



**PERÚ**

**Ministerio  
del Ambiente**

**Viceministerio de Desarrollo  
Estratégico de los Recursos  
Naturales**

**Dirección General de  
Diversidad Biológica**

# **Elaboración de mapas de diversidad de los cultivos de papaya, tomate y sus especies silvestres y sus memorias descriptivas<sup>1</sup>**

**Noviembre 2020**

---

<sup>1</sup> Orden de Servicio N° 00389-2020: Servicio para la elaboración de mapas de los centros de diversificación de los cultivos de papaya, tomate y sus especies silvestres y sus memorias descriptivas.

# **Elaboración de mapas de diversidad de los cultivos de papaya, tomate y sus especies silvestres y sus memorias descriptivas**

## **INTRODUCCIÓN**

El Ministerio del Ambiente tiene como objetivo asegurar la conservación del ambiente, que a su vez propicie y asegure el uso sostenible, responsable, racional y ético de los recursos naturales y del medio que los sustenta, de esta manera, contribuir al desarrollo integral social, económico y cultural de la persona humana.

En el marco de la Ley N° 29811 que establece la Moratoria al ingreso y producción de OVM al territorio nacional por un periodo de 10 años, que tiene la finalidad de fortalecer las capacidades nacionales, desarrollar la infraestructura y generar líneas de base respecto a la biodiversidad nativa, que permita una adecuada evaluación de las actividades de liberación de OVM al ambiente, se ha generado este servicio.

En el Reglamento de la Ley N° 29811, el Artículo 31° establece la identificación de los centros de origen y diversificación de especies con fines de bioseguridad. En ese sentido, es necesario contar con mapas que representen los centros de mayor diversidad de aquellas especies cuyas líneas de base de la diversidad genética ya se han desarrollado, como la papaya, el tomate y calabaza y el zapallo, con fines de orientar las inversiones públicas de conservación de la agrobiodiversidad; así como elaborar mecanismos e instrumentos técnicos y financieros para la conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica e implantar medidas de bioseguridad.

El desarrollo de este trabajo permitirá afinar los conceptos sobre la identificación de los centros de diversificación y la elaboración de mapas para sus usos ya mencionados.

## **OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS**

### **Objetivos generales**

Contar con los mapas de centros de diversificación de la papaya, tomate y sus especies silvestres dentro del territorio peruano.

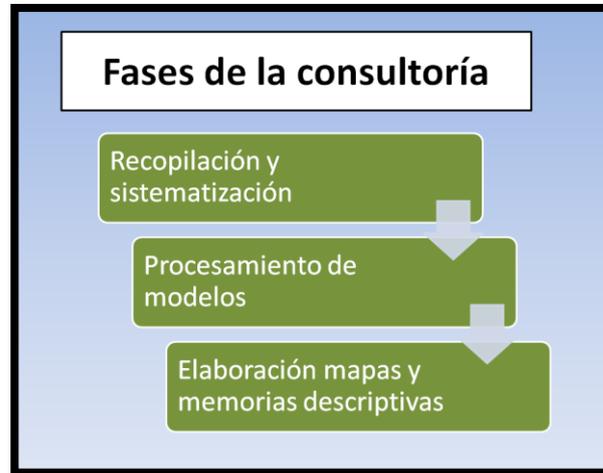
### **Objetivos específicos**

- Definir los criterios que permita Identificar los centros de diversidad del tomate, papaya y *Cucurbita* dentro del territorio peruano.
- Generar los mapas de la papaya, tomate y sus especies silvestres que permitan identificar los centros de diversificación de las especies dentro del territorio peruano, los mismos que puedan ser utilizados para su incorporación en la ZEE.
- Generar las memorias descriptivas de la papaya, tomate y sus especies silvestres y la calabaza/zapallo que permitan identificar los centros de diversificación de las especies dentro del territorio peruano, los mismos que puedan ser utilizados para su incorporación en la ZEE.

## METODOLOGÍA

Se desarrolló siguiendo una metodología secuencial basada en el análisis espacial, poniendo énfasis en la consistencia de datos. Se generaron datos intermedios que fueron almacenados de manera que permitió el reprocesamiento del modelo, las veces que fuese necesario. El proceso metodológico sigue el siguiente flujo:

Figura N° 1 – Fases de la consultoría



### 1. Fase inicial de recopilación y sistematización

En esta fase se fundamentó los criterios para la elaboración de los mapas de diversificación, se organizaron las bases de datos y se estandarizaron según el siguiente esquema:

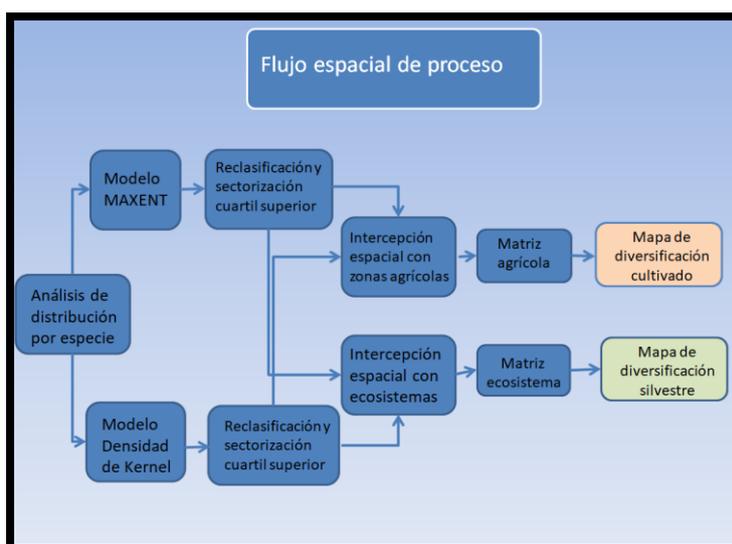
Figura N° 2 –Fases de recopilación y sistematización



### 2. Fase de procesamiento

Se desarrollo el procesamiento de datos con el siguiente flujo de procesos:

Figura N° 3 –Flujo Espacial de procesos



### 2.1 Generación de la concentración potencial de la especie

- a) Se procesaron los datos para hallar densidad de Kernel por cada especie:
  - Se generó rasters de concentración a través del algoritmo de Kernel, que permitió identificar las zonas con concentración según las colectas realizadas.
  - Se reclasificó los rasters de concentración en cuartiles de 4 niveles.
  - Se transformó los rasters reclasificados a polígonos según su categoría.
- b) Se procesaron los datos hallando el potencial de Máxima Entropía por cada especie:
  - Se generó los rasters de concentración a través del algoritmo de Maxent, que permitió identificar las zonas con concentración potencial según las colectas realizadas.
  - Se reclasificó los rasters de concentración potencial en cuartiles de 4 niveles.
  - Se transformó los rasters reclasificados a polígonos según las categorías.

