

## TÍTULO DEL ESTUDIO

“Estudio predictivo de distribución de los pisos de vegetación en Tenerife y Gran Canaria, para diferentes escenarios de Cambio Climático”. MEMORIA FASES B-D

“Proyecto CLIMA-IMPACTO (MAC/3/C159). Cofinanciado con Fondos FEDER dentro del Programa de Cooperación Transnacional Madeira - Azores - Canarias (MAC) 2007-2013”

Fecha elaboración del documento: Abril 2012

Escrito por:  
MARCELINO J. DEL ARCO AGUILAR  
VÍCTOR GARZÓN MACHADO

Revisado por:



**Unión Europea  
FEDER**

Invertimos en su futuro







## Índice

Preámbulo .....	5
Memoria metodológica .....	7
Resultados .....	12
Anexo mapas .....	17







La realización de este estudio se engloba dentro de la Actuación 4: “Análisis y estudio sobre Biodiversidad, Áreas Protegidas y Cambio Climático” del proyecto “**Colaboración para detectar las causas y consecuencias del cambio climático en la región euroafricana – Proyecto CLIMAIMPACTO**”, con código **MAC/3/C159** del **Programa de Cooperación Transnacional MAC 2007-2013**.

Con la Actuación 4: “Análisis y estudio sobre Biodiversidad, Áreas Protegidas y Cambio Climático” se pretende identificar los cambios que pueden sufrir los ecosistemas y su biodiversidad debido a cambios en el clima; consta de dos partes: 1) evaluación del calentamiento sobre las especies y los ecosistemas, y 2) evaluación del calentamiento sobre la idoneidad de las áreas protegidas existentes.

La asistencia técnica objeto de este contrato se desarrolla en cuatro fases. De acuerdo con el pliego de condiciones del presente encargo, la presente memoria considera las **fases B-D**.





## **Fase B**

4.0 *Ráster* de interpolación con 500 m de resolución de Termotipos y Ombrotipos, según resultados *Climatab* para cada escenario, según método de Regresión lineal. Interpolación para modelos y escenarios definidos.

4.1 Conversión de los *rásters* Ombrotipo y Termotipo en ficheros de formato *shape* de ArcGis (tamaños de celdas predefinidos 500x500 m), creando campos dentro de la base de datos con asignación automática de tipos de vegetación según valores correspondientes de Ombrotipo y Termotipo.

## **Fase C**

5.0 Análisis de resultados

6.0 Refinamiento de cálculo

## **Fase D**

7.0 Redacción informe final





## Memoria metodológica

### Base de datos empleada

- **Base de datos elaborada por la Agencia Canaria de Desarrollo Sostenible y Cambio Climático**, a partir de las estaciones de AEMET, AGRO-TEN, ICIA,... En esta base de datos se consideraron todas las estaciones con período largo que fue posible recopilar, de las que se seleccionaron las correspondientes al período de 30 años entre 1980 y 2010.
- **Base cartográfica de GRAFCAN** (Mapa topográfico elaborado a partir de vuelos fotogramétricos a escala 1:18.000 mediante la aplicación de procesos de apoyo de campo, aerotriangulación, restitución fotogramétrica, edición digital y controles de calidad cartográficos. Curvas de nivel cada 5 metros y curvas de nivel directoras cada 25 metros. Sistema de referencia ITRF93. Elipsoide WGS84. Red Geodésica REGCAN95 (v2001). Sistema de proyección UTM Huso 28. Altitudes referidas al nivel medio del mar determinado en cada isla).

### Consideraciones previas

- Se trabajó bajo una extensión fija, que cubría toda el área de estudio (TF\_Mask y GC\_Mask) y a una resolución siempre de 500x500 m. Antes de realizar todos los cálculos y generación de mapas, fue necesario fijar estos parámetros en Options de Spatial Analyst.

### Generación de archivos previos

- 1) **Modelo digital de elevación de alta resolución** (*dem10*), generado a partir de las curvas de nivel (obtenidas de GRAFCAN), en formato *raster* y con resolución 10x10 m.
- 1) **Mapa de vertientes** (*tenerife\_vertiente2*). Apoyados en la información aportada por un mapa de orientaciones obtenido a partir del *dem10*, se generó un mapa en formato *shape* (en adelante *shp*) que divide la isla en dos vertientes. Este mapa se generó exclusivamente para Tenerife.
- 2) **Modelo digital de elevación a la resolución de trabajo** (*dem500*), generado a partir de las curvas de nivel (obtenidas de GRAFCAN), en formato *raster* y con resolución 500x500 m. Este mapa se subdividió a su vez en dos para la isla de Tenerife, a partir del mapa de vertientes, quedando finalmente un mapa para el norte y otro para el sur (*dem500N* y *dem500S*).



- 3) **Estaciones para cada escenario.** Se crearon dos archivos de puntos formato *shp* para las estaciones en cada escenario, uno para termotipos (*termotiposX*) y otro para ombrotipos (*ombrotiposX*). Para Tenerife cada uno se subdividió a su vez en dos archivos nuevos, uno para el norte y otro para el sur (*termotiposX\_N* y *termotiposX\_S*; *ombrotiposX\_N* y *ombrotiposX\_S*), en función de su inclusión en alguna de las dos vertientes del mapa *tenerife\_vertiente2*. Sin embargo, tanto por la diferente conformación topográfica como por la escasez de estaciones, esto no se pudo realizar en Gran Canaria. Con la herramienta *Intersect point* de *Hawths tools* asignamos luego valores de altitud a cada estación con el *dem10*. Se decidió utilizar en primera instancia el Modelo digital de elevación de alta resolución (*dem10*) para asignar la altitud a la estación, porque si no la precisión de altitud para realizar la regresión era muy baja. Posteriormente, para la obtención de los mapas de *ltc* e *lo* a partir de la ecuación de regresión, sí se usó la resolución de 500x500 m.
- 4) **Mapa de nieblas.** Para delimitar el área de niebla, se reclasificó el Modelo digital del norte (*dem500N*) de la siguiente forma (*Reclassify*):

0-450 m = valor 0

450-1250 m = valor 1

1250 - 1500 m = valor 2

1500 – máxima altitud = valor 0

Áreas de rebose = valor 3

El límite inferior del valor 1 fue posteriormente modificado, pues el mapa de vegetación indicaba que éste se extendía hasta una altitud menor. Así el límite se bajó aproximadamente hasta 300 m en ciertas zonas que miran a norte y hasta 400 en las que miran a oeste. Para este retoque se contó con el apoyo de la cartografía de vegetación actual (monteverde seco), intentado ajustar el límite inferior al de la cartografía.

No existe mapa de nieblas para Canarias. Dada la correspondencia existente entre presencia de nieblas y desarrollo de monteverde, los restos actuales de monteverde representan el mejor valor indicador de la presencia de nieblas, por nosotros conocido. Por ello, la cartografía de la vegetación actual (del Arco et al., 2006), nos proporcionó la base para la confección del mapa de nieblas (Fig. 1). En Tenerife, las áreas de rebose en Anaga y la cordillera dorsal (La Esperanza), fueron obtenidas también a partir de ella y un modelo de sombras generado a partir del *dem10*.





Para emplear este mapa de nieblas, fue necesario convertirlo a formato *raster* con resolución de 500x500 m y luego convertir de nuevo a formato *shp*. El archivo se denominó *area\_niebla*.

- 5) **Malla.** Se generó un *grid* formato *shp*, de 500x500 m exactamente con la misma extensión de trabajo. Para ello se empleó la herramienta *Create vector grid* de *Hawths tools*. Esto permitió trabajar luego pixel a pixel. El archivo se denominó *malla*.

### Análisis estadísticos

- 1) **Análisis de regresión.** Con los respectivos archivos *dbf* de los *shp* de las estaciones, se obtuvo la regresión entre altitud e *ltc* o *lo*, respectivamente, para cada vertiente en su escenario correspondiente. El análisis se realizó usando el software SPSS 15.0 y Excel 2010.

### Generación de mapas de termotipos (*ltc*) y ombrotipos (*lo*)

- 1) **Mapas brutos de *ltc* e *lo*.** La ecuación obtenida fue usada en el *Raster Calculator* de *Spatial Analyst*, para el *dem500N* y *dem500S*, obteniendo ambos mapas en formato *raster*, tanto para *ltc* como para *lo* (*ltc\_X\_N*, *ltc\_X\_S*, *lo\_X\_N* e *lo\_X\_S*). En Gran Canaria se obtuvo un solo mapa para toda la isla completa para *ltc* e *lo* (*ltc\_GC\_X*, *lo\_GC\_X*).
- 2) **Asignación de nuevos valores a las estaciones.** A cada estación se asignó su nuevo valor, obtenido a partir del mapa. Para ello se usó de nuevo la herramienta *Intersect point* de *Hawths tools*.
- 3) **Cálculo de residuales.** En *Excel*, se calcularon los residuales de cada estación, restando al valor real el valor obtenido a partir de la regresión (valor estación - valor calculado).
- 4) **Mapas correctores de *ltc* e *lo*.** Se crearon con los residuales, dos archivos de puntos en formato *shp*, uno para el norte y otro para el sur (en Tenerife), en cada escenario. Sus valores de residuales fueron interpolados a partir de la herramienta *IDW* de *Spatial Analyst* obteniéndose dos mapas de errores o mapas correctores para ambas vertientes (todos los parámetros se dejan por defecto, excepto *power* = 1,5 que aunque no devuelva el valor exacto medido en la estación, tiene en cuenta la estaciones cercanas). Ambas interpolaciones fueron cortadas con su respectivo *dem* (*dem500N* y *dem500S*; *demgc500*) usando la herramienta *Extract by Mask*. Los mapas obtenidos para cada escenario se denominaron (*ltc\_X\_Nr\_msk*, *ltc\_X\_Sr\_msk*; *lo\_X\_Nr\_msk* e *lo\_X\_Sr\_msk*; *ltc\_GC\_Xr\_msk*, *lo\_GC\_Xr\_msk*)





- 5) **Mapas corregidos de *I<sub>tc</sub>* e *I<sub>o</sub>*.** A partir del *Raster Calculator*, se generaron los mapas corregidos de ambas vertientes, sumando al mapa bruto su respectivo mapa corrector. De esta manera obtenemos un mapa mucho más afinado a la realidad, ajustando los valores reales de cada estación a los valores predichos por el método. Los mapas obtenidos para cada escenario se denominaron (*I<sub>tc</sub>\_X\_Ncorr*, *I<sub>tc</sub>\_X\_Scorr*; *I<sub>o</sub>\_X\_Ncorr* e *I<sub>o</sub>\_X\_Scorr*; *I<sub>tc</sub>\_GC\_Xcorr* e *I<sub>o</sub>\_GC\_Xcorr*).
- 6) **Combinación de ambas vertientes.** En Tenerife, el mapa corregido del norte se combinó con el del sur para *I<sub>tc</sub>* e *I<sub>o</sub>* en cada escenario, obteniéndose un nuevo mapa general de todo el área de estudio. Para ello se empleó la herramienta *Mosaic to new raster* (poniendo en tipo de pixel *32 bits\_floats*, para que tuviese en cuenta valores decimales).

**Nota:** Para la realización del mapa de *I<sub>o</sub>* en Tenerife, fue necesario añadir varias estaciones de las que tenían valores de *P<sub>p</sub>* pero no de *T<sub>p</sub>*, porque existían amplias zonas carentes de datos. El valor de *T<sub>p</sub>* para cada estación se obtuvo a partir de todas las estaciones térmicas con valor de *T<sub>p</sub>*, siguiendo el mismo proceso que para el cálculo de mapas de *I<sub>tc</sub>* (por vertientes y creando mapa de corrección con los residuales). Las nuevas estaciones añadidas fueron:

Norte: 69, 88, 117, 138, 158, 209, 214, 216, 260, 264 y 270

Sur: 81, 82, 127, 141, 152, 160, 181, 226, 243, 248, 250 y 252

En Gran Canaria, todas las estaciones con valores térmicos se emplearon para la generación del mapa de *T<sub>p</sub>*. Así, a todas las estaciones con valor de *P<sub>p</sub>* se le asignó un valor de *T<sub>p</sub>*, obteniendo así el valor de *I<sub>o</sub>*. Se emplearon todas las estaciones debido a la escasez de las mismas en esta isla, a excepción de las estaciones 69 y 71, que en la mayoría de escenarios se eliminaron finalmente del cálculo por tener valores muy desviados.

### Generación de mapas bioclimáticos y de vegetación

1. **Reclasificación de mapas de *I<sub>tc</sub>* e *I<sub>o</sub>*.** Los rasters de *I<sub>tc</sub>* e *I<sub>o</sub>* fueron reclasificados para darle a cada rango un valor entero. Los nuevos valores asignados fueron:
  - Inframediterráneo =1, Termomediterráneo =2, Mesomediterráneo inferior =3, Mesomediterráneo superior =4, Supramediterráneo =5, Oromediterráneo =6 y Crioromediterráneo =7.





- Hiperárido =1, Árido =2, Semiárido inferior =3, Semiárido superior =4, Seco inferior =5, Seco superior =6, Subhúmedo =7.

Algunas de estas entidades se subdividieron al objeto de obtener un mejor acople con las unidades de vegetación (Mesomediterráneo inferior y superior; Semiárido inferior y superior; Seco inferior y superior).

2. **Transformación de los mapas a formato vectorial (*shp*).** Se empleó la herramienta *Raster to features* de *Spatial Analyst* (sin marcar *Generalize lines*). Los nuevos mapas se denominaron *ltc\_X* e *lo\_X*.
3. **Generación del mapa bioclimático.** Se unieron todos los mapas (mapas de *ltc*, *lo*, nieblas y malla), aplicando la herramienta *Union* para solapar todos los polígonos. La unión del archivo *malla*, permitió trabajar píxel a píxel pero en formato vectorial. El nuevo mapa generado se denominó *Pb\_X*. Se generaron posteriormente tres campos (*ltc*, *lo* y nieblas) y se asignaron con *Field Calculator* los valores de su columna correspondiente que generó el programa previamente (*gridcode*). Todos los campos iniciales sobrantes fueron eliminados con *Delete field*. Una vez hecho esto se generó un campo nuevo (*Cod\_PB*), para introducir un código de 3 cifras combinación de los valores enteros combina de las tres capas. Ejemplo: *termotipo* =1, *ombrotipo* =2, sin nieblas =0; Código = 120.

Nota: a los píxeles que estaban completamente en el mar, sin tocar a la isla, se les asignó valor 0 en el campo *Cod\_PB*.

4. **Confección de la tabla de asignación Piso bioclimático – Vegetación.** Se realizó una tabla en *Excel*, reuniendo cada código de tres cifras generado por la combinación de los tres mapas y asignándole su vegetación correspondiente. La columna con los códigos se nominó *Cod\_PB*, al igual que el nuevo mapa generado de pisos bioclimáticos.
5. **Generación del mapa final de vegetación.** En el mapa bioclimático se enlazó con la tabla de asignación, a través de un *join* con el campo común *Cod\_PB*. De esta forma se asignó a cada cuadrícula-píxel del mapa bioclimático un tipo de vegetación, al cual se le dio su color correspondiente.



## Resultados

Siguiendo la metodología indicada, se han confeccionado 27 mapas para Tenerife y 27 para Gran Canaria, representativos de la siguiente información:

- Fig. 1a y 1b. Mapa de nieblas de Tenerife y Gran Canaria, respectivamente.
- Fig. 2 - 25. Mapas de termotipos, ombrotipos, pisos bioclimáticos y vegetación potencial climatófila para cada uno de los escenarios (A- F) en Tenerife.
- Fig. 26 - 27. Mapas de localización de las estaciones termométricas, pluviométricas y termoplumiométricas de Tenerife.
- Fig. 28 - 30. Evolución espacial y cuantitativa de los termotipos, ombrotipos y vegetación potencial climatófila de Tenerife en los diferentes escenarios considerados.
- Fig. 31- 54. Mapas de termotipos, ombrotipos, pisos bioclimáticos y vegetación potencial climatófila para cada uno de los escenarios (A- F) en Gran Canaria.
- Fig. 55 - 56. Mapas de localización de las estaciones termométricas, pluviométricas y termoplumiométricas de Gran Canaria.
- Fig. 57 - 59. Evolución espacial y cuantitativa de los termotipos, ombrotipos y vegetación potencial climatófila de Gran Canaria en los diferentes escenarios considerados.
- Fig. 60 – 61. Comparación entre mapas de vegetación potencial climatófila y potencial climatófila, edafófila y permanente del escenario actual (B) para Tenerife y Gran Canaria.
- Tabla 1. Correspondencia entre Piso bioclimático y vegetación potencial climatófila.





Estas figuras representan una batería de mapas donde se muestra, para cada uno de los escenarios, las capas temáticas principales que conducen a la confección de sus mapas de vegetación potencial climatófila. Se complementan con unas figuras finales, donde a modo de compendio, se presenta la variación de cada una de las capas principales a lo largo de los diferentes escenarios. Todo ello se acompaña de tablas que muestran la misma variación, pero de forma cuantitativa, a través de la expresión de las hectáreas cubiertas por cada entidad representativa de cada capa temática para cada escenario.

## TENERIFE

### Evolución de los termotipos (Fig. 28).

Debido a la configuración topográfica piramidal de la isla, los termotipos se distribuyen de forma concéntrica sobre su superficie. El calentamiento provoca un aumento de la superficie del termotipo Inframediterráneo y una disminución, en general, del resto de termotipos, fenómeno provocado por la mencionada configuración topográfica. Lo más notable del Escenario A, el único donde se considera un enfriamiento, es la aparición en la cima del Teide del termotipo Crioromediterráneo, y el aumento en superficie de todos los termotipos, excepto el Inframediterráneo, debido al impedimento a su crecimiento que supone la barrera marina. Para el resto de los escenarios, donde la temperatura va aumentando, es notable, aparte de la evolución general antes mencionada, la desaparición del termotipo Oromediterráneo en los Escenarios E y F, y su presencia vestigial en el D.

### Evolución de los ombrotipos (Fig. 29).

La distribución de ombrotipos en la isla de Tenerife depende básicamente de la altitud y la exposición a los vientos dominantes. Su distribución en la vertiente norte no es linealmente creciente con la altitud, sino que se asemeja más a una distribución unimodal, consecuencia de la disminución de las lluvias por encima del estrato nuboso del alisio. Las fachadas de barlovento son las más favorecidas por la lluvia y ello queda claramente puesto de manifiesto en la distribución espacial de ombrotipos en los diferentes escenarios.





La tendencia general a lo largo de los distintos escenarios es hacia una aridificación y a medida que disminuye la pluviometría y aumenta la temperatura (el *lo* combina ambos factores climáticos) se observa una pérdida gradual del ombrotipo subhúmedo y un ascenso altitudinal de los límites de los ombrotipos inferiores.

### Evolución de la vegetación potencial climatófila (Fig. 30).

En base a la delimitación de los diferentes pisos bioclimáticos que se originan en los distintos escenarios considerados y su correspondencia con las series de vegetación climatófila que les corresponde, observamos: un aumento general de la superficie potencial de tabaibal dulce y cardonal; ligero aumento de la superficie del sabinar, a lo que contribuye básicamente el aumento del sabinar húmedo; incremento de la superficie potencial de monteverde seco; disminución notable de la superficie potencial de monteverde húmedo; estabilidad en la superficie asignada a monteverde seco-estival; incremento inicial de la superficie potencial de pinar, seguido de una disminución posterior en los Escenarios D-F; disminución drástica de la superficie del retamar; desaparición del piso de vegetación correspondiente a la violeta del Teide (que no implica su desaparición en los ambientes glerófilos de cumbre).

La evolución considerada para el monteverde en general, es dependiente del área de nieblas. En este estudio hemos considerado esta área fija, con dos subdivisiones: la inferior, de nieblas más o menos constantes a lo largo de todo el año, con límite inferior variable entre 300 y 400 m, y superior en torno a 1250 m; la superior, que se extiende sobre ésta aproximadamente hasta los 1500 m y que carece de nieblas en verano. La posible variación en el tiempo del área de incidencia de estas nieblas, generaría cambios significativos de la vegetación en estos escenarios.



### Evolución de los termotipos (Fig. 57).

Debido a la configuración topográfica de la isla, los termotipos se distribuyen de forma concéntrica sobre su superficie. El calentamiento provoca un aumento de la superficie del termotipo Inframediterráneo y una disminución, en general, del resto de termotipos, fenómeno provocado por la mencionada configuración topográfica.

Lo más notable del Escenario A, el único donde se considera un enfriamiento, es la aparición del termotipo Supramediterráneo, aunque con escasa superficie.

Para el resto de los escenarios, donde la temperatura va aumentando, es notable la desaparición del termotipo Mesomediterráneo superior a partir del escenario C en adelante.

En el escenario F, se observan anomalías quizá derivadas de las estimaciones térmicas hechas para la confección del *Itc*. Estas anomalías se manifiestan como un decremento de la superficie del piso Inframediterráneo, y un incremento del Termo- y Mesomediterráneo, cuando teóricamente la evolución debiera ser contraria. Recomendamos prudencia en la utilización de este último escenario.

### Evolución de los ombrotipos (Fig. 58).

La distribución de ombrotipos en la isla de Gran Canaria depende básicamente de la altitud y la exposición a los vientos dominantes. Su variación en la isla se comporta de forma más lineal que en Tenerife, debido a la menor altitud alcanzada. Las fachadas de barlovento son las más favorecidas por la lluvia y ello queda claramente puesto de manifiesto en la distribución espacial de ombrotipos en los diferentes escenarios.

La tendencia general a lo largo de los distintos escenarios es hacia una aridificación (incremento acusado del ombrotipo hiperárido que quintuplica su superficie a lo largo de los escenarios) y a medida que disminuye la pluviometría y aumenta la temperatura (el *Io* combina ambos factores climáticos) se observa una pérdida gradual del ombrotipo subhúmedo que se reduce drásticamente, y un ascenso altitudinal de los límites de los ombrotipos inferiores. Para estos se observa en general una disminución



de su área, que es derivada de las menores superficies que sucesivamente van proporcionando las bandas topográficas que comprenden, consecuencia de la configuración topográfica insular.

### Evolución de la vegetación potencial climatófila (Fig. 59).

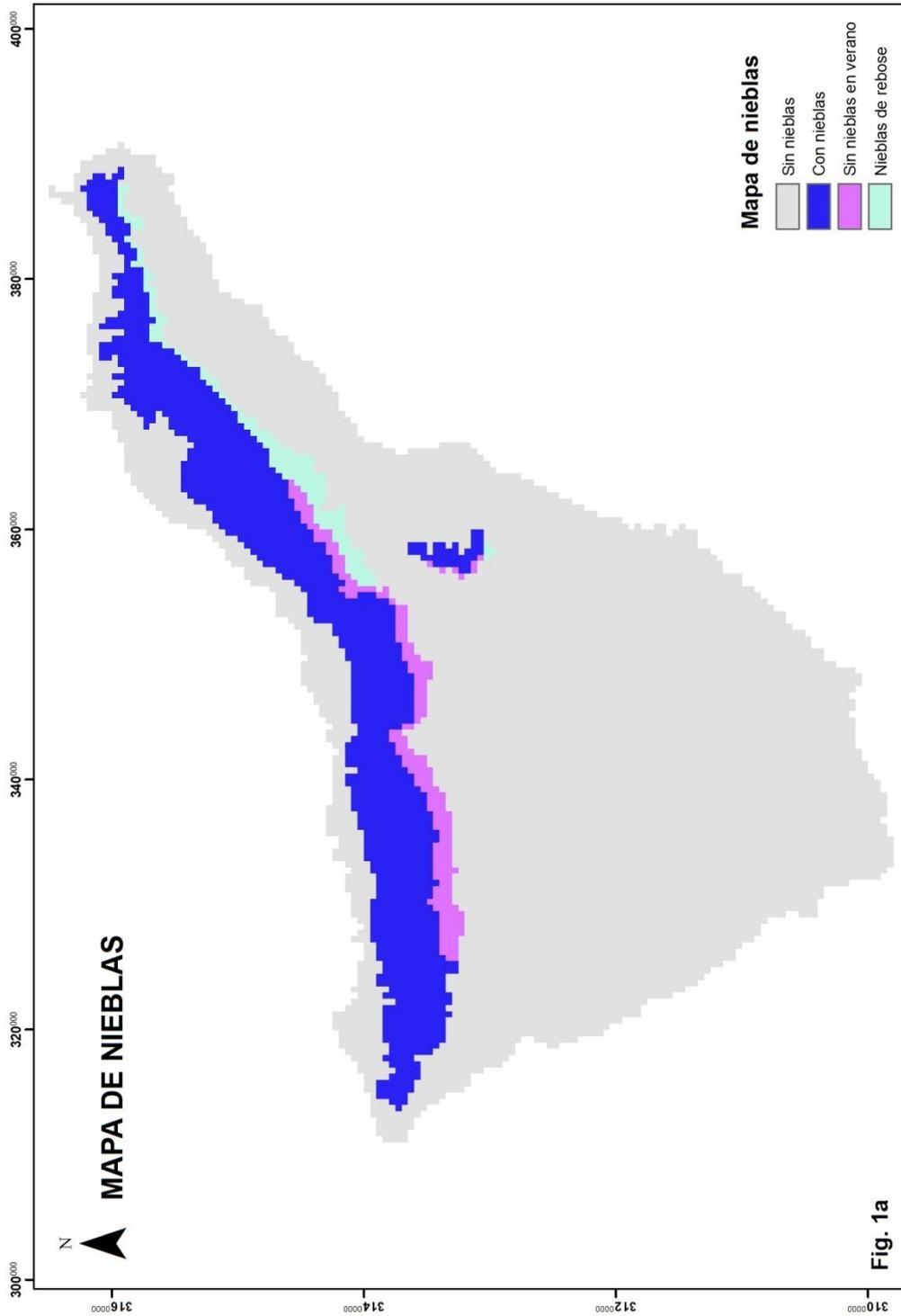
En base a la delimitación de los diferentes pisos bioclimáticos que se originan en los distintos escenarios considerados, establecemos su correspondencia con las series de vegetación climatófila. Teóricamente, como consecuencia de la aridificación insular, debería presentarse un incremento de superficie de la vegetación de los pisos inferiores, pero esto no siempre es así por la disminución de superficie con la altitud y la barrera que establecen las nieblas en la vertiente norte, cuyo límite se ha mantenido fijo.

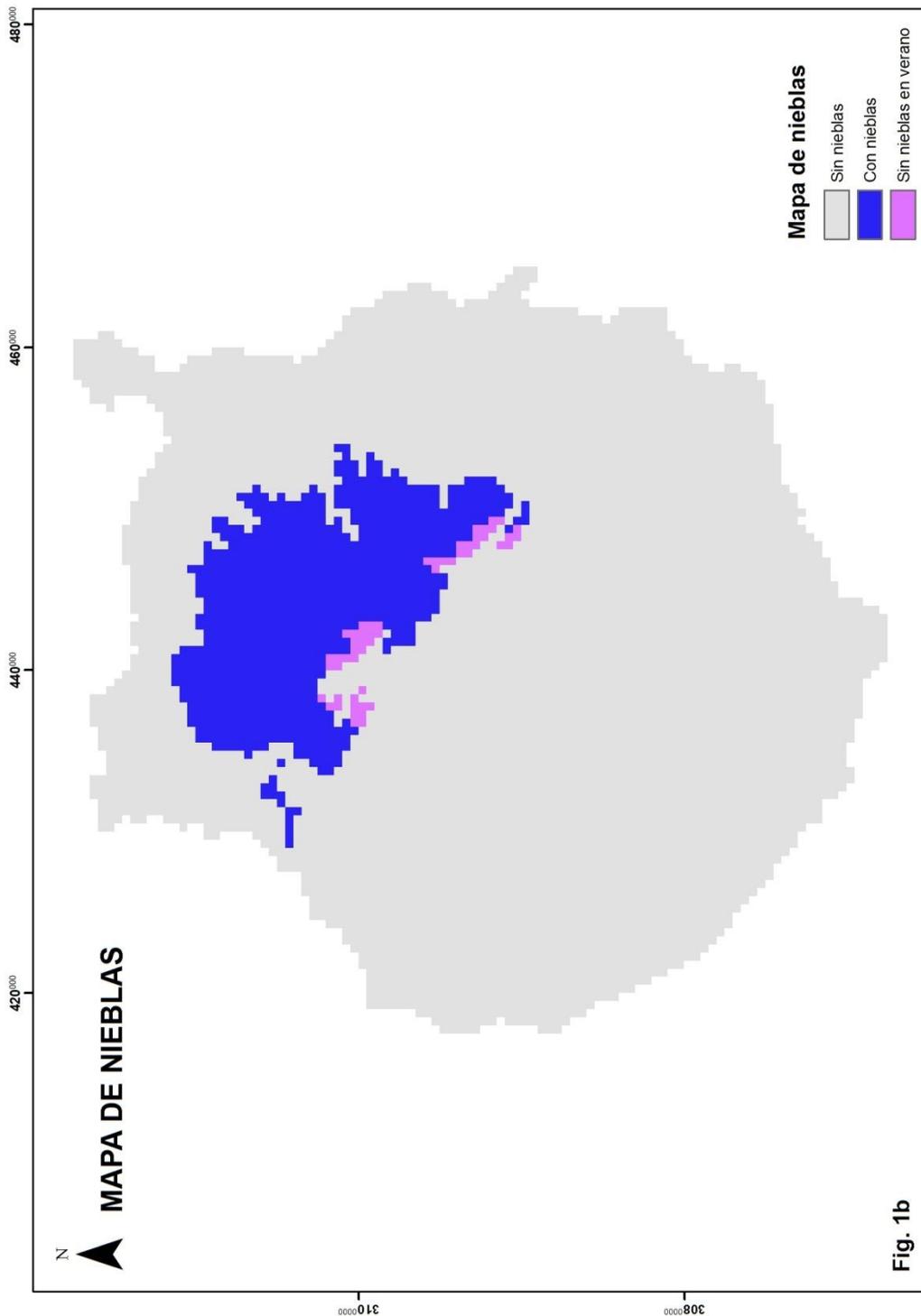
Observamos en los mapas de vegetación climatófila un amplio desarrollo del área del bosque termoesclerófilo. La realidad es que buena parte de ese territorio es de carácter sálico (ácido) y sería ocupada con carácter edafófilo por el pinar (Fig. 61). Por ello, en los mapas de vegetación de cada uno de los escenarios, en la leyenda correspondiente figura: Acebuchal (Pinar sobre sustratos Termo-Mesomediterráneo sálico).

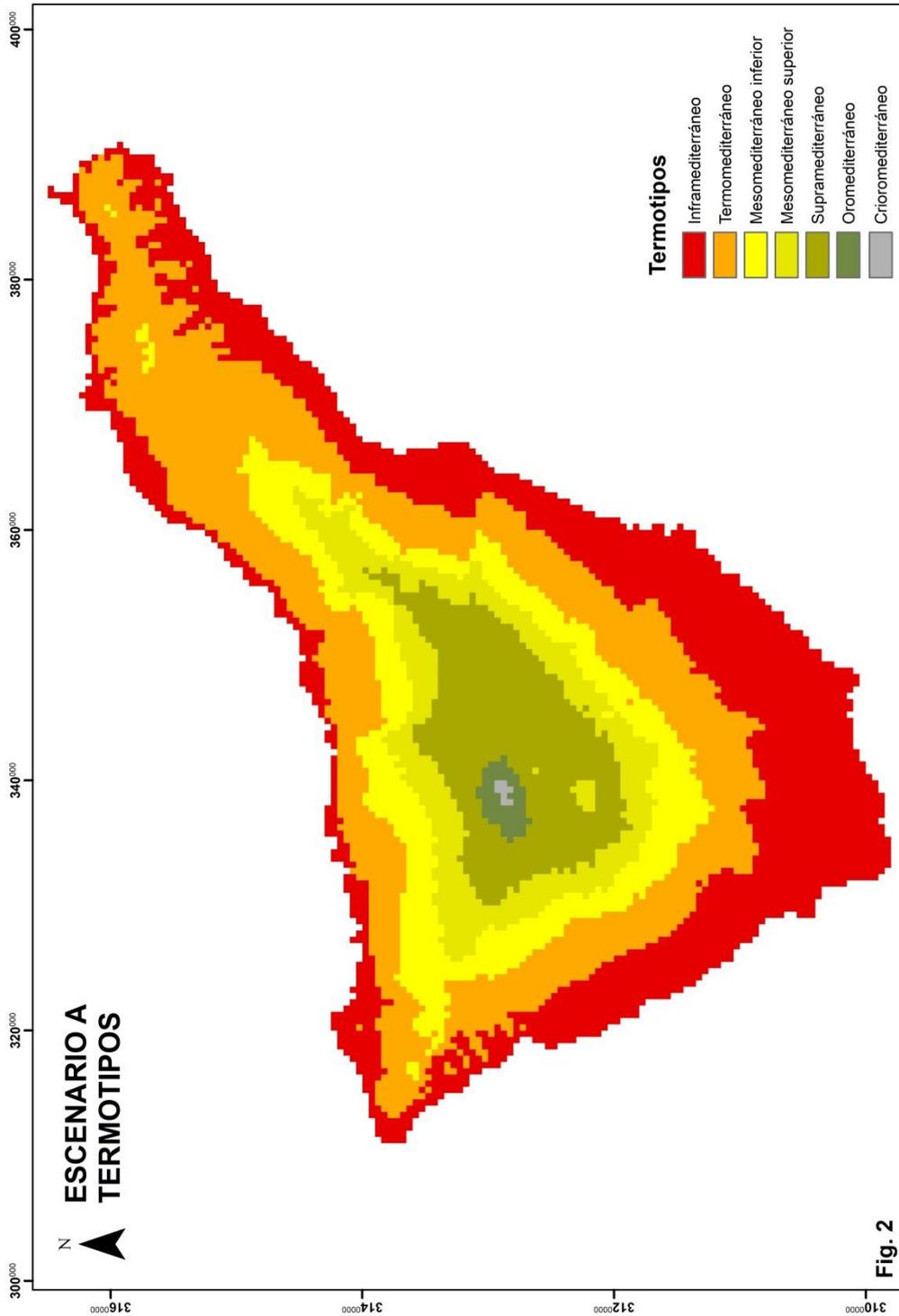
De forma general, aumenta la superficie potencial del tabaibal dulce. Disminuye ligeramente la del área del cardonal y bosque termoesclerófilo, sin embargo el bosque termoesclerófilo se expande en la vertiente norte. Se observa también una disminución de monteverde seco y húmedo, manteniéndose constante el área del monteverde seco-estival. Con respecto al pinar, existe una reducción paulatina (excepto en el escenario F, para el cual ya hemos manifestado las anomalías que presenta); pero si tenemos en cuenta su expansión edafófila por sustratos sálicos, ocuparía un área muy superior, adjudicándose la del bosque termoesclerófilo en la mitad suroeste de la isla.

