

GENERACIÓN MAPA DE ZONAS DE VIDA PARA BOLIVIA AÑO 2025, MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE HOLDRIDGE

Generation of a life zone map for bolivia by 2025, using the Holdridge methodology

Mario Esteban Ramos Flores¹, Carmen Rosa Del Castillo Gutiérrez²

RESUMEN

El sistema de clasificación climática de Holdridge para las zonas de vida, es una de las más utilizadas en con el fin de conocer la zona ecológica o de vida a la que pertenece una determinada área objeto de estudio. Para la generación de las zonas de vida, se usan variables climáticas como la biotemperatura (°C) y precipitación (mm) y evapotranspiración (mm) asociados a la latitud y altitud. En Bolivia, a la fecha y pese a que la Ley 300 (Ley marco de la madre tierra y desarrollo integral para vivir bien) define a las zonas de vida, Bolivia no cuenta con un mapa de zonas de vida pese a que hay una Ley que la ampara. Por tanto, en el presente artículo, se genera el mapa de zonas de vida usando la metodología propuesta por Holdridge la cual utiliza variables climáticas de temperatura, precipitación, temperaturas máximas, temperaturas mínimas y la evapotranspiración potencial para generar y definir las zonas de vida. Para el logro de este objetivo, con la herramienta Google Earth Engine, se descargó datos en raster de evapotranspiración y temperatura promediados en la serie de tiempo 1980-2016, además del uso del dato de precipitación generada en el Balance Hídrico Superficial (1980-2016) realizada por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Como resultado de la aplicación de la metodología de Holdridge, se encontró que Bolivia tiene 14 zonas de vida bien definidas en el territorio nacional. Cabe aclarar que Holdridge define a 19 zonas a nivel mundial de las cuales 14 están presentes en Bolivia, que expresado en términos porcentuales es un 37%.

Palabras clave: zonas vida, Holdridge, precipitación, temperatura promedio, evapotranspiración, algebra mapas.

ABSTRACT

The Holdridge climate classification system for life zones is one of the most widely used to determine the ecological or life zone to which a given area of study belongs. To generate life zones, climatic variables such as biotemperature (°C), precipitation (mm), and evapotranspiration associated with latitude and altitude are used. In Bolivia, to date, and despite the fact that Law 300 (Framework Law for Mother Earth and Integral Development for Living Well) defines life zones, Bolivia does not have a life zone map despite the fact that there is a law that supports it. Therefore, in this article, the life zone map will be generated using the methodology proposed by Holdridge, which uses climatic variables such as temperature, precipitation, maximum temperatures, minimum temperatures, and potential evapotranspiration to generate and define life zones. To achieve this objective, using Google Earth Engine, we will download raster data on evapotranspiration and temperature averaged over the 1980-2016 time series. We will also use precipitation data generated in the Surface Water Balance (1980-2016) conducted by the Ministry of Environment and Water. As a result of applying the Holdridge methodology, it was found that Bolivia has 14 well-defined life zones within the national territory. It should be noted that Holdridge defines 19 zones worldwide, of which 14 are present in Bolivia, which, expressed in percentage terms, represents 37%.

Keywords: life zones, Holdridge, precipitation, average temperature, evapotranspiration, algebra maps.

¹ ✉ Docente, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. PIF en Universidad de Zaragoza. Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón, España. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8957-1075>. meramos3@umsa.bo

² Docente, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6062-3398>. crdel@umsa.bo

INTRODUCCIÓN

El sistema de clasificación climática de Holdridge para las zonas de vida, está basado en la asociación de diversos tipos de vegetales a las variables climáticas principales, es una de las más utilizadas en con el fin de conocer la zona ecológica o de vida a la que pertenece una determinada área objeto de estudio. dicha zona es establecida por los valores de biotemperatura ($^{\circ}\text{C}$) y precipitación (mm) medios anuales asociados a la latitud y altitud, los cuales se interceptan en un namograma triangular diseñado por Leslie Holdridge el año 1947 (Colloti, 2003).