### 2.2 Análisis espacial de cercanías

Se generó la matriz en la base de datos al nivel espacial definido, donde se colocaron las variables obtenidas en el proceso por cada especie, generando una matriz multivariable por especie en las zonas agrícolas y en las unidades de los ecosistemas por distrito.

Esta matriz permitió calcular, según los criterios definidos, los centros de diversificación en sus dos representaciones, a nivel de zonas agrícolas y ecosistemas.

### 3. Fase de elaboración de mapas y memorias descriptivas

Se elaboraron los siguientes mapas y memorias descriptivas:

- a) Para las especies de *Cucurbita*, tendremos una memoria descriptiva y los siguientes mapas:

Cuadro N° 1 – Mapas elaborados especie *Cucurbita*

Nº	Nombre del mapa	Numeración
1	Mapa de distribución de la <i>Cucurbita maxima</i>	F01
2	Mapa de máxima entropía de la <i>Cucurbita maxima</i>	F02
3	Mapa de densidad de kernel de la <i>Cucurbita maxima</i>	F03
4	Mapa conciliado de la <i>Cucurbita maxima</i>	F04
5	Mapa de distribución de la <i>Cucurbita moschata</i>	F05
6	Mapa de máxima entropía de la <i>Cucurbita moschata</i>	F06
7	Mapa de densidad de kernel de la <i>Cucurbita moschata</i>	F07
8	Mapa conciliado de la <i>Cucurbita moschata</i>	F08
9	Mapa de distribución de la <i>Cucurbita ficifolia</i>	F09
10	Mapa de máxima entropía de la <i>Cucurbita ficifolia</i>	F10
11	Mapa de densidad de kernel de la <i>Cucurbita ficifolia</i>	F11
12	Mapa conciliado de la <i>Cucurbita ficifolia</i>	F12
13	Mapa de distribución de la <i>Cucurbita pepo</i>	F13
14	Mapa de máxima entropía de la <i>Cucurbita pepo</i>	F14
15	Mapa de densidad de kernel de la <i>Cucurbita pepo</i>	F15
16	Mapa conciliado de la <i>Cucurbita pepo</i>	F16
17	Mapa de la diversidad de especies <i>Cucurbita</i> en zonas agrícolas	D01
18	Mapa de la diversidad de especies <i>Cucurbita</i> en ecosistema	D02

b) Para la papaya, tendremos tres memoria descriptiva y los siguientes mapas:

Cuadro N° 2 –Mapas elaborados de la papaya

Nº	Nombre del Mapa	Numeración
1	Mapa de distribución de la <i>Carica papaya l.</i>	F01
2	Mapa de máxima entropía de la <i>Carica papaya l.</i>	F02
3	Mapa de densidad de kernel de la <i>Carica papaya l.</i>	F03
4	Mapa conciliado de la <i>Carica papaya l.</i>	F04
5	Mapa de distribución de la <i>Jacaratia spinosa (aubl.) a.dc.</i>	F05
6	Mapa de máxima entropía de la <i>Jacaratia spinosa (aubl.) a.dc.</i>	F06
7	Mapa de densidad de kernel de la <i>Jacaratia spinosa (aubl.) a.dc.</i>	F07
8	Mapa conciliado de la <i>Jacaratia spinosa (aubl.) a.dc.</i>	F08
9	Mapa de distribución de la <i>Vasconcellea candicans (a. gray) a. dc.</i>	F09
10	Mapa de máxima entropía de la <i>Vasconcellea candicans (a. gray) a. dc.</i>	F10
11	Mapa de densidad de kernel de la <i>Vasconcellea candicans (a. gray) a. dc.</i>	F11
12	Mapa conciliado de la <i>Vasconcellea candicans (a. gray) a. dc.</i>	F12
13	Mapa de distribución de la <i>Vasconcellea heilbornii var. pentagona badillo</i>	F13
14	Mapa de máxima entropía de la <i>Vasconcellea heilbornii var. pentagona badillo</i>	F14
15	Mapa de densidad de kernel de la <i>Vasconcellea heilbornii var. pentagona badillo</i>	F15
16	Mapa conciliado de la <i>Vasconcellea heilbornii var. pentagona badillo</i>	F16
17	Mapa de distribución de la <i>Vasconcellea monoica (desf.) a.dc.</i>	F17
18	Mapa de máxima entropía de la <i>Vasconcellea monoica (desf.) a.dc.</i>	F18

19	Mapa de densidad de kernel de la <i>Vasconcellea monoica (desf.) a.dc.</i>	F19
20	Mapa conciliado de la <i>Vasconcellea monoica (desf.) a.dc.</i>	F20
21	Mapa de distribución de la <i>Vasconcellea parviflora a.dc.</i>	F21
22	Mapa de máxima entropía de la <i>Vasconcellea parviflora a.dc.</i>	F22
23	Mapa de densidad de kernel de la <i>Vasconcellea parviflora a.dc.</i>	F23
24	Mapa conciliado de la <i>Vasconcellea parviflora a.dc.</i>	F24
25	Mapa de distribución de la <i>Vasconcellea pubescens a.dc.</i>	F25
26	Mapa de máxima entropía de la <i>Vasconcellea pubescens a.dc.</i>	F26
27	Mapa de densidad de kernel de la <i>Vasconcellea pubescens a.dc.</i>	F27
28	Mapa conciliado de la <i>Vasconcellea pubescens a.dc.</i>	F28
29	Mapa de distribución de la <i>Vasconcellea stipulata (v.m.badillo) v.m.badillo</i>	F29
30	Mapa de máxima entropía de la <i>Vasconcellea stipulata (v.m.badillo) v.m.badillo</i>	F30
31	Mapa de densidad de kernel de la <i>Vasconcellea stipulata (v.m.badillo) v.m.badillo</i>	F31
32	Mapa conciliado de la <i>Vasconcellea stipulata (v.m.badillo) v.m.badillo</i>	F32
33	Mapa de distribución de la <i>Vasconvellea cauliflora (jacq.) a.dc.</i>	F33
34	Mapa de máxima entropía de la <i>Vasconvellea cauliflora (jacq.) a.dc.</i>	F34
35	Mapa de densidad de kernel de la <i>Vasconvellea cauliflora (jacq.) a.dc.</i>	F35
36	Mapa conciliado de la <i>Vasconvellea cauliflora (jacq.) a.dc.</i>	F36
37	Mapa de la diversidad de la papaya y sus parientes silvestres en zonas agrícolas	D01
38	Mapa de la diversidad de la papaya y sus parientes silvestres en ecosistemas	D02
39	Mapa de distribución potencial de la Papaya cultivada en zonas agrícolas	D03
40	Mapa de la diversidad de los parientes silvestres de la papaya en ecosistemas	D04

