Mapa Predictivo de Distribución Potencial de *Aedes aegypti* en Chile

Tercera Escuela Internacional de Entrenamiento Avanzado en

Epidemiología Panoramica

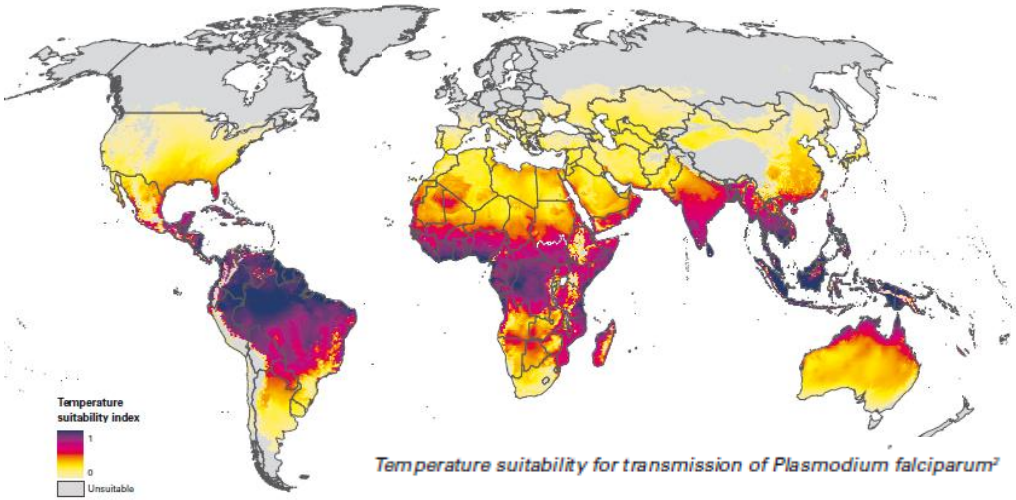
Epidemiología Panorámica

La epidemiología panorámica surge como un aspecto novedoso de la observación de la Tierra mediante sensores a bordo de satélites, y su objetivo es la obtención de parámetros ambientales para relacionarlos con el desarrollo de enfermedades y vectores.

Conociendo las condiciones necesarias para el desarrollo o mantenimiento de un agente patógeno especifico en la naturaleza, es posible usar la información de satélite para evaluar la distribución espacial y temporal del riesgo de la enfermedad.

Ejemplos de elementos medio ambientales claves:

- Vegetación
- Elevación
- Temperatura
- Precipitación
- Humedad



Temperature suitability for transmission of Plasmodium falciparum[7]

Teledetección

teledetección se define como la técnica de adquisición y posterior tratamiento de datos de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales, en virtud de la interacción electromagnética existente entre la Tierra y el sensor, siendo la fuente de radiación ya sea proveniente del sol (teledetección pasiva) o del propio sensor (teledetección activa).

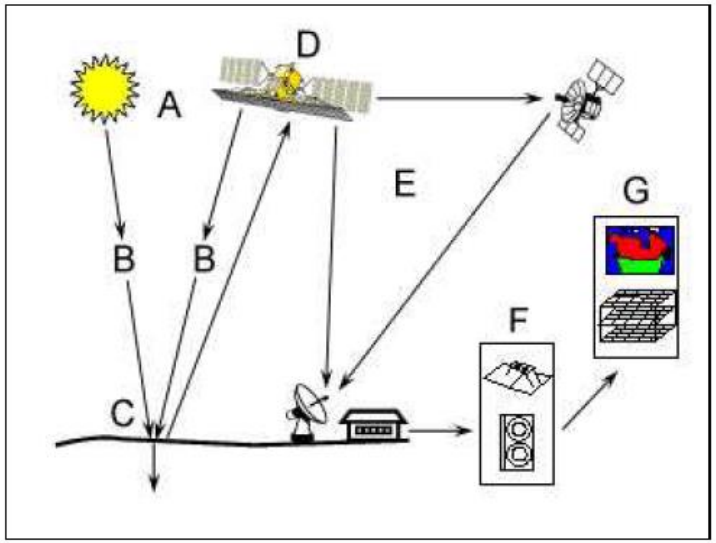
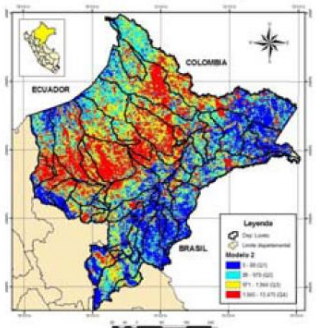


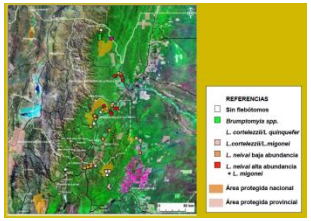
Figura 1. Componentes de un sistema de teledetección espacial: (A) Fuente de energía. (B) Atmósfera. (C) Suelo. (D) Sensor. (E) Transmisión, y procesamiento. (F) Análisis. (G) Aplicación.

Algunos ejemplos

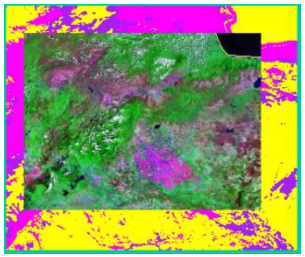
"Análisis de la Malaria aplicando técnicas geoestadísticas y datos de imágenes de satélite en áreas de mayor riesgo del departamento de Loreto, Perú"



DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LA INCIDENCIA DE LA LEISHMANIASIS TEGUMENTARIA AMERICANA EN VENEZUELA Y SU ASOCIACION CON FACTORES AMBIENTALES ESTIMADOS UTILIZANDO SENSORES REMOTOS PERIODO 1.999 – 2006

