.1
bio12	2.3	1
bio18	2.2	1.3
bio1	2.1	13.7
bio8	2	1.1
bio10	1.7	0.5
bio9	1.3	1.3
bio6	1	5.7
bio3	0.8	0.2
class5	0.8	0.3
bio13	0.8	2.2
bio17	0.7	0
class3	0.6	0.3
bio15	0.5	0.3
bio2	0.3	0.2

Tabla 2: Porcentajes de contribución e Importancia de permutación.

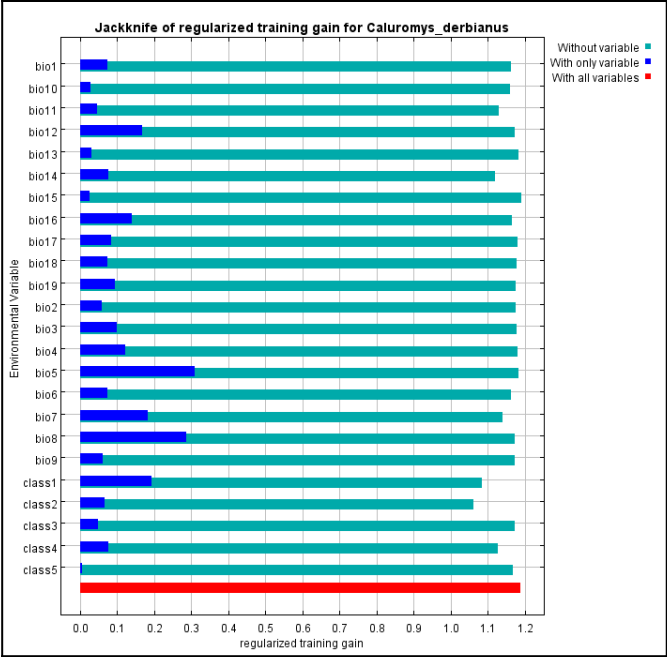


Figura 8: Análisis Jackknife

Selección de Modelos:

De 19 variables abióticas / climáticas que se usaron de [worldclim](#) con resolución de 30 segundos de arco en el proceso numérico de modelación, de un total de 471 combinaciones posibles entre las diferentes capas, 119 pasaron el *criterio* de omisión de 0.05, seleccionándose seis (6) modelos de factibilidad.

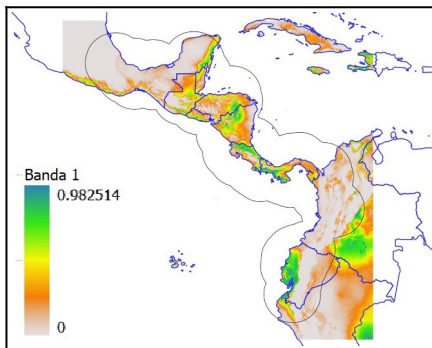


Figura 9 (*bio: 1, 13, 15*)

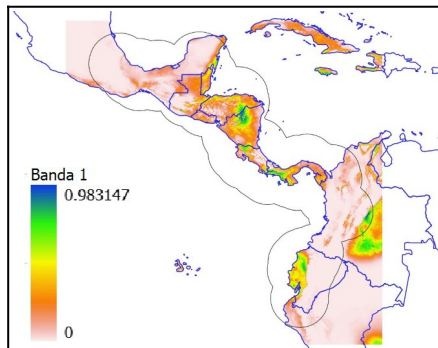


Figura 10 (*bio:1, 6, 12, 13*)

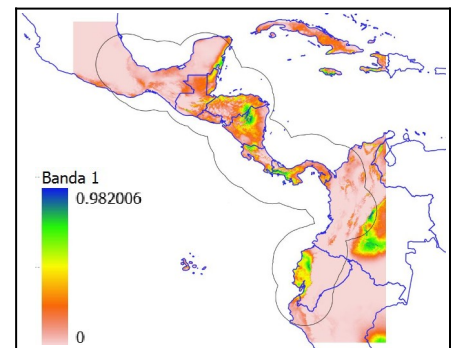


Figura 11 (*bio: 6, 12, 13, 15*)