c) Para las especies de tomate, tendremos tres memoria descriptiva y los siguientes mapas:

Cuadro N° 3 –Mapas elaborados del tomate

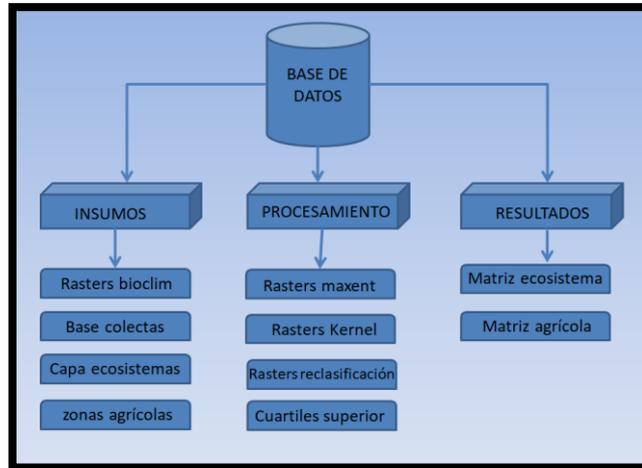
Nº	Nombre del Mapa	Numeración
1	Mapa de distribución de la <i>Solanum arcanum</i>	F01
2	Mapa de máxima entropía de la <i>Solanum arcanum</i>	F02
3	Mapa de densidad de kernel de la <i>Solanum arcanum</i>	F03
4	Mapa conciliado de la <i>Solanum arcanum</i>	F04
5	Mapa de distribución de la <i>Solanum chilense</i>	F05
6	Mapa de máxima entropía de la <i>Solanum chilense</i>	F06
7	Mapa de densidad de kernel de la <i>Solanum chilense</i>	F07
8	Mapa conciliado de la <i>Solanum chilense</i>	F08
9	Mapa de distribución de la <i>Solanum chmielewskii</i>	F09
10	Mapa de máxima entropía de la <i>Solanum chmielewskii</i>	F10
11	Mapa de densidad de kernel de la <i>Solanum chmielewskii</i>	F11
12	Mapa conciliado de la <i>Solanum chmielewskii</i>	F12
13	Mapa de distribución de la <i>Solanum corneliomulleri</i>	F13
14	Mapa de máxima entropía de la <i>Solanum corneliomulleri</i>	F14
15	Mapa de densidad de kernel de la <i>Solanum corneliomulleri</i>	F15
16	Mapa conciliado de la <i>Solanum corneliomulleri</i>	F16
17	Mapa de distribución de la <i>Solanum habrochaites</i>	F17

18	Mapa de máxima entropía de la <i>Solanum habrochaites</i>	F18
19	Mapa de densidad de kernel de la <i>Solanum habrochaites</i>	F19
20	Mapa conciliado de la <i>Solanum habrochaites</i>	F20
21	Mapa de distribución de la <i>Solanum huaylasense</i>	F21
22	Mapa de máxima entropía de la <i>Solanum huaylasense</i>	F22
23	Mapa de densidad de kernel de la <i>Solanum huaylasense</i>	F23
24	Mapa conciliado de la <i>Solanum huaylasense</i>	F24
25	Mapa de distribución de la <i>Solanum lycopersicoides</i>	F25
26	Mapa de máxima entropía de la <i>Solanum lycopersicoides</i>	F26
27	Mapa de densidad de kernel de la <i>Solanum lycopersicoides</i>	F27
28	Mapa conciliado de la <i>Solanum lycopersicoides</i>	F28
29	Mapa de distribución de la <i>Solanum lycopersicum</i>	F29
30	Mapa de máxima entropía de la <i>Solanum lycopersicum</i>	F30
31	Mapa de densidad de Kernel de la <i>Solanum lycopersicum</i>	F31
32	Mapa conciliado de la <i>Solanum lycopersicum</i>	F32
33	Mapa de distribución de la <i>Solanum lycopersicum var. cerasiforme</i>	F33
34	Mapa de máxima entropía de la <i>Solanum lycopersicum var. cerasiforme</i>	F34
35	Mapa de densidad de kernel de la <i>Solanum lycopersicum var. cerasiforme</i>	F35
36	Mapa conciliado de la <i>Solanum lycopersicum var. cerasiforme</i>	F36
37	Mapa de distribución de la <i>Solanum neorickii</i>	F37
38	Mapa de máxima entropía de la <i>Solanum neorickii</i>	F38
39	Mapa de densidad de kernel de la <i>Solanum neorickii</i>	F39
40	Mapa conciliado de la <i>Solanum neorickii</i>	F40
41	Mapa de distribución de la <i>Solanum ochranthum</i>	F41
42	Mapa de máxima entropía de la <i>Solanum ochranthum</i>	F42
43	Mapa de densidad de kernel de la <i>Solanum ochranthum</i>	F43
44	Mapa conciliado de la <i>Solanum ochranthum</i>	F44
45	Mapa de distribución de la <i>solanum pennellii</i>	F45
46	Mapa de máxima entropía de la <i>solanum pennellii</i>	F46
47	Mapa de densidad de kernel de la <i>solanum pennellii</i>	F47
48	Mapa conciliado de la <i>solanum pennellii</i>	F48
49	Mapa de distribución de la <i>Solanum peruvianum</i>	F49
50	Mapa de máxima entropía de la <i>Solanum peruvianum</i>	F50
51	Mapa de densidad de kernel de la <i>Solanum peruvianum</i>	F51
52	Mapa conciliado de la <i>Solanum peruvianum</i>	F52
53	Mapa de distribución de la <i>Solanum pimpinellifolium</i>	F53
54	Mapa de máxima entropía de la <i>Solanum pimpinellifolium</i>	F54
55	Mapa de densidad de kernel de la <i>Solanum pimpinellifolium</i>	F55
56	Mapa conciliado de la <i>Solanum pimpinellifolium</i>	F56
57	Mapa de la diversidad del tomate en zonas agrícolas	T01
58	Mapa de la diversidad del tomate en ecosistemas	T02
59	Mapa de la diversidad del tomate cultivadas en zonas agrícolas	T03
60	Mapa de la diversidad del tomate silvestres en ecosistemas	T04