A nivel internacional, la importancia de las zonas de vida y su gestión, es la de construir un enfoque y que esta sea, al mismo tiempo, un instrumento operativo alternativo para una Economía Verde. En el ámbito nacional la gestión de estos los sistemas de vida, constituye un enfoque e instrumento operativo para integrar el Vivir Bien en armonía y equilibrio con la Madre Tierra en las políticas públicas y en la gestión pública intercultural del Estado Plurinacional.

La visión de la gestión de los sistemas de vida es el intento de avanzar en una nueva forma de pensar, desarrollar y hacer gestión pública. Los sistemas de vida trascienden el enfoque sectorialista y racionalista que caracteriza a la gestión pública y nos incorpora en un enfoque donde los equilibrios entre lo material y lo espiritual, entre lo objetivo y subjetivo, entre el mundo de arriba y el mundo abajo son todos ellos importantes. Los sistemas de vida reflejan el conjunto de las conexiones de la Madre Tierra, donde todos los seres vivos son interdependientes e inseparables del todo cósmico y de la totalidad de la Madre Tierra. Los sistemas de vida reflejan la visión sistémica y orgánica de la vida en permanente movimiento y transformación, pero siempre teniendo como fundamento la reproducción de la vida. Al respecto, la Ley 300 define a los sistemas de vida y las zonas de vida (Ley No 300, 2012). Pero a la fecha, Bolivia no tiene un mapa de sistemas de vida ni tampoco un mapa de zonas de vida pese a que se tiene una Ley para dicho mapa. En esta línea y revisando bibliografía se encontraron dos mapas alusivos a las zonas de vida que se presentan en las Figuras 1 y 2.