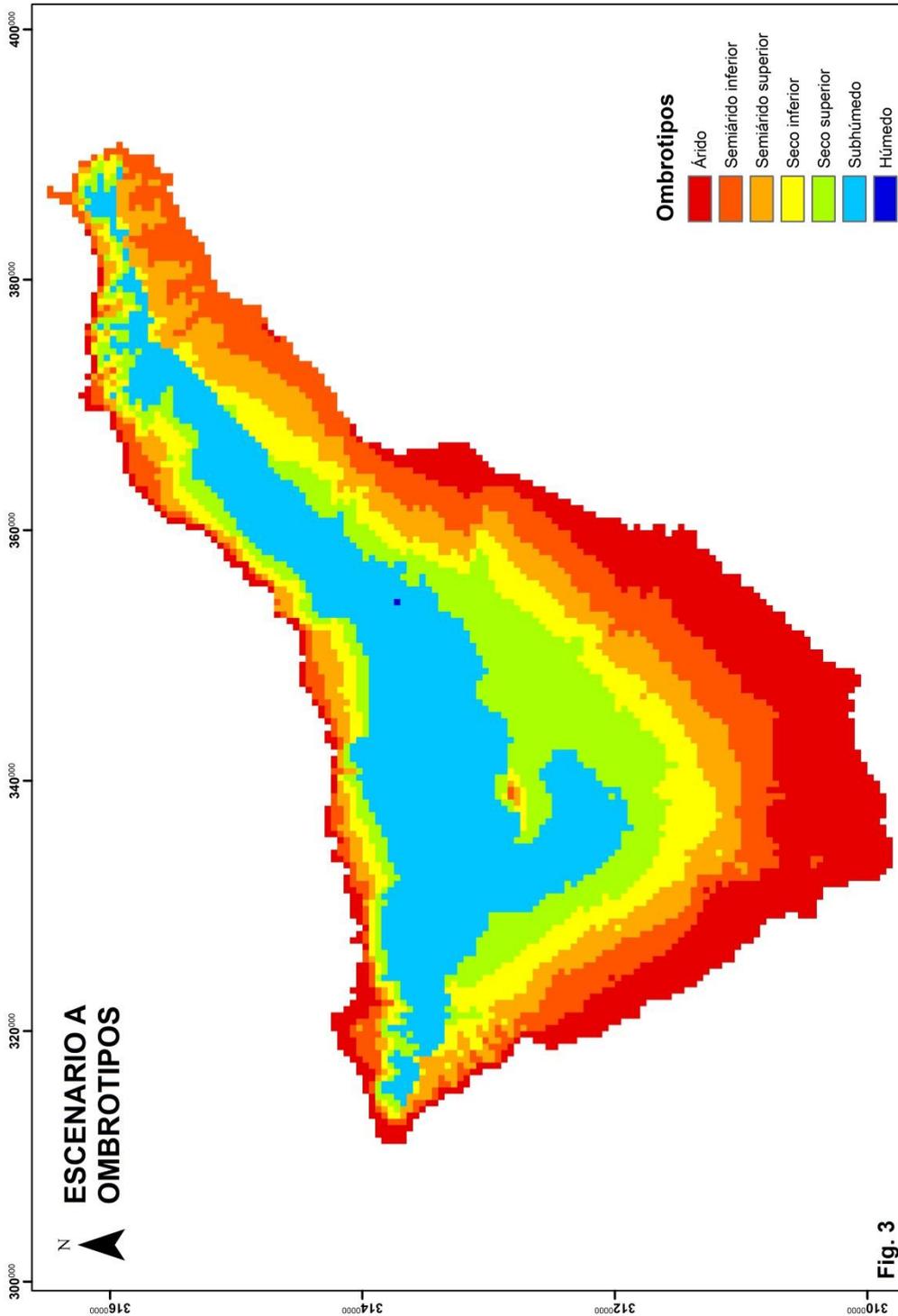
Como curiosidad, cabe destacar la aparición del área climatófila para el desarrollo de un posible matorral de cumbre Supramediterráneo en el escenario A.

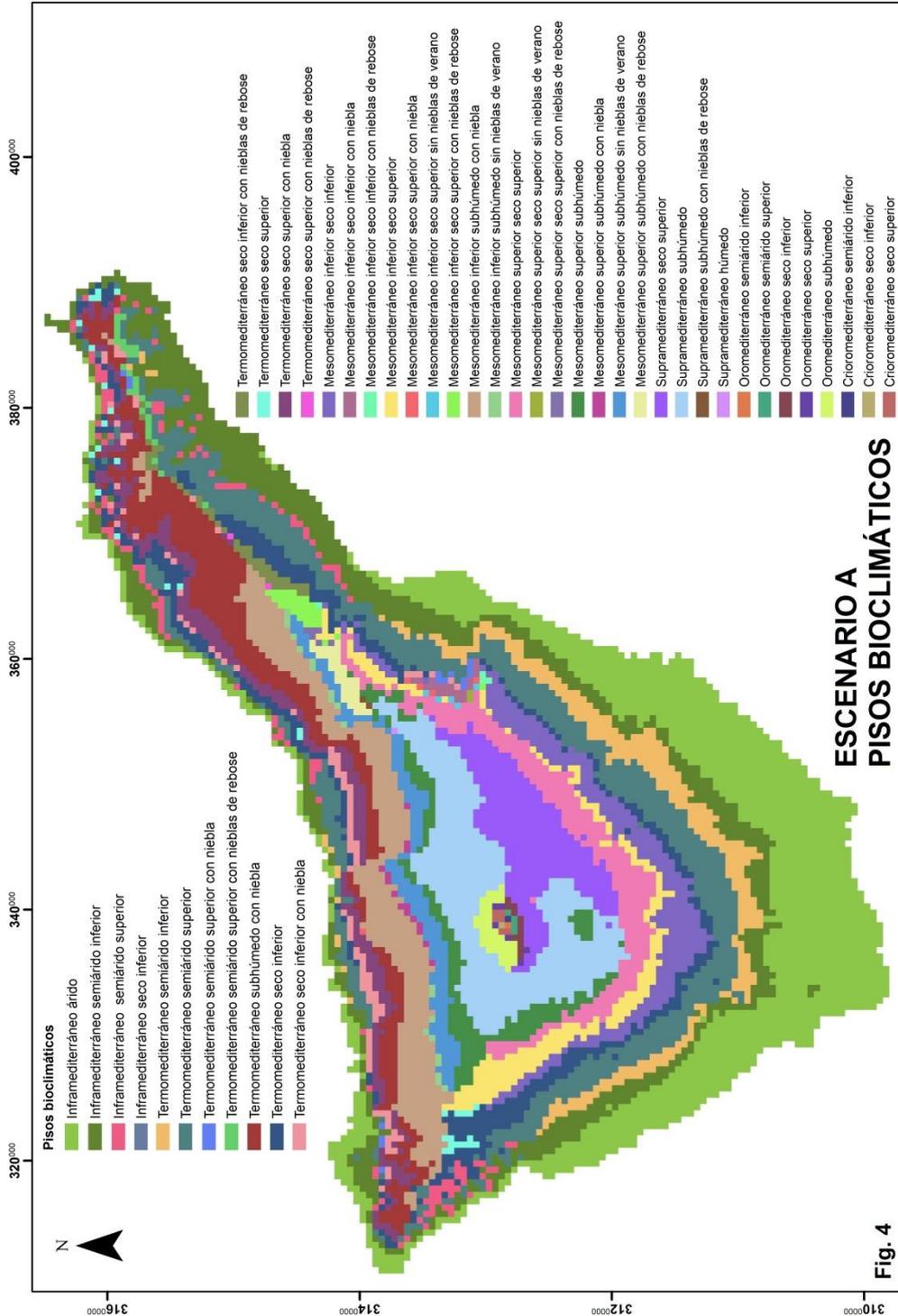


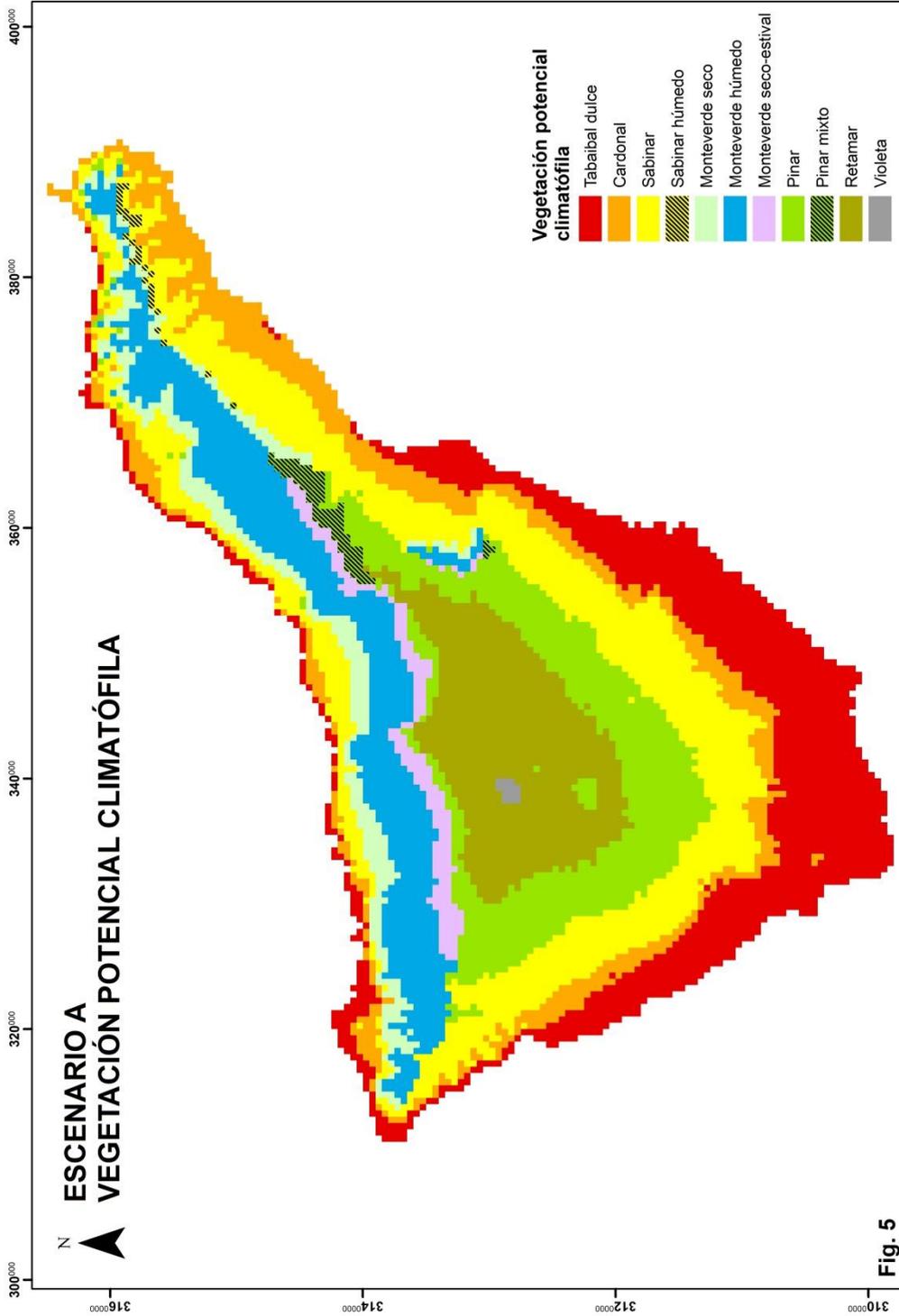


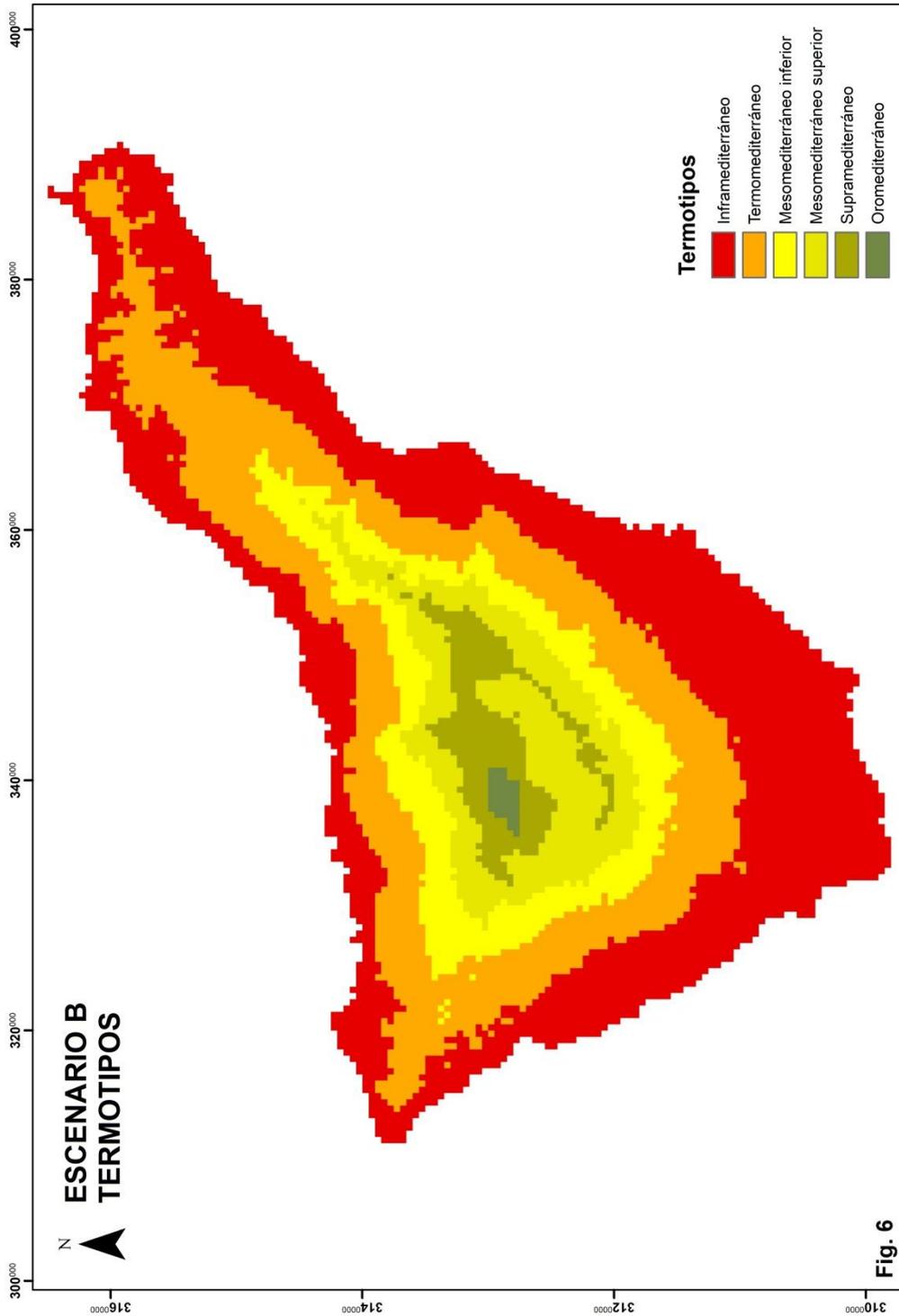


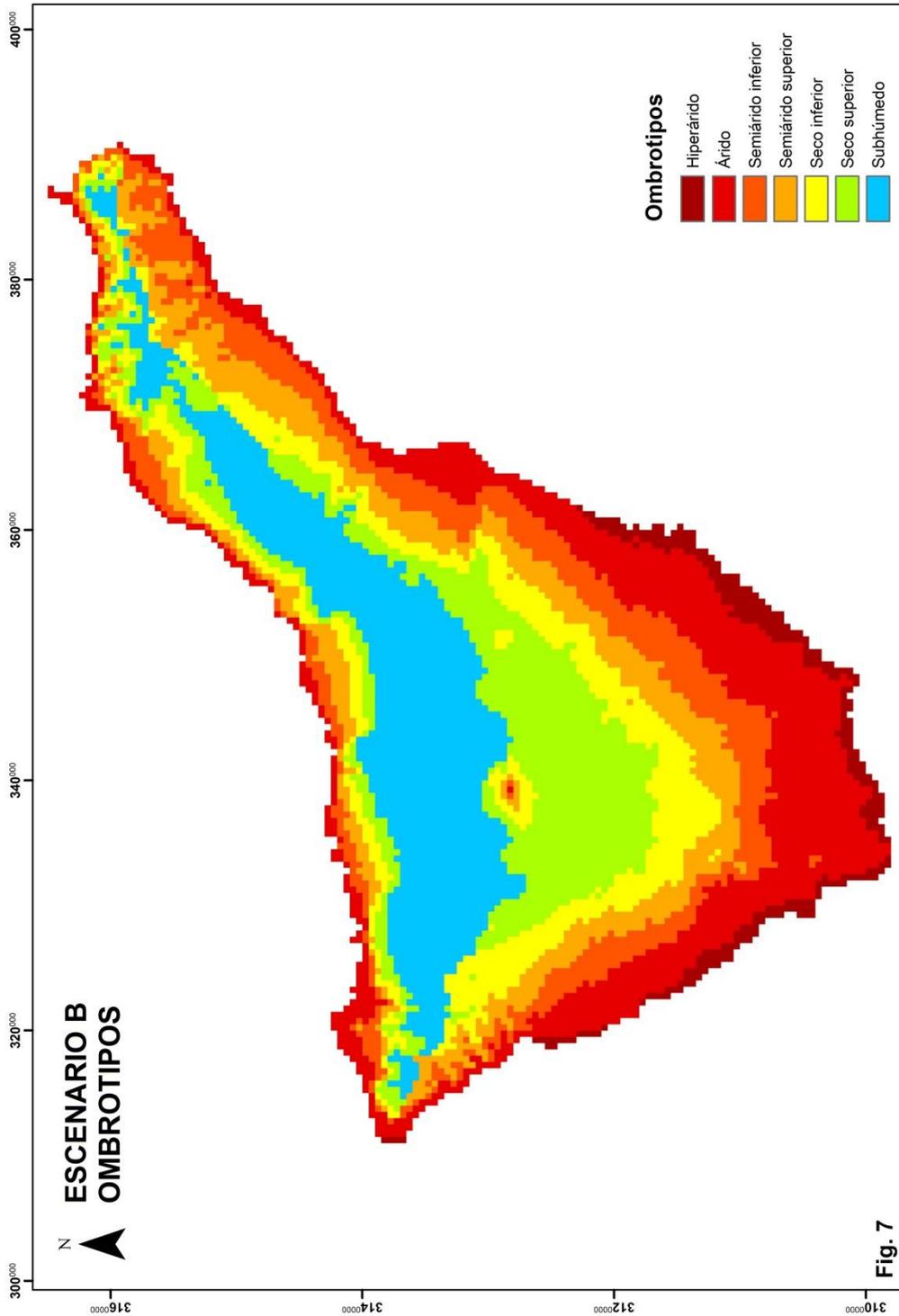












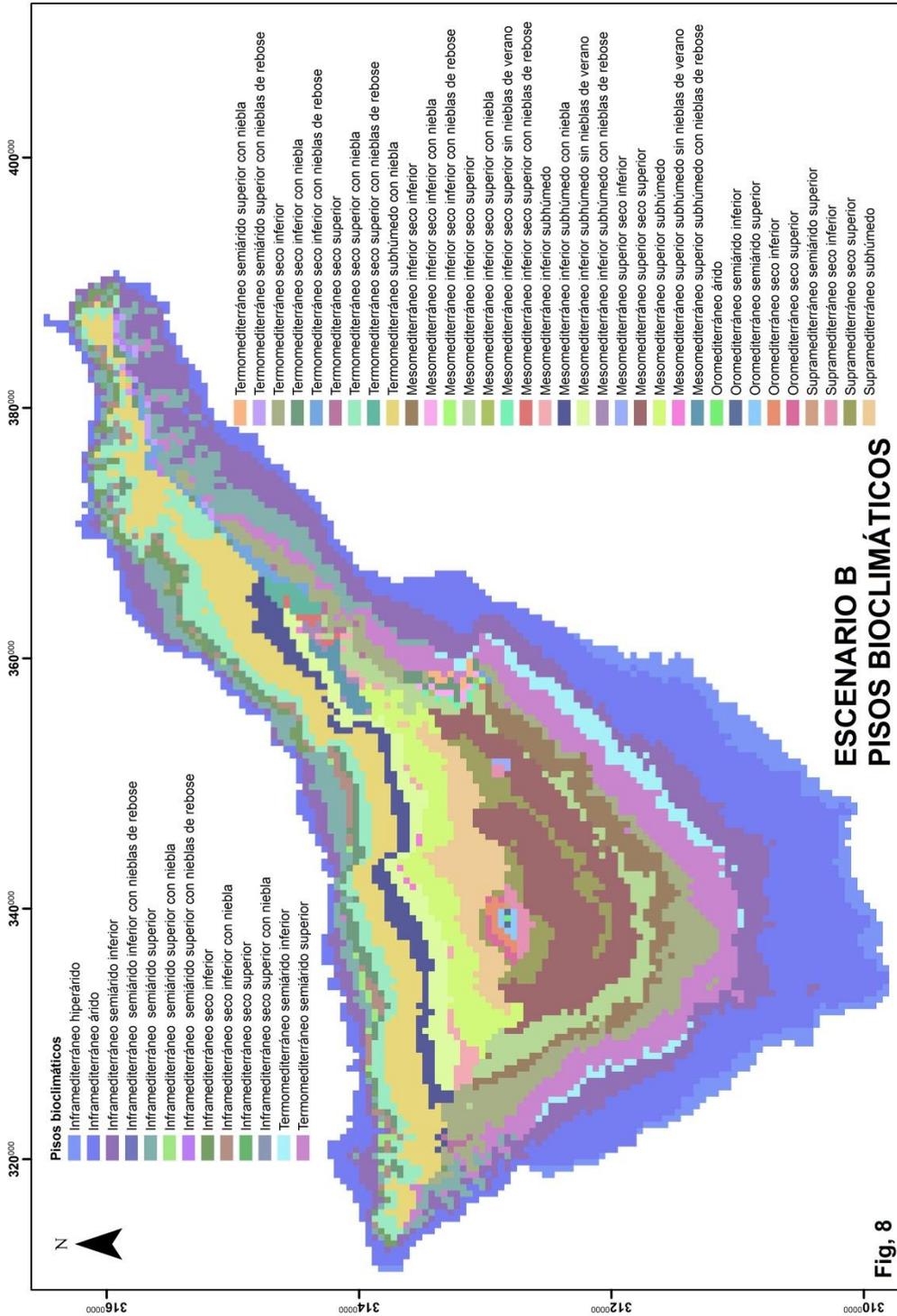
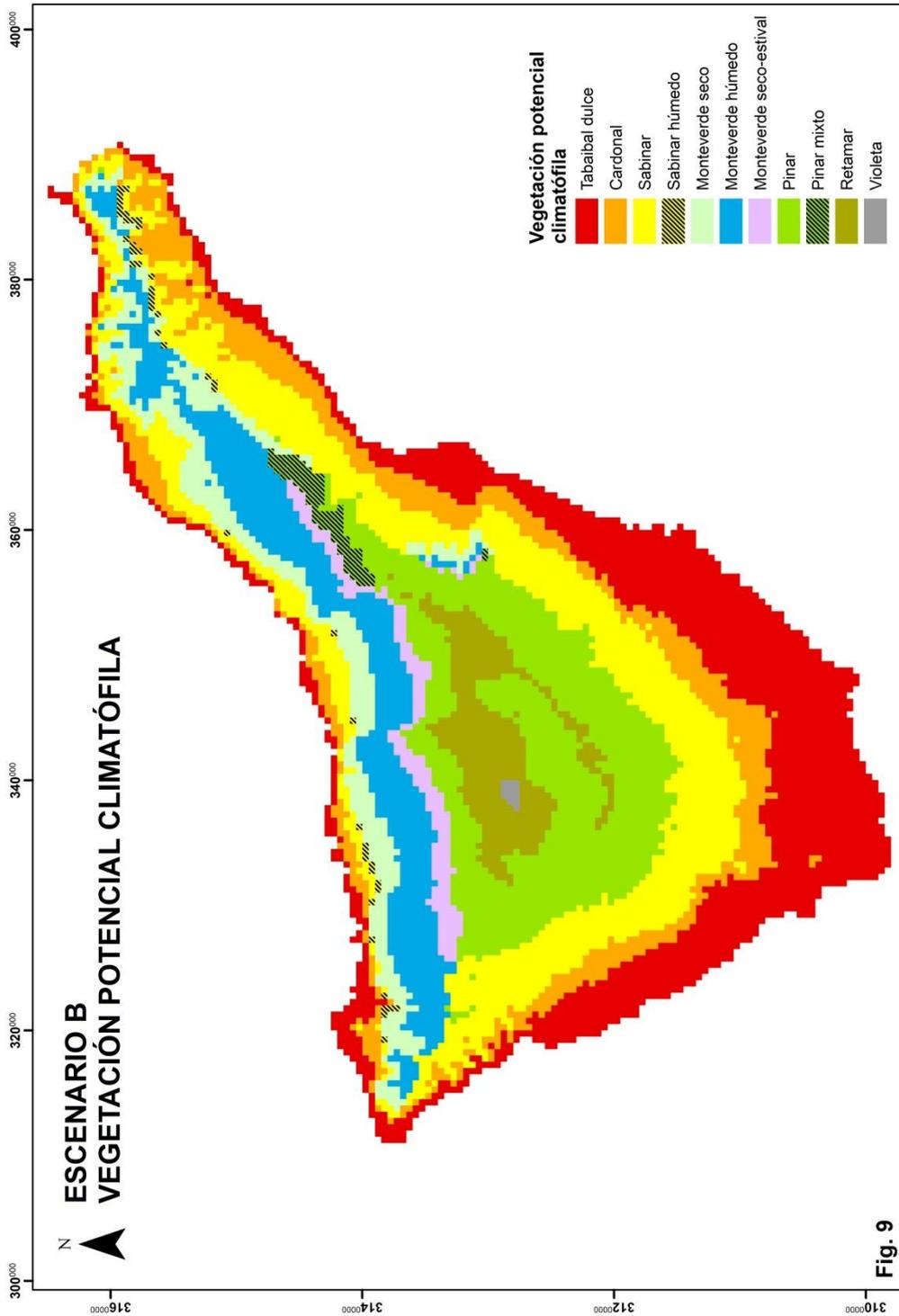
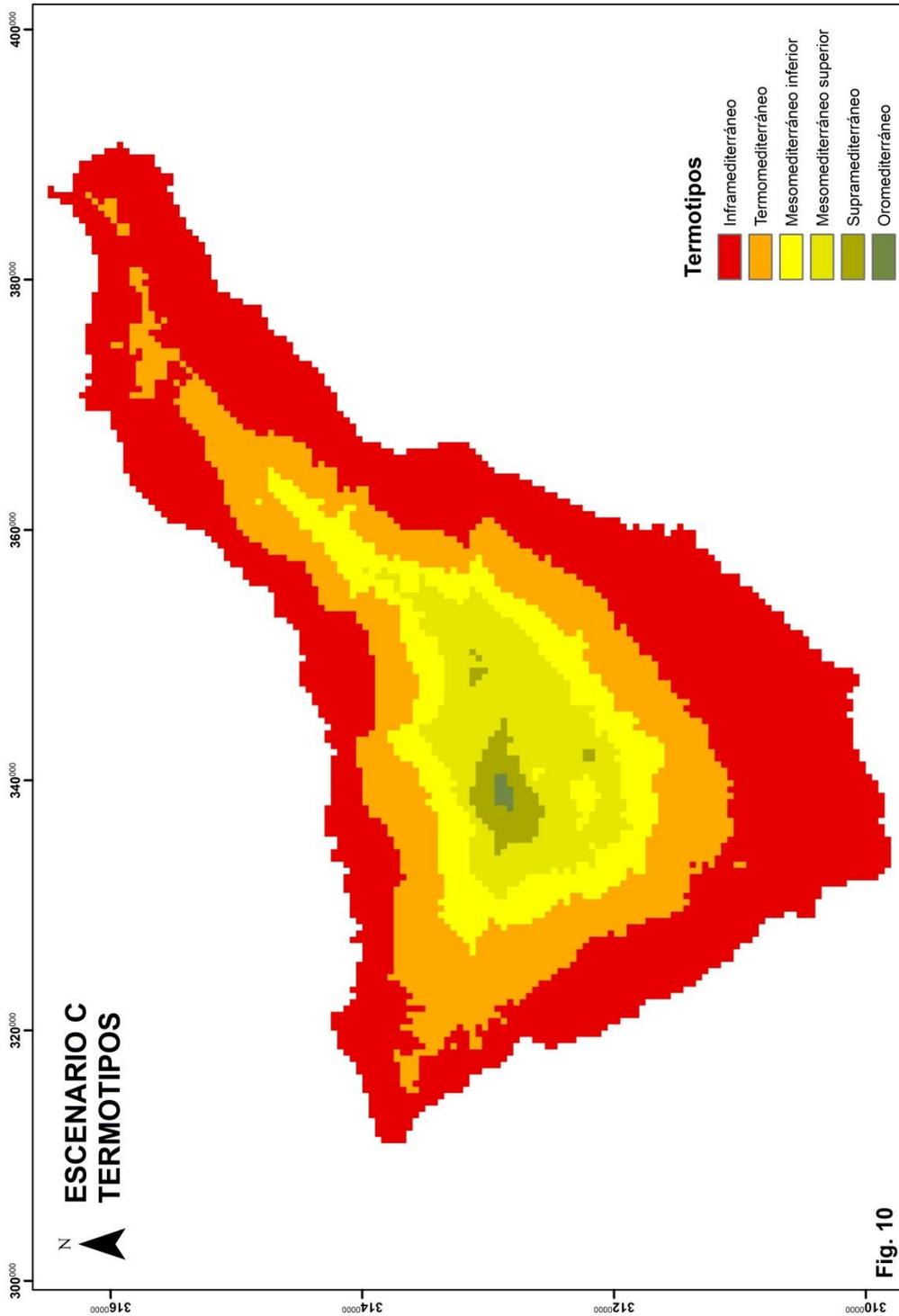
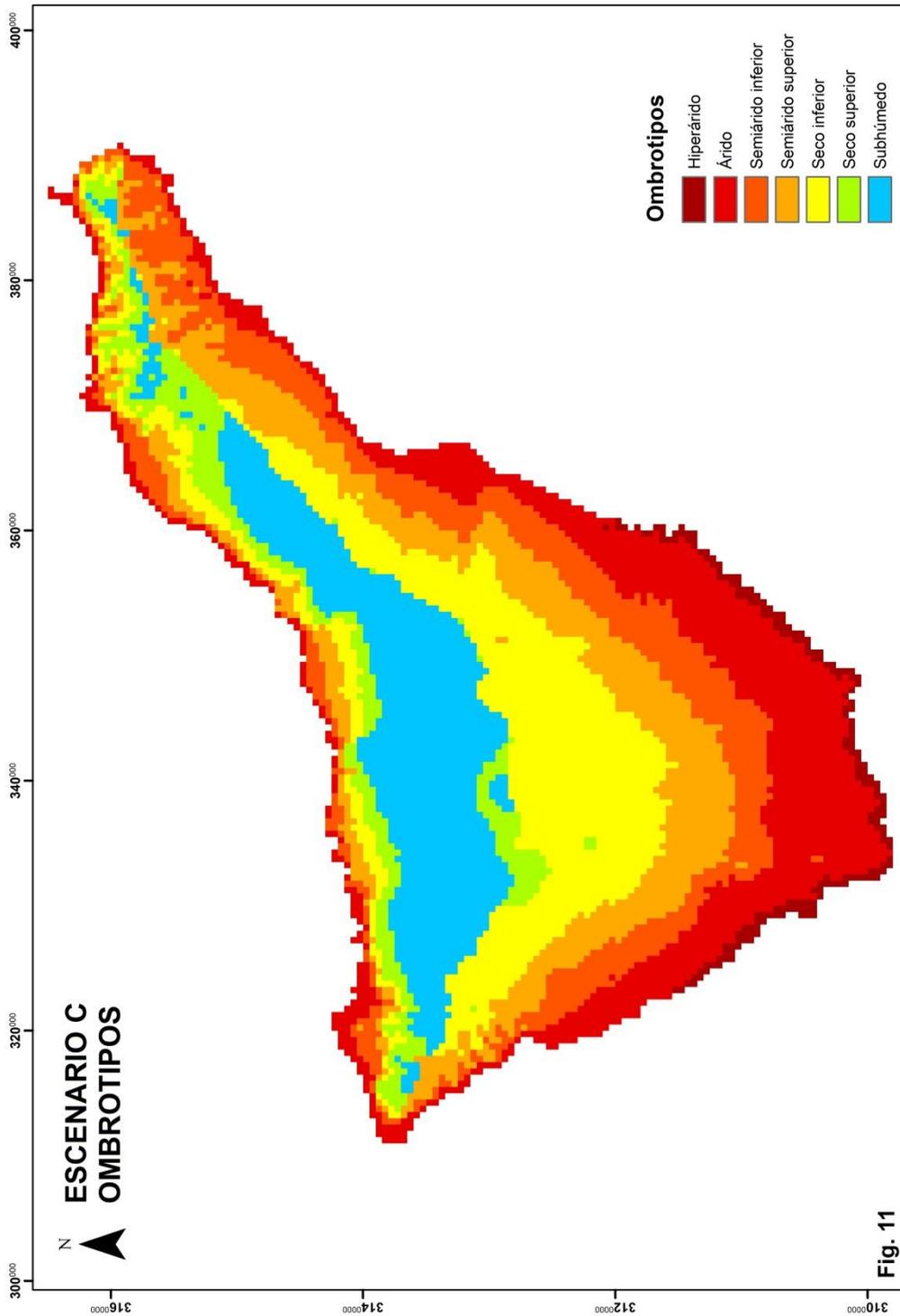