#### 4. Base de datos Final

En la elaboración del proyecto se crearon tres esquemas de datos: i) para los datos de entrada que llamaremos **Insumos**, ii) para los datos intermedios que los llamaremos **Procesamiento**, y iii) donde se almacenaron los datos de salida finales que llamamos **Resultados** (Figura 4).

Figura N° 4 –Modelo de la base de datos



**4.1 Datos de Insumo:** son las capas que se utilizaron para realizar los procesos ya definidos en la metodología:

- Data de colectas de papas cultivadas
- Data de Bioclin
- Capa de Limites departamentales 2019
- Capa nacional ecosistemas
- Capa nacional de zonas agrícolas

**4.2 Datos Procesamiento:** son las capas que se generaron luego de ejecutar el proceso metodológico:

- Raster de kernel por cada especie
- Raster de Kernel reclasificado por cada especie
- Raster de Maxent por cada especie
- Raster de Maxent reclasificado por cada especie
- Capa de polígono de concentración quintil superior potencial de cada especie
- Capa polígono de concentración quintil superior de densidad de cada especie

**4.3 Datos Resultado:** son los resultados producidos por el modelamiento espacial, estas capas están en función de las especies estudiadas, que para fines de interpretación se utilizó la siguiente nomenclatura (Cuadro 4).

Cuadro N°4 – Ejemplo de Nomenclatura de Especies

N	Especie	Simb esp	Simb matriz
1	<i>Cucurbita maxima</i>	E1	Sp1
2	<i>Cucurbita moschata</i>	E2	Sp2
3	<i>Cucurbita ficifolia</i>	E3	Sp3
4	<i>Cucurbita pepo</i>	E4	Sp4

**a) Capa departamental**

Se realizó una relación espacial entre la capa de puntos de prospección y la capa de límites de departamento, obteniendo la cantidad de prospecciones por especies a nivel departamental. La capa resultante "LIMITE\_DEP" tiene las siguientes variables:

Cuadro N°5 – Diccionario de variables

Variables	Descripción
IDDPTO	Código De Departamento
NOMBDEP	Departamento

**b) Zonas Agrícolas**

Se generó una base de zonas agrícolas la cual se cruzó con los análisis de densidad y máxima entropía generando una matriz para el análisis final.

Cuadro N°6 – Diccionario de variables

Variable	Descripción
IDDPTO	Código de departamento
NOMBDEP	Nombre de departamento
IDPROV	Código de provincia
NOMBPROV	Nombre de provincia
IDDIST	Ubigeo censal
NOMBDIST	Nombre de distrito
CAT	Código de categoría de uso
CATEGORIA	Categoría de uso
FUENTE	Fuente de información
ID_PARCELA	Identificador de Parcela
Spn_Max	Presencia de densidad <i>de la especie n</i>
Spn_ker	Presencia de potencial <i>de la especie n</i>
TOT_ESP	Total de especies por algún tipo de presencia
TOT_ESP_CUL	Total de especies cultivadas

**c) Capa de Ecosistemas**

Se generó una base de zonas agrícolas el cual se cruzó con los análisis de densidad y máxima entropía generando una matriz para el análisis final.

Cuadro N°7 – Diccionario de variables

VARIABLE	Descripción
ECO_DETALL	Nombre de ecosistema
SIMBOLO	Símbolo de ecosistemas
CCDD	Código de departamento
NOMBDEP	Nombre de departamento
CCPP	Código de provincia
NOMBPROV	Nombre de provincia
CCDI	Código de distrito
NOMBDIST	Nombre de distrito
CAPITAL	Nombre de capital
UBIGEO	Ubigeo censal
ID_ECO	Identificador de unida de ecosistema
Spn_Max	Presencia de densidad <i>de la especie n</i>
Spn_Den	Presencia de potencial <i>de la especie n</i>
TOT_ESP	Total de especies por algún tipo de presencia

## RESULTADOS OBTENIDOS

Terminado los procesos definidos en la metodología, se procedió a realizar los mapas de diversificación utilizando la clasificación de cuartil para su pintado, como resultado se elaboraron 10 mapas como se presenta en el siguiente cuadro.

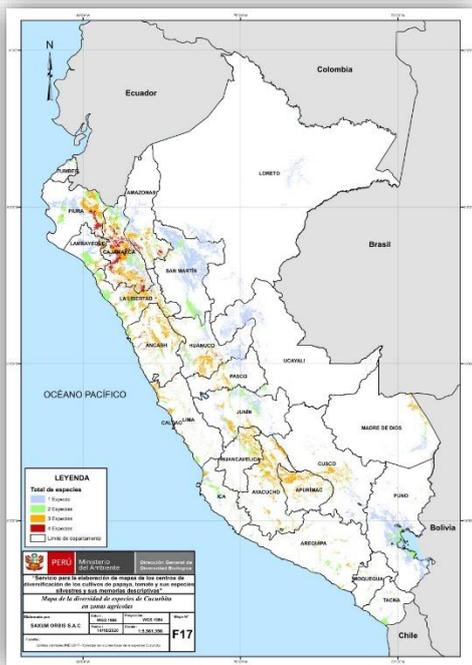
Cuadro N°8 – Mapas Resultados

N	NOMBRE DEL MAPA	SIM B	MEMORIA DESCRIPTIVA
1	Mapa de la diversidad de especies de <i>Cucurbita</i> en zonas agrícolas	D01	1
2	Mapa de la diversidad de especies de <i>Cucurbita</i> en ecosistemas	D02	
3	Mapa de la diversidad de la papaya y sus parientes silvestres en zonas agrícolas	D01	2
4	Mapa de la diversidad de la papaya y sus parientes silvestres en ecosistemas	D02	
5	Mapa de distribución potencial de la Papaya cultivadas en zonas agrícolas	D03	3
6	Mapa de la diversidad de los parientes silvestres de la papaya en ecosistemas	D04	4
7	Mapa de la diversidad del tomate en zonas agrícolas	T01	5
8	Mapa de la diversidad del tomate en ecosistemas	T02	
9	Mapa de la diversidad del tomate cultivado en zonas agrícolas	T03	6
10	Mapa de la diversidad del tomate silvestre en ecosistemas	T04	7