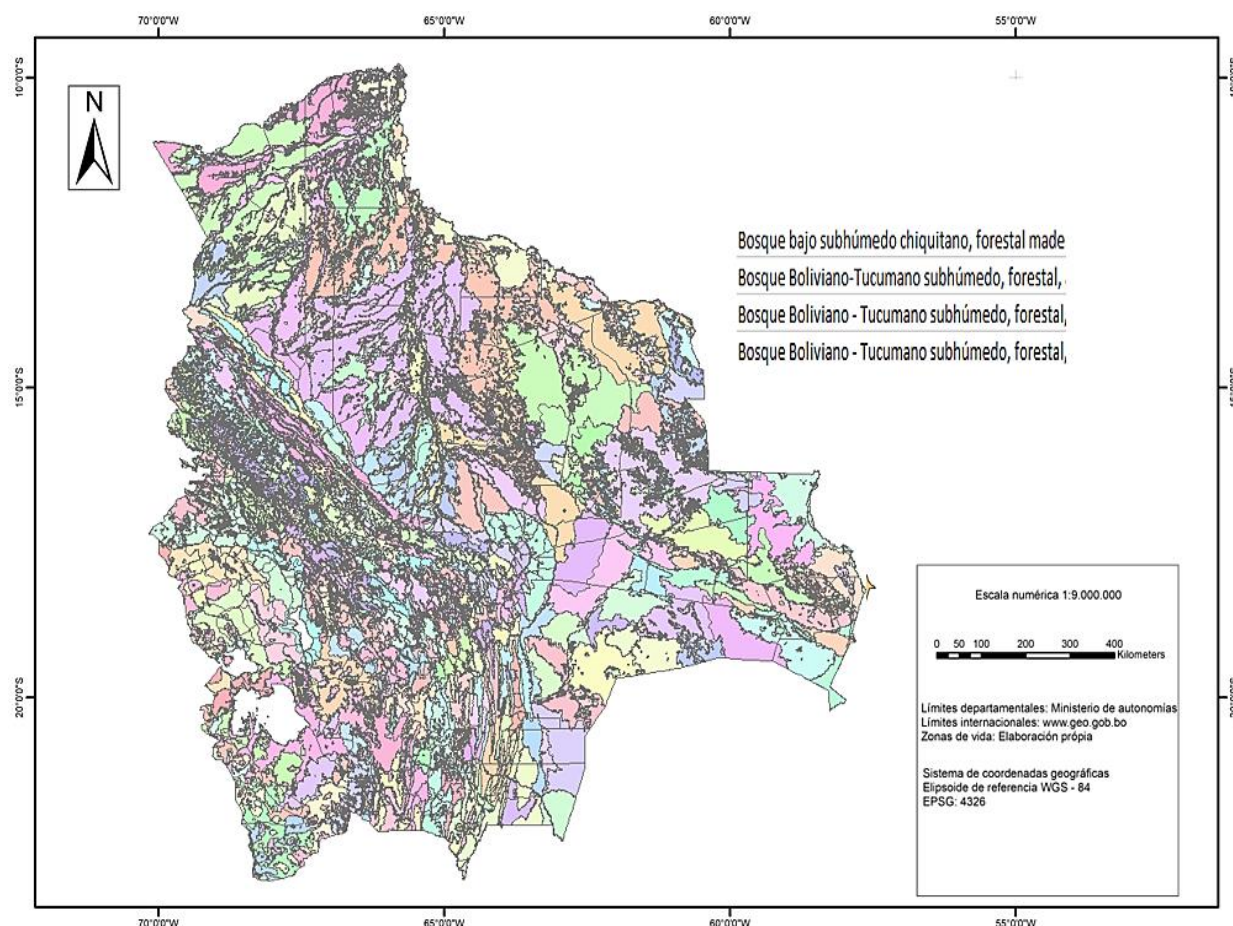


Figura 1. Zonas de vida MPD.

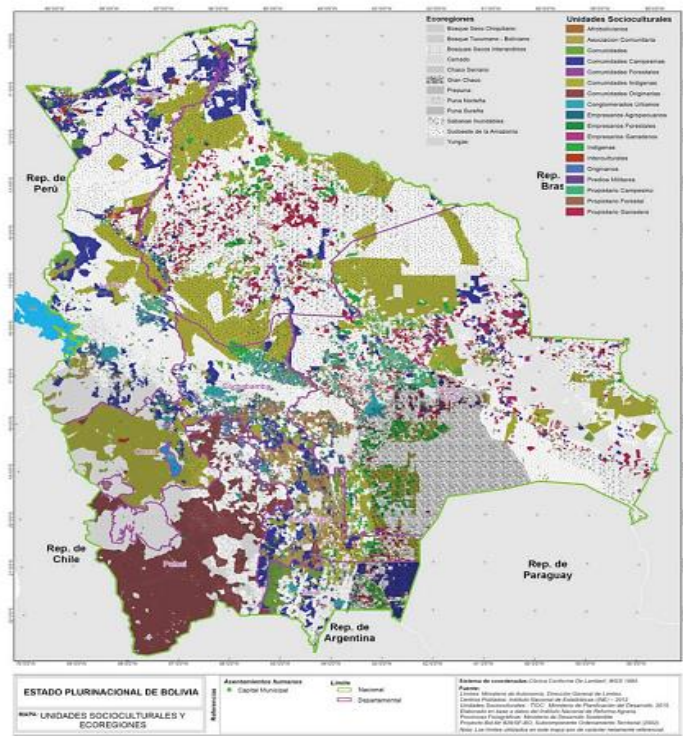


Figura 2. Zonas de Pacheco (2017).

La Figura 1, muestra un mapa de zonas de vida realizado por el Ministerio de Planificación del Desarrollo (MDP, 2024), pero en dicho mapa las clases de las zonas de vida no corresponde a la clasificación de Holdridge que se muestra en la Tabla 1, ya que en las de zonas de vida no existe, por ejemplo, la clase Bosque Boliviano-Tucumano y otras clases contenidas en el mapa (Figura 1), por lo tanto se afirma que este mapa no es un mapa de zonas de vida según la clasificación de Holdridge.

La Figura 2, muestra un otro mapa de zonas de vida publicado en el libro de “Gestión de Sistemas de Vida. Política pública para Vivir Bien en Equilibrio y Armonía con la Madre Tierra”, cuya autoría es de Diego Pacheco Balanza y publicado por la Fundación Cordillera (Pacheco, 2017). Dicho mapa tampoco es un mapa de zonas de vida debido a que este mapa es un mapa de Ecorregiones sobrepuesta a agrupaciones socioculturales. Por definición un mapa de sistemas de vida es una superposición de zonas de vida con las agrupaciones socioculturales y por tanto este mapa de ecorregiones tampoco es un mapa de zonas de vida descritas en las clases de zonas de vida propuestas por Holdridge. A modo de resumen se indica que ninguno de los 3 mapas consideradas como mapas de zonas de vida no lo son ya que su clasificación no corresponde a las clases definidas por Holdridge tal y como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Clases de zonas de vida según Holdridge.