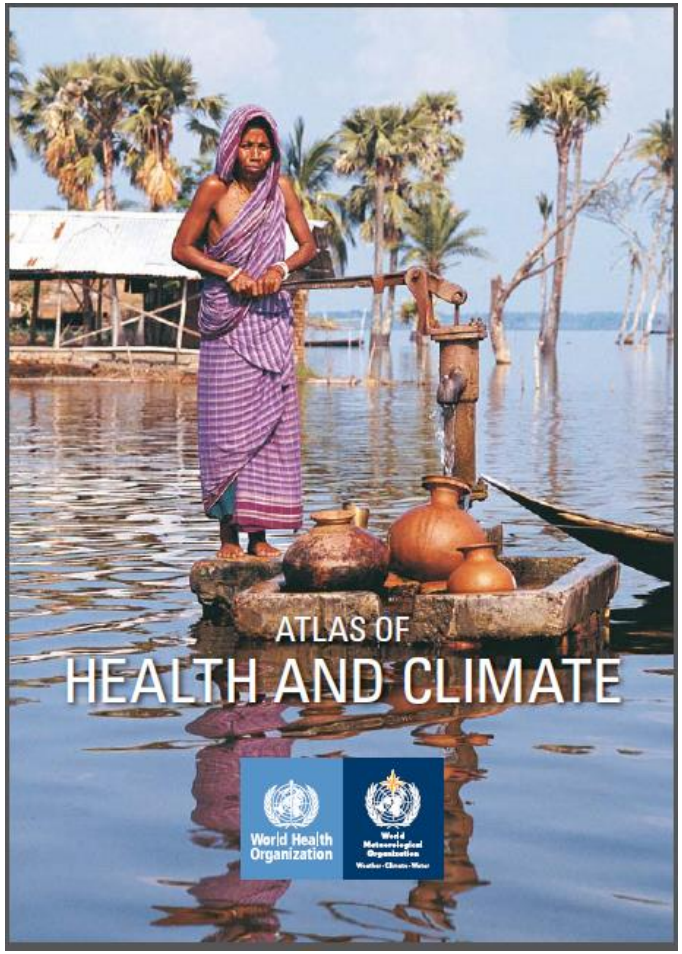


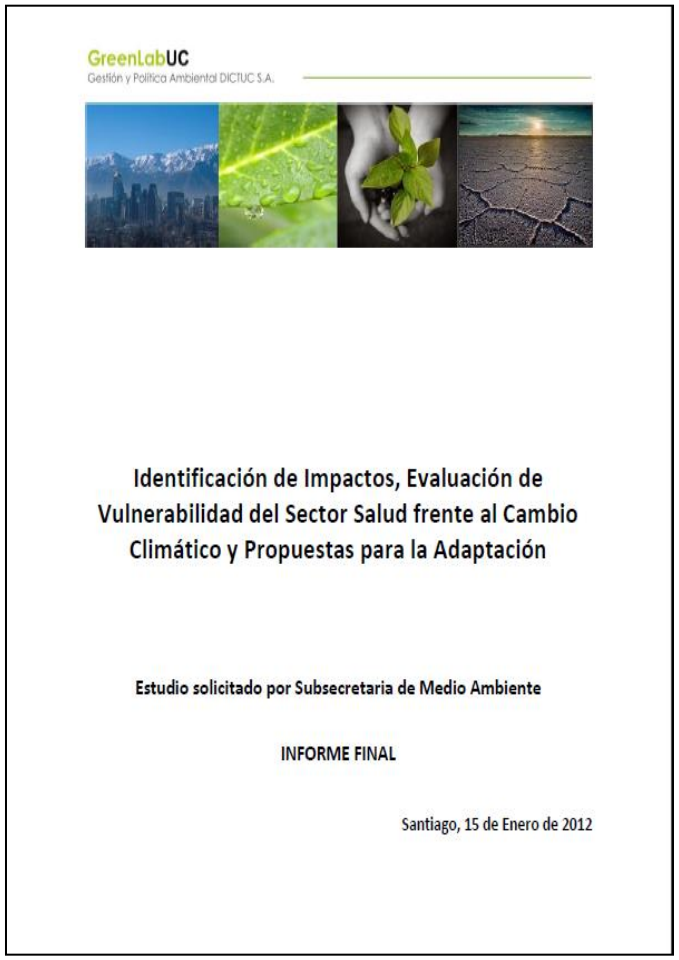
Caracterización de habitats de Phlebotominae en el Noroeste Argentino a partir de datos espaciales



DIFUSION ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA HEPATITIS B EN EL ORIENTE ECUATORIANO

UTILIZACIÓN DE DATOS SATELITALES PARA LA GENERACIÓN DE INFORMACIÓN VINCULADA A LA INFESTACIÓN POR *TRIATOMA INFESTANS*





GreenLabUC
Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

Identificación de Impactos, Evaluación de Vulnerabilidad del Sector Salud frente al Cambio Climático y Propuestas para la Adaptación

Estudio solicitado por Subsecretaria de Medio Ambiente

INFORME FINAL

Santiago, 15 de Enero de 2012

IG INSTITUTO DE ALTOS ESTUDIOS ESPACIALES MARIO GULICH

CONAE

asi agenzia spaziale italiana

UNC 400 AÑOS

Proyecto equipo Chile

Mapa Predictivo de Distribución Potencial de *Aedes aegypti* en Chile

- Cristian Del Fierro
- Barbara Hott
- Elizabeth Salinas

Chile

•Superficie 2.006.626 de Km2, tres grandes entidades o unidades de relieve:

Cordillera de los Andes (al este),
Cordillera de la Costa (al oeste)
Depresión Intermedia (al centro)
Planicies litorales, su desarrollo varía en importancia y continuidad.

•La variedad climática norte-sur comienza con la aridez extrema de la zona desértica, hasta los climas lluviosos fríos del extremo sur, pasando por los climas templados cálidos de la Zona Central del país.

A. aegypti en Chile

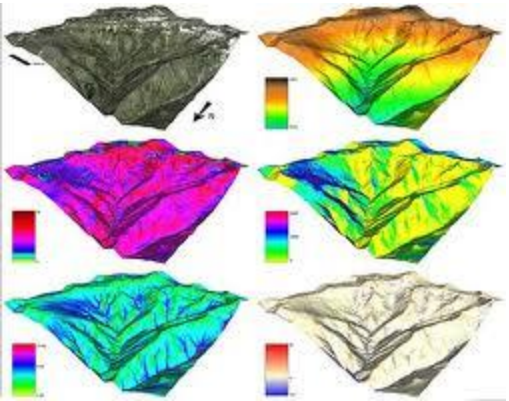
- En Chile continental hubo poblaciones de *A. aegypti* últimos reportes datan de 1961 a 1953.
- Chile continental la infestación domiciliaria iba desde el nivel del mar hasta 1.320 msnm en el oasis de Pica y desde Arica a Caldera alcanzando un máximo de 45,2% de infestación domiciliaria en Taltal.
- Hay reportes de casos de dengue en Iquique ya en 1889.
- En el a 2000 se detectaron poblaciones *de A. aegypti* en Isla de Pascua.

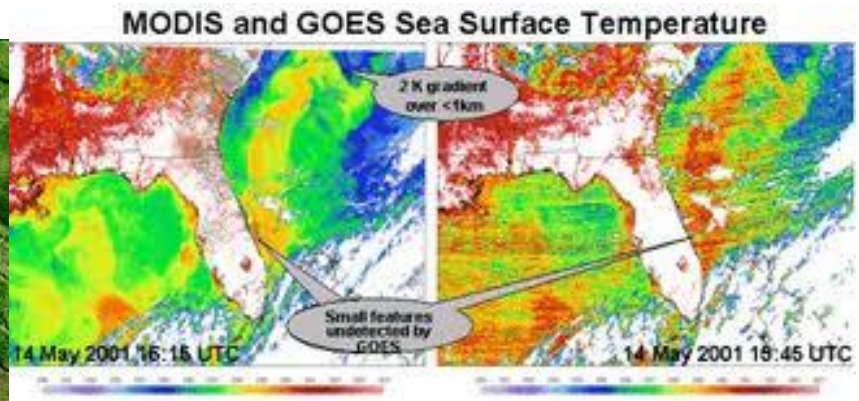
Fte: **Dinámica epidemiológica del dengue en Isla de Pascua,** ***Mauricio Canals, Christian González, Andrea Canals y Daniela Figueroa,*** Rev Chilena Infectol 2012; 29 (4): 388-394

Modelos de simulación de distribución potencial de especies

Consisten en combinar un conjunto de acontecimientos conocidos junto con variables de predicción como las:

- Topográficas,
- Climáticas,
- Edáficas,
- Biogeográficas
- y las obtenidas por teledetección.