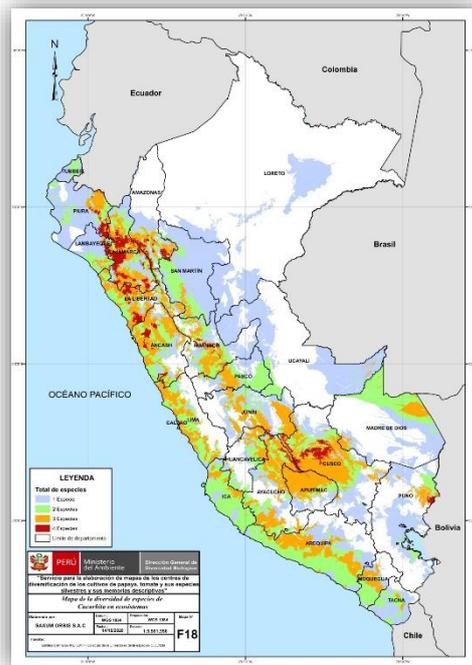
### 1. Mapas de la diversidad de las especies de *Cucurbita*

Para las especies de *Cucurbita* se elaboraron dos mapas, uno a nivel de representación de zonas agrícolas y otro a nivel de ecosistemas a nivel nacional.

N	NOMBRE DEL MAPA	SIMB	MEMORIA DESCRIPTIVA
1	Mapa de la diversidad de especies de <i>Cucurbita</i> en zonas agrícolas	F17	1
2	Mapa de la diversidad de especies de <i>Cucurbita</i> en ecosistemas	F18	



Mapa de la diversidad de especies *Cucurbita* en zonas agrícolas (F17)



Mapa de la diversidad de especies *Cucurbita* en ecosistema (F18)

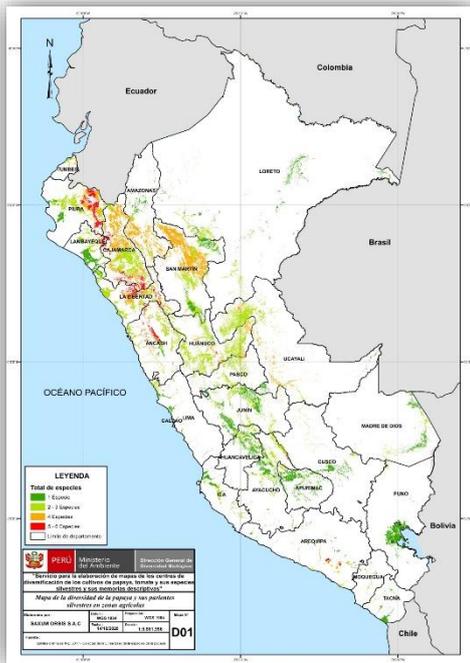
## 2. Mapas de diversidad de la papaya

Para las especies de la papaya se elaboraron cuatro mapas, uno a nivel de representación de zonas agrícolas y otro a nivel de ecosistemas a nivel nacional representando todas las especies. (*Carica papaya* L, *Jacaratia spinosa* (abl.) a.dc, *Vasconcellea candicans* (a. gray) a. dc, *Vasconcellea heilbornii* var. *pentagona* badillo, *Vasconcellea monoica* (desf.) a.dc, *Vasconcellea parviflora* a.dc, *Vasconcellea pubescens* a.dc, *Vasconcellea stipulata* (v.m.badillo) v.m.badillo, *Vasconvellea cauliflora* (jacq.) a.dc.)

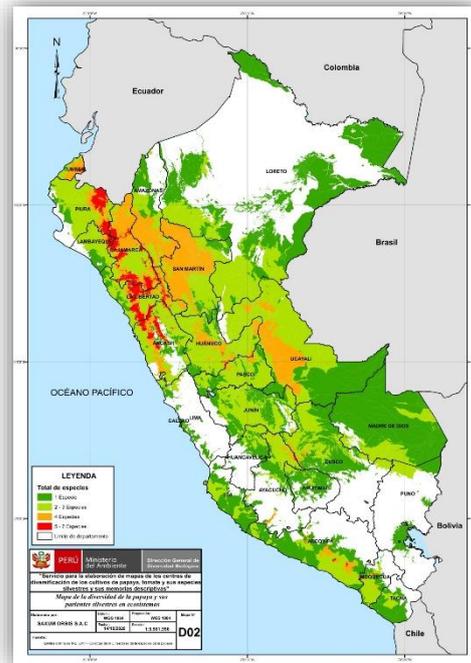
Se elaboró el mapa de distribución potencial para la especie cultivada *Carica papaya*, representado a nivel de las zonas agrícolas dentro del distrito.

Se elaboró el mapa de diversidad para los parientes silvestres de la papaya, (*Jacaratia spinosa* (abl.) a.dc, *Vasconcellea candicans* (a. gray) a. dc, *Vasconcellea heilbornii* var. *pentagona* badillo, *Vasconcellea monoica* (desf.) a.dc, *Vasconcellea parviflora* a.dc, *Vasconcellea pubescens* a.dc, *Vasconcellea stipulata* (v.m.badillo) v.m.badillo, *Vasconvellea cauliflora* (jacq.) a.dc.) que se representa a nivel de unidades de ecosistema por distrito.