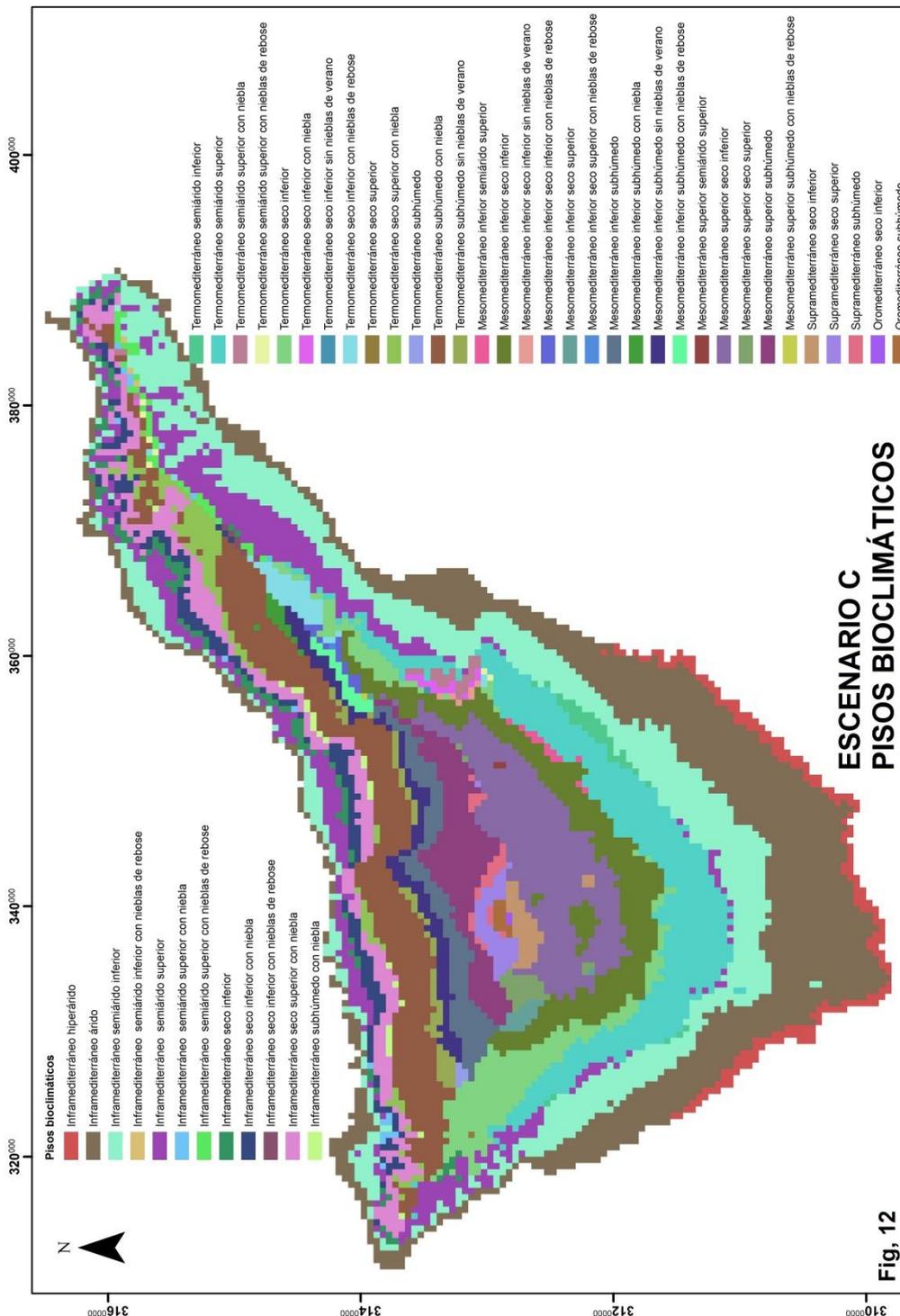
Fig. 8





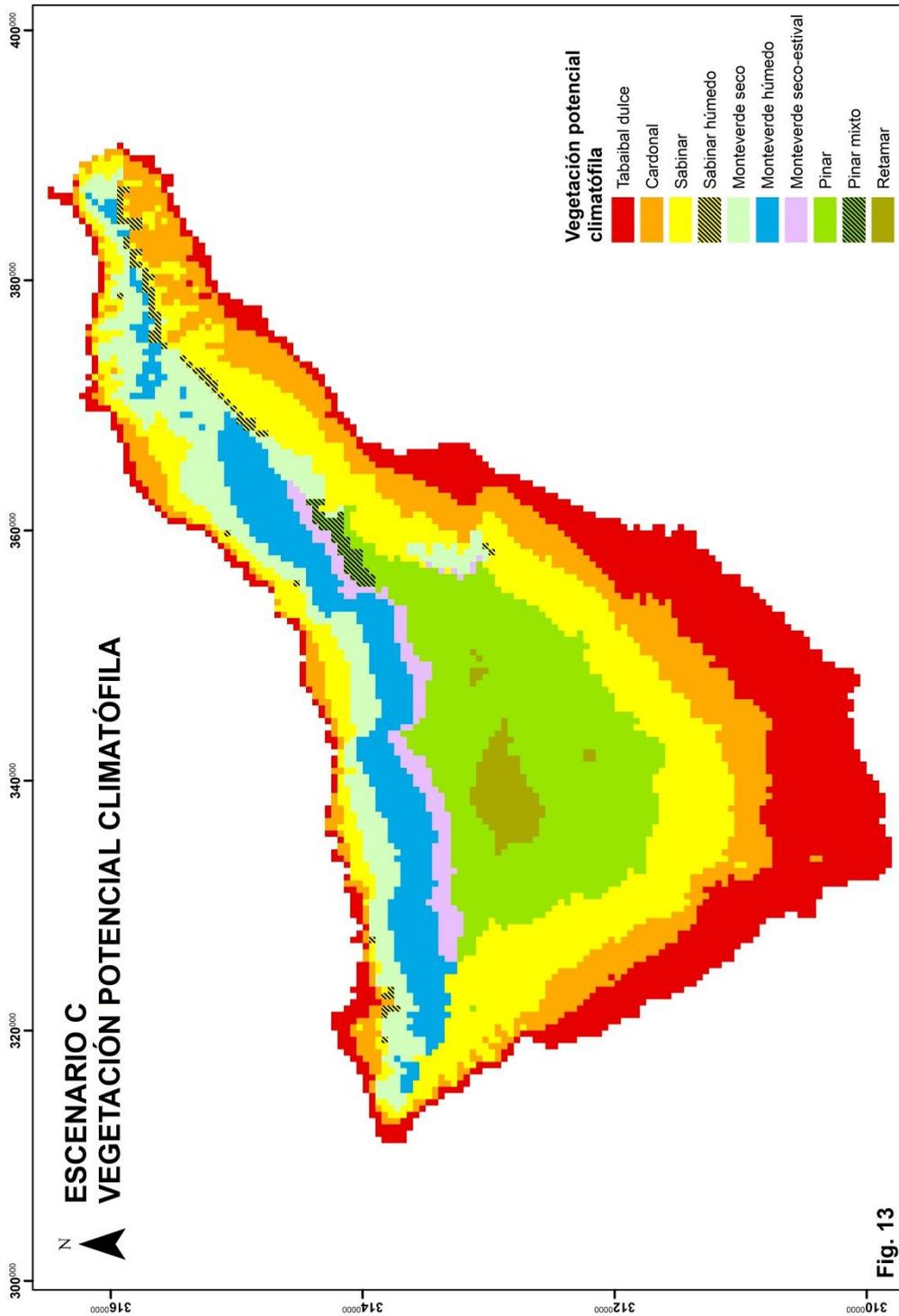


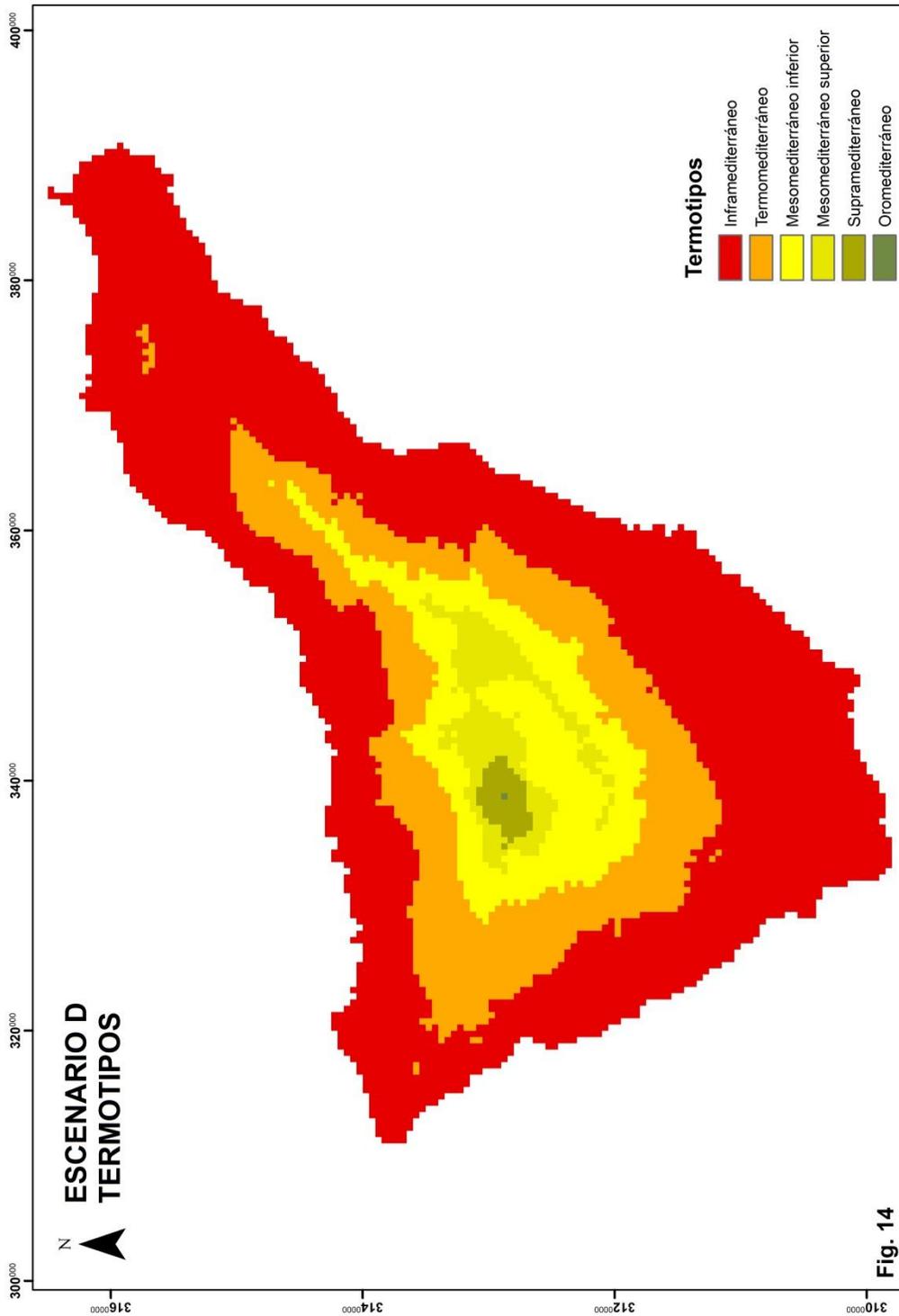


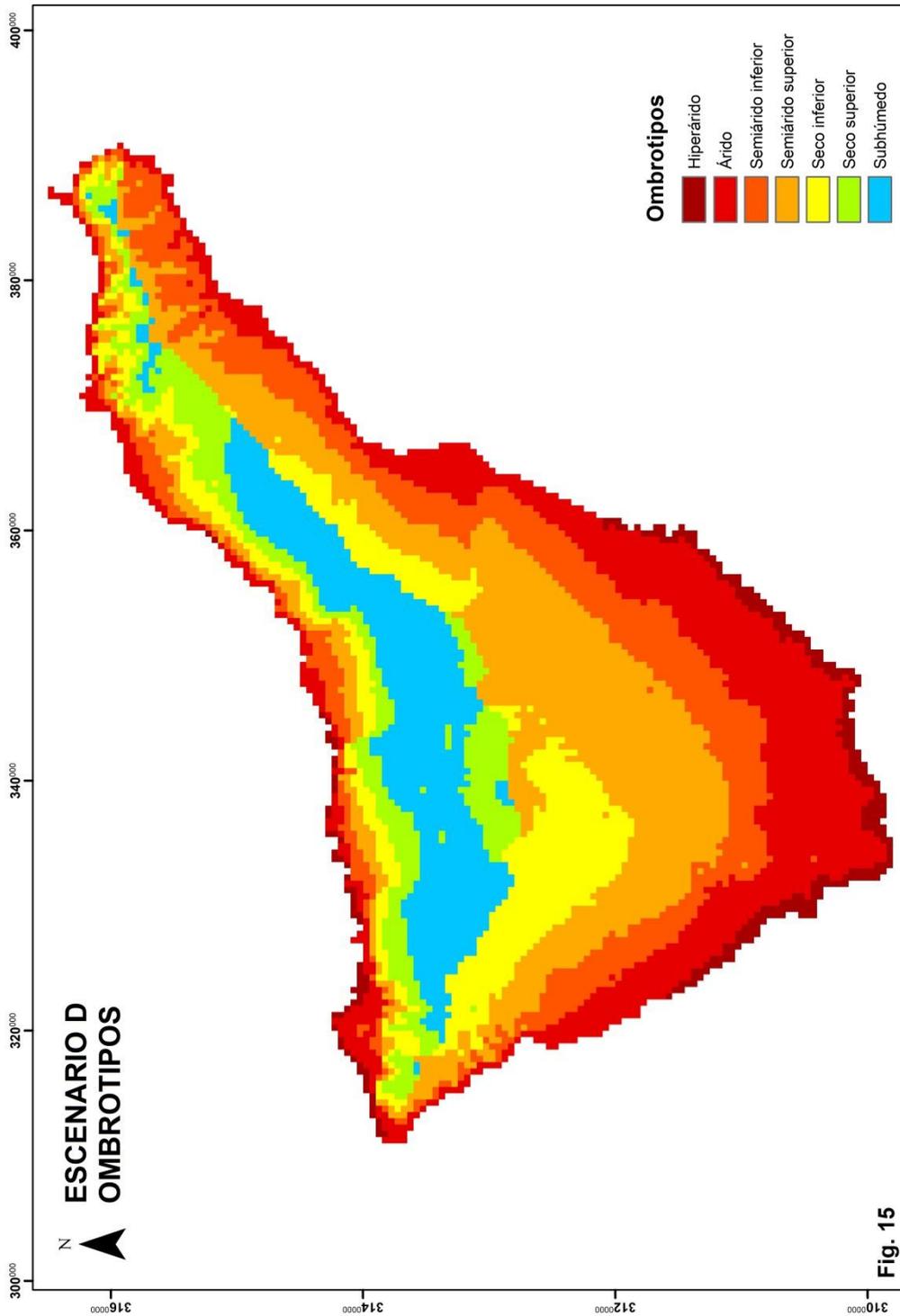


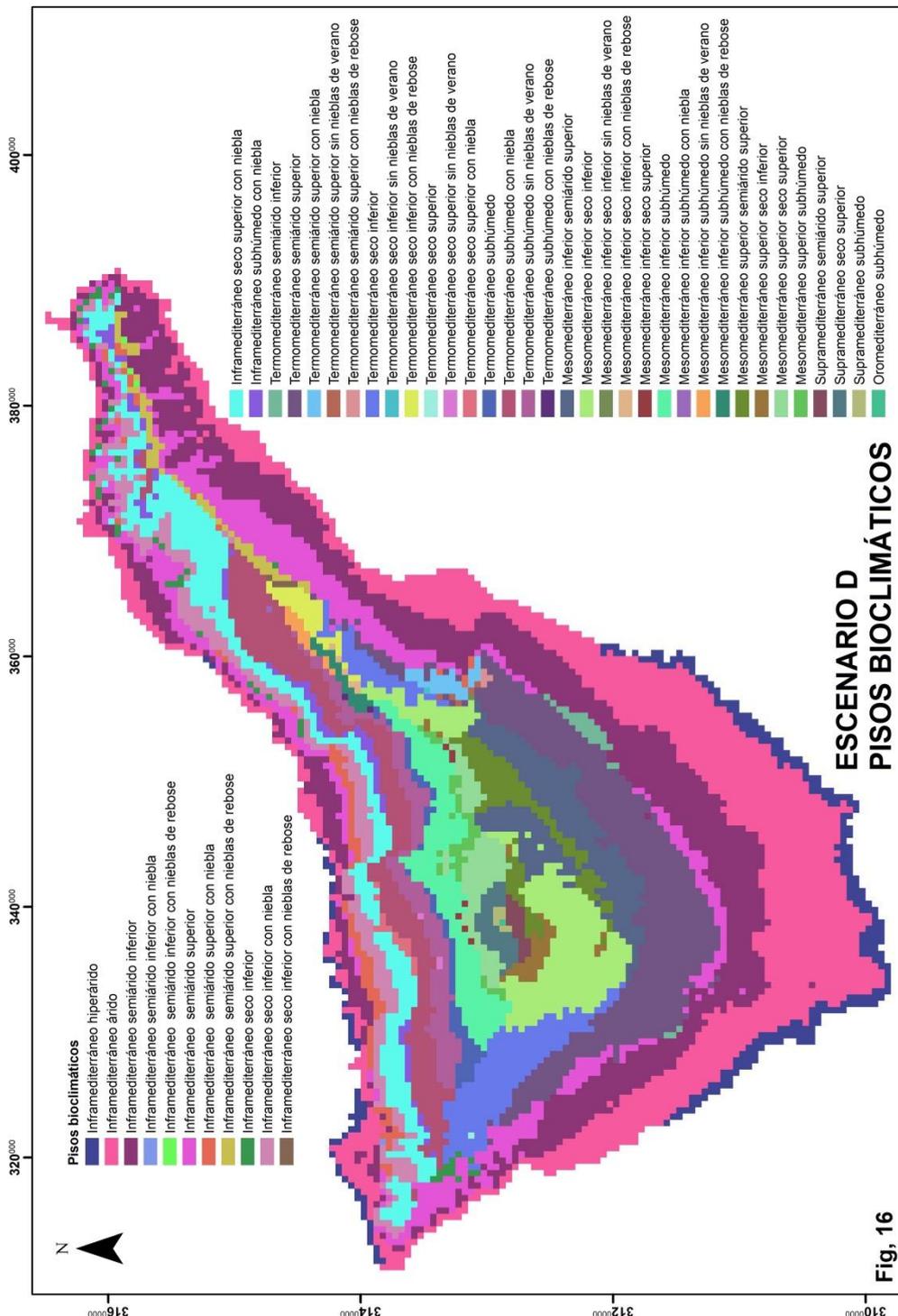
**Fig, 12**

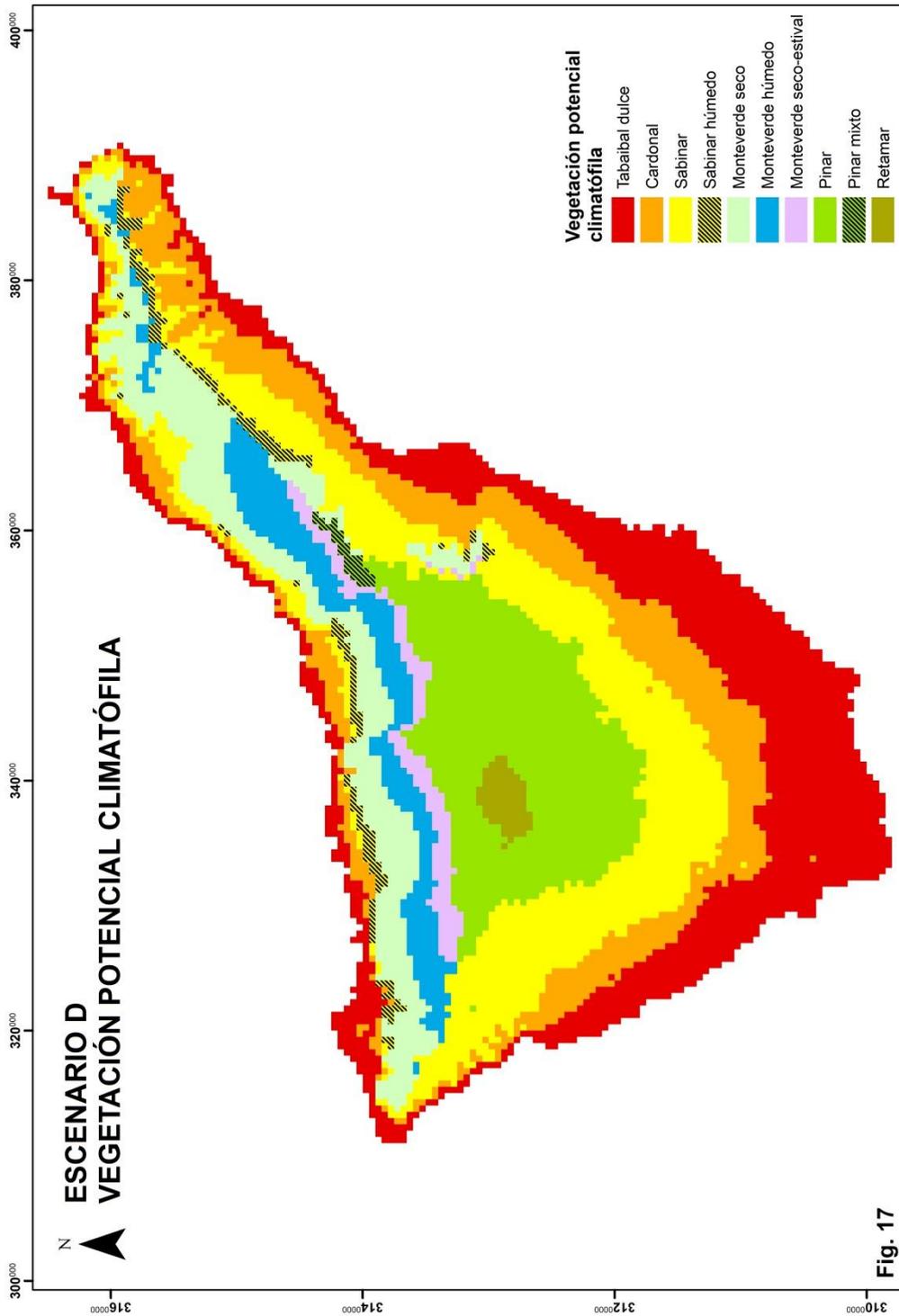


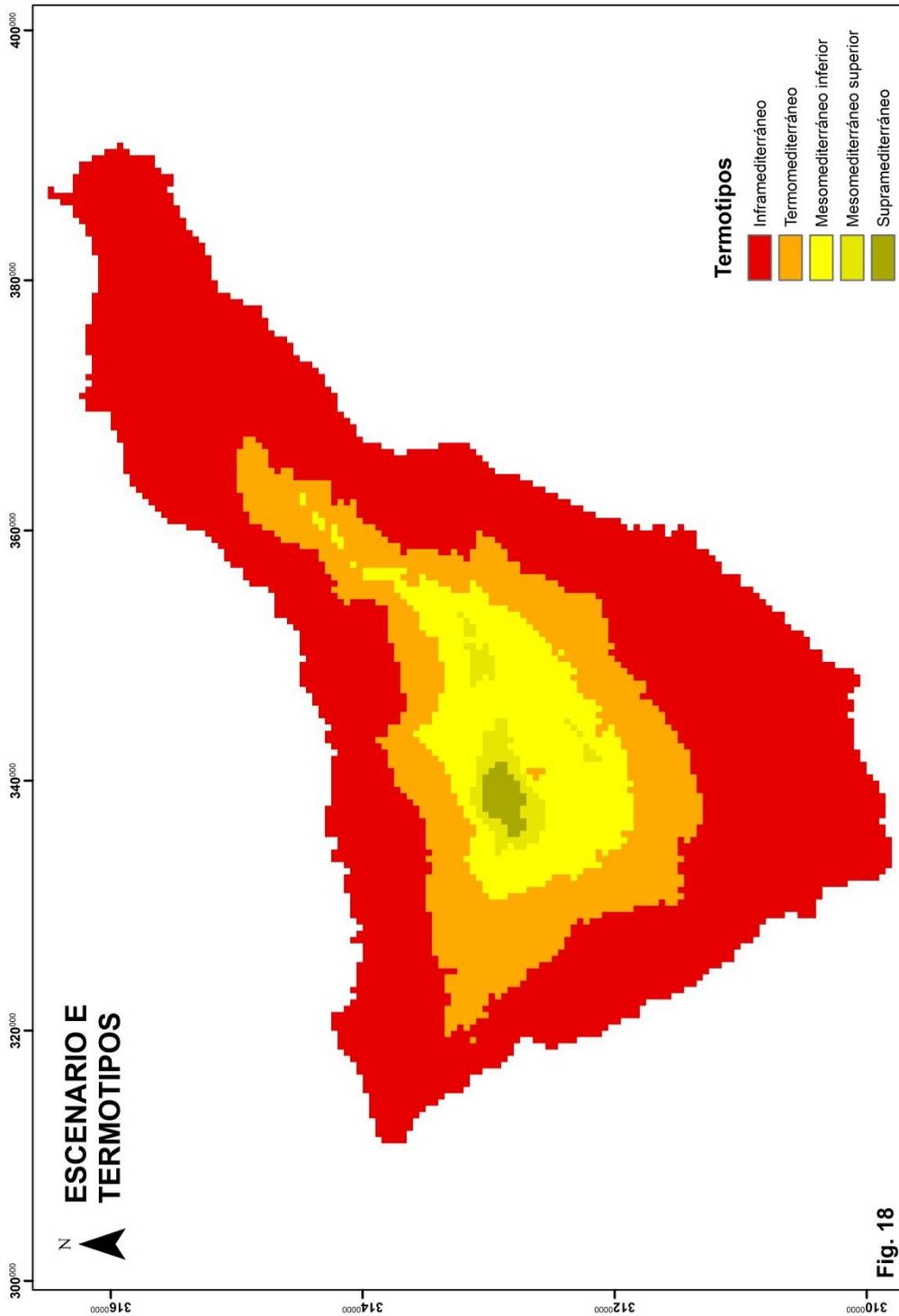


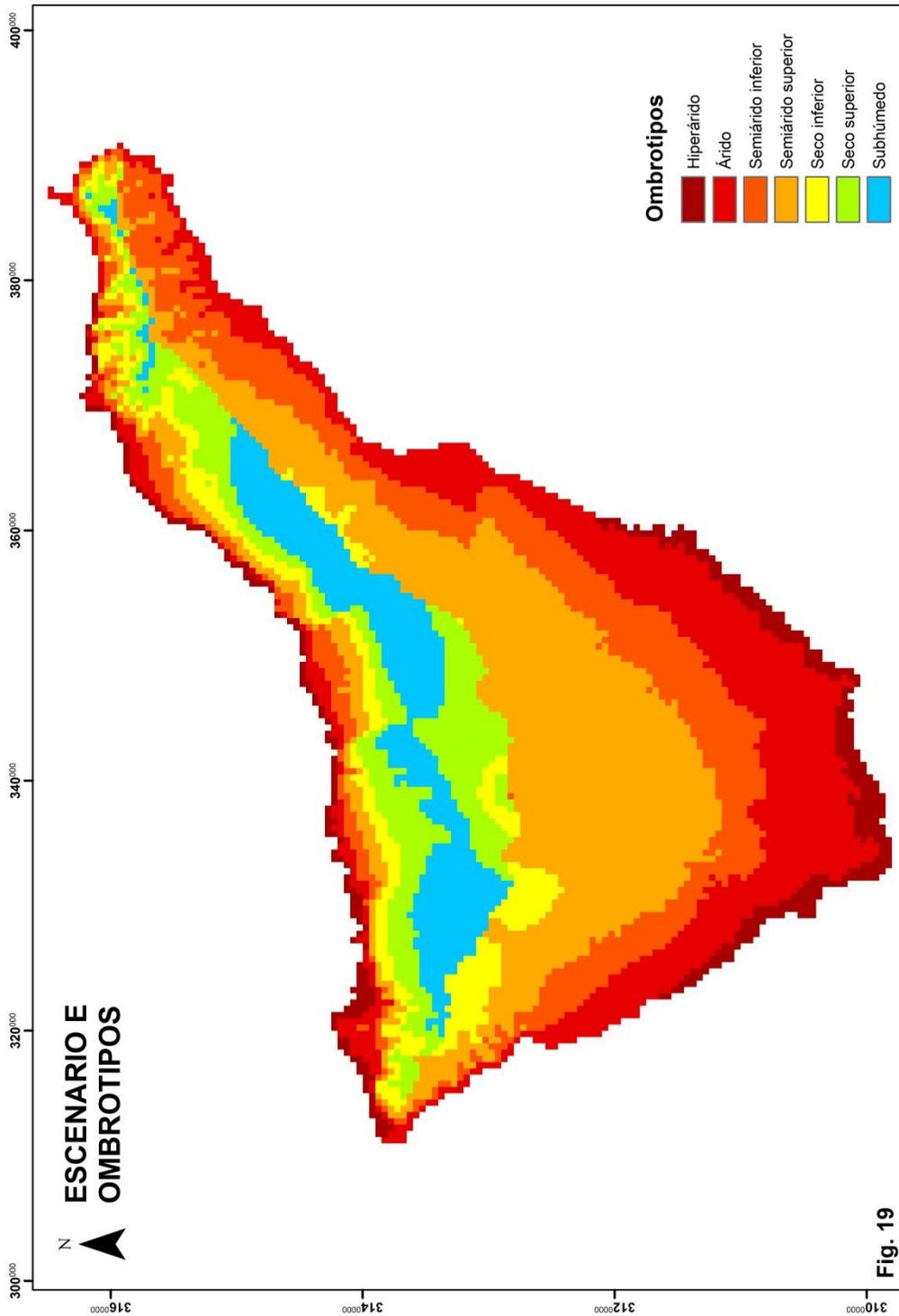


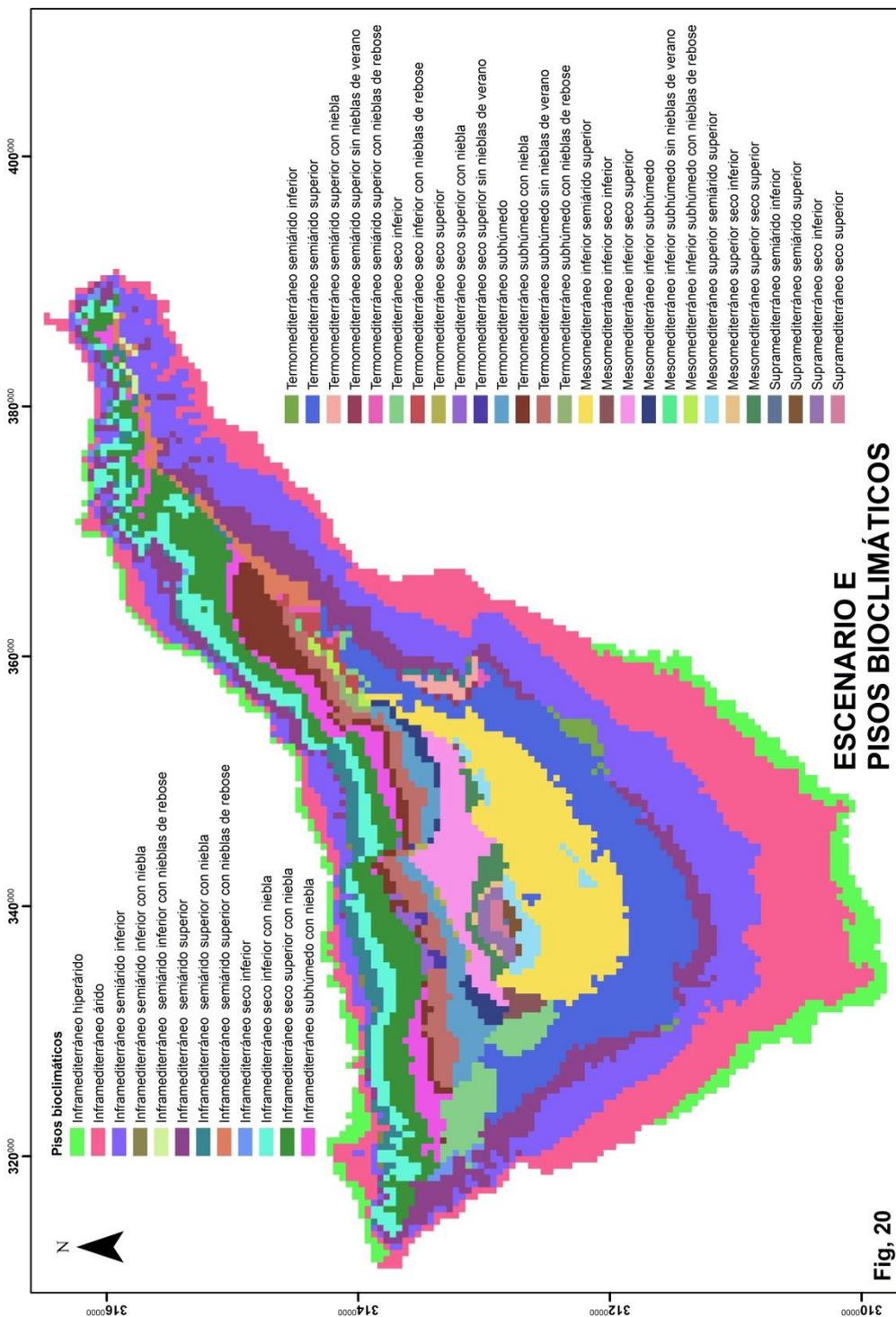






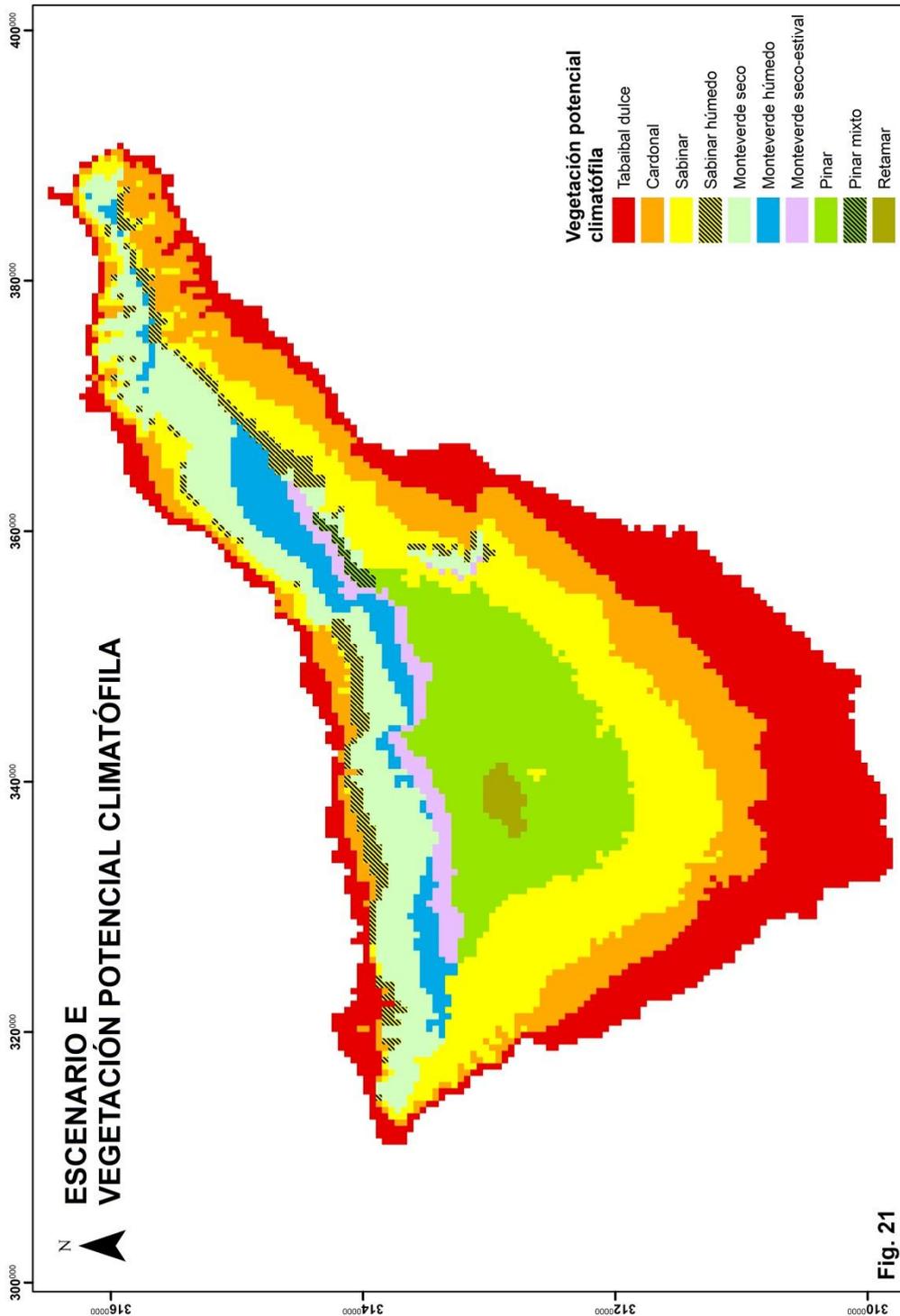


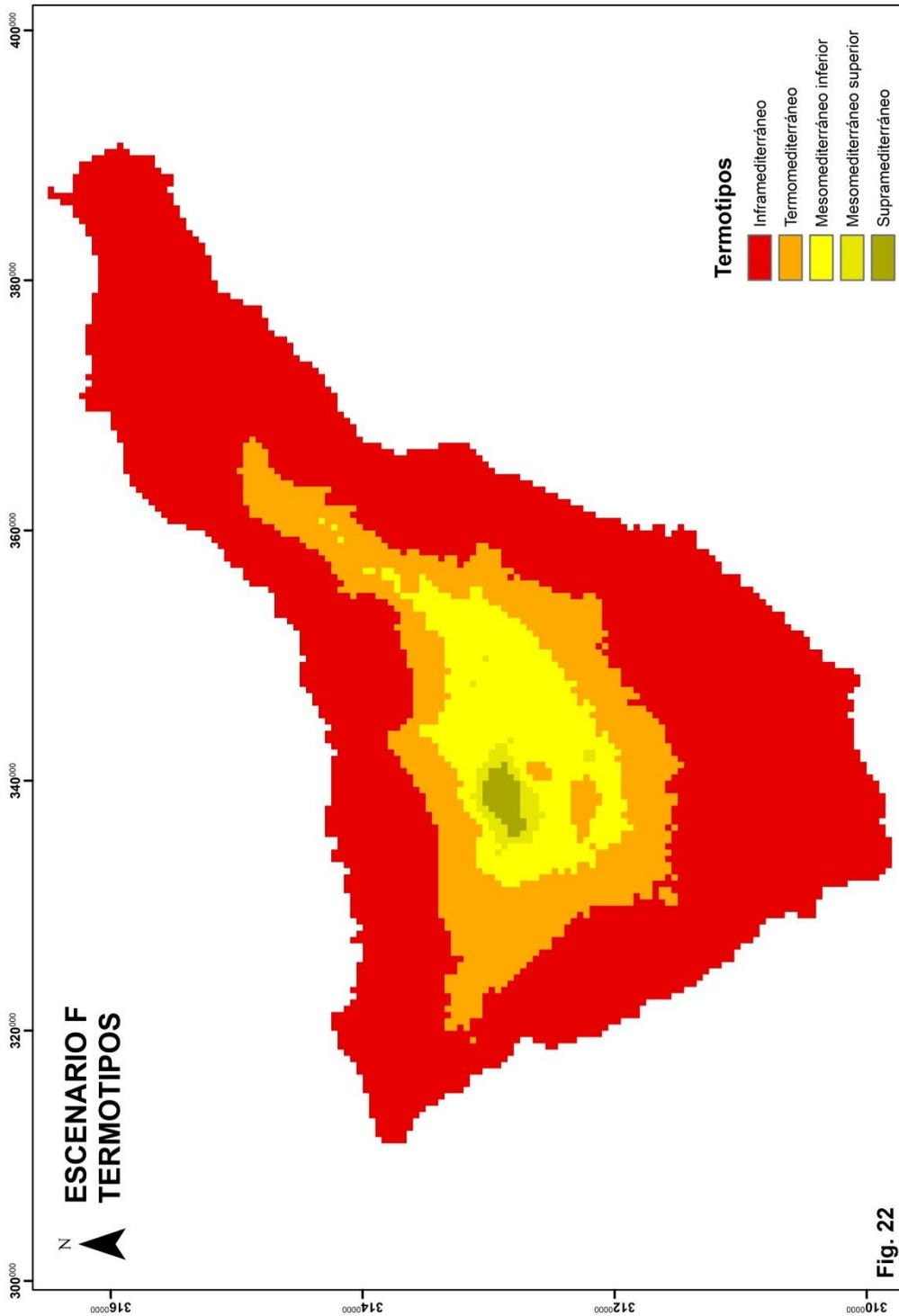


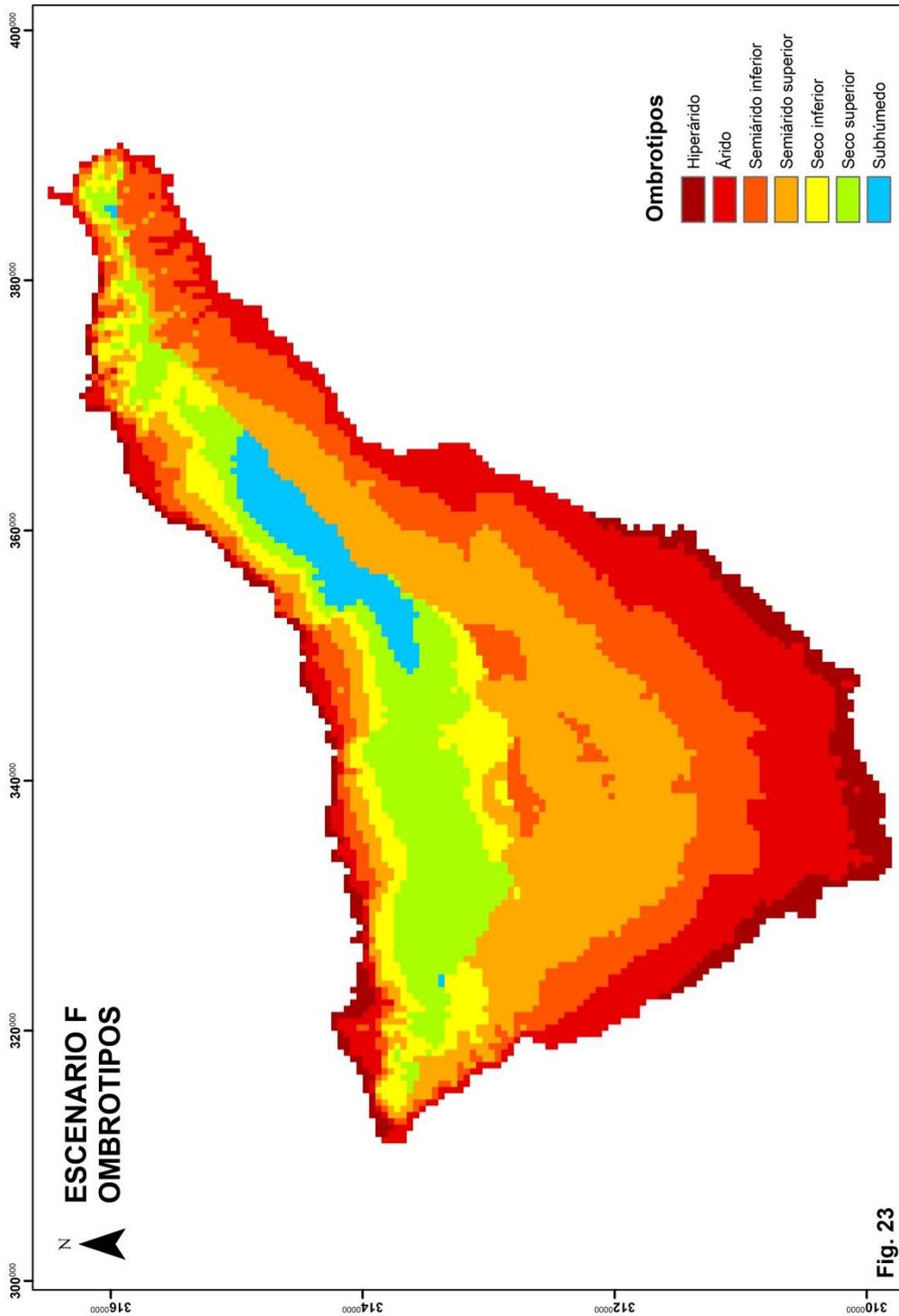


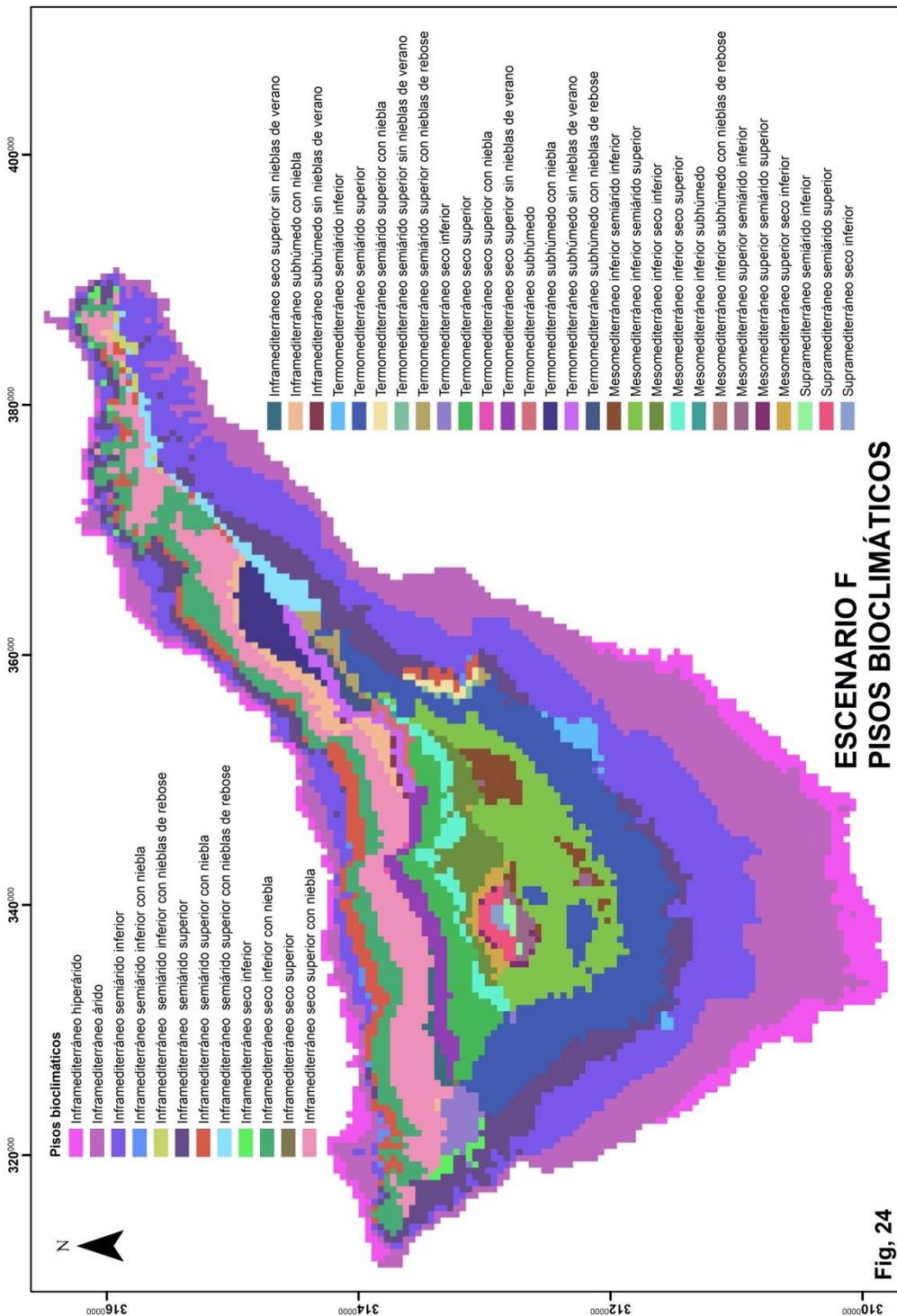