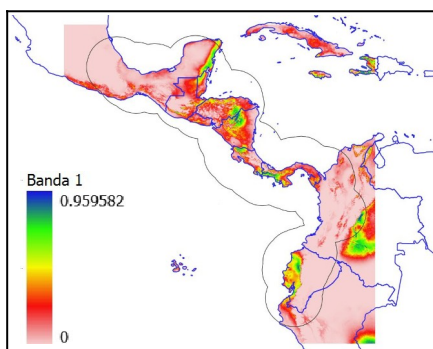


Figura 12 (*bio:1, 6, 13, 15*)

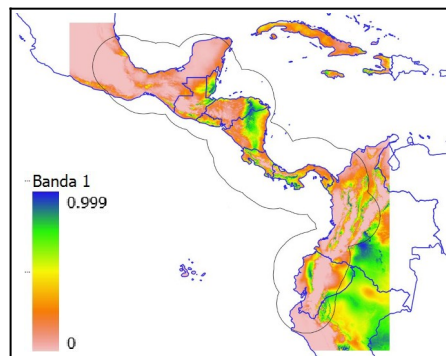


Figura 13 (*bio: 1, 4, 15*)

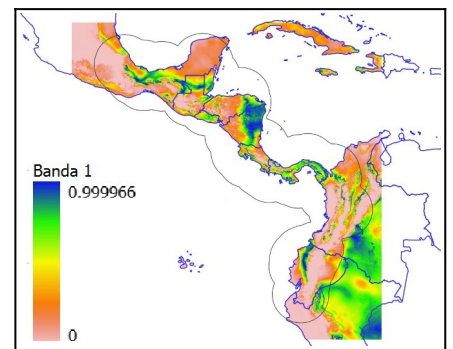


Figura 14 (*bio: 1, 4*)

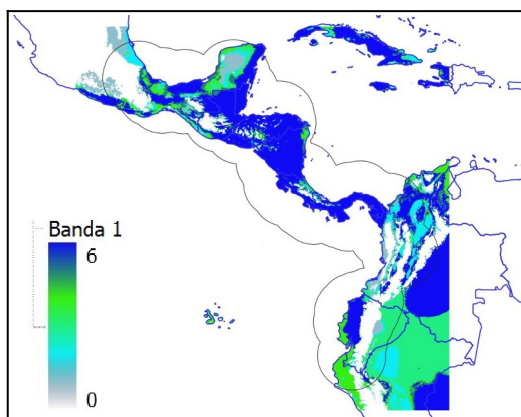


Figura 15 Suma Consenso (*número de modelos*)

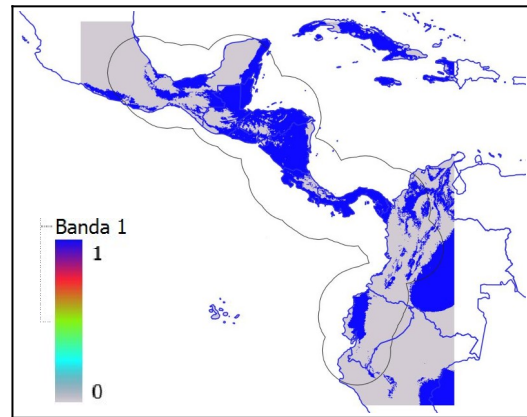


Figura 16 Intersección Consenso

Selección de Modelos:

Por separado se ejecutó la modelación numérica con las capas de cobertura arbórea a 30 segundos de arco de resolución, dos (2) modelos cumplieron con un *criterio de omisión* de 0.1, los puntos azules corresponden a los datos de entrenamiento (*training*) y los amarillos a los datos de prueba (*test*).