| No Clases de zonas de vida No | | Clases de zonas de vida | |
|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Desierto polar | 20 | Bosque seco templado cálido |
| 2 | Tundra seca | 21 | Bosque húmedo templado cálido |
| 3 | Tundra húmeda | 22 | Bosque muy húmedo templado cálido |
| 4 | Tundra muy húmeda | 23 | Bosque pluvial templado cálido |
| 5 | Tundra pluvial | 24 | Desierto subtropical |
| 6 | Desierto boreal | 25 | Matorral xerófilo subtropical |
| 7 | Matorral boreal seco | 26 | Floresta espinosa subtropical |
| 8 | Bosque boreal húmedo | 27 | Bosque seco subtropical |
| 9 | Bosque boreal muy húmedo | 28 | Selva húmeda subtropical |
| 10 | Bosque boreal pluvial | 29 | Selva muy húmeda subtropical |
| 11 | Desierto templado frío | 30 | Selva pluvial subtropical |
| 12 | Matorral templado frío | 31 | Desierto tropical |
| 13 | Estepa templada fría | 32 | Matorral xerófilo tropical |
| 14 | Bosque húmedo templado frío | 33 | Floresta espinosa tropical |
| 15 | Bosque muy húmedo templado frío | 34 | Bosque muy seco tropical |
| 16 | Bosque pluvial templado frío | 35 | Bosque seco tropical |
| 17 | Desierto templado cálido | 36 | Selva húmeda tropical |
| 18 | Matorral xerófilo templado cálido | 37 | Selva muy húmeda tropical |
| 19 | Matorral espinoso templado cálido | 38 | Selva pluvial tropical |

Fuente: OEA (1994).

El modelo de zonas de vida de Holdridge, es un modelo bioclimático que explica la distribución geográfica de las principales asociaciones vegetales del mundo a partir de variables climáticas como precipitación y temperatura. El diagrama de zonas de vida es una representación gráfica de las zonas de vida más comunes en el planeta. Las zonas de vida están determinadas principalmente por valores anuales de precipitación y temperatura, expresada como biotemperatura (promedio de las temperaturas entre 0 °C y 30 °C durante un año), que es una medida del calor efectivo en el crecimiento de las plantas.

El sistema Holdridge Life Zone o zonas de vida es simple y objetivo y requiere, como mínimo, solo datos sobre la precipitación media anual, la biotemperatura media anual y elevación. La principal ventaja del Holdridge y las zonas de vida (Figura 4) es que tiene una base empírica y objetiva. Las zonas de vida son la principal unidad ecológica de clasificación y definen las condiciones para el funcionamiento del ecosistema. Las zonas de vida están delimitadas por biotemperatura, precipitación, índice de evapotranspiración potencial y elevación. Cualquier persona que use el sistema y tenga acceso a los mismos datos clasificará una zona de vida de la misma manera. Hay poco espacio para la subjetividad. El sistema de zonas de vida es jerárquico en el sentido

de que las zonas de vida se pueden subdividir en asociaciones de acuerdo con las condiciones del sitio, incluidos datos climáticos más detallados, condiciones atmosféricas, condiciones edáficas, topografía y aspecto. Las asociaciones se pueden subdividir en etapas sucesivas que reflejan el uso de la tierra, la gestión o el historial de perturbaciones. Las zonas de vida se pueden agregar en provincias de mayor humedad o cinturones de altitud y / o latitud. Los cinturones latitudinales reflejan la utilidad del sistema para la clasificación de ecosistemas a escala global, mientras que los cinturones altitudinales muestran su aplicación a las complejas condiciones montañosas. Esta metodología de mapeo de Holdridge Life Zone System se ha utilizado para mapear las zonas de vida de unos 20 países, incluidas partes de los Estados Unidos.

Las zonas de vida están representadas en el nanograma (Figura 3) por hexágonos que se forman a partir de las mediatrices dibujadas en cada triángulo formado por la intersección de la biotemperatura (líneas horizontales) y la precipitación (líneas inclinadas izquierda), variables que son la base para calcular la Relación de Evapotranspiración Potencial (líneas inclinadas derecha). Las escalas de las variables son logarítmicas y diseñadas sobre ejes no ortogonales que forman un ángulo de 60° (Colloti, 2003).