Fig, 20

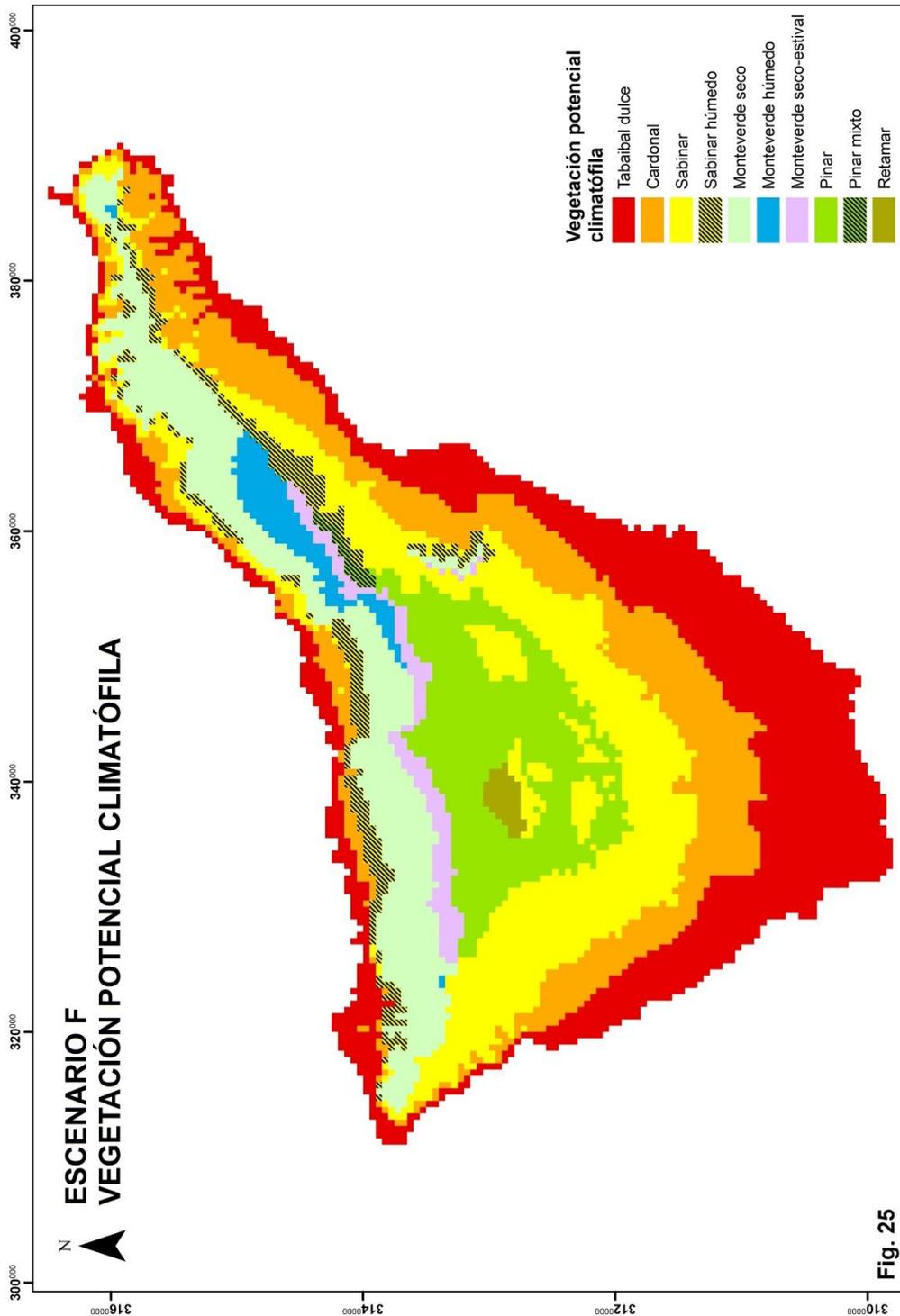


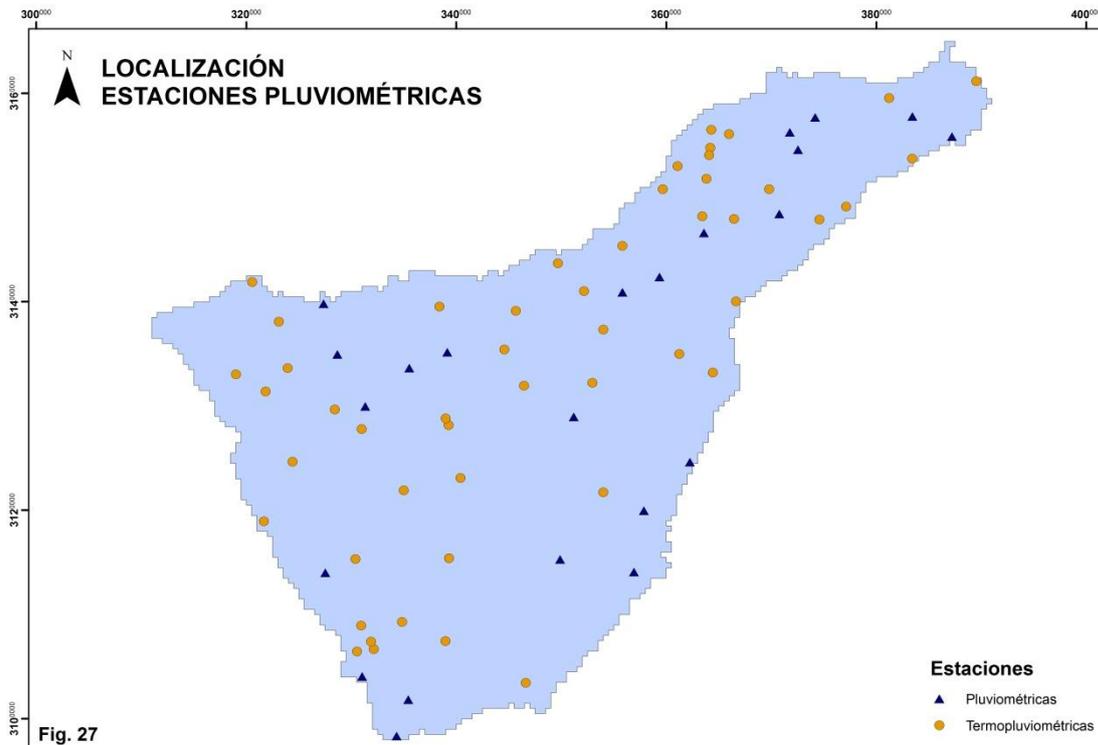
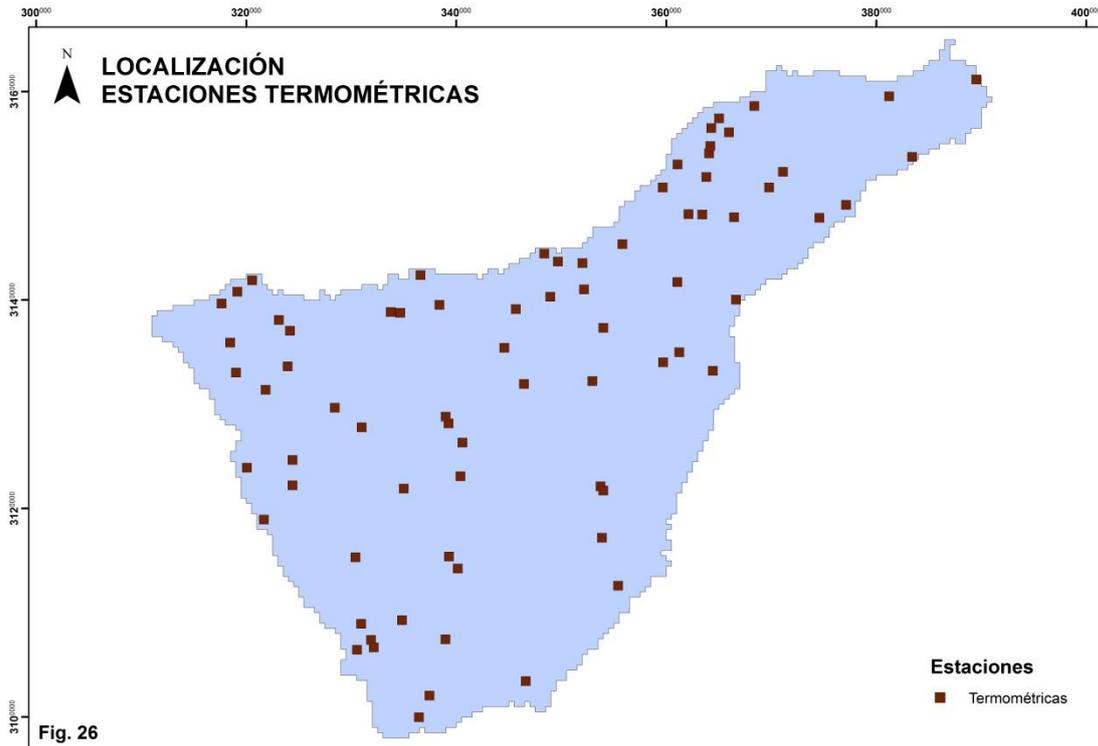












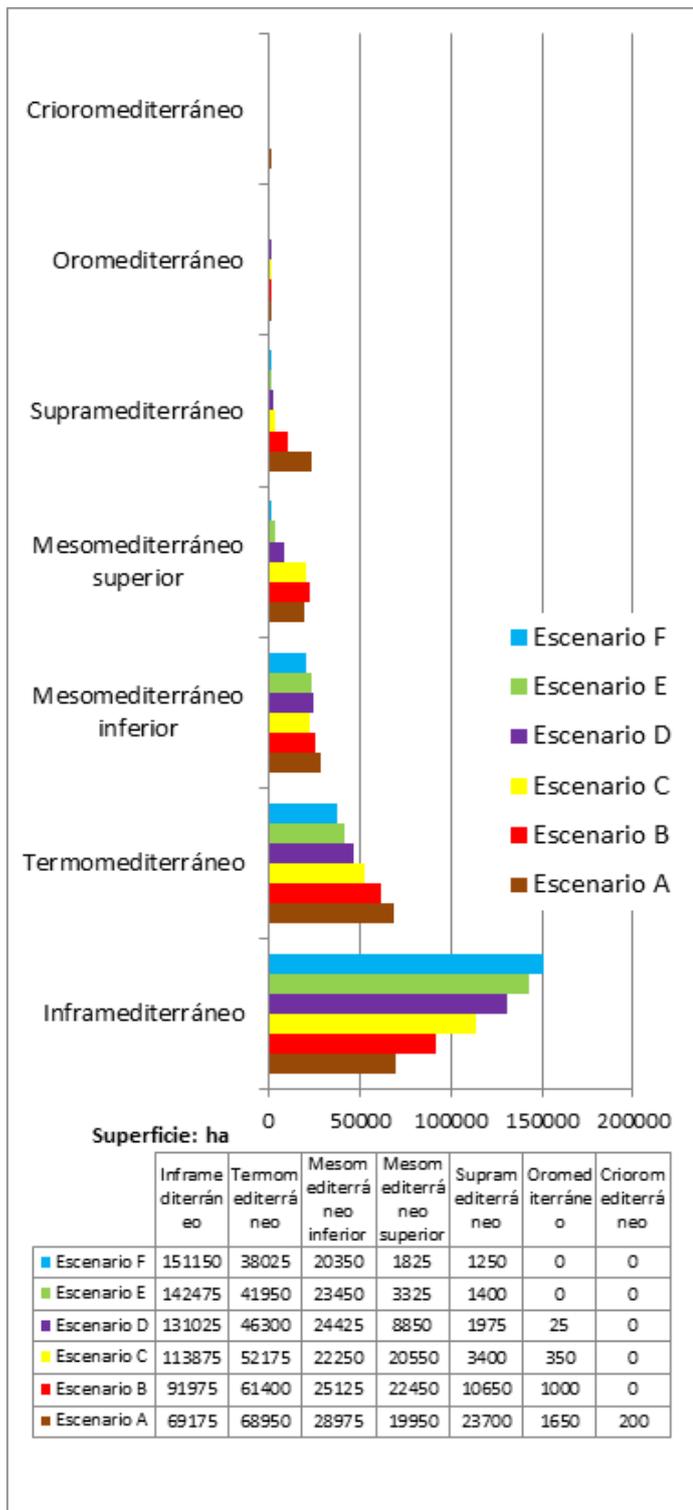
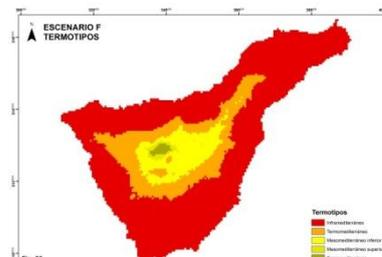
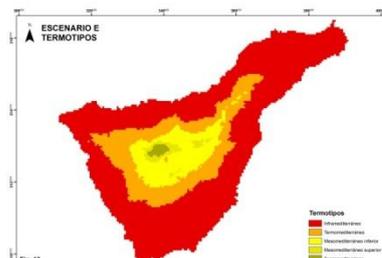
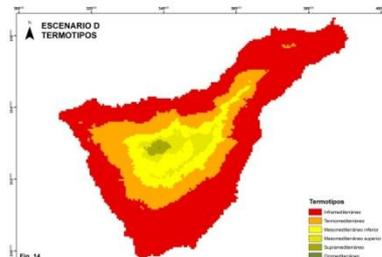
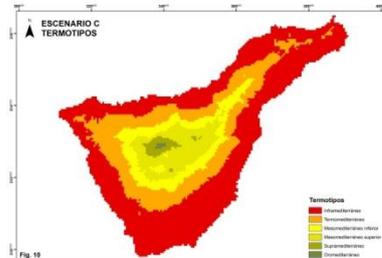
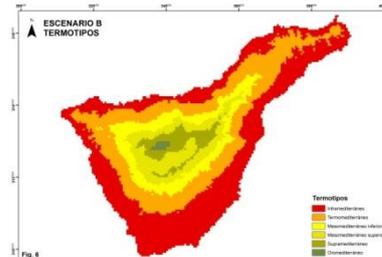
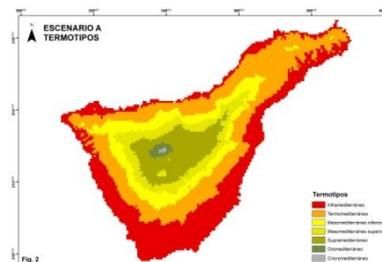


Fig. 28. Evolución espacial y cuantitativa de los termotipos en los diferentes escenarios considerados.