Modelos de simulación de distribución potencial de especies

La biodiversidad es un sistema complejo, ya que los elementos que la conforman son organismos que tienen interacciones ecológicas difíciles de establecer con precisión

Un modelo es un esquema teórico de un sistema o de una realidad compleja, que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento en situaciones difíciles de observar en la realidad (RAE, 2011)

las técnicas estadísticas y los SIG se conjugan para conseguir interpretaciones que permitan tomar decisiones en la gestión de la biodiversidad, convirtiéndose en una herramienta para el diagnóstico y predicción de determinados incidentes.

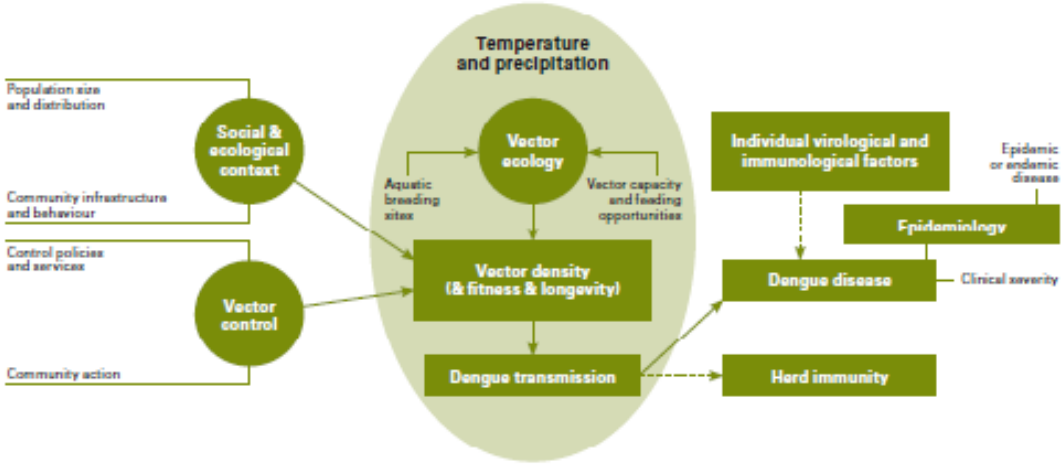
Modelos de simulación de distribución potencial de especies

Los modelamientos de distribución de especies, constituyen un elemento útil para estipular las áreas donde existe mayor probabilidad de que se encuentre una especie determinada, dadas las aptitudes ecológicas del sector

Estas técnicas de modelado ecológico muestran la idoneidad del hábitat para el desarrollo de una especie o de una comunidad a partir de datos de observaciones de campo y una serie de variables ambientales (Elith & Leathwick, 2007).

Objetivo

Estimar las áreas de Chile continental que presenten alta probabilidad de tener las condiciones ambientales que permitan el desarrollo del *Aedes aegypti.*

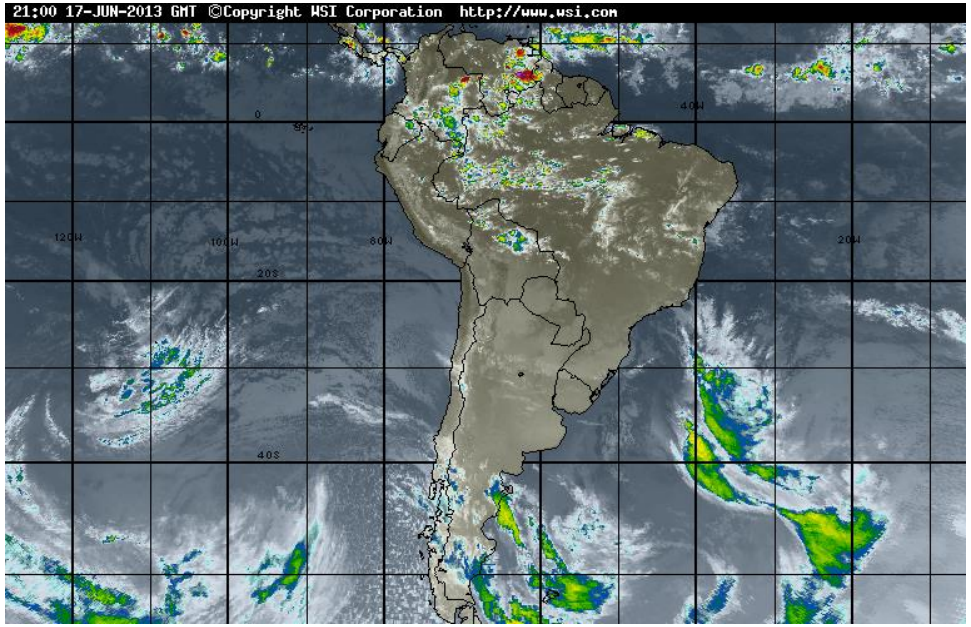


Climate exerts a strong influence on dengue transmission - in interaction with many other non-climate factors[5]

Metodología

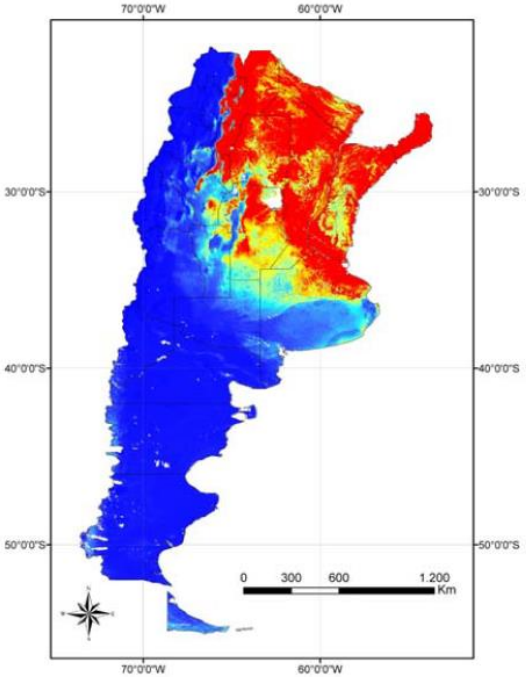
Para generar el modelo predictivo de presencia de Aedes aegypti en Chile se utilizó del software MaxEnt 3.3.3. que es el acrónico de máxima entropía, un algoritmo adaptado para la construcción de modelos de distribución potencial.

Utiliza datos de ocurrencias y condiciones ambientales asociadas con esos datos para calcular la distribución más uniforme (con "entropía máxima") a través del área de estudio, dada la restricción de que el valor esperado de cada variable ambiental de predicción bajo esta distribución calculada sea igual a su promedio empírico para el conjunto de registros de presencia de la especie.



Metodología

Los resultados del modelo Maxent son una superficie continua de valores de probabilidad entre 0 y 1, en donde los valores más altos indican una probabilidad mayor de que un caso de dengue ocurrirá.



Metodología

Datos de localización de la especie:

- Se localizaron 10 puntos de presencia basados en los datos históricos de presencia del vector en Chile.
- 338 puntos de presencia en Perú aportados por el equipo del país que se encuentra participando de la escuela.
- 19 puntos de presencia en Bolivia, ubicados según fuente de experto.
- 451 puntos de presencia del vector en Argentina, ubicados según datos entregados por CONAE, basados en la bibliografía.

Software

- 25% de los puntos de presencia fueron reservados para la validación del modelo. 10 réplicas del modelado obteniéndose un promedio de las mismas.
- clasifica píxeles con un valor continuo de probabilidad de ocurrencia entre 0,0 y 1,0. Valor de 0 significa ausencia de la especie y un valor de 1 un 100% de probabilidad encontrar la especie de A. aegypti en el píxel.