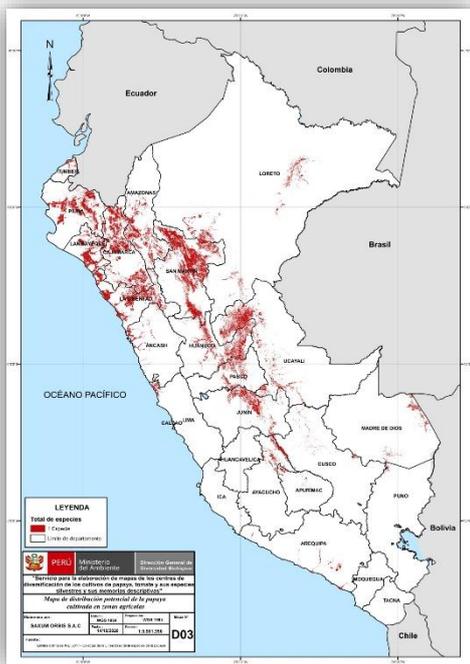
N	NOMBRE DEL MAPA	SIMB	MEMORIA DESCRIPTIVA
1	Mapa de la diversidad de la papaya y sus parientes silvestres en zonas agrícolas	D01	2
2	Mapa de la diversidad de la papaya y sus parientes silvestres en ecosistemas	D02	
3	Mapa de distribución potencial de la papaya cultivada en zonas agrícolas	D03	3
4	Mapa de la diversidad de los parientes silvestres de la papaya en ecosistemas	D04	4



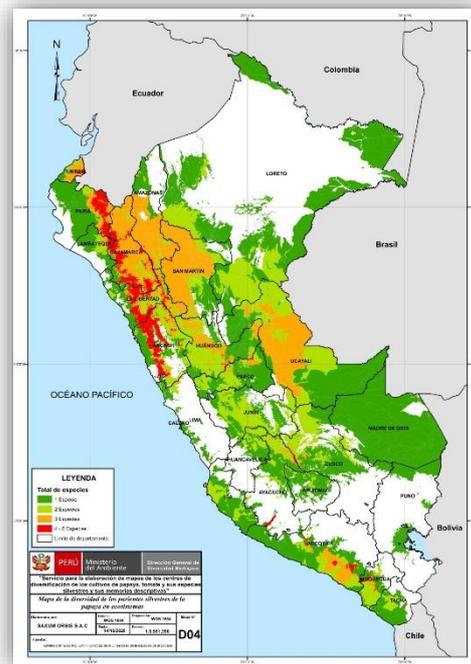
Mapa de la diversidad de la papaya y sus parientes silvestres en zonas agrícolas



Mapa de la diversidad de la papaya y sus parientes silvestres en ecosistemas



Mapa de distribución potencial de la papaya cultivada en zonas agrícolas



Mapa de la diversidad de los parientes silvestres de la papaya en ecosistemas

### 3. Mapas de diversidad del tomate

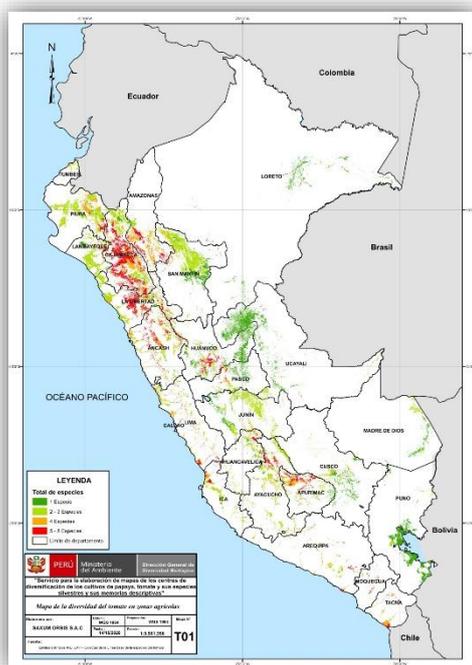
Para las especies del tomate se elaboraron cuatro mapas, uno a nivel de representación de zonas agrícolas y otro a nivel de ecosistemas a nivel nacional representando todas las especies. (*Solanum arcanum*, *Solanum chilense*, *Solanum chmielewskii*, *Solanum corneliomulleri*, *Solanum habrochaites*, *Solanum huaylasense*, *Solanum lycopersicoides*, *Solanum lycopersicum*, *Solanum*

*lycopersicum* var. *cerasiforme*, *Solanum neorickii*, *Solanum ochranthum*, *Solanum pennellii*, *Solanum peruvianum*, *Solanum pimpinellifolium*.)

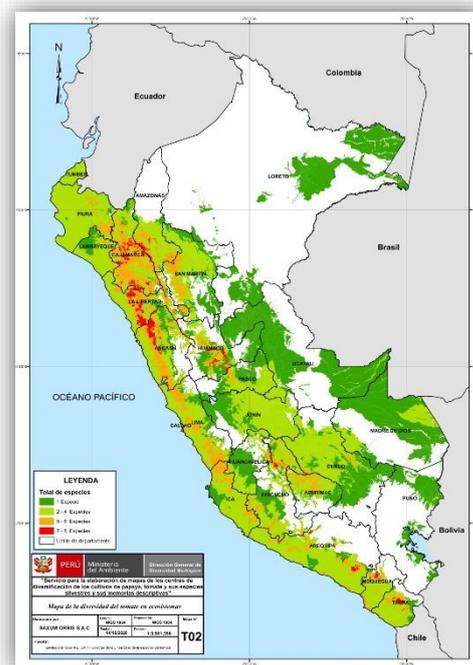
Se elaboró el mapa de diversificación para las especies cultivadas del tomate que se representa a nivel de zonas agrícolas a nivel distrito. (*Solanum lycopersicum*, *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*)

Se elaboró el mapa de diversificación para las especies silvestres del tomate que se representa a nivel de unidades de ecosistema por distrito. (*Solanum arcanum*, *Solanum chilense*, *Solanum chmielewskii*, *Solanum corneliomulleri*, *Solanum habrochaites*, *Solanum huaylasense*, *Solanum lycopersicoides*, *Solanum neorickii*, *Solanum ochranthum*, *Solanum pennellii*, *Solanum peruvianum*, *Solanum pimpinellifolium*.)