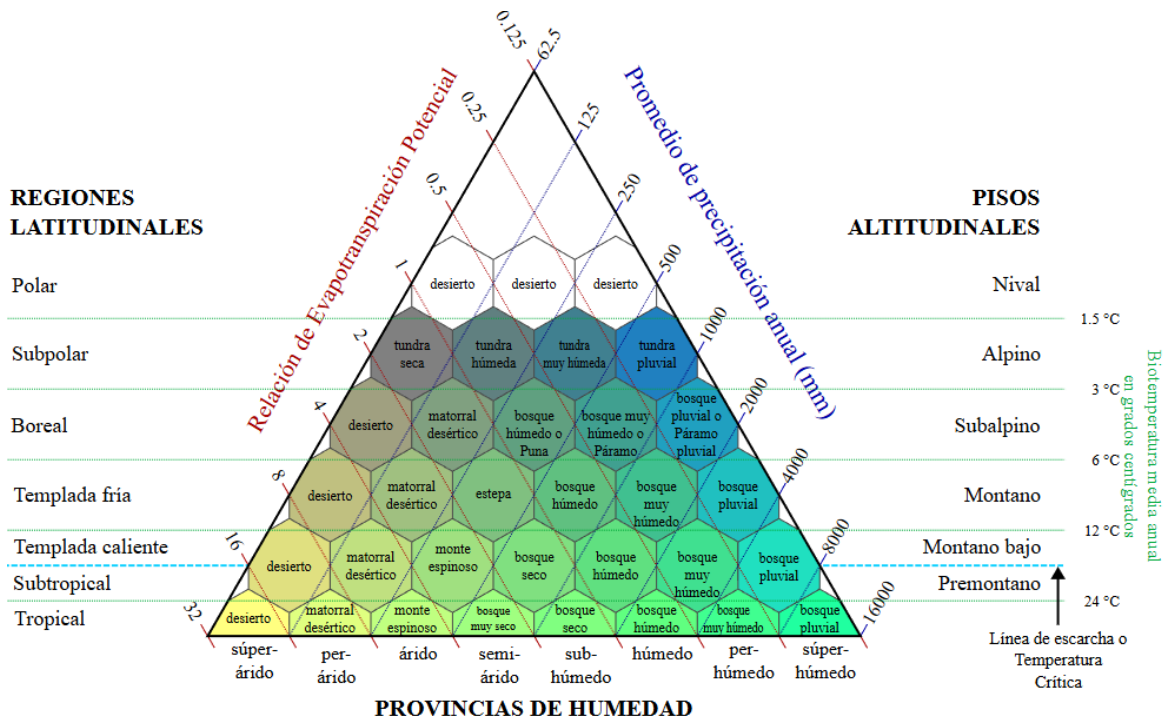


Figura 3. Sistema de clasificación de zonas de vida según Holdridge.

La Ley 300, define claramente a las zonas de vida, e indica que son unidades biogeográficas-climáticas que están constituidas por el conjunto de las comunidades organizadas de los componentes de la Madre Tierra en condiciones afines de altitud, ombrotipo, bioclima y suelo, sin embargo, la Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra no cuenta con un mapa de zonas de vida generada con la metodología de Holdridge. El objetivo es generar el mapa de zonas de vida para Bolivia, ya que a la fecha no se tiene un mapa de zonas de vida para Bolivia. Si bien es cierto que existen mapas titulados como mapas de zonas de vida, no lo son ya que las clases en las cuales están categorizadas, estas clases no están de acuerdo a las clases propuestas por Holdridge en 1914 (Ley No 300, 2012).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la generación del mapa de zonas de vida se utilizó la metodología propuesta por Holdridge la cual utiliza variables climáticas de evapotranspiración, precipitación y temperatura para generar y definir las zonas de vida ya que se define a una zona de vida como unidades biogeográficas-climáticas que están constituidas por el conjunto de las comunidades organizadas en condiciones afines o similares de altitud, ombrotipo, bioclima y suelo.