Metodología

El modelado se realizó utilizando 7 variables biogeofísicas con resolución de 8km x 8km de píxel, entregadas por CONAE obtenidas del proyecto Worldclim:

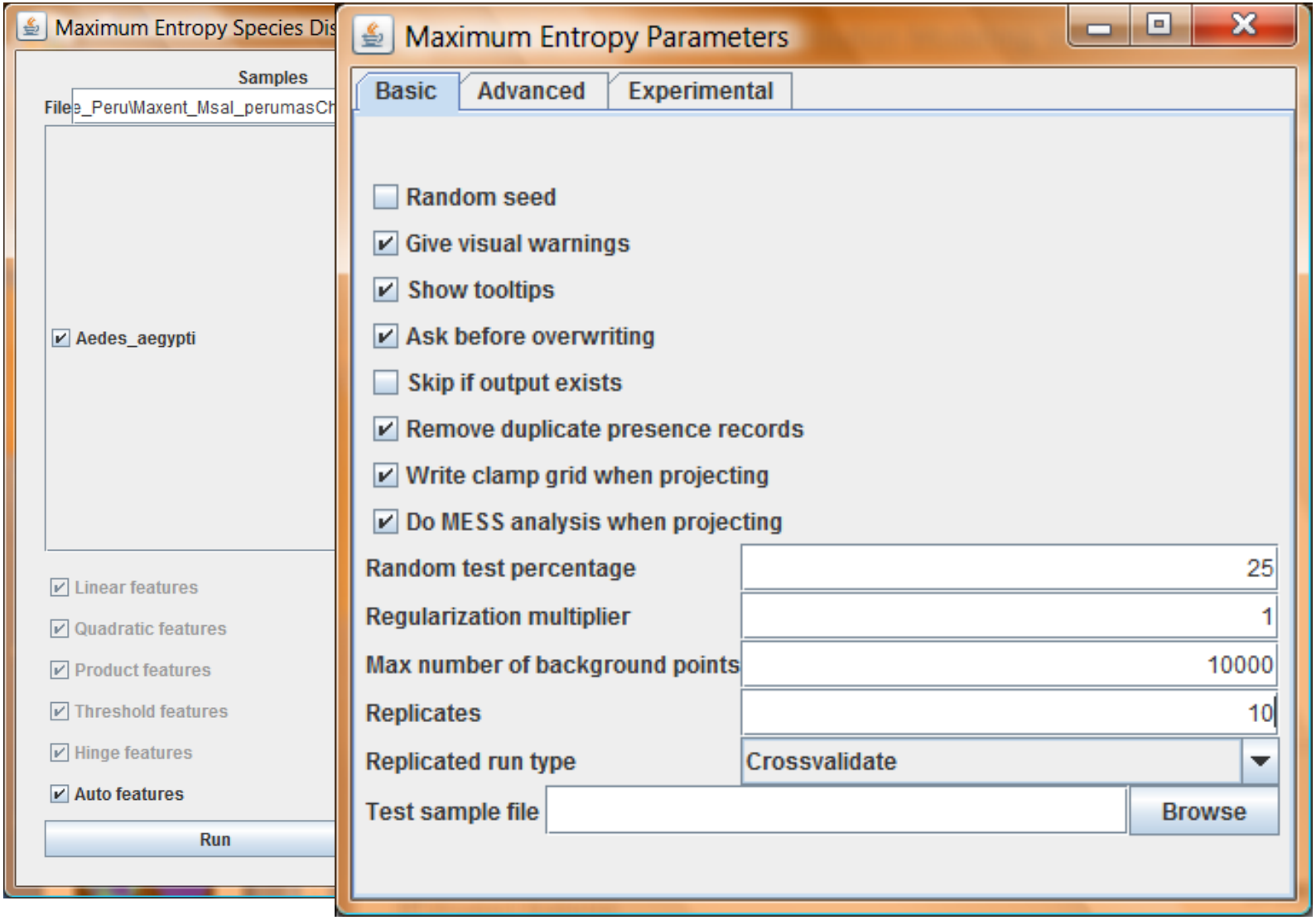
- **Precipitación PCA 1 y PCA 2:** Primera y segunda componente del Análisis de componentes principales de una serie de promedios mensuales de precipitación total entre los años 1950 y 2000 generadas en el Instituto Gulich, CONAE, con datos obtenidos de WorldClim (Hijmans et al., 2004).

- **NDVI PCA 1 y PCA 2:** Primera y segunda componente del Análisis de componentes principales de una serie de promedios mensuales de Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) entre los años 1982 y 2000 generadas en el Instituto Gulich con datos derivados del Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) a bordo del satélite meteorológico de la Nacional Oceanic Atmosphere Administration (NOAA). El NDVI es un indicador de la biomasa fotosintéticamente activa.

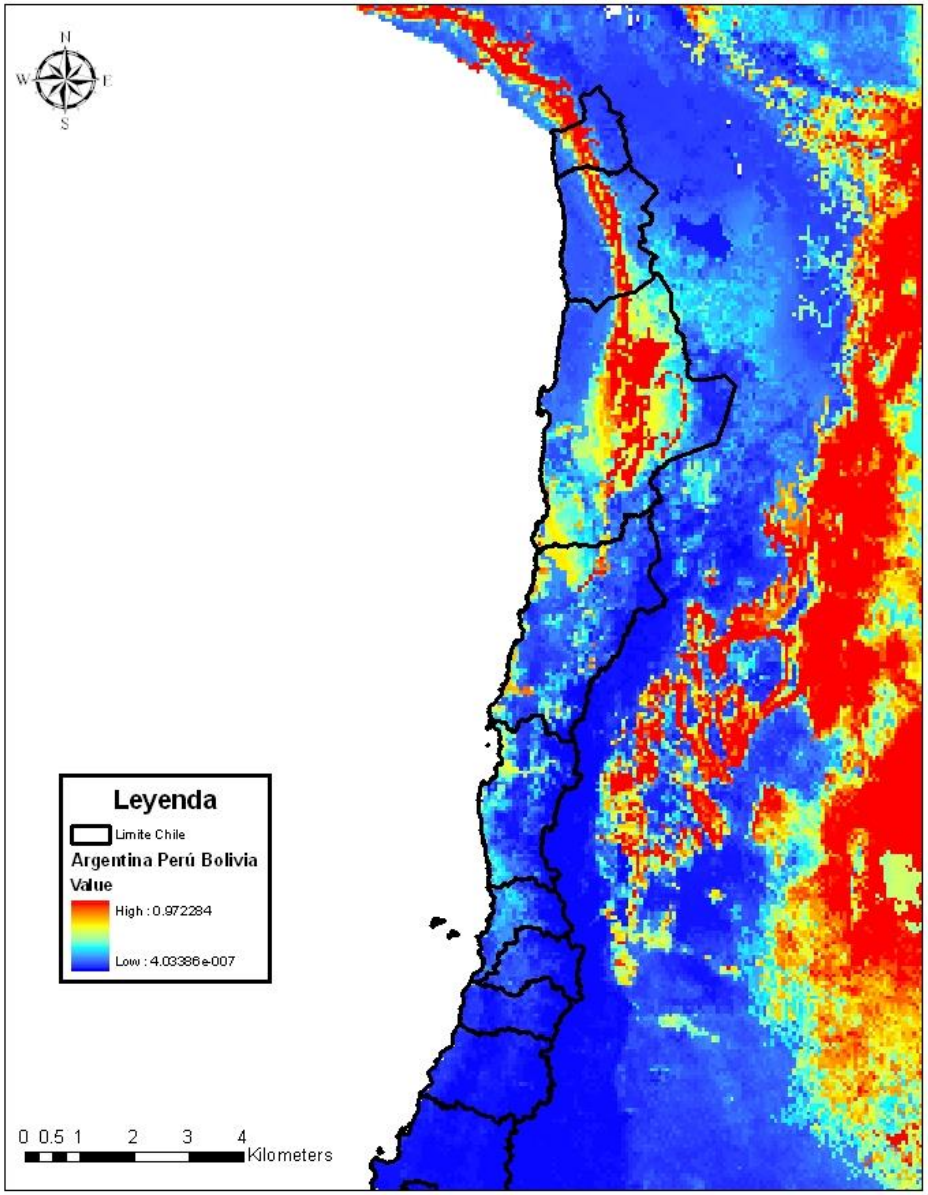
- **Temperatura PCA 1 y PCA 2**: Primera y segunda componente del Análisis de componentes principales de una serie de promedios mensuales de temperatura de la superficie terrestre (Land Surface Temperature = LST) entre los años 1982 y 2000 generadas en el Instituto Gulich con datos derivados del Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) a bordo del satélite meteorológico de la Nacional Oceanic Atmosphere Administration (NOAA).