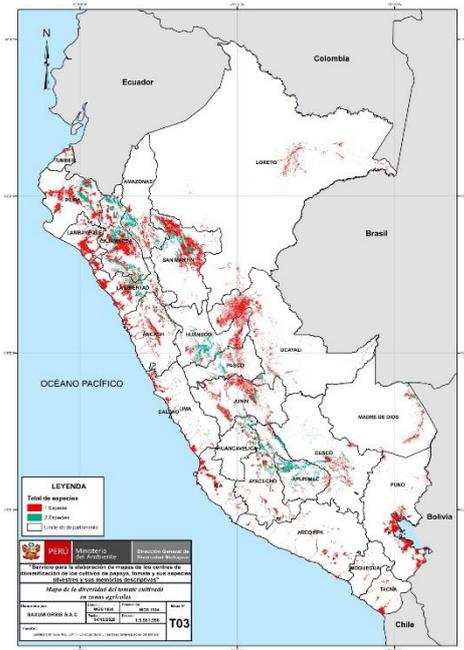
N	NOMBRE DEL MAPA	SIMB	MEMORIA DESCRIPTIVA
1	Mapa de la diversidad del tomate en zonas agrícolas	T01	5
2	Mapa de la diversidad del tomate en ecosistemas	T02	6
3	Mapa de la diversidad del tomate cultivado en zonas agrícolas	T03	6
4	Mapa de la diversidad del tomate silvestres en ecosistemas	T04	7



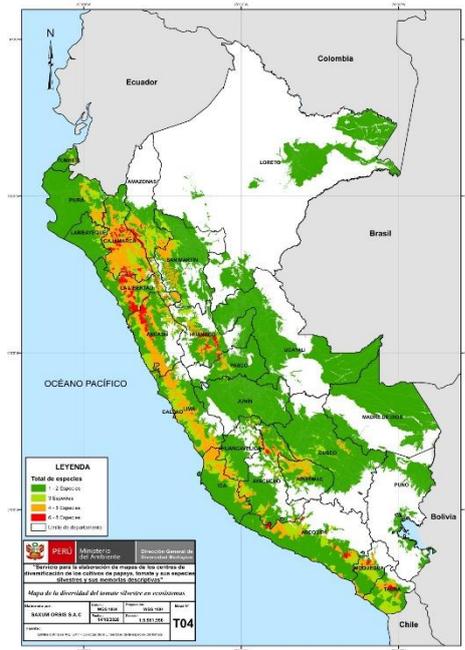
Mapa de la diversidad del tomate en zonas agrícolas



Mapa de la diversidad del tomate en ecosistemas



Mapa de la diversidad del tomate cultivado en zonas agrícolas



Mapa de la diversidad del tomate silvestre en ecosistemas

## CONCLUSIONES

La metodología desarrollada para hallar los centros de diversificación del tomate, papaya, *Cucurbita* dentro del territorio peruano tienen un componente sistémico que permite insertar nuevas variables para mejorar los resultados y poder llevarlos cada vez más cercanos a la realidad.

La metodología desarrollada para la identificación y validación de los centros de diversificación de las especies dentro del territorio peruano dependen de la cantidad de registros que se cuenta para cada especie, ya que estos definen los modelamientos de Maxent y de densidad de Kernel, mientras más registros tengamos el modelo se vuelve más complejo y a la vez mejora la precisión de los lugares de los resultados, dentro de los análisis desarrollados. Para tener un representación moderada se necesita al menos 6 registros no concentrados.

Los mapas de diversificación de la papaya, tomate y sus especies silvestres que permiten identificar la diversificación de las especies dentro del territorio peruano, la matriz generada permite poder incluirlos en los estudios ZEE y poder usar la información ya que están estandarizadas con el mapa de ecosistemas que cuenta el MINAN.

Se generaron memorias descriptivas de la papaya, tomate y sus especies silvestres, de la calabaza/zapallo, las cuales describen los mapas que se usaron como insumos para la generación de estos, como también el diccionario de datos para poder incluirlos en la ZEE. La representación de la información de diversificación en zonas agrícolas permite focalizar las comunidades campesinas y las zonas agrícolas específicas, que cuentan con el potencial de mayor cantidad de especies. El nivel de la escalas de datos permite el uso de la información en múltiples estudios.

La representación de las especies en el mapa de ecosistemas nos permite saber cuántas especies potenciales pueden desarrollarse en esas unidades espaciales, esto permite poder interconectar cualquier otro estudio que haya usado el Mapa de Ecosistemas del MINAN.

La información generada en la consultoría, por su escala, es un componente que debe ser incluido en las planificaciones distritales y regionales para el cuidado de la diversidad de las especies estudiadas.

## RECOMENDACIONES

Se debe almacenar y publicar la información presentada en esta consultoría en los servidores del MINAM, con la mirada de estar dentro el catálogo de datos abiertos.

Se debe dar mantenimiento y aumentar las prospecciones a las base de datos de especie, en especial a las especies silvestres, para mejorar la calidad de los modelos espaciales ecológicos.

Se debe implementar un sistema de monitorio de la diversidad biológica que permita poder actualizar la dinámica espacial de la presencia de las especies en el Perú.

Se debe generar unidades espaciales únicas para monitoreo de las distintos componentes de la diversidad biológica. El mapa de ecosistemas debe ser trabajado de tal manera que tenga unidades espaciales más pequeñas y comparables en función de un sistema de monitoreo.

El tema de centros de diversificación no está muy desarrollado, se recomienda poder discutir más sobre la definición de este tema y su valoración de variables para su identificación.

Se deben trabajar capas de datos a nivel nacional como el uso del suelo y estandarizar variables ecológicas y climáticas oficiales para ser utilizados en los modelamientos de nichos ecológicos y de máxima entropía.

Se recomienda realizar talleres de discusión sobre centros de diversificación para incluir nuevas variables y conceptos con una visión nacional.

## GLOSARIO

**SIG: Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS**, en su acrónimo inglés [Geographic Information System]) es una integración organizada de *hardware*, *software* y *datos geográficos* diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y de gestión

**WGS:** es un sistema geodésico de coordenadas geográficas usado mundialmente, que permite localizar cualquier punto de la Tierra (sin necesitar otro de referencia) por medio de tres unidades dadas (x,y,z). **WGS 84** son las siglas en inglés de **World Geodetic System 84** (que significa Sistema Geodésico Mundial 1984).

**ZEE:** La Zonificación ecología y económica un proceso de análisis técnico e integral de un departamento, provincia, distrito o cuenca, que permite la identificación de las diferentes alternativas de uso sostenible y ocupación del territorio, basado en la evaluación de sus potencialidades y limitaciones utilizando criterios físicos, biológicos, sociales, económicos y culturales. La ZEE propone recomendaciones de uso y ocupación ordenada del territorio.