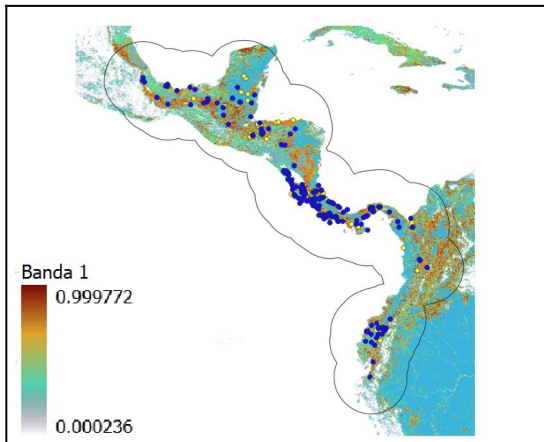


Figura 17 (*class2, class7*)

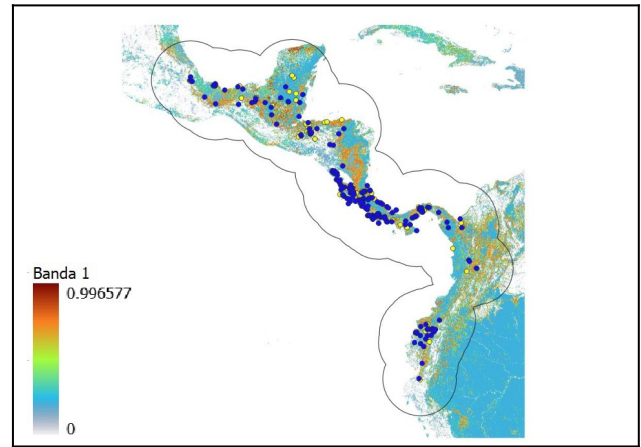


Figura 18 (*class2, class4, class7*)

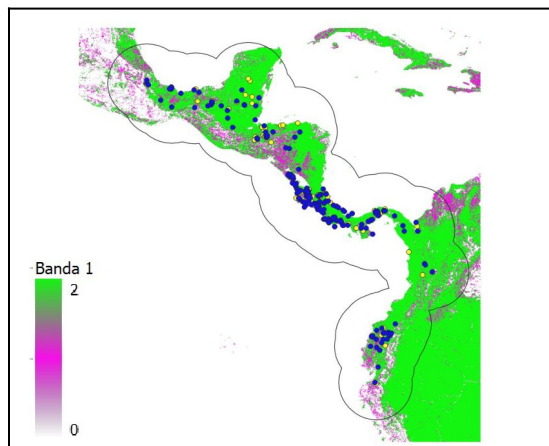


Figura 19 Suma Consenso (*número de modelos*)

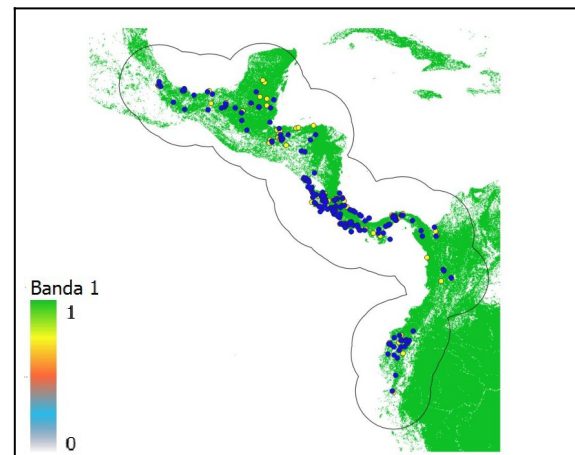


Figura 20 Intersección Consenso

Conclusiones:

La distribución geográfica del *Caluromys derbianus* muestra la ausencia de registros en el Salvador, escasos registros en Nicaragua, Belice, Guatemala, México (65 registros) y Colombia. Costa Rica, Panamá y Ecuador presentaron mas cantidad de registros de presencia; estos registros fueron obtenidos de las páginas de ciencia ciudadana.

La modelación del nicho se fundamentó en los registros de distribución geográfica del *Caluromys derbianus* usando radios de 300 km.

En la figura 2 la variable Annual Mean Temperature °C se observa que la presencia de la especie abarca hábitats con un rango de temperatura desde 14 °C hasta los 28.73 °C.