- **SRTM Dem:** Archivo de altura derivado de la misión SRTM de NASA (http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/).

Maxent

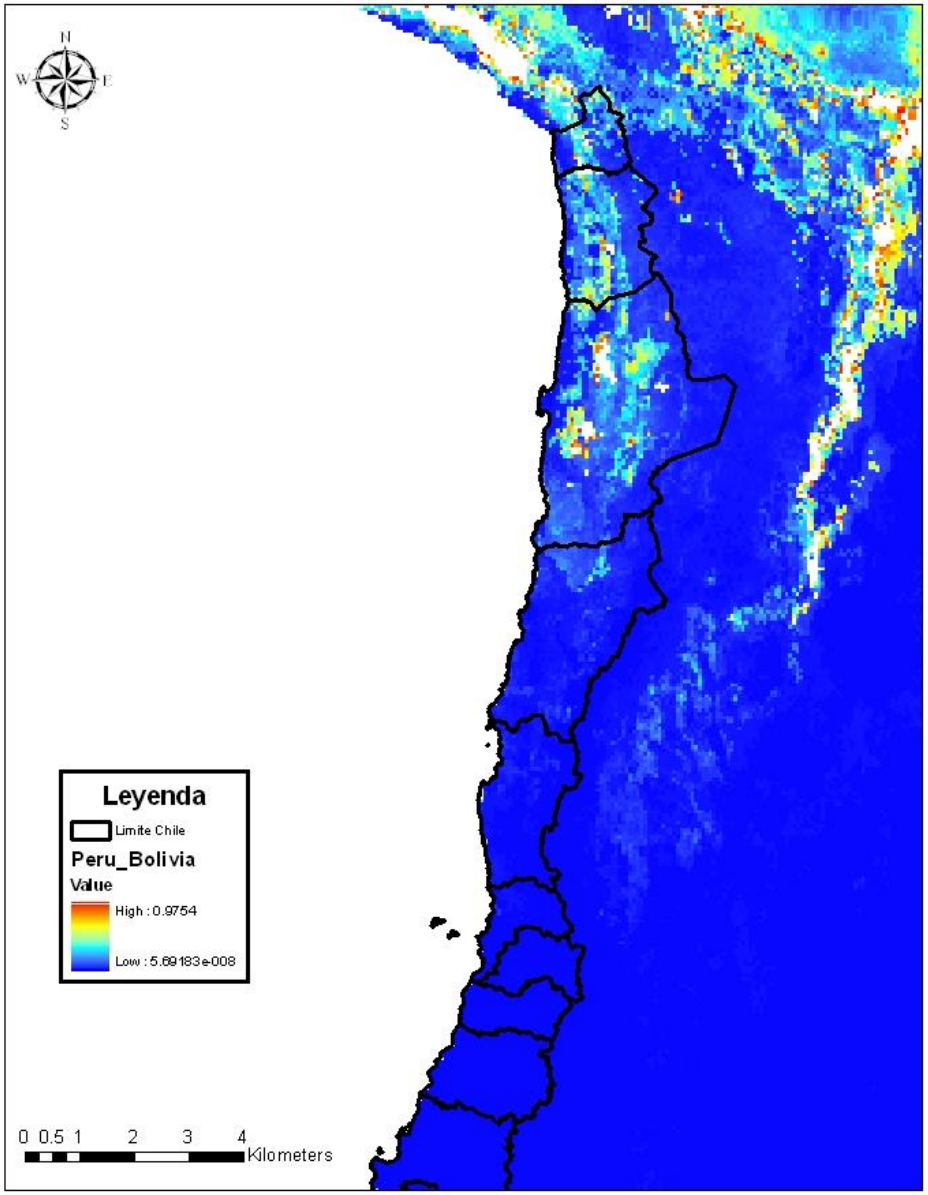

Maximum Entropy Species Dis
Samples
File_Peru\Maxent_Msal_perumasCh
Aedes_aegypti
Linear features
Quadratic features
Product features
Threshold features
Hinge features
Auto features
Run
Maximum Entropy Parameters
Basic
Advanced
Experimental
Random seed
Give visual warnings
Show tooltips
Ask before overwriting
Skip if output exists
Remove duplicate presence records
Write clamp grid when projecting
Do MESS analysis when projecting
Random test percentage
25
Regularization multiplier
1
Max number of background points
10000
Replicates
10
Replicated run type
Crossvalidate
Test sample file
Browse