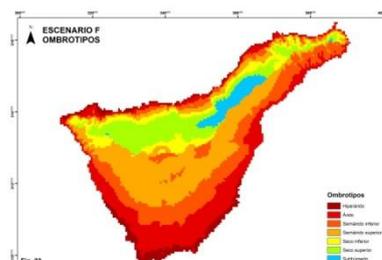
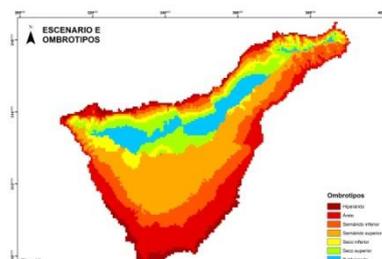
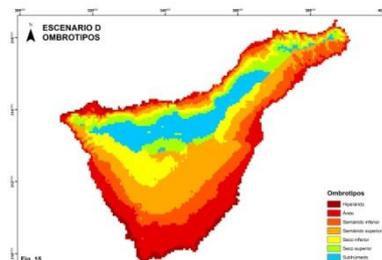
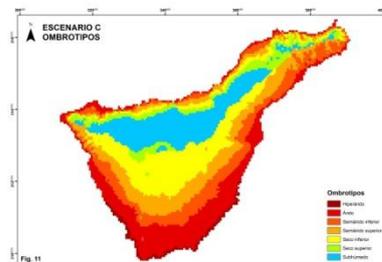
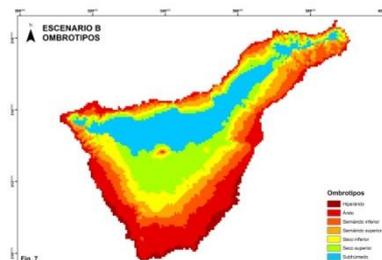
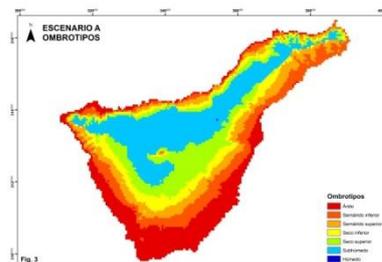
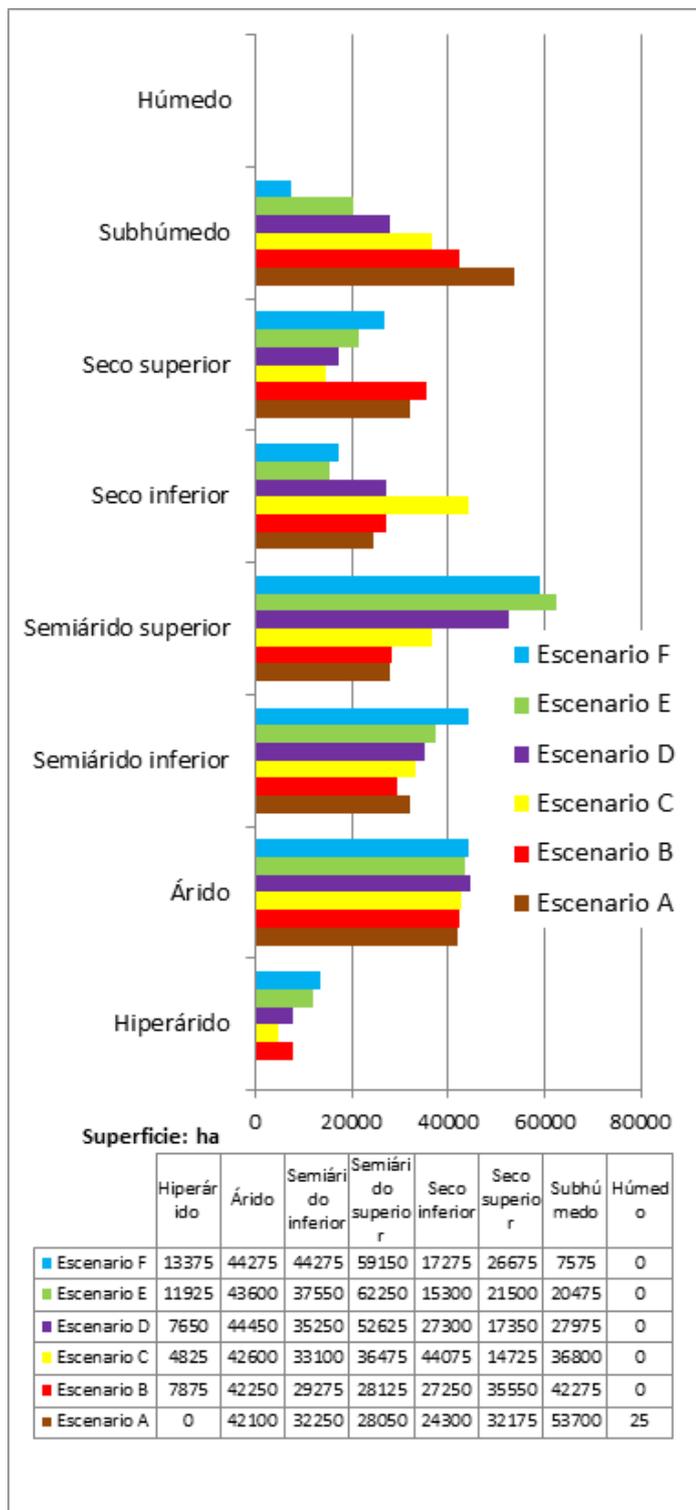


Fig. 29. Evolución espacial y cuantitativa de los ombrotipos en los diferentes escenarios considerados.



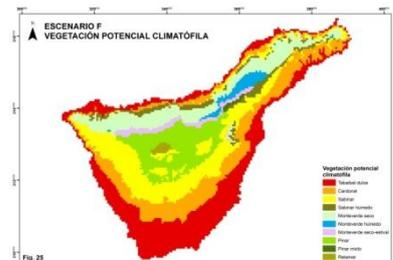
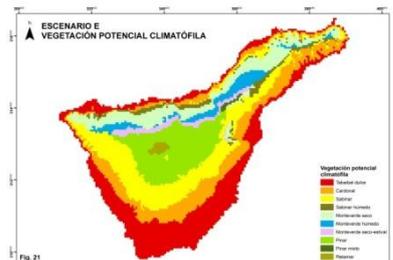
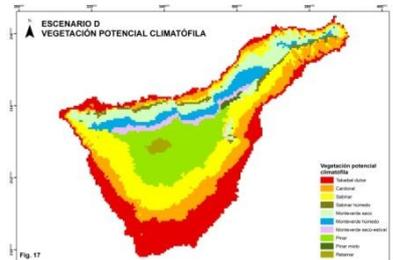
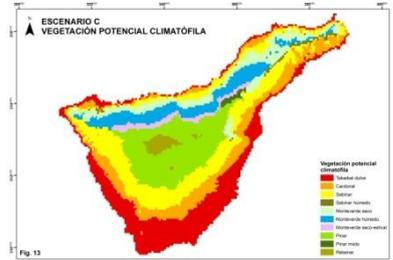
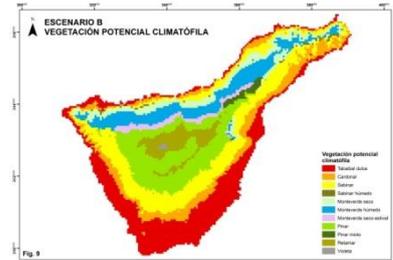
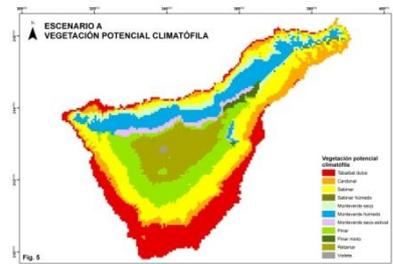
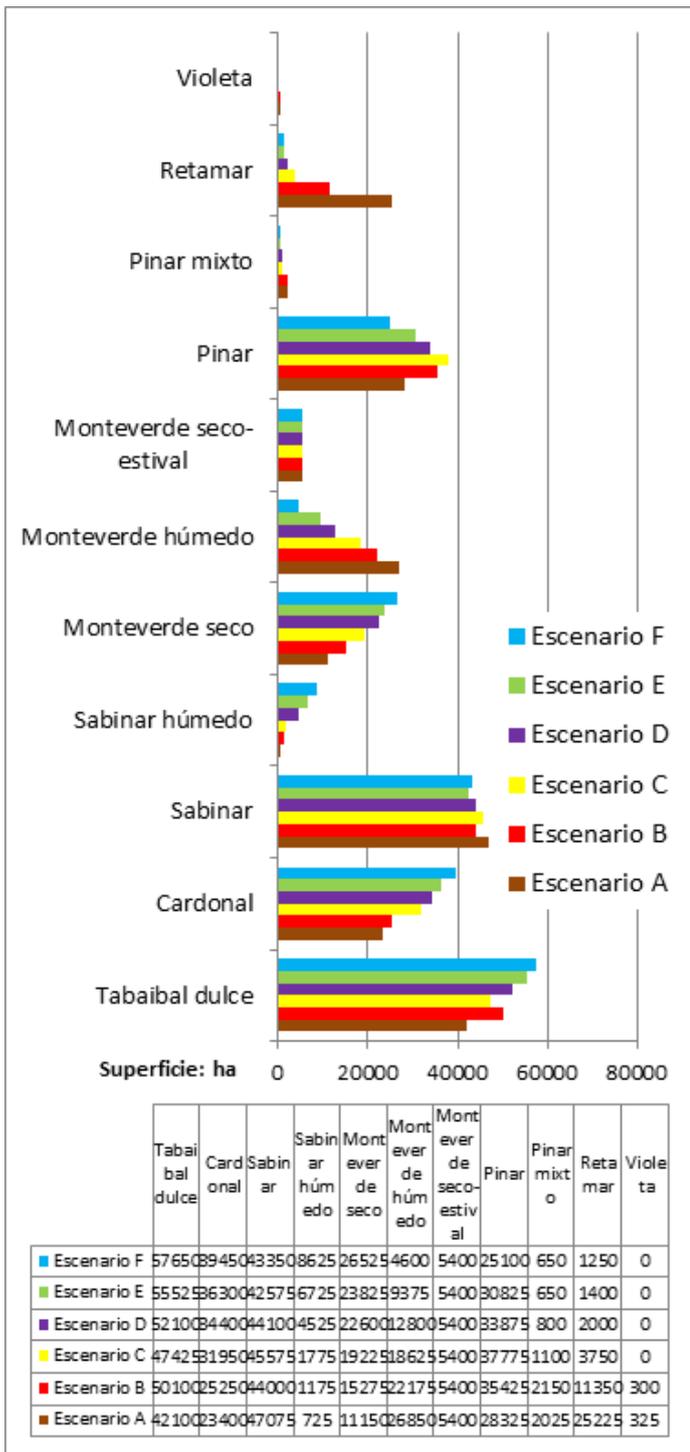
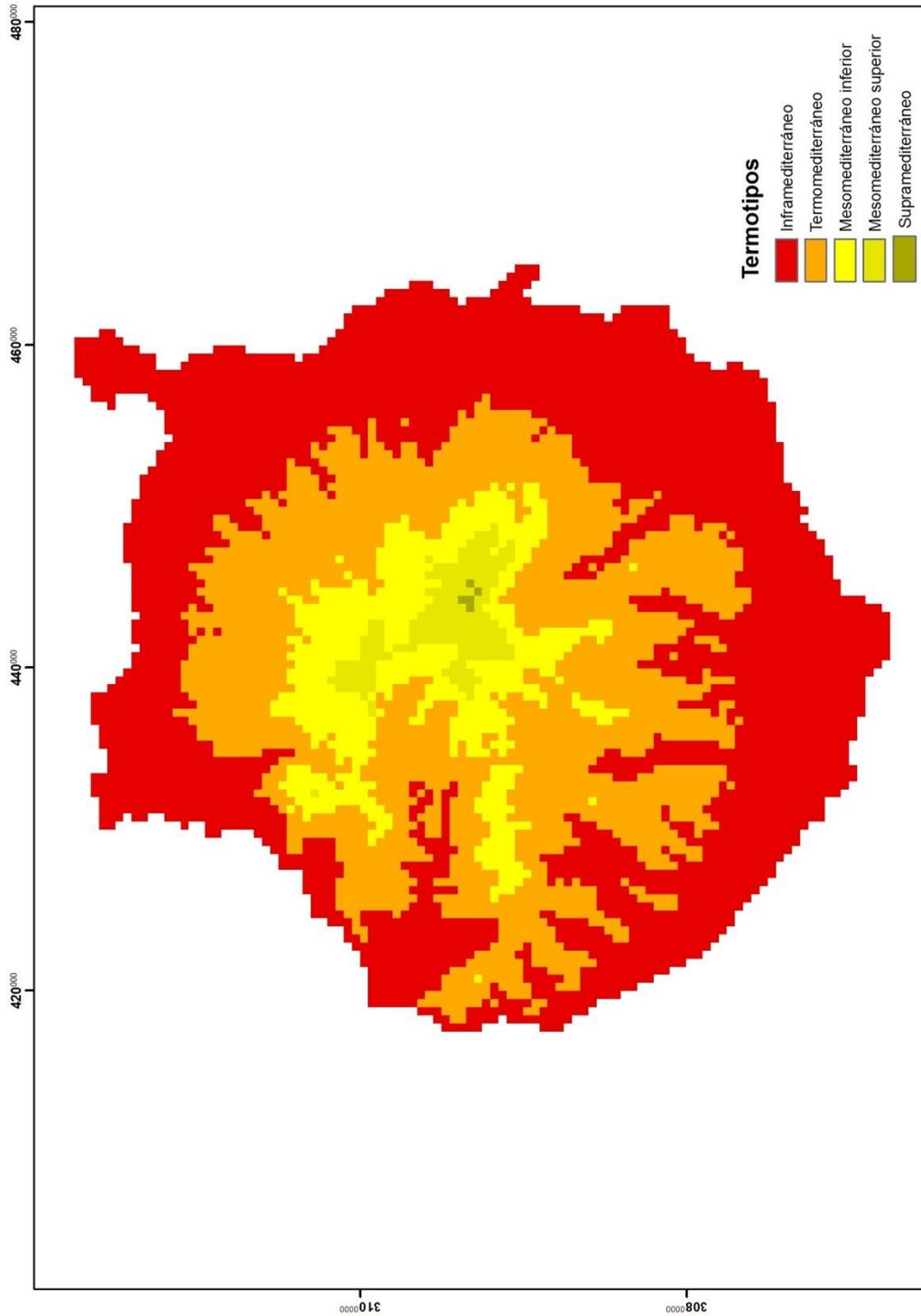
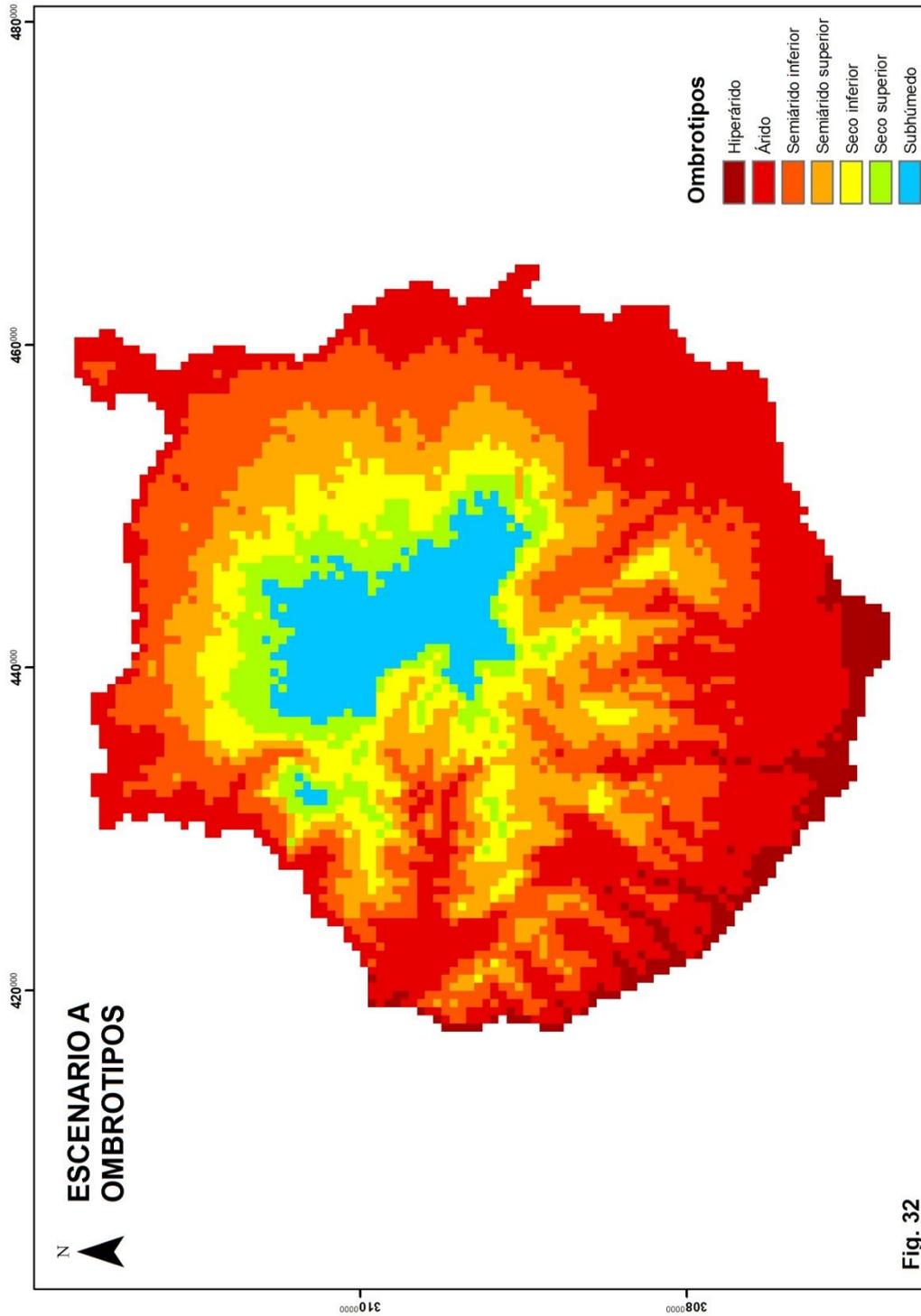


Fig. 30. Evolución espacial y cuantitativa de la vegetación potencial climatofila en los diferentes escenarios considerados.







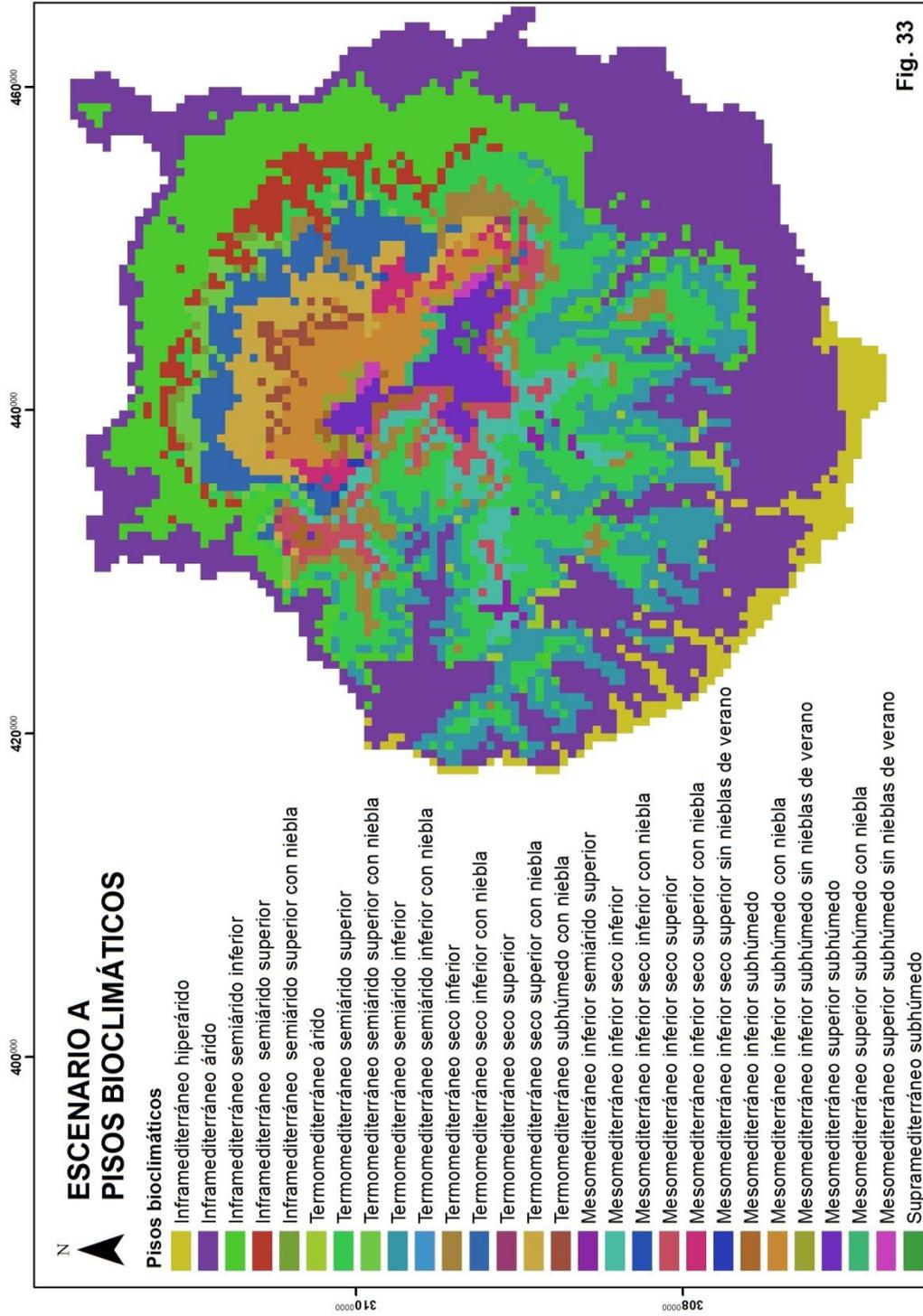
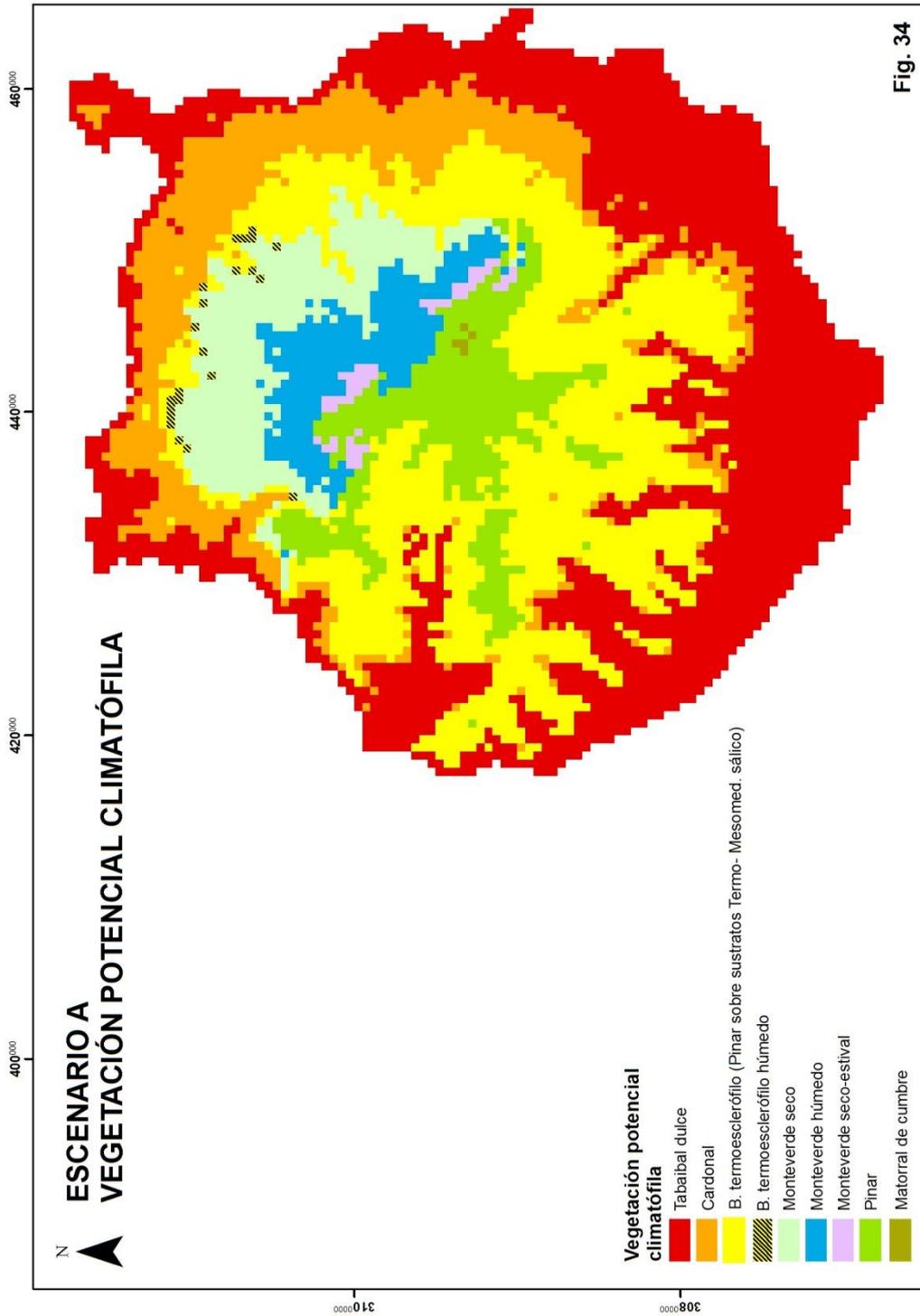
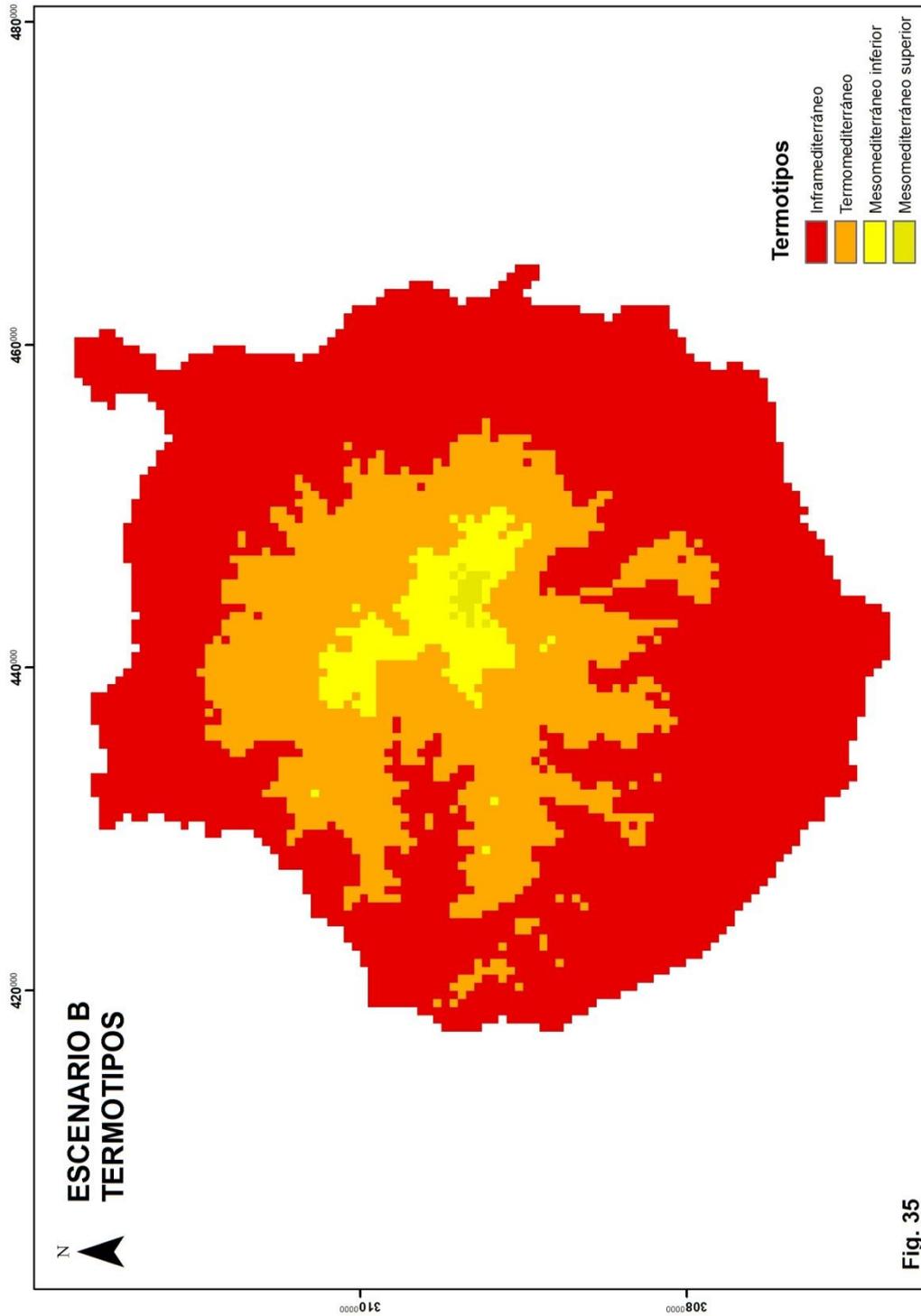
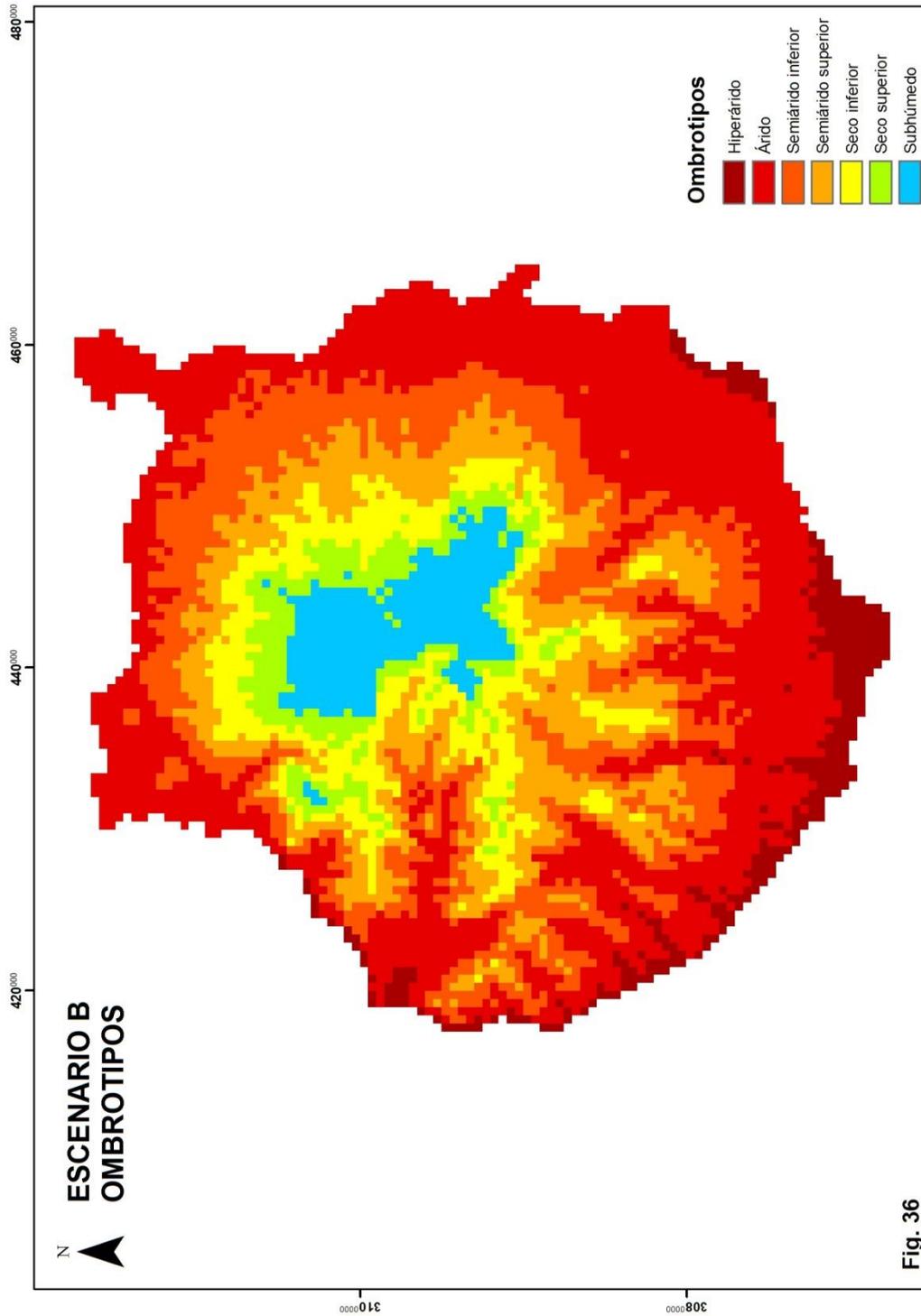