Variables climáticas usadas para la generación del mapa de zonas de vida

Entre las variables climáticas para la generación del mapa de zonas de vida bajo la metodología de Holdridge, se necesitan las variables climáticas de precipitación, temperaturas máximas, temperaturas mínimas y la evapotranspiración potencial. Para los datos de las variables precipitación, evapotranspiración, temperaturas máximas y temperaturas mínimas, se usó como fuente los datos propuestos por Abatzoglou (2017). Estos datos fueron descargados a través de la plataforma Google Earth Engine (GEE, 2025).

Precipitación, evapotranspiración, temperaturas máximas y temperaturas mínimas

Los datos climáticos usados fueron precipitación, temperaturas máximas, temperaturas mínimas y la evapotranspiración potencial. Se descargaron 432 raster, datos anuales comprendidos en el periodo 1980-2016 para las variables precipitación, temperaturas máximas, temperaturas mínimas y la evapotranspiración potencial. Para tener una sola capa

promedio para el periodo indicado, se promediaron las capas rastre en la aplicación RStudio para las mencionadas variables.

Finalmente se menciona que todas las variables climáticas descritas han sido usadas para generar el mapa de zona de vida bajo la metodología de Holdridge, ya que las zonas de vida se definen como una unidad climática natural en la que se agrupan diferentes asociaciones correspondientes a determinados ámbitos de temperatura, precipitación y humedad. Por tanto, y para determinar una zona de vida se deben obtener primero la temperatura media, relación de evapotranspiración, precipitación total anuales y hacer uso del diagrama de clasificación de zonas de vida propuesta por Holdridge.

Procedimientos para la generación de zonas de vida según holdridge

Adquiridos los datos climáticos de evapotranspiración, precipitación y temperaturas, para genera el mapa de zona de vida, en primera instancia se deben realizar algunas correcciones a la temperatura media para convertirla a biotemperatura por lo cual a continuación se detallan como se convierte la temperatura media a biotemperatura. Todos los procesos SIG fueron realizados por la aplicación QGIS, disponible en su página de descargas (QGIS, 2025).

Cálculo de la biotemperatura

Uno de las primeras variables a ser procesadas fue la biotemperatura, la cual se calcula usando la temperatura promedio. Según Holdridge, la biotemperatura está definida como una medida del calor y para que esta sea calculada, se utiliza la temperatura media anual. La biotemperatura indica los ámbitos de variación dentro de los cuales hay una vida vegetativa activa y dentro de la cual se determinan las zonas térmicas Tabla 2.

Tabla 2. Zonas térmicas propuesta por Holdridge basadas en valores de temperatura.

| Regiones latitudinales | Valor temperatura (°C) |
|------------------------|------------------------|
| Polar | 0 - 1.5 |
| Subpolar | 1.5 - 3 |
| Boreal | 3 - 6 |
| Templado frío | 6 - 12 |
| Templado cálido | 12 - 18 |
| Subtropical | 18 - 24 |
| Tropical | mayor de 24 |

Para el cálculo de la biotemperatura, se usaron los datos climatológicos de temperatura en modelo raster obtenidas en el estudio del BHSB comprendidas entre los años 1980 y 2016 con una resolución espacial de 0.005°. En este dataset raster, de temperaturas promedio mensuales se realizaron algunas correcciones para calcular la biotemperatura para los valores mayores a 24 °C y valores menores a 0 °C en función de su latitud. Para el cálculo de la biotemperatura se deben realizar dos correcciones usando la temperatura media mensual (T°MM):

a) Si la T°MM está entre 6 °C y 24 °C, la biotemperatura media mensual (BioTMM) es igual a la temperatura media mensual (T°MM). Para este rango de valores no se deberá realizar ninguna corrección.

$$\text{BioTMM} = \text{T}^\circ\text{MM} \quad (1)$$

(para valores entre 6 °C y 24 °C)

b) Si la T°MM es mayor a 24 °C, la biotemperatura media mensual es igual a la siguiente fórmula:

$$\text{BioTMM} = \text{T}^\circ\text{MM} - |3 \times \text{Lat}^\circ \times (\text{T}^\circ\text{MM} - 24)^2/100| \quad (2)$$