Mapa predictivo de distribución de A.aegypti basado en variables ambientales



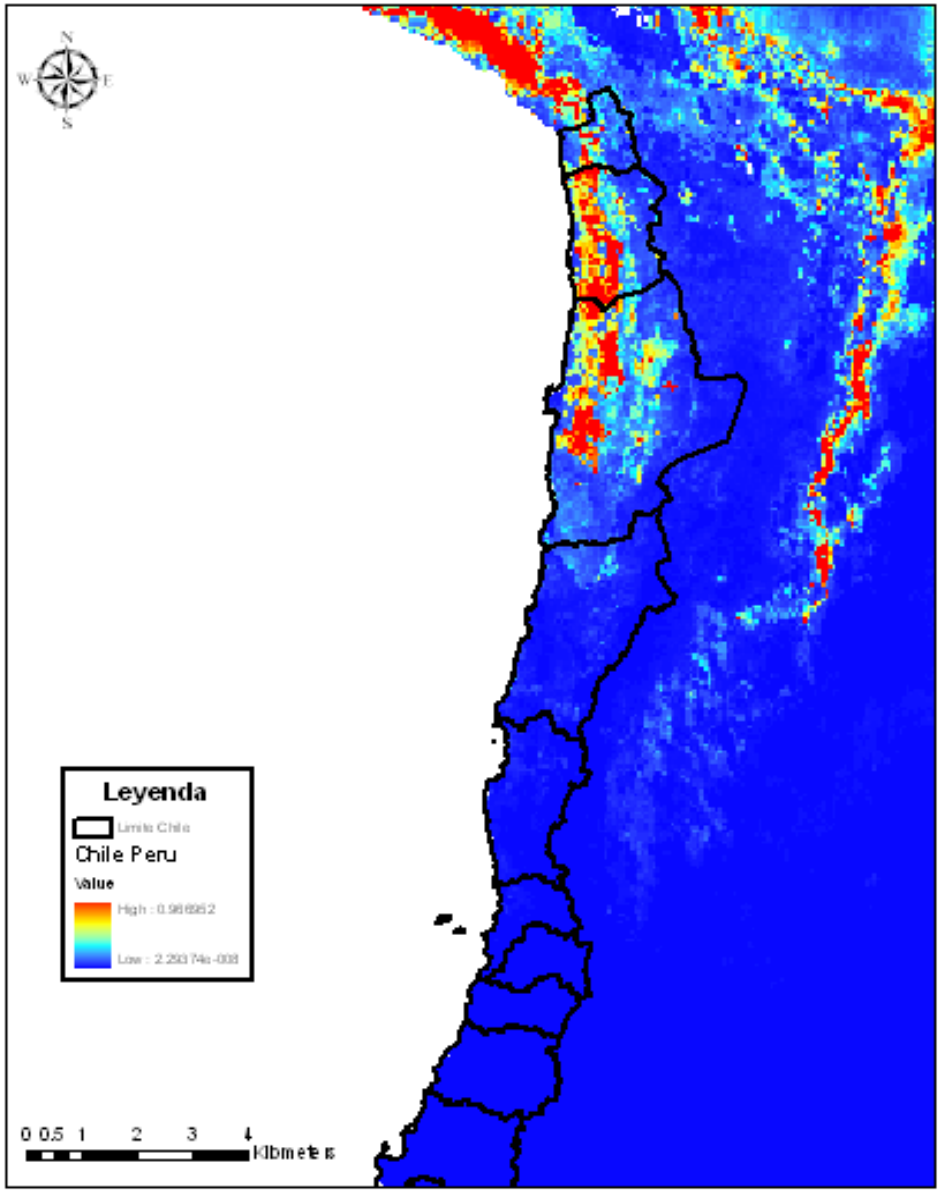
Extrapolación de datos de presencia de A.aegypti en Argentina, Perú y Bolivia

Mapa predictivo de distribución de A.aegypti basado en variables ambientales



Extrapolación de datos de presencia de A.aegypti en Perú y Bolivia

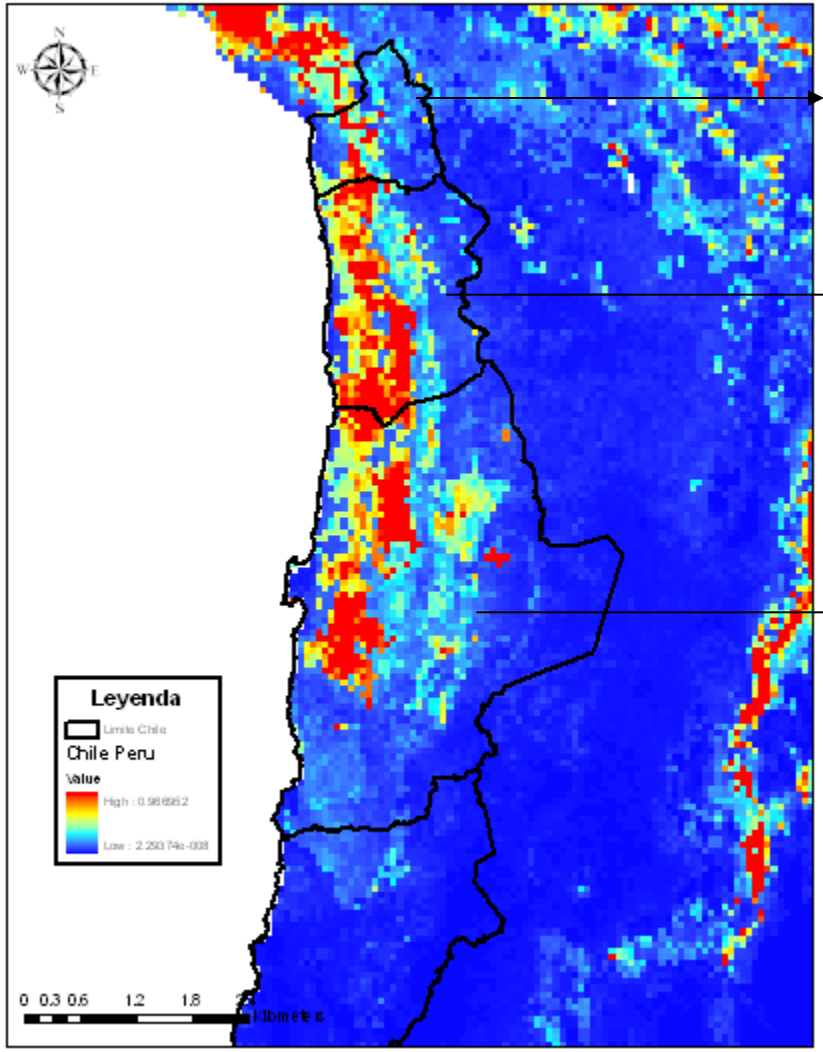
Mapa predictivo de distribución de A.aegypti basado en variables ambientales