Fig. 33









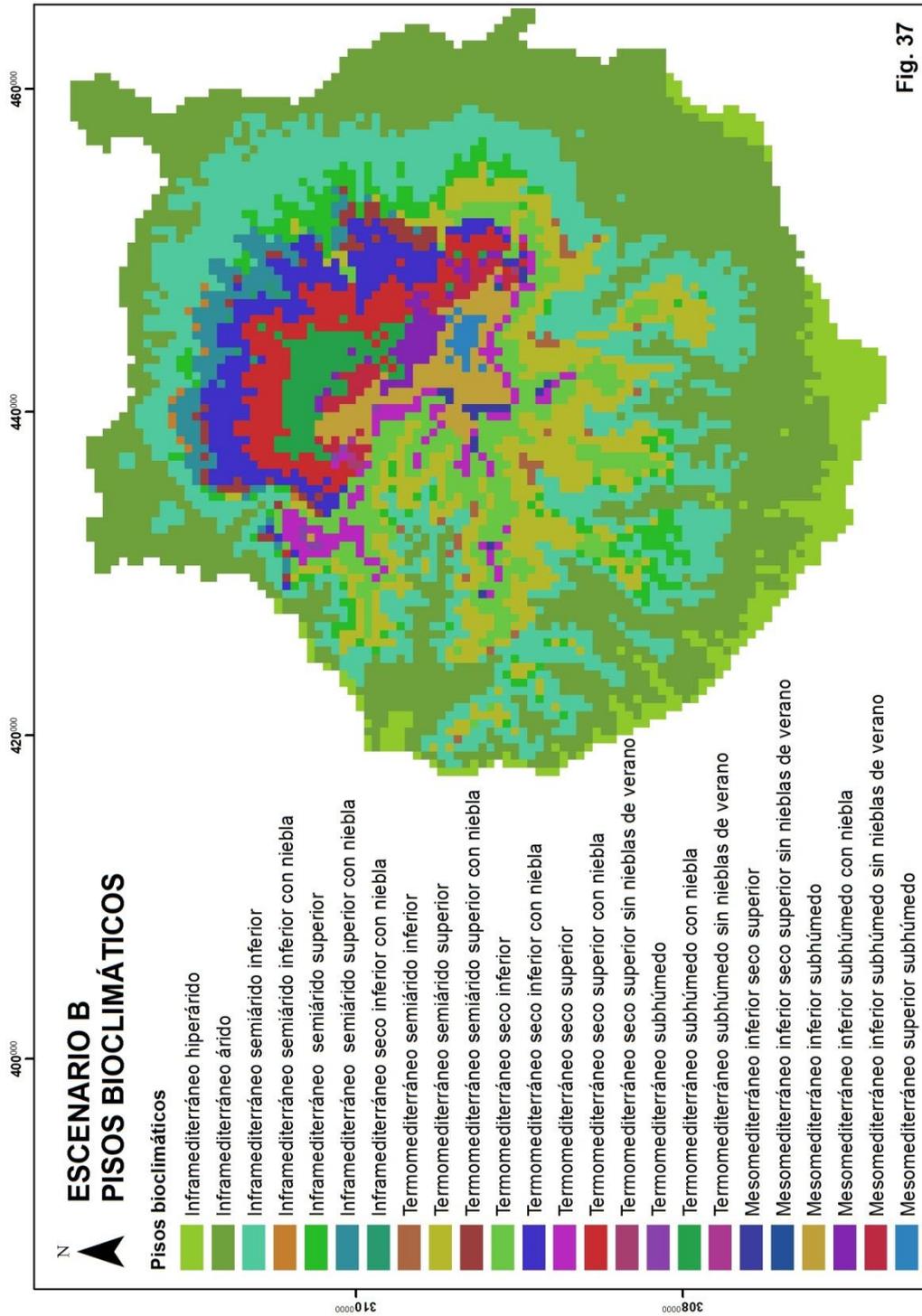
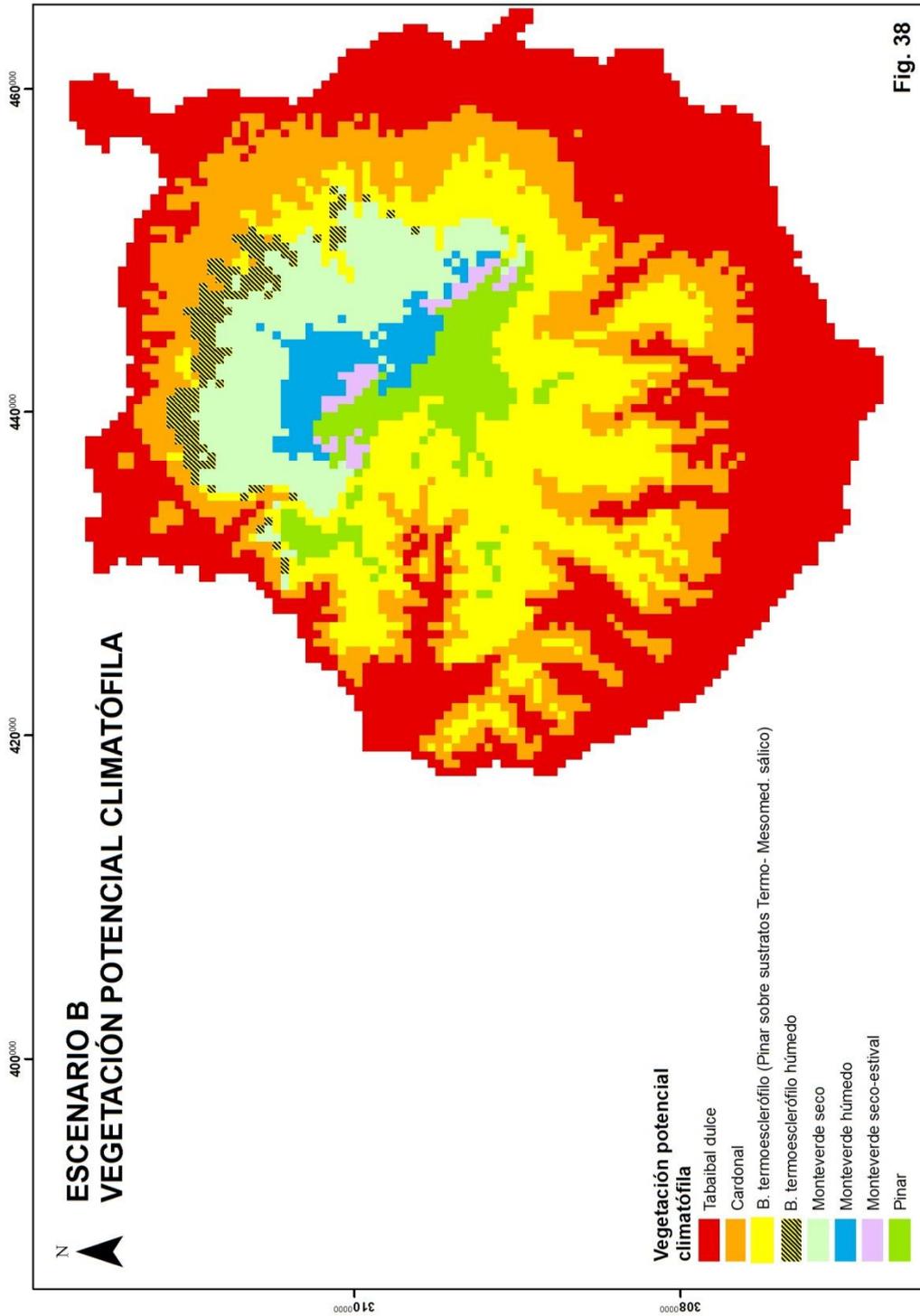
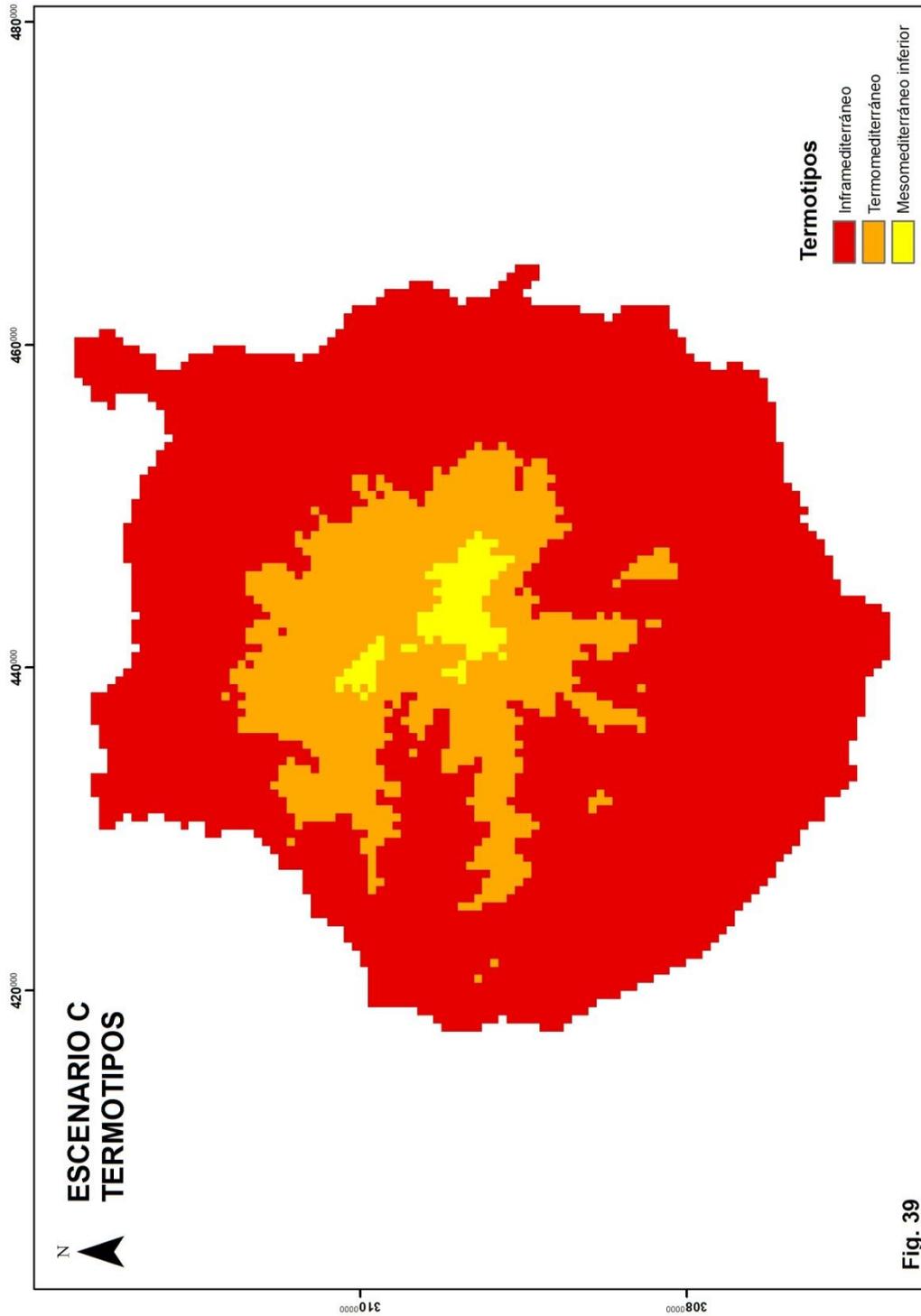
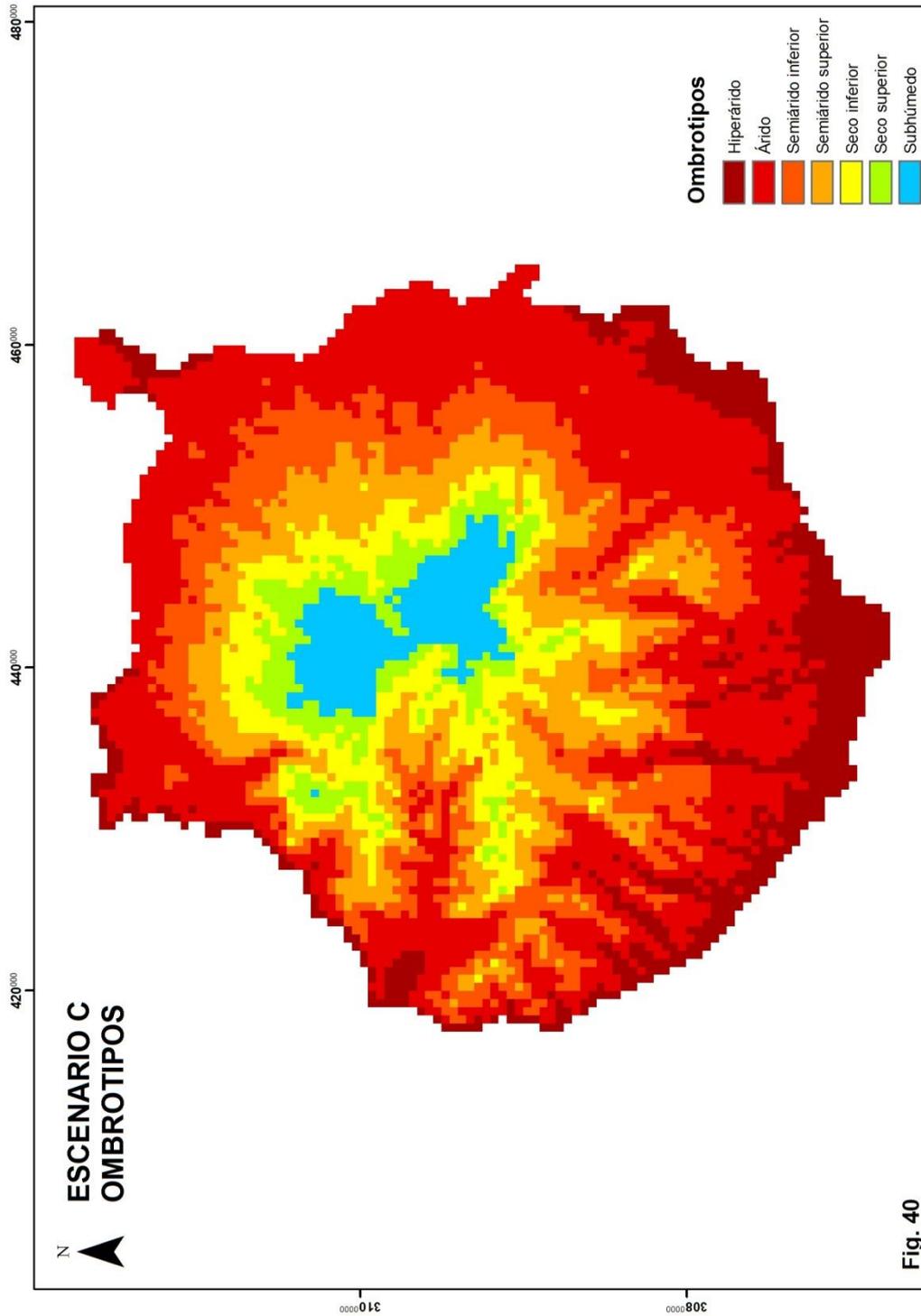