En figura 3, la capa de cobertura arbórea *class2 (Evergreen Broadleaf Tree)* la especie presenta distribuirse desde áreas con un 30% de cobertura hasta zonas con cobertura arbórea del 100%, mostrando preferencia por zonas arbóreas que le provén de cobijo de predadores y de alimento como los frutos de árboles, insectos, etcétera.

Los resultados de la modelación numérica con el programa Maxent (Tabla 1) muestran rangos en *omision rate test* desde 0.044 hasta 0.378 y en *omision rate training* un rango de 0.020 hasta 0.172.

En Maxent **Fixed cumulative value 5** (figura 6) se presenta valores de omisión < 0.05 en datos de entrenamiento y en los datos de prueba (test) con una fracción de área predicha (*AUC*) de 0.471.

Maximun test sensitivity + specificity (figura 7) se presenta valores de omisión en datos de entrenamiento de 0.051, una omisión de datos de prueba (test) de 0.089 con una fracción de área predicha de 0.378 (*AUC*, tabla 1).

En el análisis Jackknife (figura 6) la variable bio5 contribuye con la mayor ganancia en la modelación numérica de Maxent.

La variable de cobertura arbórea class2 genera decremento considerable en el modelo cuando es omitida según resultados del análisis Jackknife.

En la selección de modelos (figuras 9 a la 14), seis (6) modelos con 2 a 4 combinaciones de variables se usaron siendo las capas ambientales: **bio1, bio4, bio6, bio12, bio13, bio15**.

La combinación **bio1 + bio13 + bio15** (figura 9) se consideró como la de mejor factibilidad con una omisión de datos de entrenamiento de 0.039, una omisión de datos de prueba de 0.023 y un env_bg_auc de 0.703.

La combinación de las capas **bio1 + bio4 + bio15** (figuras 13) presentó una omisión de datos de entrenamiento de 0.024 con un valor de omisión de datos de prueba de 0.034 y un env_bg_auc de 0.641.

Las figuras 13 y 14 muestran áreas de factibilidad (posibles zonas para traslocación de la especie, introducción, migración, o factibles para que la especie sea feliz) como se observa al “Este” de Honduras y Nicaragua, “Norte” de Guatemala y Belice, y al “Este” de Colombia y del Perú. Países como Cuba, Jamaica y Haití ofrecen condiciones ambientales factibles para la especie, se denota que no existen registros de presencia del *Caluromys derbianus* en estos países, un resultado muy similar se observa en los resultados gráficos en las figura 15 (*suma consenso*) y figura 16 (*intersección consenso*).

Dos modelos se utilizaron con los capas de cobertura arbórea (class2, class4 y class7), el modelo con la combinación *class2 + class7* arrojó una omisión de datos de entrenamiento de 0.054, omisión de datos de prueba de 0.069 y un env_bg_auc de 0.786 (figura 15); la combinación *class2 + class4 + class7* dio una omisión de datos de entrenamiento de 0.093, omisión de datos de prueba de 0.093 y un env_bg_auc de 0.766 (figura 16).

La suma consenso (figura 19) e intersección consenso (figura 20) muestran grandes áreas interconectadas por la presencia de vegetación; estos pueden ser corredores biológicos naturales para la especie en estudio en este proyecto.

En las figuras 15, 16, 19 y 20 se denotan que existen regiones (clusters) comunicados o aislados, lo que podría utilizarse para establecer zonas que se deben preservar o restaurar con la finalidad de generar corredores biológicos, no solamente para la especie en estudio, también se vería favorecida la coexistencia entre especies afines o interrelacionadas (ejemplo la interrelación entre presa – predador).

Las modelaciones numéricas utilizadas se soportaron en la área de distribución geográfica generada a partir de los registros georreferenciados en conjunto con las capas ambientales (abióticas) de factores climáticos y en combinación con las capas biológicas de la cobertura arbórea.

Estos resultados son basándose en las capas de información GIS utilizadas.