Extrapolación de datos de presencia de A.aegypti en Chile y Perú

Datos Regionales

Mapa predictivo de distribución de A.aegypti basado en variables ambientales



Extrapolación de datos de presencia de A.aegypti en Chile y Perú

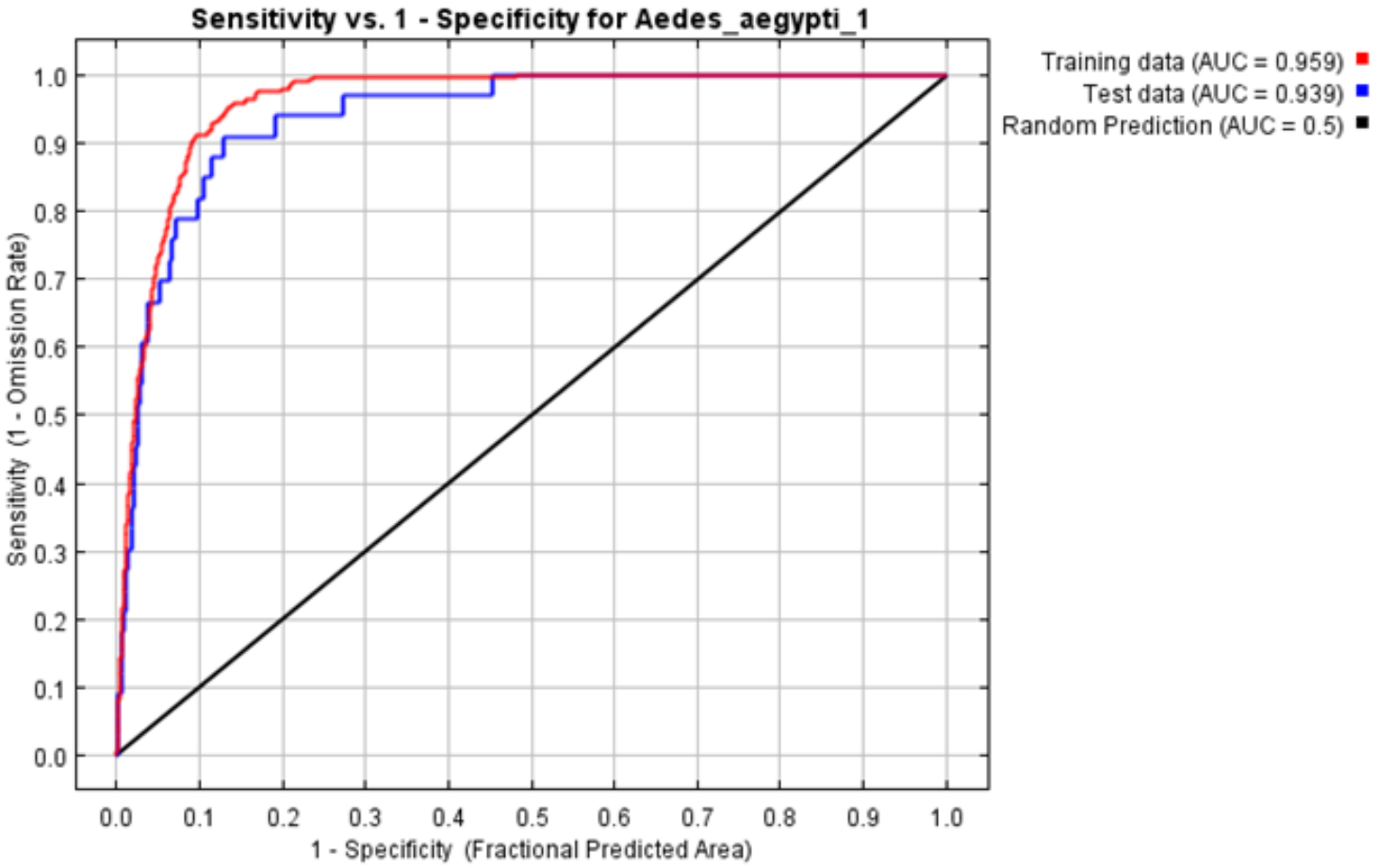
Población: **179.615**
Tº Max V **27ºC** Max I **18º C**
Tº Min V **22ºC** Min I **14ºC**
Ppt Anual: 0,3 y 0,5 mm

Población: **336.121**
Tº Max V **24ºC** Max I **14ºC**
Tº Min V **20ºC** Min I **13ºC**
Ppt Anual 3,8mm

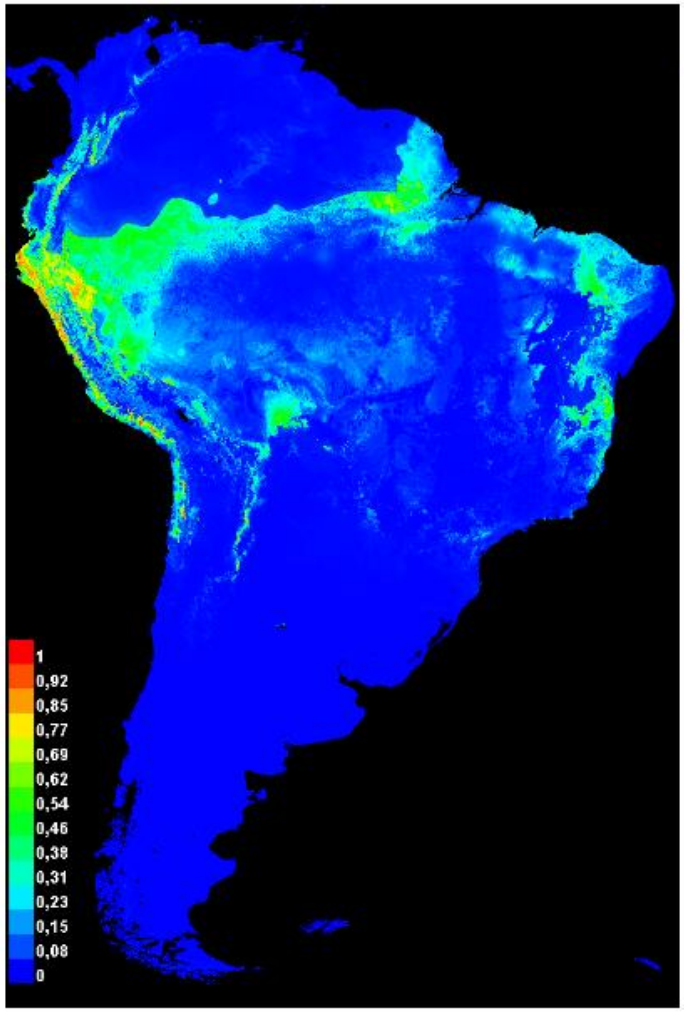
Población: **594.555**
Tº Max V **24ºC** Max I **17ºC**
Tº Min V **17ºC** Min I **12º C**
Ppt Anual 2 mm

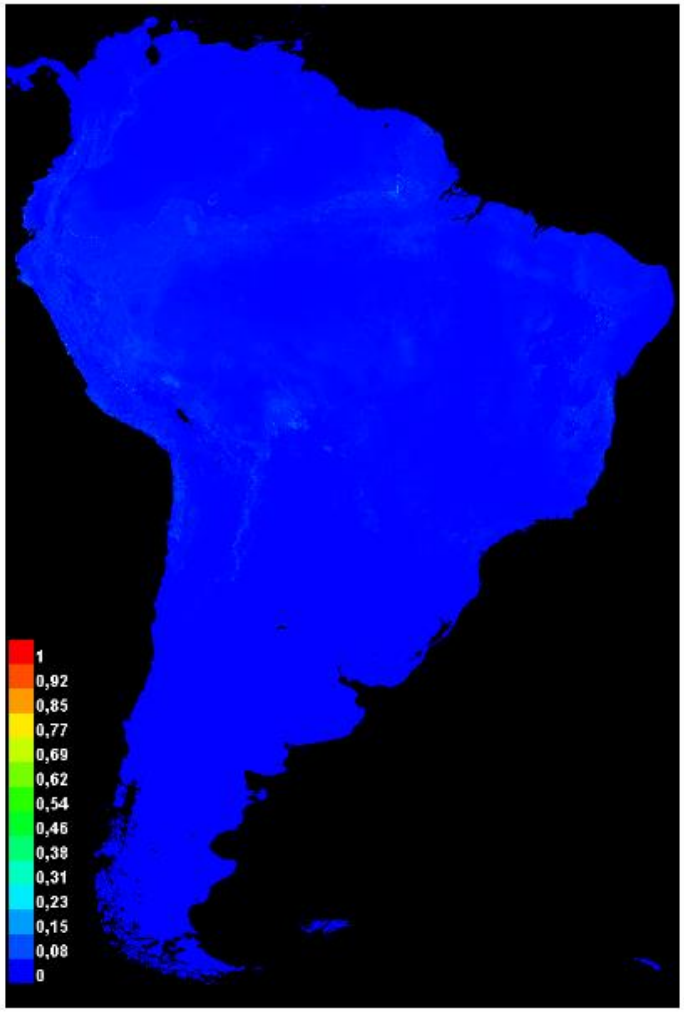
Población: Total en riesgo: 1.110.291

Resultados Perú-Chile



Resultados Perú-Chile



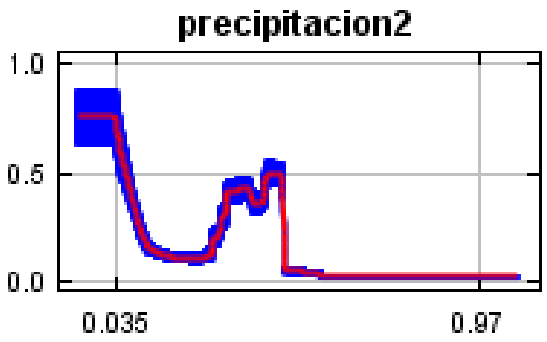


Comparación Modelos

Argentina-Perú-Bolivia

Variable	Percent contribution
precipitacion2	41.6
temp1	20.5
temp2	15.2
precipitacion1	10.8
altitud	8.6
ndvi1	1.7
ndvi2	1.4