Fig. 37

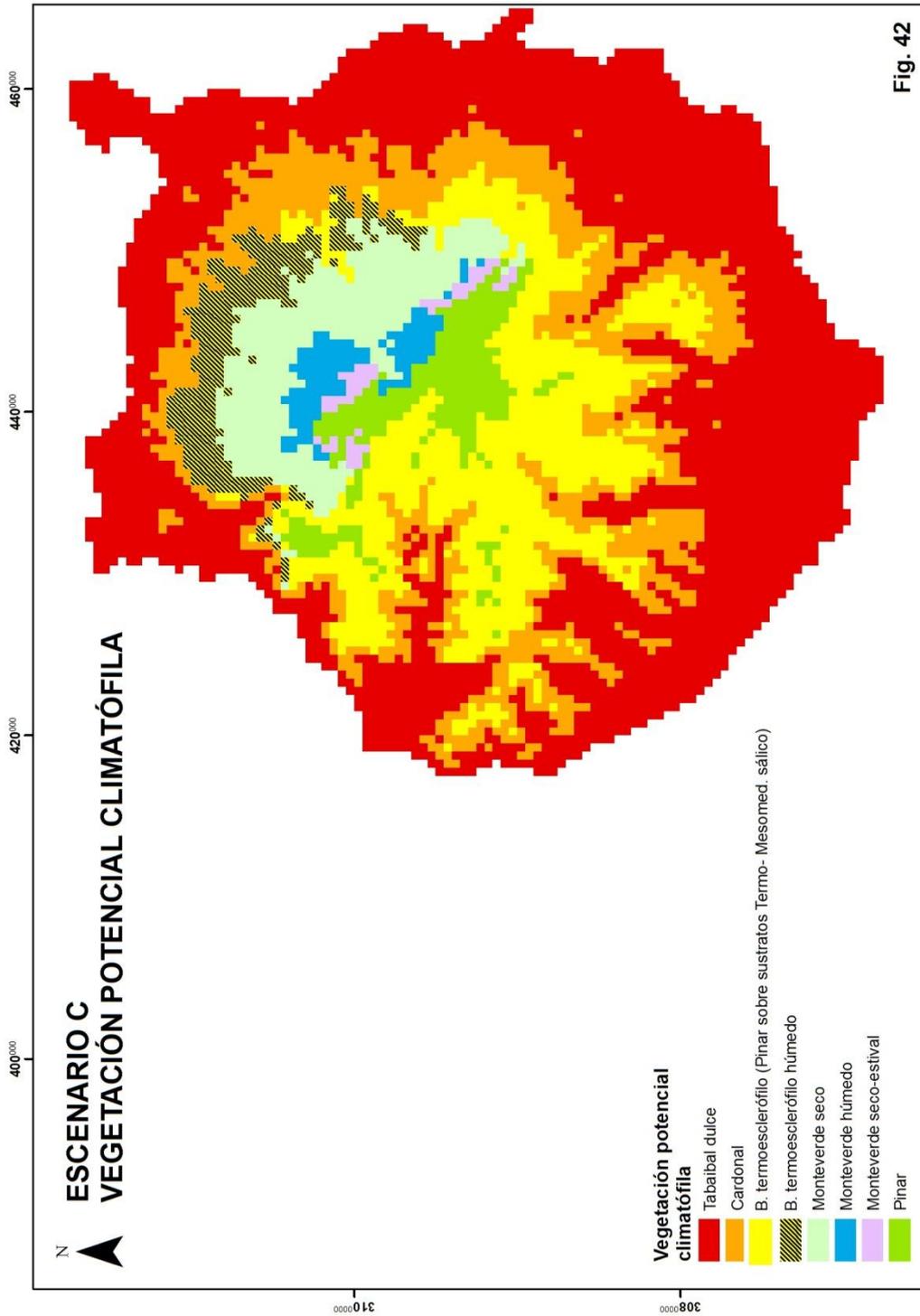


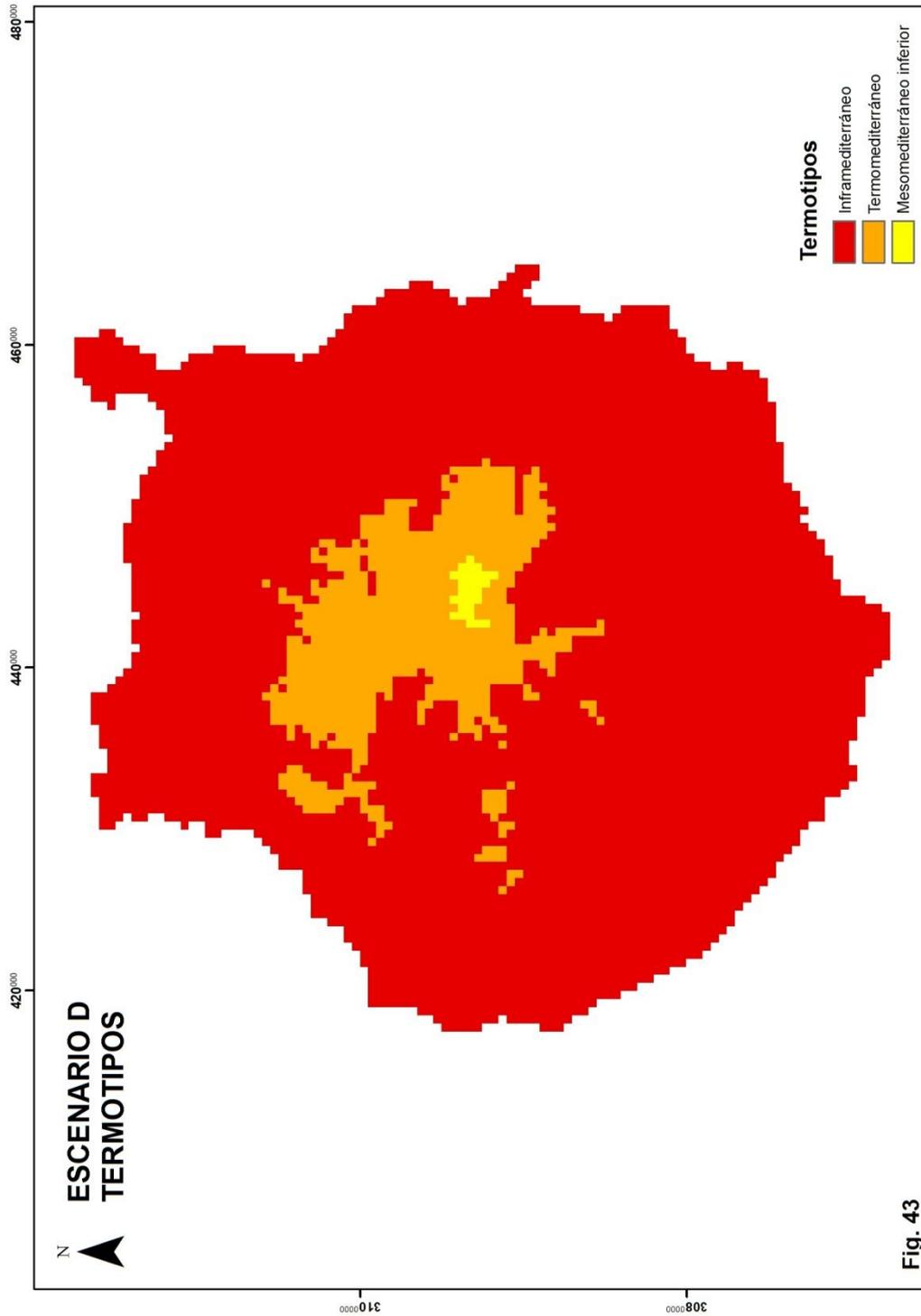


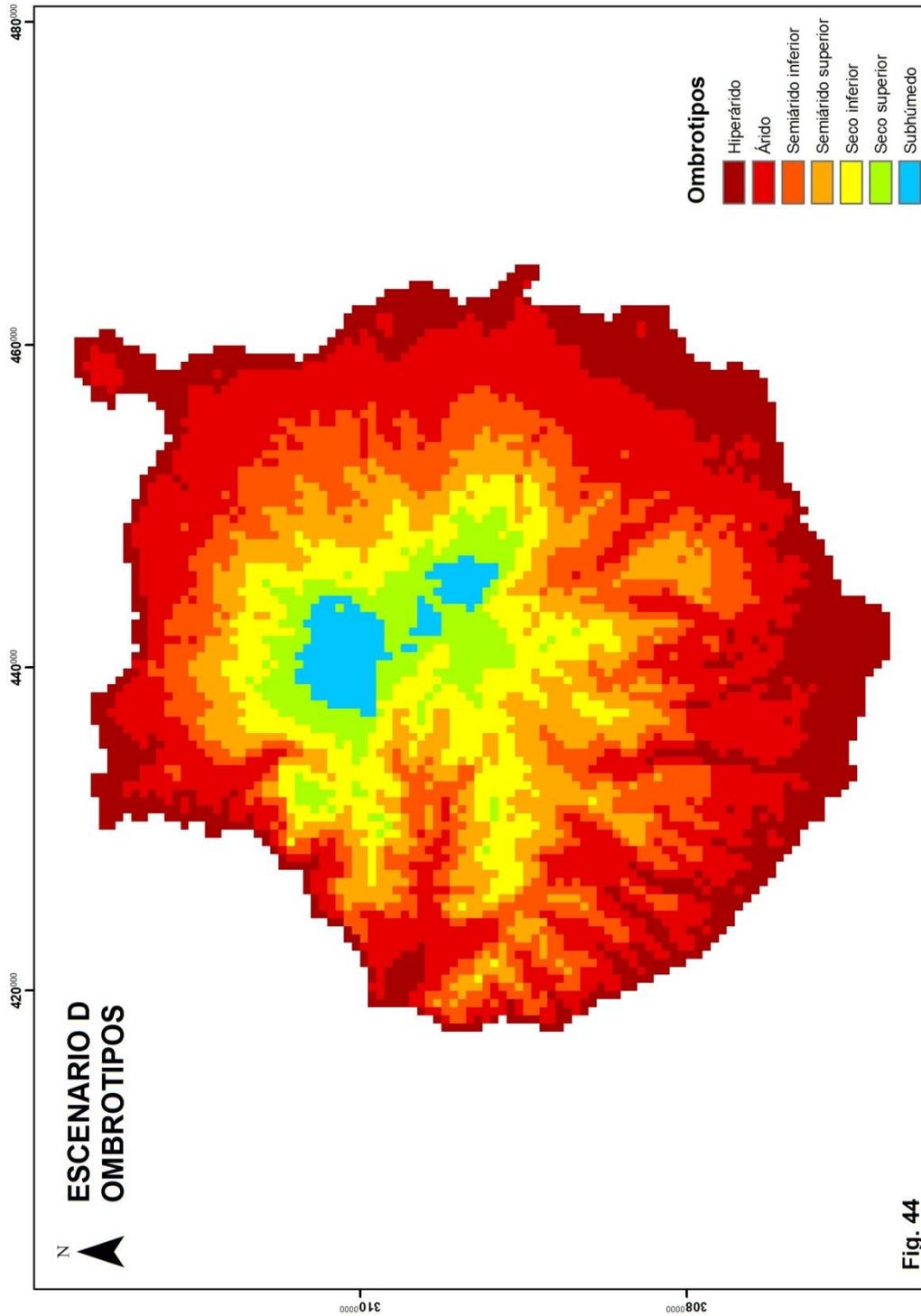












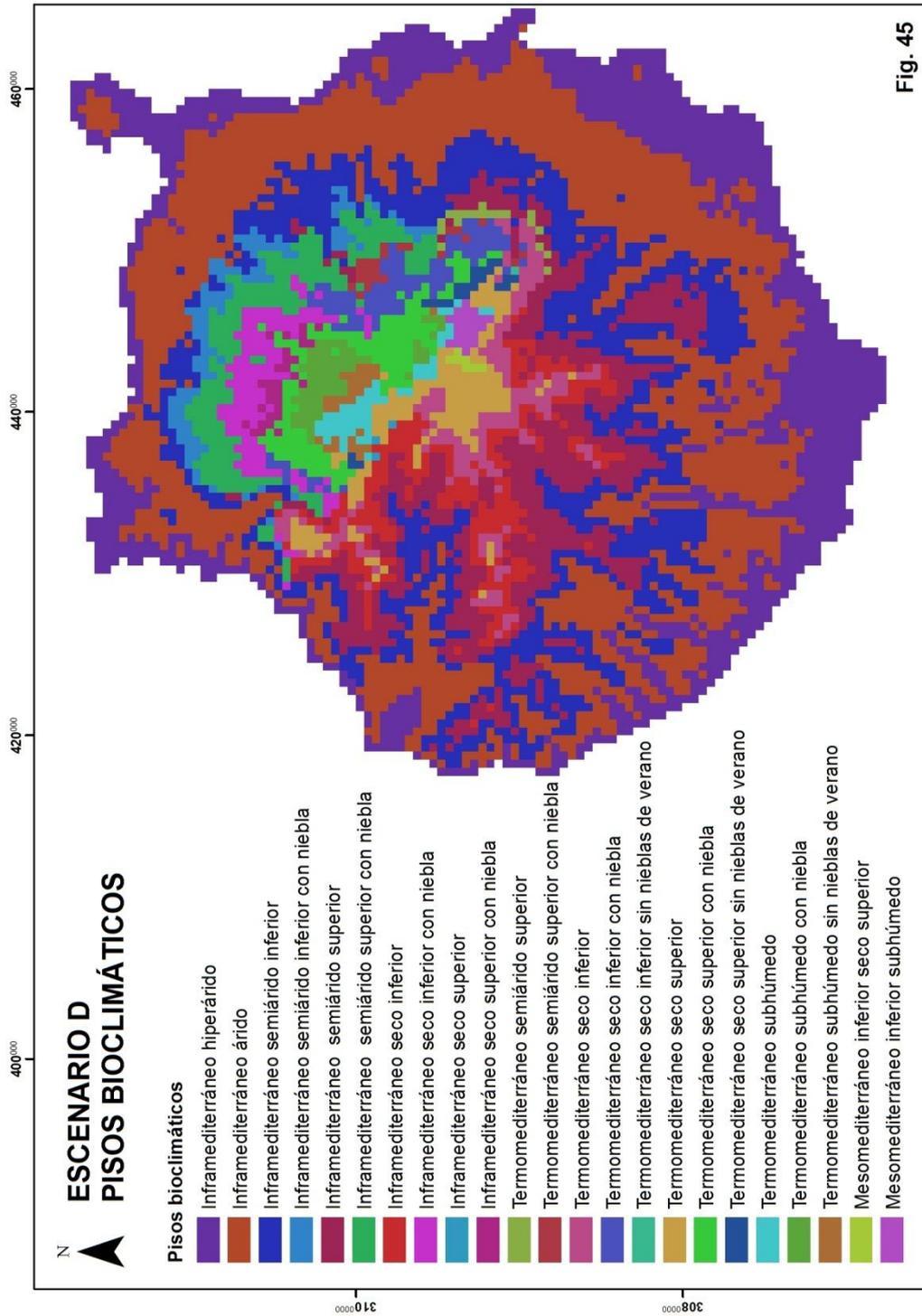
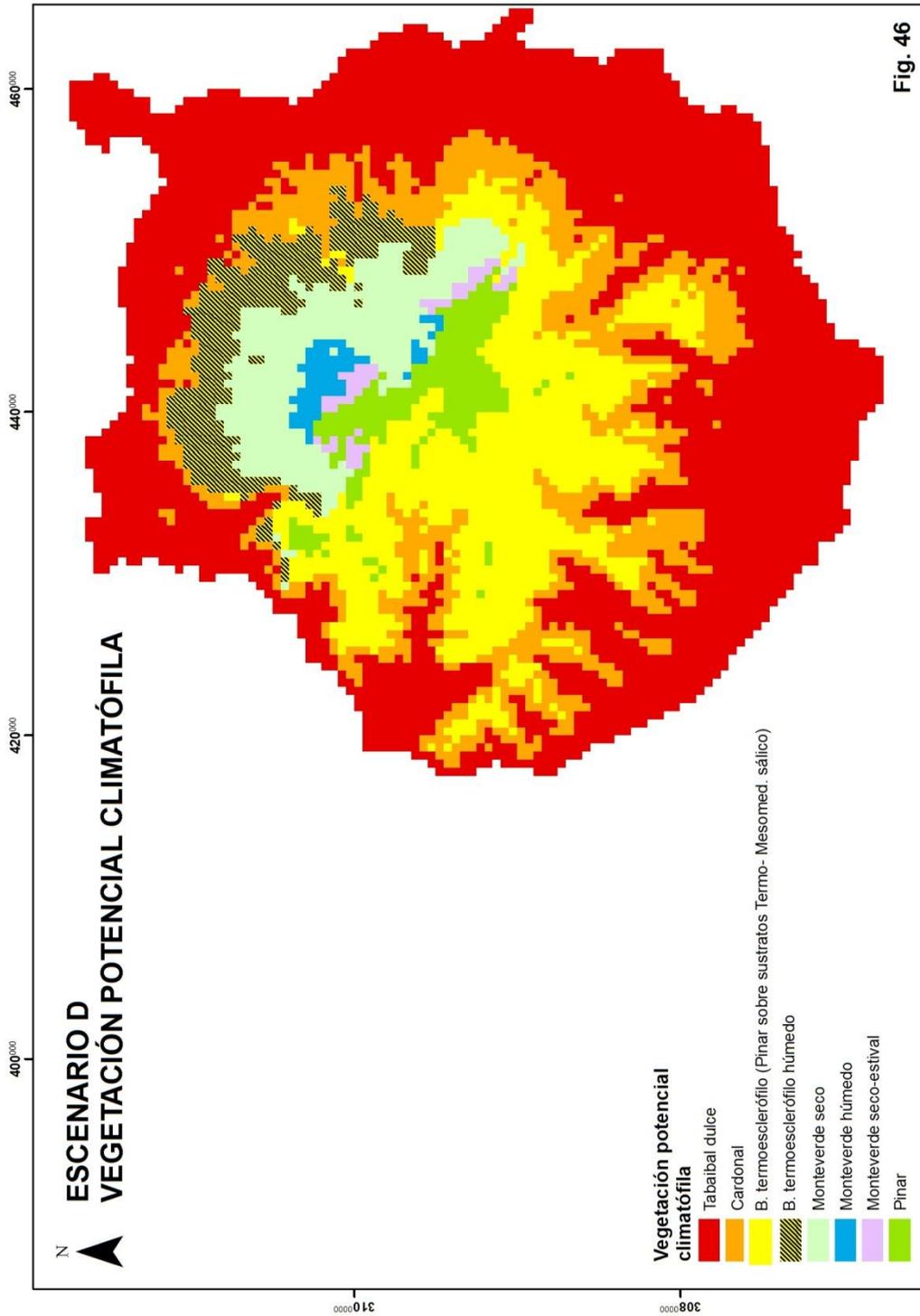
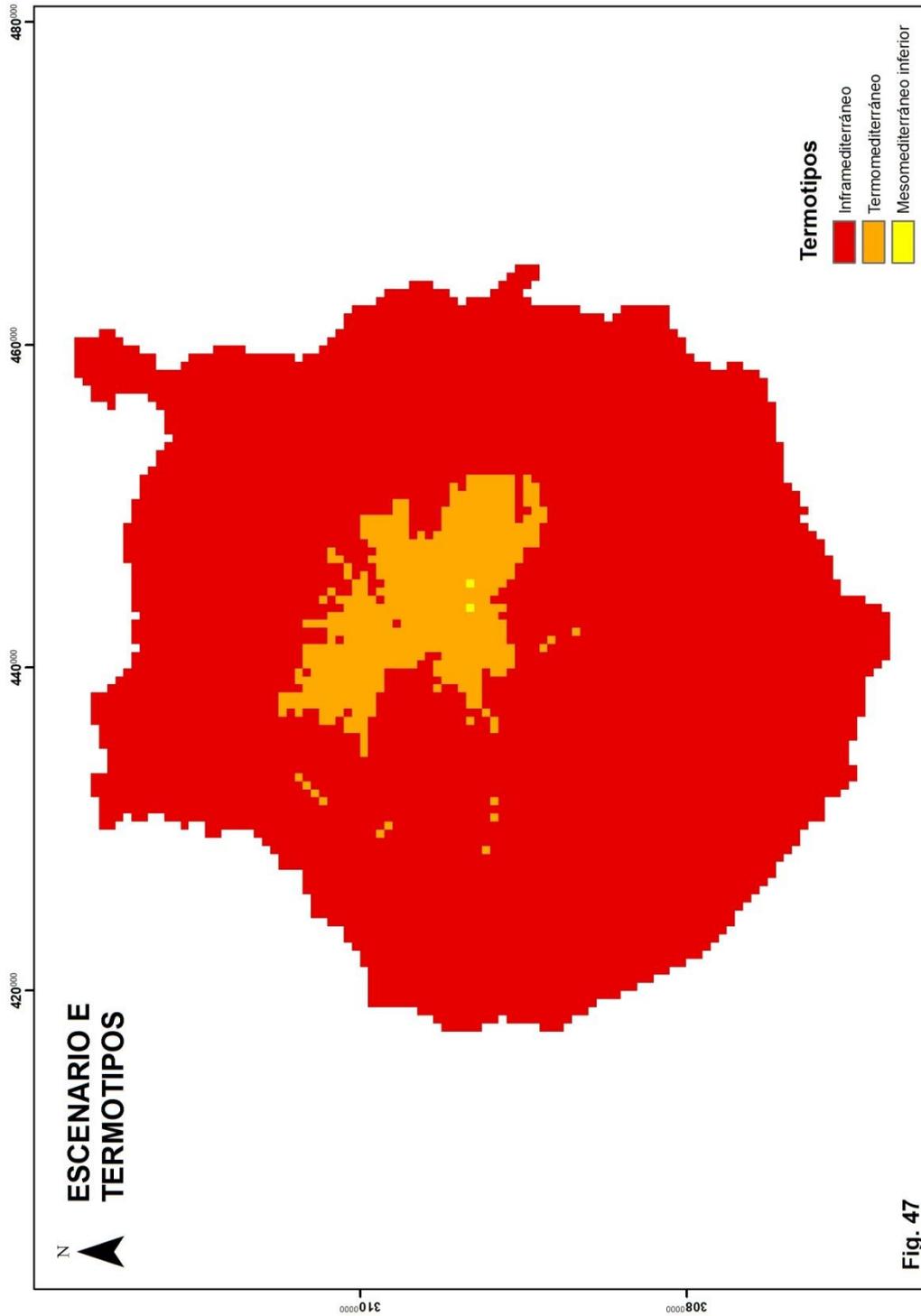
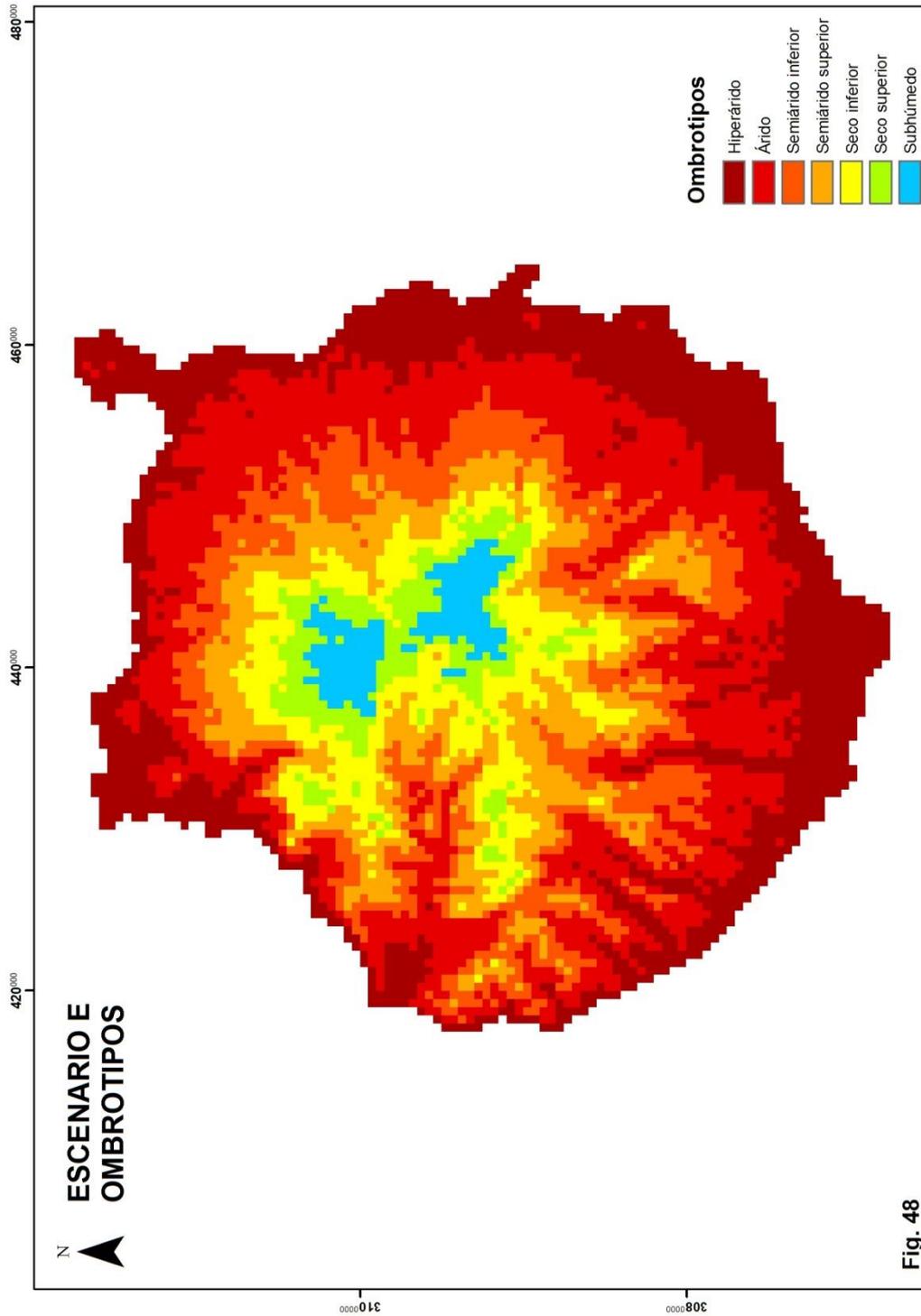


Fig. 45









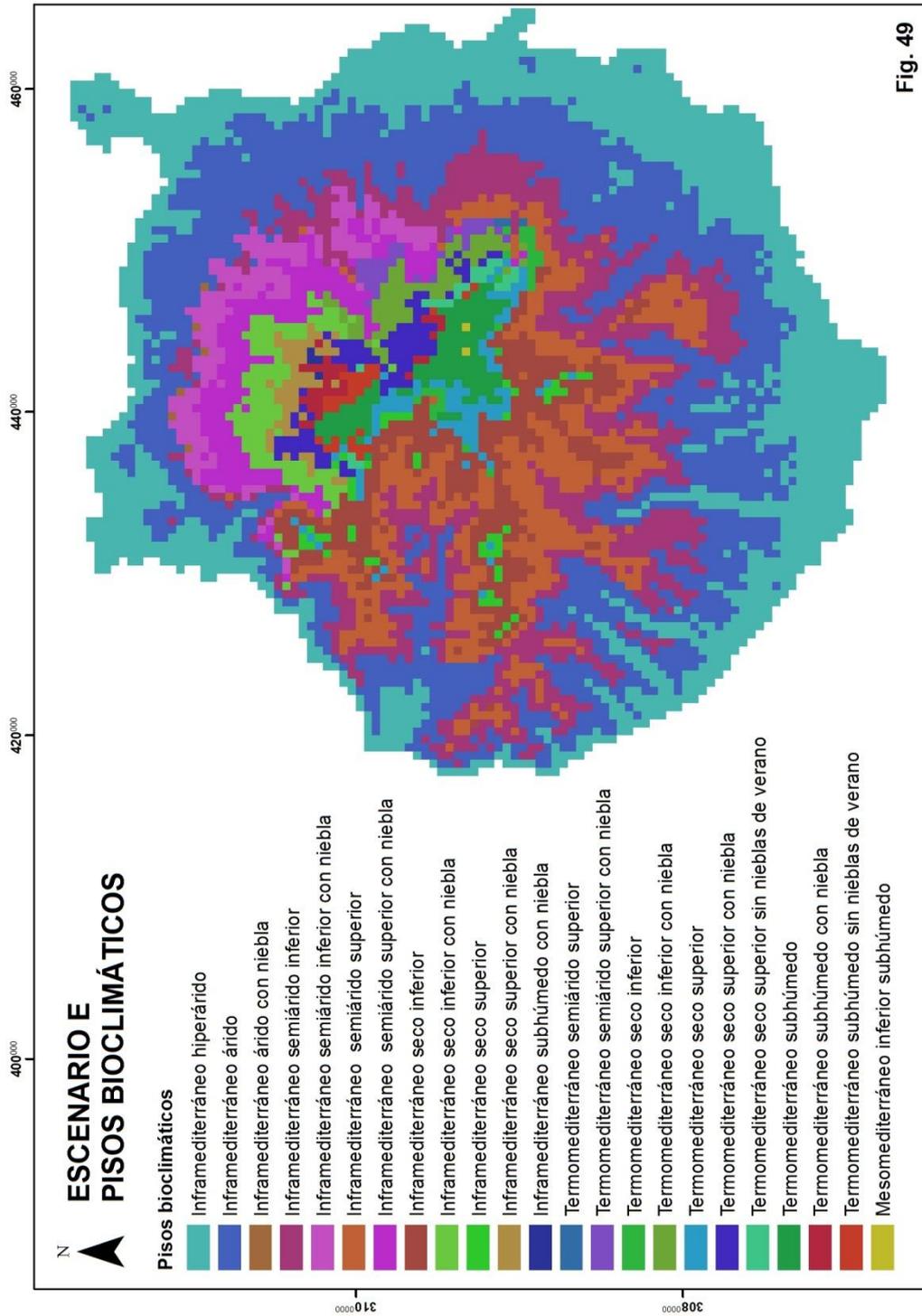
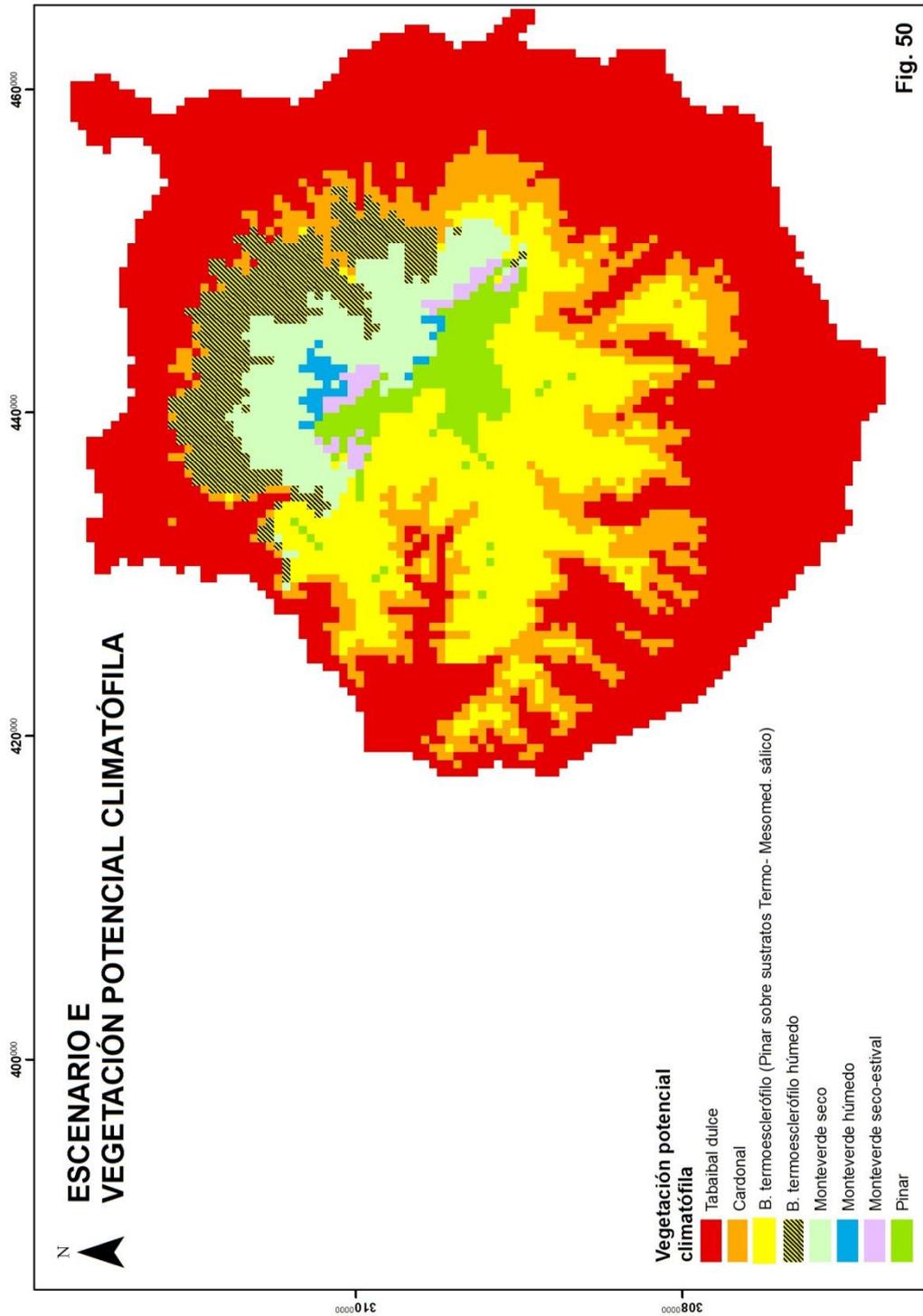
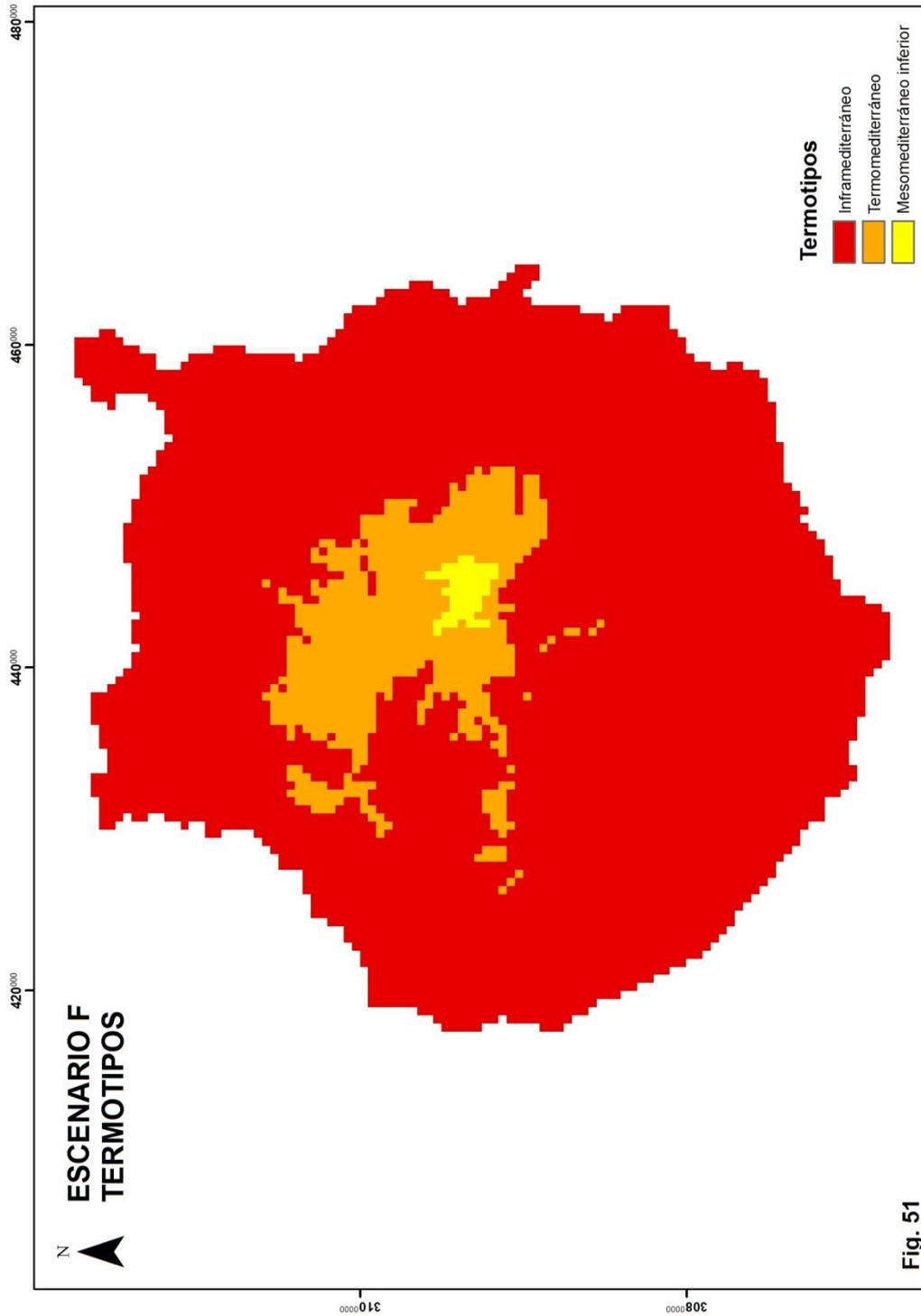
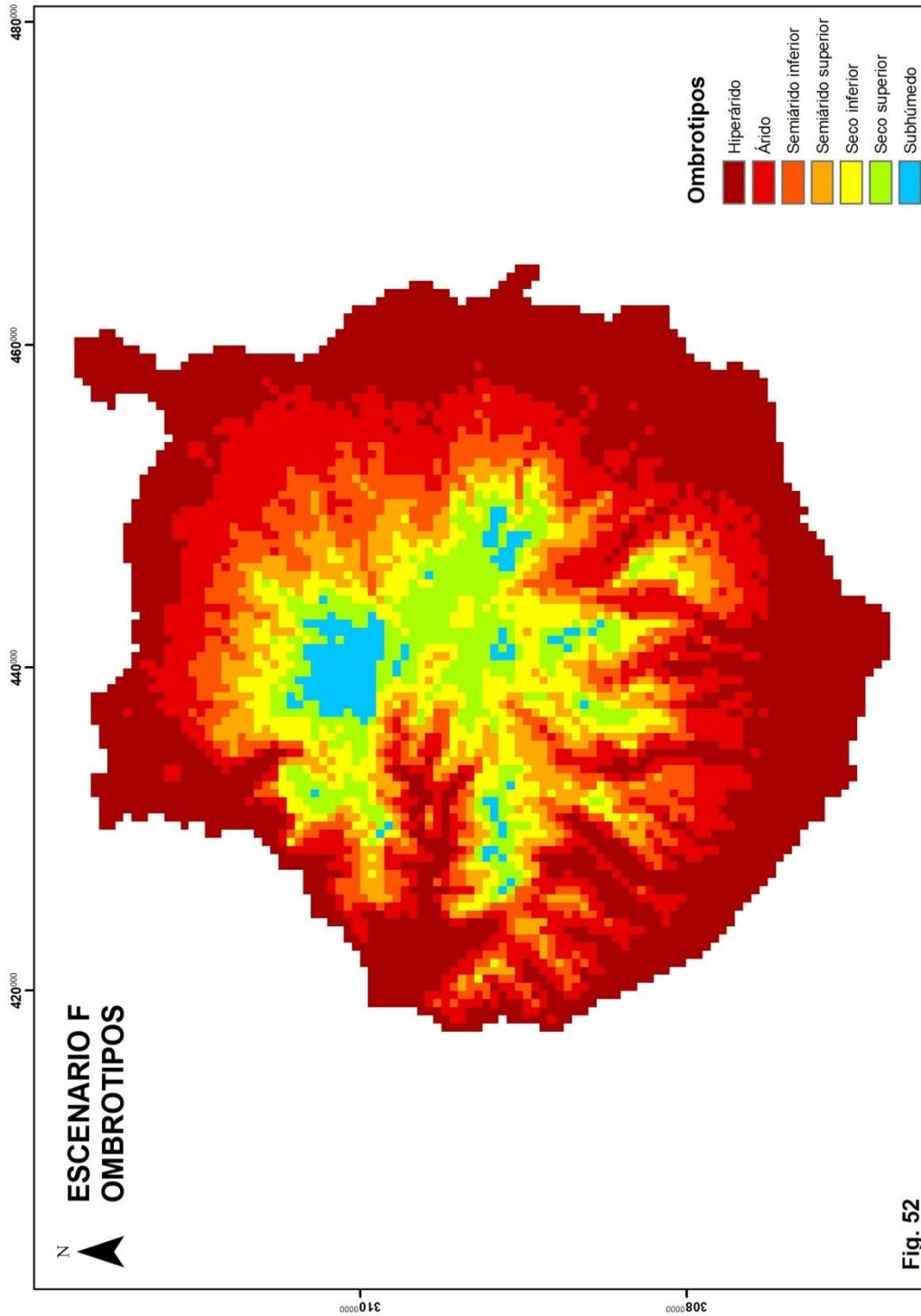


Fig. 49









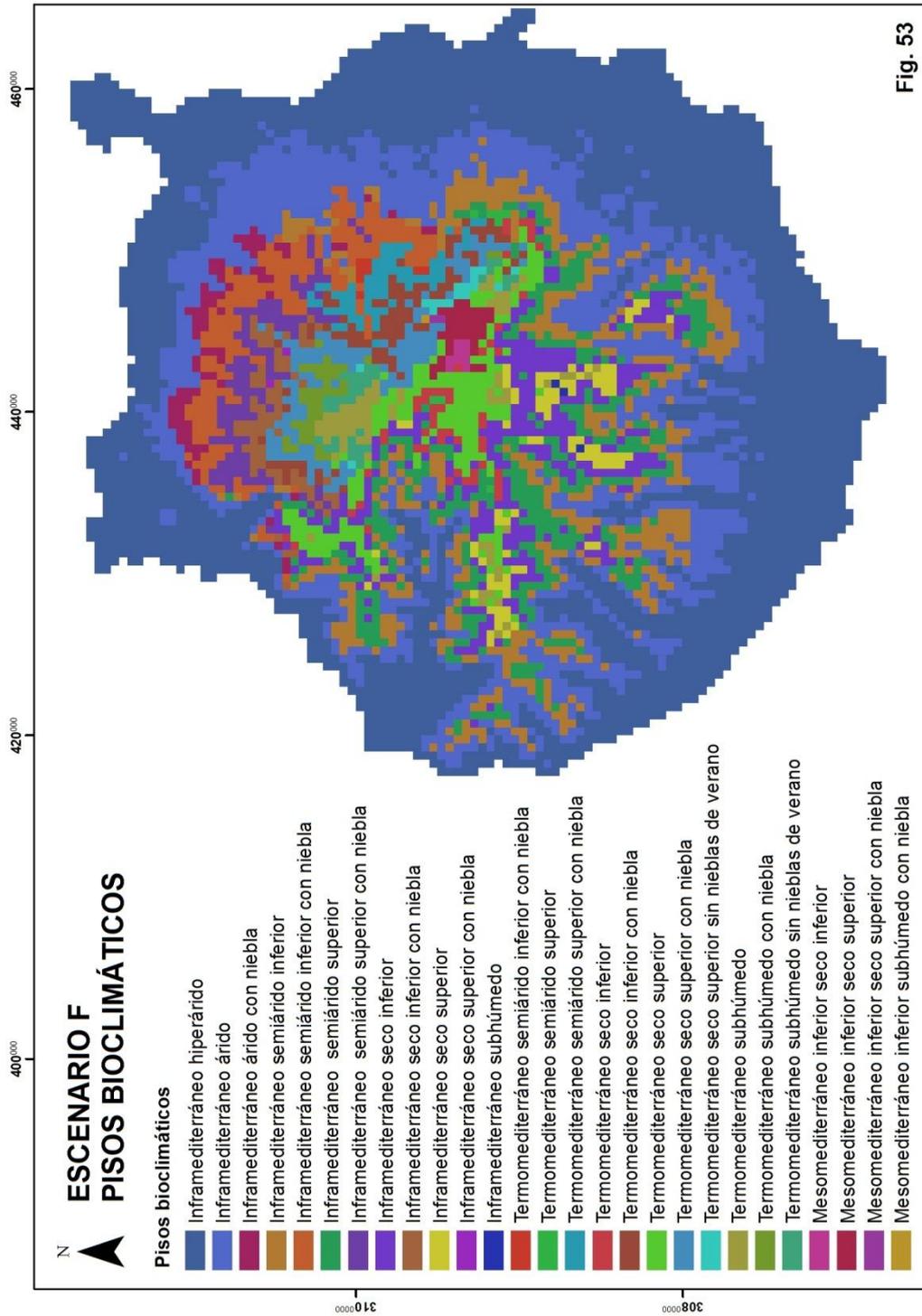
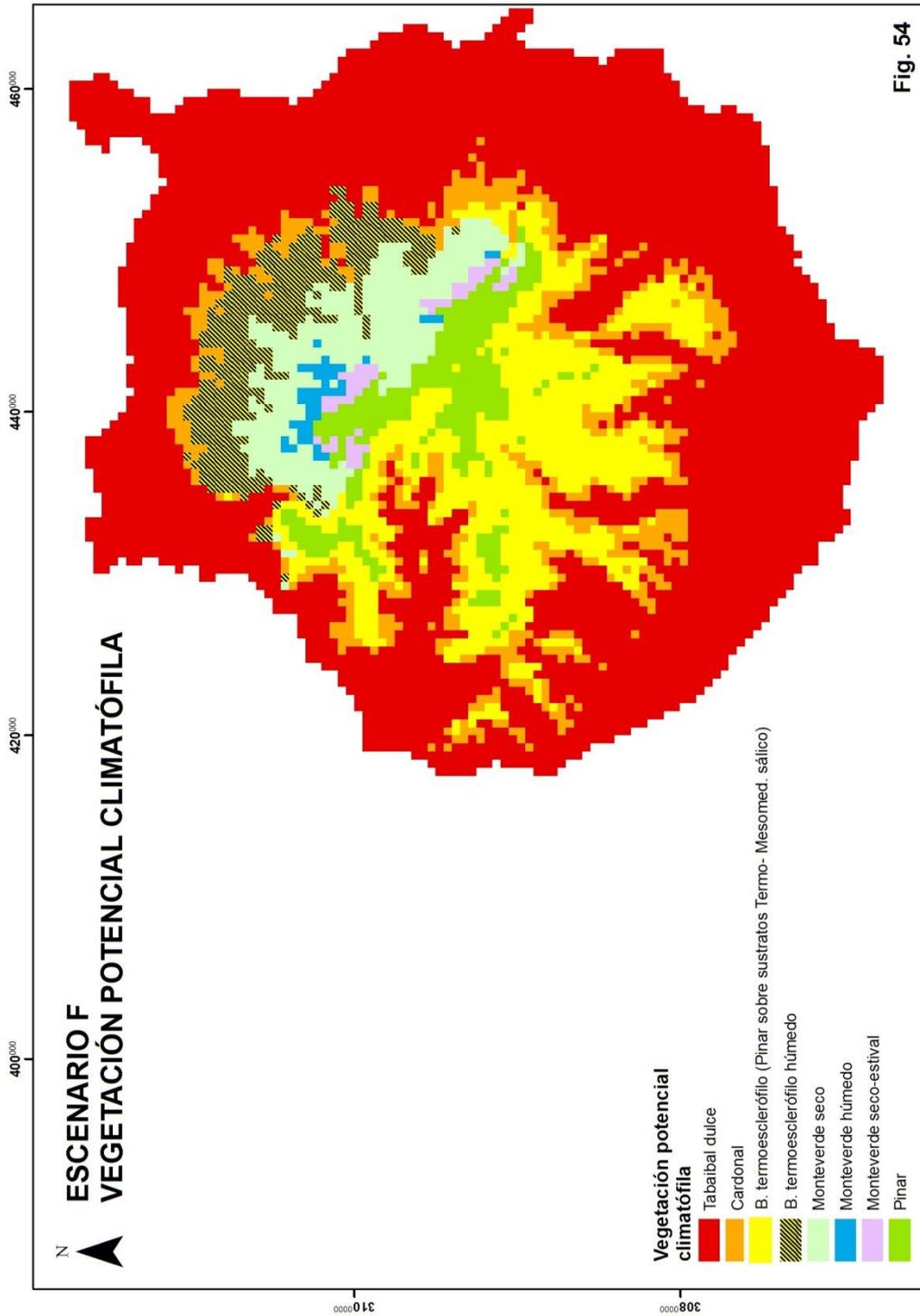
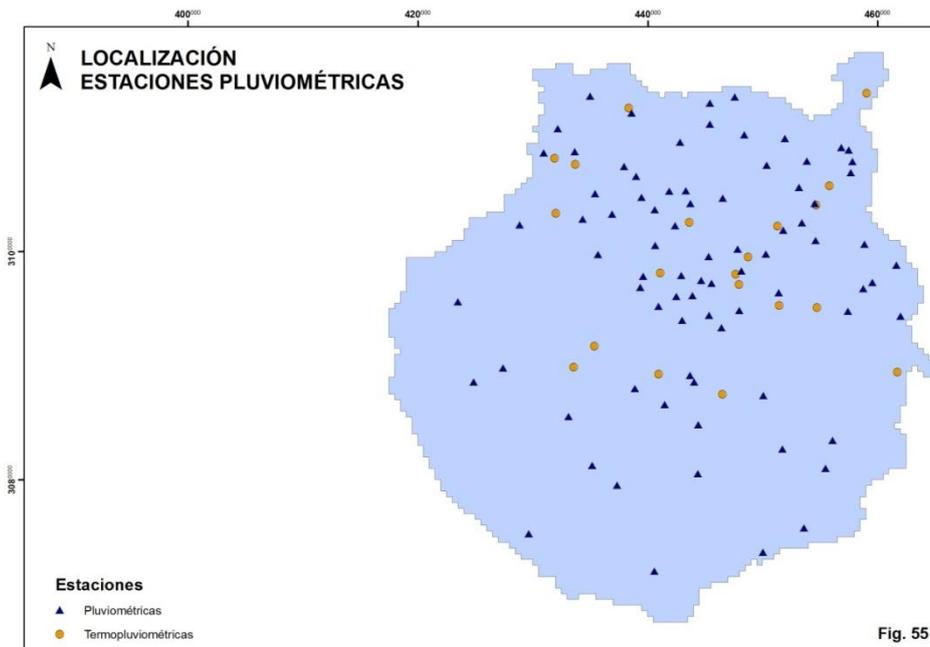
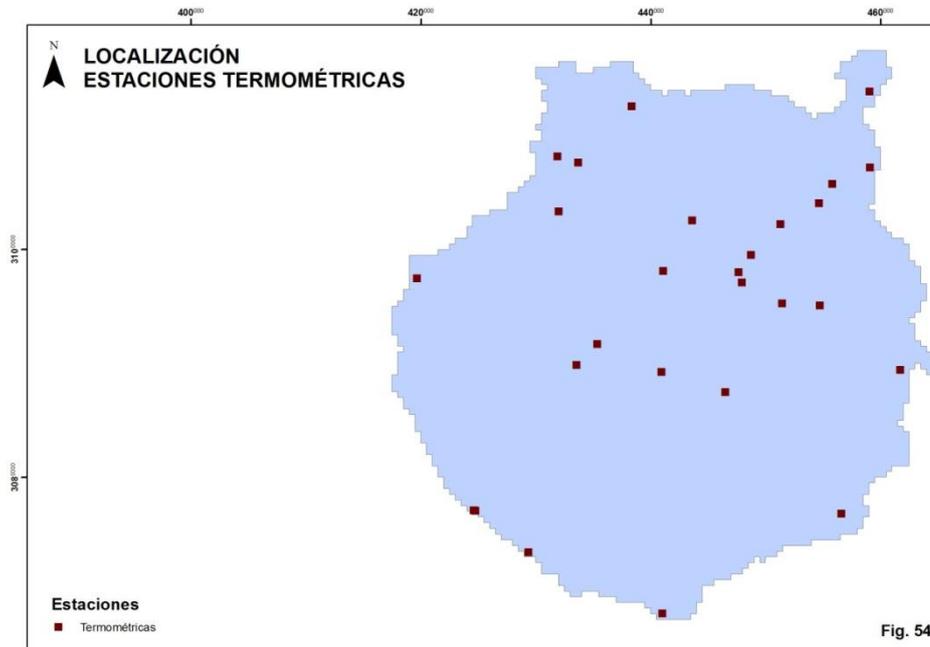