**Prospección:** Actividad que antecede el proceso de colección de germoplasma. Visualiza el efecto de un estudio preliminar de la localidad para asegurar el éxito de expedición de colecta. (IICA, 2002)

**Kernel:** Calcula la densidad de las entidades en la vecindad de esas entidades. Puede calcularse para las entidades de punto y de línea.

**Máxima entropía:** establece que la distribución de probabilidad menos sesgada que se le puede atribuir a un sistema estadístico es aquella en la que dadas unas ciertas condiciones fijas maximiza la entropía

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarado Jaramillo, Vinicio. (2017). Análisis de correspondencia en la diversidad florística de agroecosistemas cafetaleros en la selva central del Perú. *Bosque Latitud Cero*. p.8-21.
- BRACK A. 2004. Perú: Biodiversidad, Pobreza y Bionegocios. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD. Lima. Perú. 180 pp.
- Edgar Espinosa Trujillo, Alfredo Josué Gámez Vázquez, Miguel Ángel Ávila Perches, Francisco Palemón Alberto, Jesús Hernández Ruiz, (2018), Distribución geográfica potencial de papaya silvestre cultivada en México, *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, ISSN 2007-0934, Vol. 9, N<sup>o</sup>. 7, 2018, págs. 1377-1388
- Felicísimo, Á.M. (coord.); Muñoz, J.; Mateo, R.G.; Villalba, C.; Mateos, E. 2012. FORCLIM, Bosques y cambio global. 3. España - México. CYTED, Madrid, 318 pág.
- Flores-Garnica, J., & Reyes-Cárdenas, O. (2019). Distribución espacial de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. mediante la estimación de la densidad Kernel. *Revista Mexicana De Ciencias Forestales*, 10(53). <https://doi.org/https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i53.406>
- Gino Délices, Otto Raúl Leyva Ovalle, Claudio Mota-Vargas, Rosalía Núñez Pastrana, Roberto Gámez Pastrana, Pablo Andrés Meza & Ricardo Serna-Lagunes., (2019), Biogeografía del tomate *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* (Solanaceae) en su centro de origen (sur de América) y de domesticación (México). Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.
- Grobman, A., Bonavia, D., Dillehay, T., Piperno, D., Iriarte, J., and Holst A. (2012). Pre-ceramic maize from Paredones and Huaca Prieta, Perú. *Proceedings of the National Academy of Science of the USA*. 109(5),1755-1759.
- GUIBAN, A. & THUILLER, W. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, 8: p.993-1009.
- Hawkes, J. 1945. The indigenous American potatoes and their value in plant breeding. 1. Resistance to disease. 2 Physiological properties, chemical composition and breeding capabilities. *Emp. J. Exp. Agric.* 13: p.11-40
- Hijmans, R.J., D.M. Spooner, A.R. Salas, A. Guarino y J. de la Cruz. 2002. Atlas of wild potatoes. Systematic and eco geographic studies on crop gene pools 10. International Plant Genetic Resources Institute, Roma. P 8-10
- Irma Arleth Pacheco Triste, José Luis Chávez-Servi y José Cruz Carrillo Rodríguez, (2014), Relación entre variación ecológica-orográfica y variabilidad morfológica de tomate (*solanum lycopersicum* L.) en Oaxaca, Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido. Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-Oaxaca, Hornos # 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México.
- Juzepczuk, S.W., S.M. Bukasov. 1929. Una contribución al origen de la papa. *Proc. U.S.R.R. Congr. Genet Plant. And Animal Breed.* p. 592- 611.
- MINAM. (2013). Distribución y concentración de las razas locales de maíz en la costa norte. Recuperado de <http://genesperu.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/09/Maiz1-Distribucion-y-concentracion-de-las-razas-locales-de-maiz-en-la-costa-norte.pdf>

- MINAM. (2014). Colecta, elaboración de mapas de distribución y estudio socioeconómico de la diversidad genética del maíz. Recuperado de <http://genesperu.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/09/Maiz3-Colecta-mapas-distribuci%C3%B3n-y-estudiosocioecon%C3%B3mico-de-la-diversidad-genetica-del-maiz-2014logo.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). 2013. Manual para la identificación de especies forestales en la región Ucayali. Gobierno regional de Ucayali. p. 9-141.
- Navarro-Guzmán, M.A., Jove-Chipana, C.A. y Apaza, J.M. (2020). Modelamiento de nichos ecológicos de flora amenazada para escenarios de cambio climático en el departamento de Tacna – Perú. *Colombia forestal*, 23(1), 78-101.
- Palma-Ordaz, S. Delgadillo-Rodriguez, 2014. Distribución potencial de ocho especies exóticas de carácter invasor en el estado de Baja California, México. *Bot. sci* 92 (4): p. 587-597.
- Phillips, S. & Dudík, M. (2008) Modeling of species distributions with MaxEnt: New extensions And a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31,p. 161-175.
- Pulgar, J. 1987. Geografía del Perú. Las ocho regiones naturales. Lima: Ed. PEISA p. 20-35
- Quipuscoa Silvestre, Victor, Dillon, Michael O., Treviño Zevallos, Ítalo, Balvin Aguilar, Margarita, Mejía Rios, Adolfo, Ramos Aranibar, Daniel, Durand Vera, Károl, & Montesinos Tubée, Daniel. (2019). Impacto de los cambios climáticos y uso de suelo, en la distribución de las especies de géneros endémicos de Asteraceae de Arequipa. *Arnaldoa*, 26(1), 71-96. <https://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.261.26105>
- Ramón. P. (2009) Modelos en ecología: un enfoque a la distribución espacial de especies vegetales mediante procesos de puntos. Instituto de Ecología, Unidad de Ecología, Universidad Técnica Particular de Loja. Loja, Ecuador. p. 2-5
- Scarlet Cartaya, Carlos Anchundia, Roddy Mantuano, (2016), Distribución Geográfica Potencial De La Especie *Cuniculus Paca* En El Occidente De Ecuador, La Granja. *Revista de Ciencias de la Vida*, vol. 24, núm. 2, 2016
- Silverman, B.W., (1986), Density estimation for statistics and data analysis. London: Chapman Hall. School of Mathematics University of Bath, UK. P. 1-4
- Varela, S., Mateo, R.G., García-Valdés, R., Fernández-González, F. 2014. Macroecología y ecoinformática: sesgos, errores y predicciones en el modelado de distribuciones. *Ecosistemas* 23(1): p. 46-53