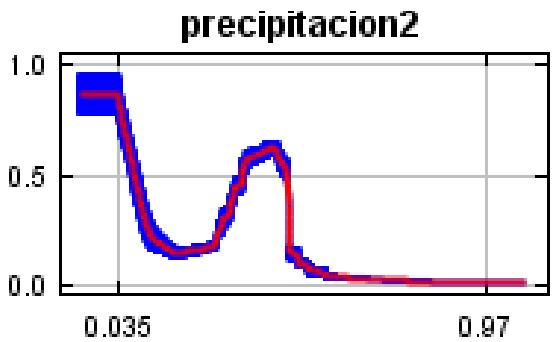
AUC=0.878



Perú-Bolivia

Variable	Percent contribution
precipitacion2	32.6
temp2	30.3
precipitacion1	13.3
ndvi2	12.7
temp1	6.4
altitud	3.8
ndvi1	0.9

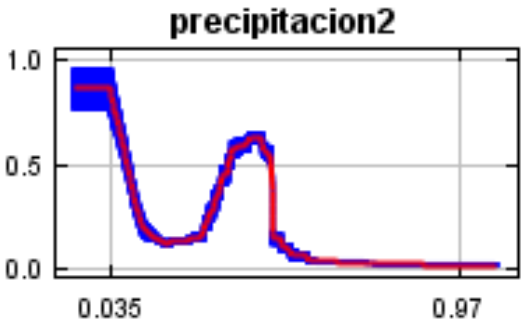
AUC=0.938



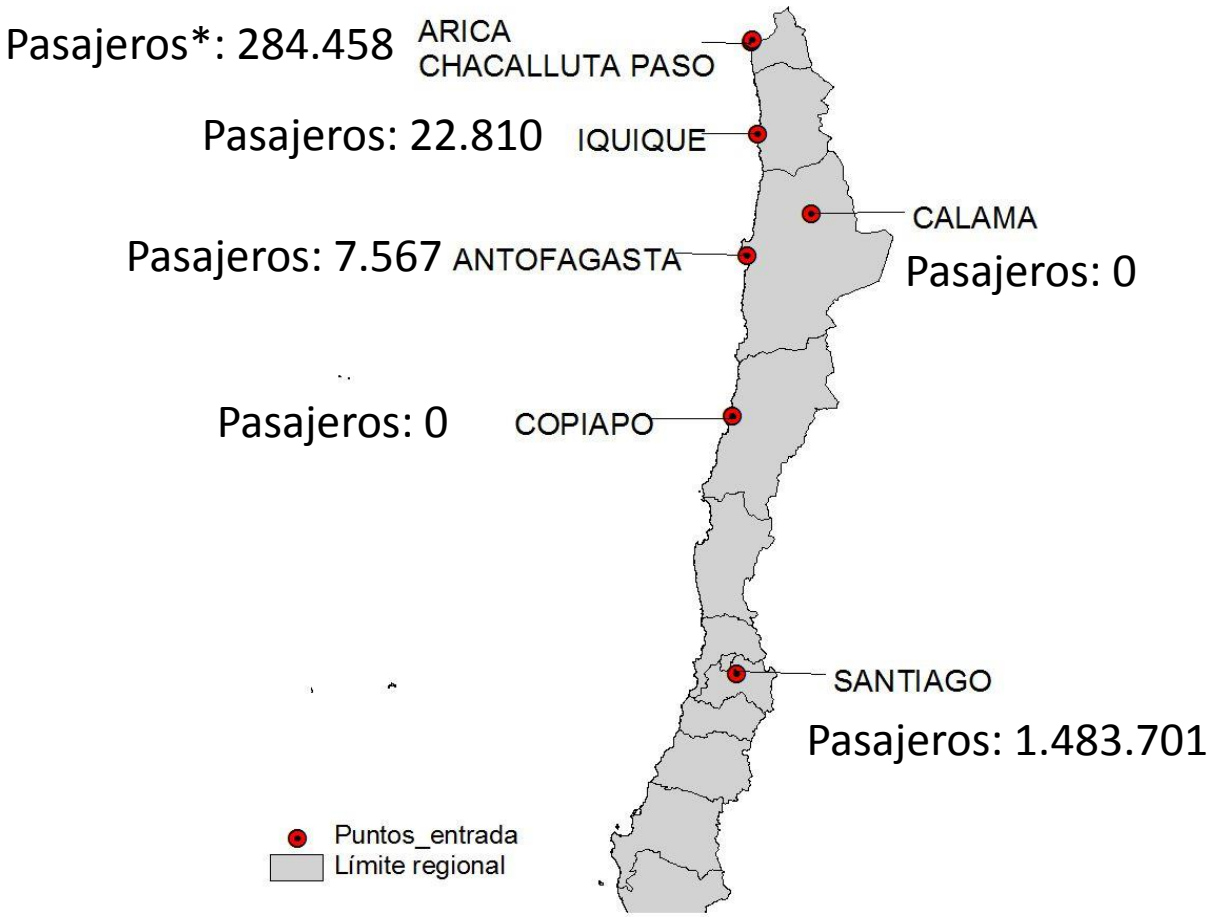
Perú-Chile

Variable	Percent contribution
precipitacion2	33.7
temp2	27
ndvi2	17
precipitacion1	13.9
temp1	4.2
altitud	3
ndvi1	1.1

AUC=0.942



PUNTOS DE RIESGO DE ENTRADA DE A.AEGYPTI



Estadística de pasajeros ingresados al país durante el 2012. Fuente: Junta aeronáutica civil y Unidad de Pasos Fronterizos.
* Pasajeros que ingresan vía aérea más terrestre.

Conclusiones

RESPECTO DE LA METODOLOGÍA

- Gracias a las imágenes satelitales es posible obtener variables ambientales en áreas y para series temporales extensas.
- A su vez, la aplicación de componentes principales permite resumir una gran cantidad de datos.
- Estos datos pueden ser correlacionados con la presencia o ausencia de determinadas especies

Conclusiones

- Los modelos resultantes pueden explicar la probabilidad de presencia de especies en lugares donde se desconoce el riesgo.

Conclusiones

- <u>RESPECTO DEL RIESGO DE *A.aegypti* EN CHILE</u>

- Existen 3 regiones del país que presentan áreas de riesgo potencial cercanas a 1, teniendo las condiciones ambientales para su desarrollo. Lo que implica una población en riesgo de más de 1 millón de habitantes.

- Las Regiones con áreas de riesgo cuentan con puntos de entrada internacional lo que potencialmente eleva el riesgo de introducción del vector.

- Es necesario intensificar la vigilancia ambiental en estas áreas que coinciden con los datos históricos de la presencia del vector en Chile (1900-1955)

GRACIAS