Fig. 53







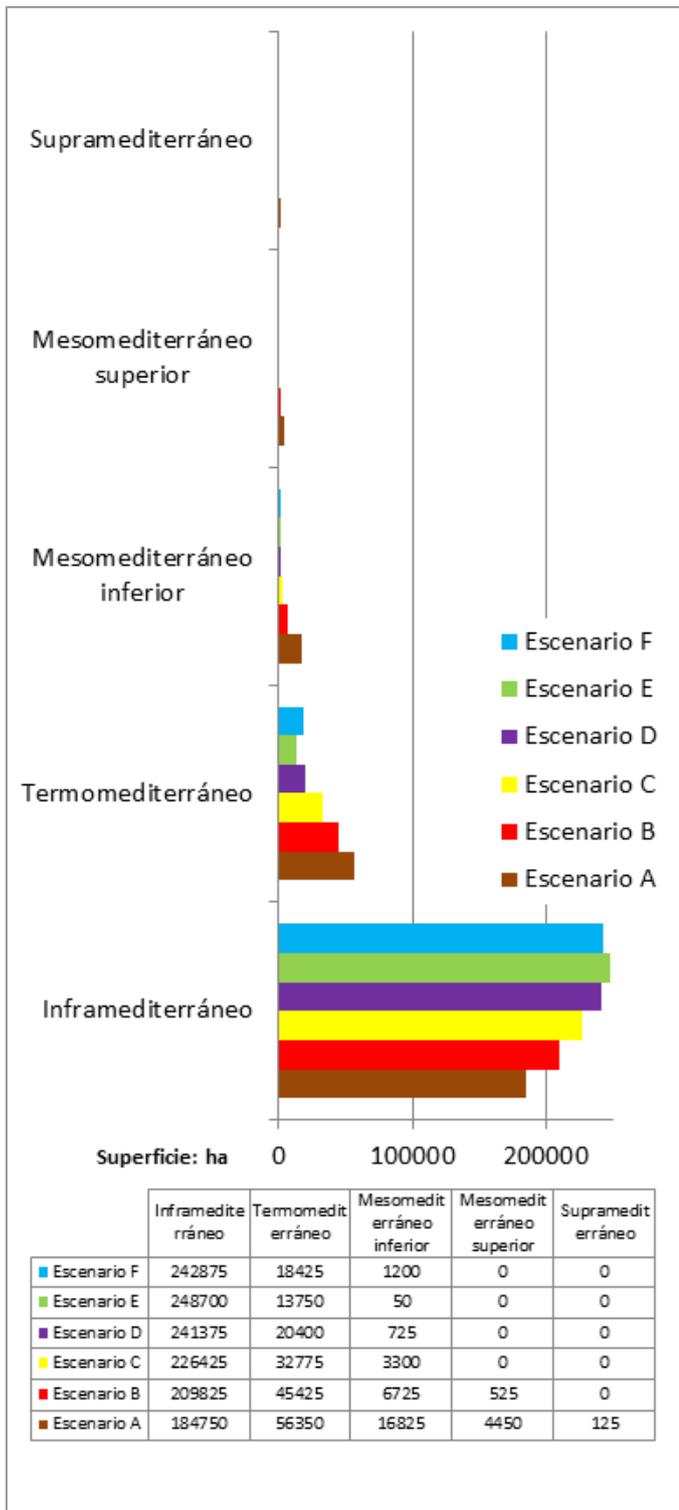
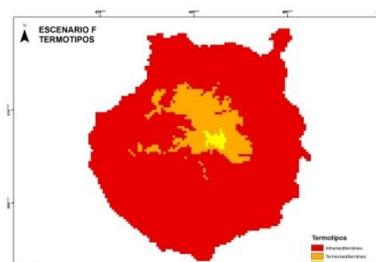
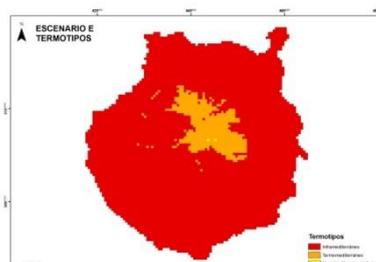
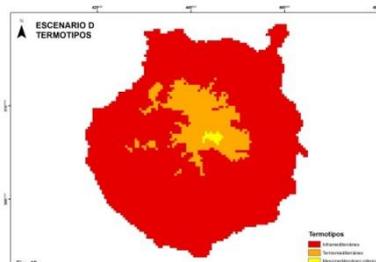
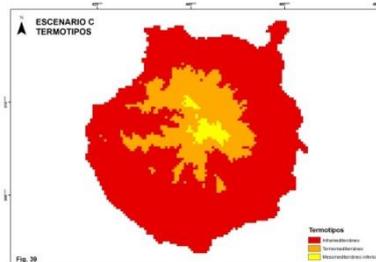
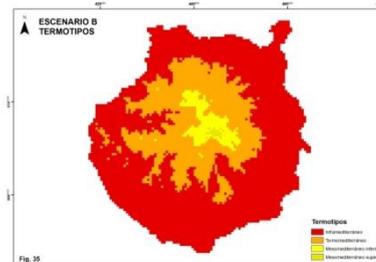
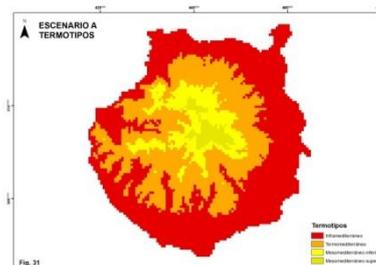


Fig. 57. Evolución espacial y cuantitativa de los termotipos en los diferentes escenarios considerados.



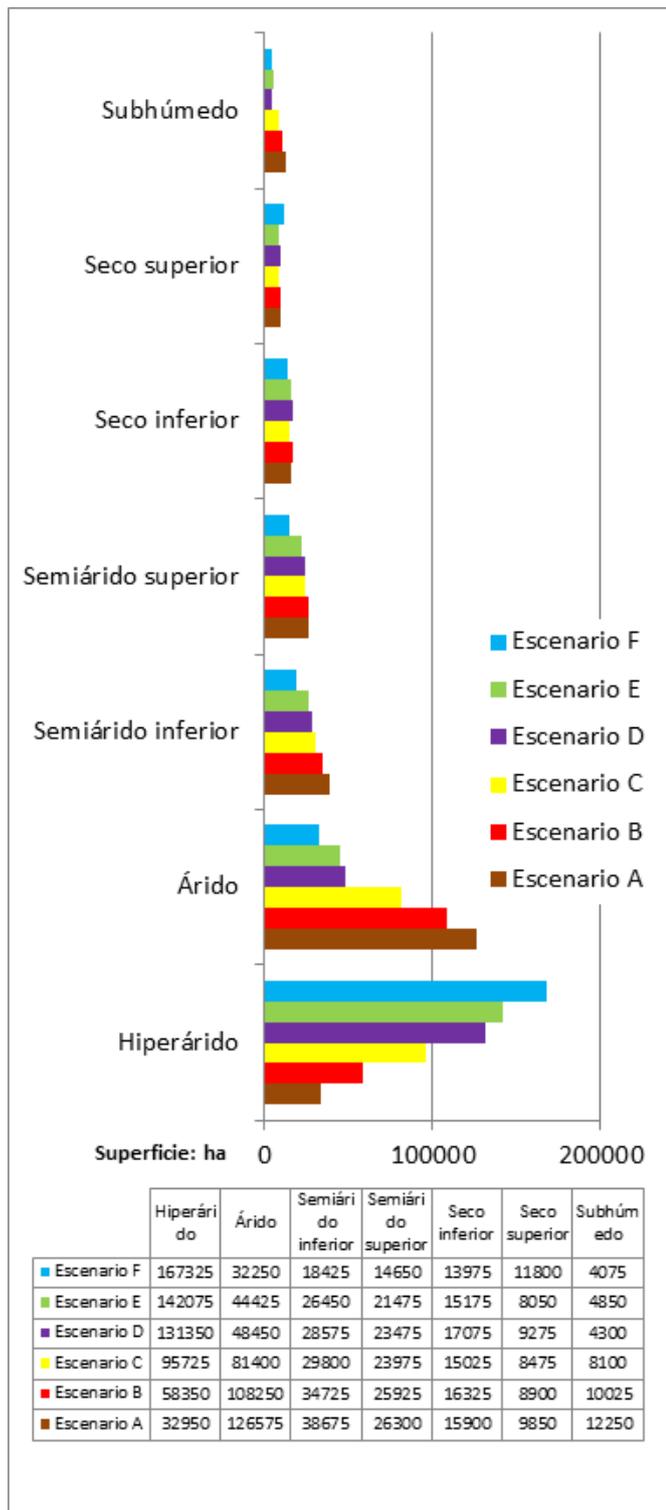
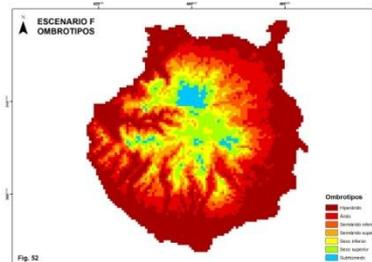
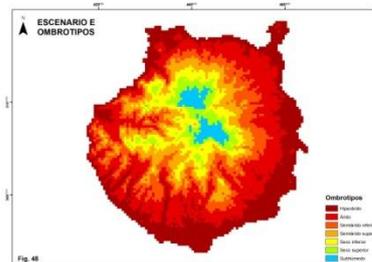
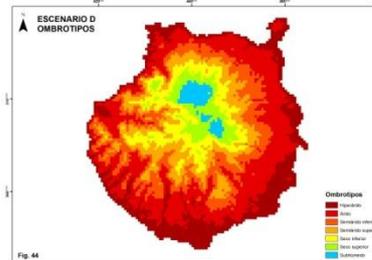
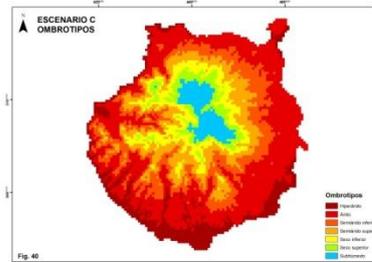
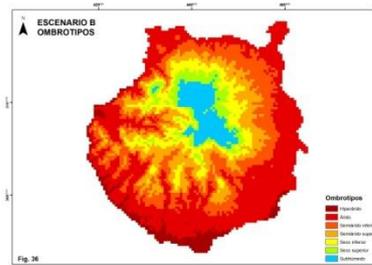
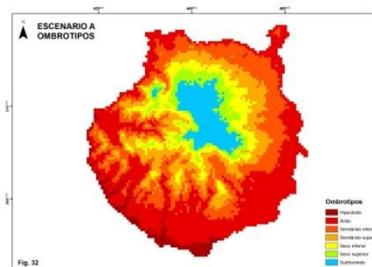


Fig. 58. Evolución espacial y cuantitativa de los ombrotipos en los diferentes escenarios considerados.



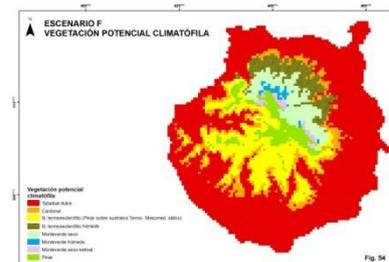
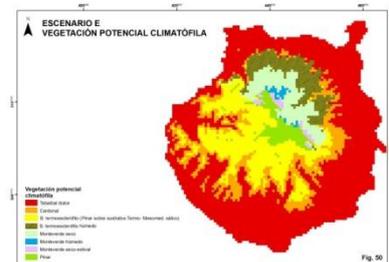
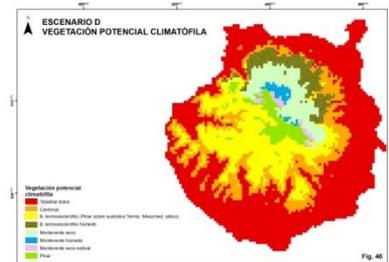
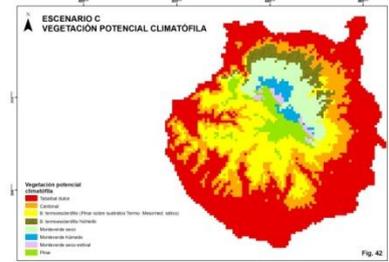
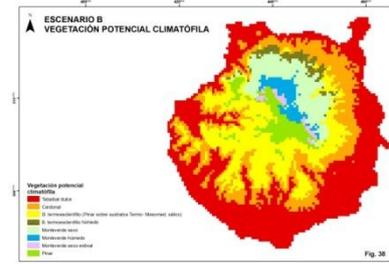
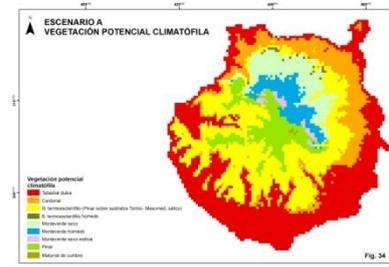
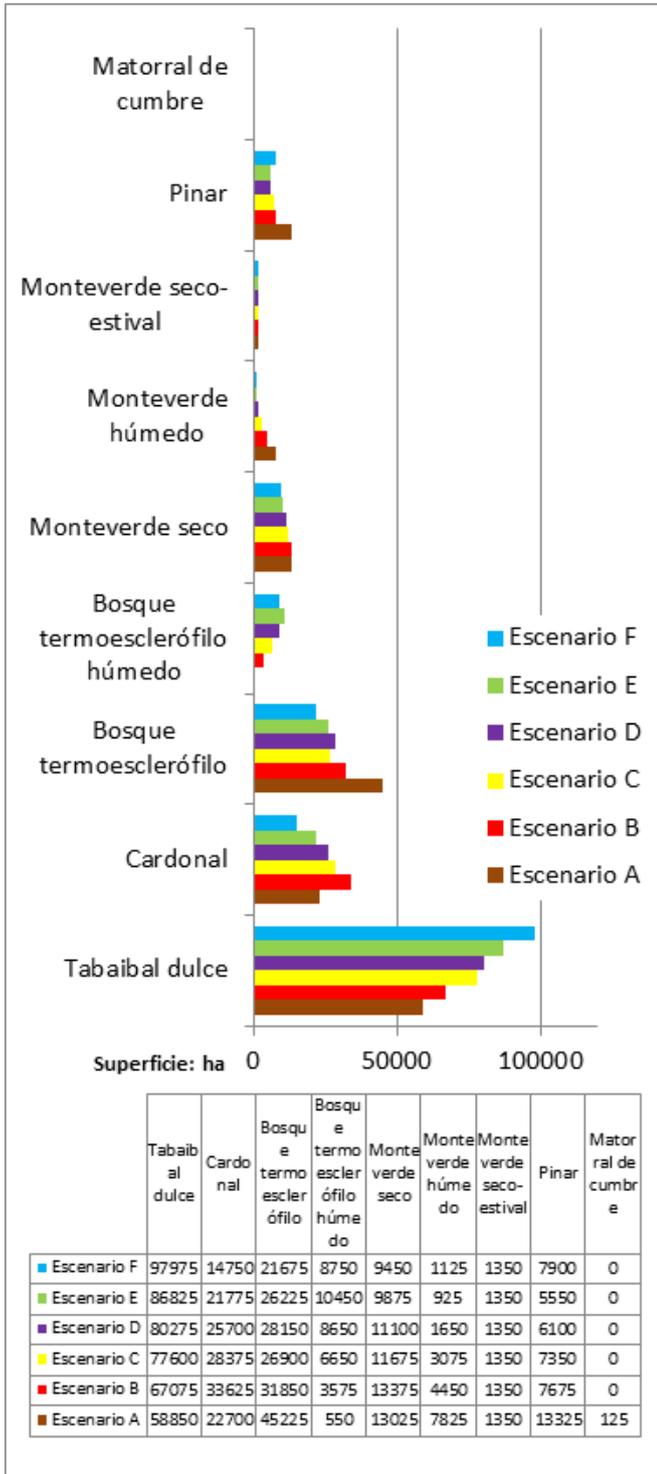


Fig. 59. Evolución espacial y cuantitativa de la vegetación potencial climatofila en los diferentes escenarios considerados.



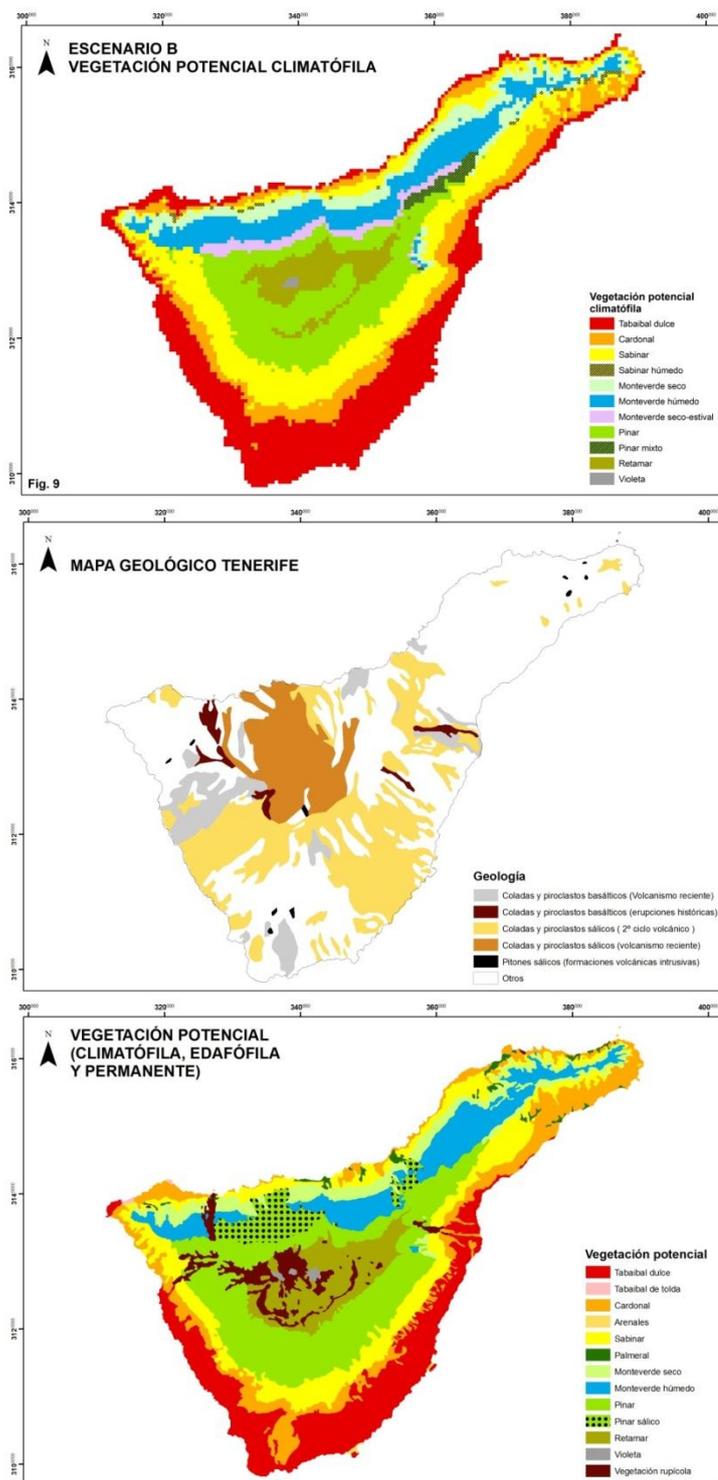


Fig. 60. Comparación entre mapas de vegetación potencial climatofila y potencial climatofila, edafofila y permanente del escenario actual (B) en Tenerife. La consideración de ciertos caracteres geológicos resulta particularmente importante.

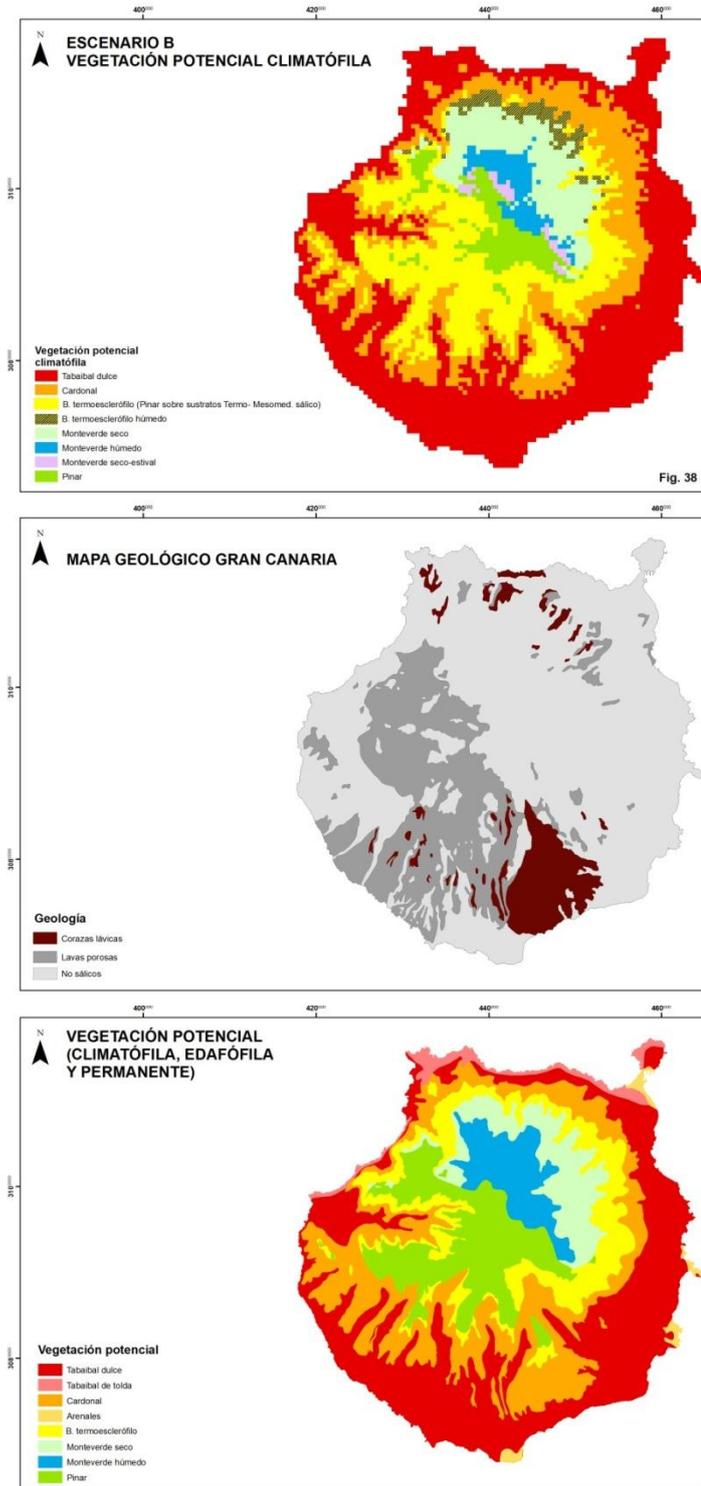


Fig. 61. Comparación entre mapas de vegetación potencial climatofila y potencial climatofila, edafofila y permanente del escenario actual (B) en Gran Canaria. La consideración de ciertos caracteres geológicos resulta particularmente importante.





<b>Cod_PB</b>	<b>Piso bioclimático</b>	<b>Vegetacion</b>	<b>Escenario</b>
110	Inframediterráneo hiperárido	Tabaibal dulce	B
120	Inframediterráneo árido	Tabaibal dulce	B
121	Inframediterráneo árido con niebla	Cardonal	E
130	Inframediterráneo semiárido inferior	Cardonal	B
131	Inframediterráneo semiárido inferior con niebla	Bosque termoesclerófilo húmedo	D
133	Inframediterráneo semiárido inferior con nieblas de rebose	Bosque termoesclerófilo	B
140	Inframediterráneo semiárido superior	Bosque termoesclerófilo	B
141	Inframediterráneo semiárido superior con niebla	Bosque termoesclerófilo húmedo	B
143	Inframediterráneo semiárido superior con nieblas de rebose	Bosque termoesclerófilo húmedo	B
150	Inframediterráneo seco inferior	Bosque termoesclerófilo	B
151	Inframediterráneo seco inferior con niebla	Monteverde seco	B
153	Inframediterráneo seco inferior con nieblas de rebose	Bosque termoesclerófilo húmedo	C
160	Inframediterráneo seco superior	Bosque termoesclerófilo	B
161	Inframediterráneo seco superior con niebla	Monteverde seco	B
162	Inframediterráneo seco superior sin nieblas de verano	Monteverde seco-estival	F
170	Inframediterráneo subhúmedo	Bosque termoesclerófilo	F
171	Inframediterráneo subhúmedo con niebla	Monteverde húmedo	C
172	Inframediterráneo subhúmedo sin nieblas de verano	Monteverde seco-estival	F
220	Termomediterráneo árido	Cardonal	A
230	Termomediterráneo semiárido inferior	Bosque termoesclerófilo	B
231	Termomediterráneo semiárido inferior con niebla	Bosque termoesclerófilo húmedo	F
240	Termomediterráneo semiárido superior	Bosque termoesclerófilo	B
241	Termomediterráneo semiárido superior con niebla	Monteverde seco	B
242	Termomediterráneo semiárido superior sin nieblas de verano	Monteverde seco-estival	D
243	Termomediterráneo semiárido superior con nieblas de rebose	Bosque termoesclerófilo húmedo	B
250	Termomediterráneo seco inferior	Bosque termoesclerófilo	B
251	Termomediterráneo seco inferior con niebla	Monteverde seco	B
252	Termomediterráneo seco inferior sin nieblas de verano	Monteverde seco-estival	C
253	Termomediterráneo seco inferior con nieblas de rebose	Monteverde seco	B
260	Termomediterráneo seco superior	Pinar	B
261	Termomediterráneo seco superior con niebla	Monteverde seco	B
262	Termomediterráneo seco superior sin nieblas de verano	Monteverde seco-estival	D
263	Termomediterráneo seco superior con nieblas de rebose	Pinar mixto	B
270	Termomediterráneo subhúmedo	Pinar	B
271	Termomediterráneo subhúmedo con niebla	Monteverde húmedo	B
272	Termomediterráneo subhúmedo sin nieblas de verano	Monteverde seco-estival	C
273	Termomediterráneo subhúmedo con nieblas de rebose	Pinar mixto	D
330	Mesomediterráneo inferior semiárido inferior	Bosque termoesclerófilo	F
340	Mesomediterráneo inferior semiárido superior	Pinar	C
350	Mesomediterráneo inferior seco inferior	Pinar	B
351	Mesomediterráneo inferior seco inferior con niebla	Monteverde húmedo	B
352	Mesomediterráneo inferior seco inferior sin nieblas de verano	Monteverde seco-estival	B
353	Mesomediterráneo inferior seco inferior con nieblas de rebose	Pinar mixto	B
360	Mesomediterráneo inferior seco superior	Pinar	B
361	Mesomediterráneo inferior seco superior con niebla	Monteverde húmedo	B
362	Mesomediterráneo inferior seco superior sin nieblas de	Monteverde seco-estival	B

363	verano Mesomediterráneo inferior seco superior con nieblas de rebose	Pinar mixto	B
370	Mesomediterráneo inferior subhúmedo	Pinar	B
371	Mesomediterráneo inferior subhúmedo con niebla	Monteverde húmedo	B
372	Mesomediterráneo inferior subhúmedo sin nieblas de verano	Monteverde seco-estival	B
373	Mesomediterráneo inferior subhúmedo con nieblas de rebose	Pinar mixto	B
430	Mesomediterráneo superior semiárido inferior	Bosque termoesclerófilo	F
440	Mesomediterráneo superior semiárido superior	Pinar	C
450	Mesomediterráneo superior seco inferior	Pinar	B
460	Mesomediterráneo superior seco superior	Pinar	B
462	Mesomediterráneo superior seco superior sin nieblas de verano	Monteverde seco-estival	A
463	Mesomediterráneo superior seco superior con nieblas de rebose	Pinar mixto	B
470	Mesomediterráneo superior subhúmedo	Pinar	B
471	Mesomediterráneo superior subhúmedo con niebla	Monteverde húmedo	A
472	Mesomediterráneo superior subhúmedo sin nieblas de verano	Monteverde seco-estival	B
473	Mesomediterráneo superior subhúmedo con nieblas de rebose	Pinar mixto	B
530	Supramediterráneo semiárido inferior	Retamar	E
540	Supramediterráneo semiárido superior	Retamar	B
550	Supramediterráneo seco inferior	Retamar	B
560	Supramediterráneo seco superior	Retamar	B
570	Supramediterráneo subhúmedo	Retamar	B
573	Supramediterráneo subhúmedo con nieblas de rebose	Retamar	A
580	Supramediterráneo húmedo	Retamar	A
620	Oromediterráneo árido	Violeta	B
630	Oromediterráneo semiárido inferior	Violeta	B
640	Oromediterráneo semiárido superior	Violeta	B
650	Oromediterráneo seco inferior	Retamar	B
660	Oromediterráneo seco superior	Retamar	B
670	Oromediterráneo subhúmedo	Retamar	C
730	Crioromediterráneo semiárido inferior	Violeta	A
750	Crioromediterráneo seco inferior	Violeta	A
760	Crioromediterráneo seco superior	Violeta	A

Tabla 1. Tabla de correspondencia entre pisos bioclimáticos y vegetación. **Cod\_PB**: código numérico, resultado de la combinación entre los valores de termotipo, ombrotipo y presencia de nieblas. **Escenario**: indica el escenario en el cuál se ha incorporado por primera vez cada piso bioclimático, considerando el escenario B de referencia.



### Referencias bioclimáticas y cartográficas básicas

- Del Arco MJ, Salas M, Acebes JR, Marrero MC, Reyes-Betancort JA, Pérez-de-Paz PL (2002) Bioclimatology and climatophilous vegetation of Gran Canaria (Canary Islands). *Ann Bot Fenn* 39:15–41
- Del Arco MJ, Pérez-de-Paz PL, Acebes JR, González-Mancebo JM, Reyes-Betancort JA, Bermejo JA, de Armas S, González-González R (2006a) Bioclimatology and climatophilous vegetation of Tenerife (Canary Islands). *Ann Bot Fenn* 43(3):167–192
- Del Arco MJ, Wildpret W, Pérez-de-Paz PL, Rodríguez-Delgado O, Acebes JR, García-Gallo A, Martín VE, Reyes-Betancort JA, Salas M, Bermejo JA, González R, Cabrera MV, García S (2006b) Mapa de Vegetación de Canarias. GRAFCAN, Santa Cruz de Tenerife
- Del Arco MJ, González R, Garzón-Machado V, Pizarro B (2010) Actual and potential natural vegetation on the Canary Islands and its conservation status. *Biodivers Conserv* 19:3089–3140
- Rivas-Martínez S, Rivas S, Penas A. 2011. Worldwide bioclimatic classification system. *Global Geobotany* 1: 1-634.