(para valores mayores a 24 °C)

c) Si la T°MM es menor a 6 °C, la biotemperatura media mensual es igual a la siguiente fórmula:

$$\text{BioTMM} = \text{T}^\circ\text{MaxM}^2/2 * (\text{T}^\circ\text{MaxM} - \text{T}^\circ\text{MinM}) \quad (3)$$

(para valores menores a 6 °C)

Dónde: BioTMM = biotemperatura media mensual (°C); T°MM = valor raster de la temperatura media mensual (°C); Lat° = valor raster de la latitud de la zona de

estudio expresada en grados; T°MaxM = valor raster de la temperatura máxima mensual (°C); T°MinM = valor raster de la temperatura mínima mensual (°C); | | = valores absolutos.

La Figura 4, muestra de forma gráfica las operaciones realizadas al raster de temperatura media mensual para obtener la capa raster de biotemperatura y reclasificado de acuerdo a la clasificación de zonas de vida de Holdridge (Tabla 1.). En la Figura 4, se muestra que a la capa raster de temperaturas medias mensuales se realizaron tres procesos. En un primer proceso a dicho raster de temperaturas medias mensuales se extrajeron los valores de temperatura comprendidos entre 6 °C y 24 °C dando como resultado una nueva capa raster de biotemperatura en el rango de los valores anteriormente mencionados. En un segundo proceso para la capa de temperaturas medias mensuales, se realizó una corrección para los valores mayores a 24 °C con lo cual se generó otra capa raster de biotemperatura con valores corregidos tal y como lo sugiere la metodología de Holdridge para valores mayores a 24 °C.

Finalmente, al raster de temperatura media mensual, se hizo una corrección final para los valores menores a 6 °C. Esta corrección se la realizó en dos fases, en la primera fase se extrajeron los valores dichos valores menores a 6 °C de la capa raster de temperaturas medias mensuales. Como resultado de este proceso se obtuvo una nueva capa raster con valores menores a dichos valores. Como segunda fase, a estos pixeles con valores menores a 6 °C encontrados, se las corrigió con dos capas raster de temperaturas máximas y mínimas aplicando la fórmula 3 para el cálculo de la biotemperatura.

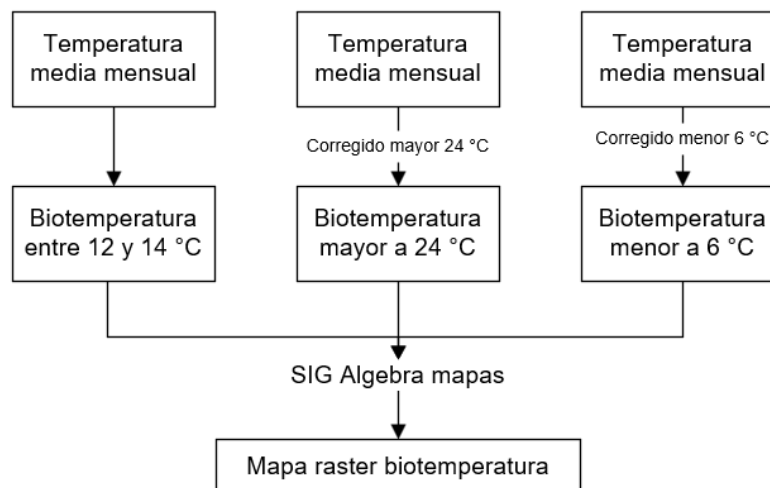


Figura 4. Proceso de generación de la capa raster biotemperatura.

Como resultados de los procesos realizados, se obtuvo una capa raster final de biotemperatura que se generó con una suma algebraica de las tres capas obtenidas durante el proceso: una capa raster con valores entre 6 °C y 24 °C, otra capa raster corregida de valores valores mayores a 24 °C y finalmente otra capa corregida de valores menores a 6 °C dando como

resultado el mapa final de biotemperaturas que se muestra en la Figura 5. Realizados los procesos que se muestran en la Figura 5, como resultado del mismo es el raster de biotemperatura la cual es la suma algebraica de la las biotemperaturas menores a 6 °C a 12 °C, de 12 °C a 24 °C y biotemperaturas mayores a 24 °C tal y como se observa en la Figura 6.

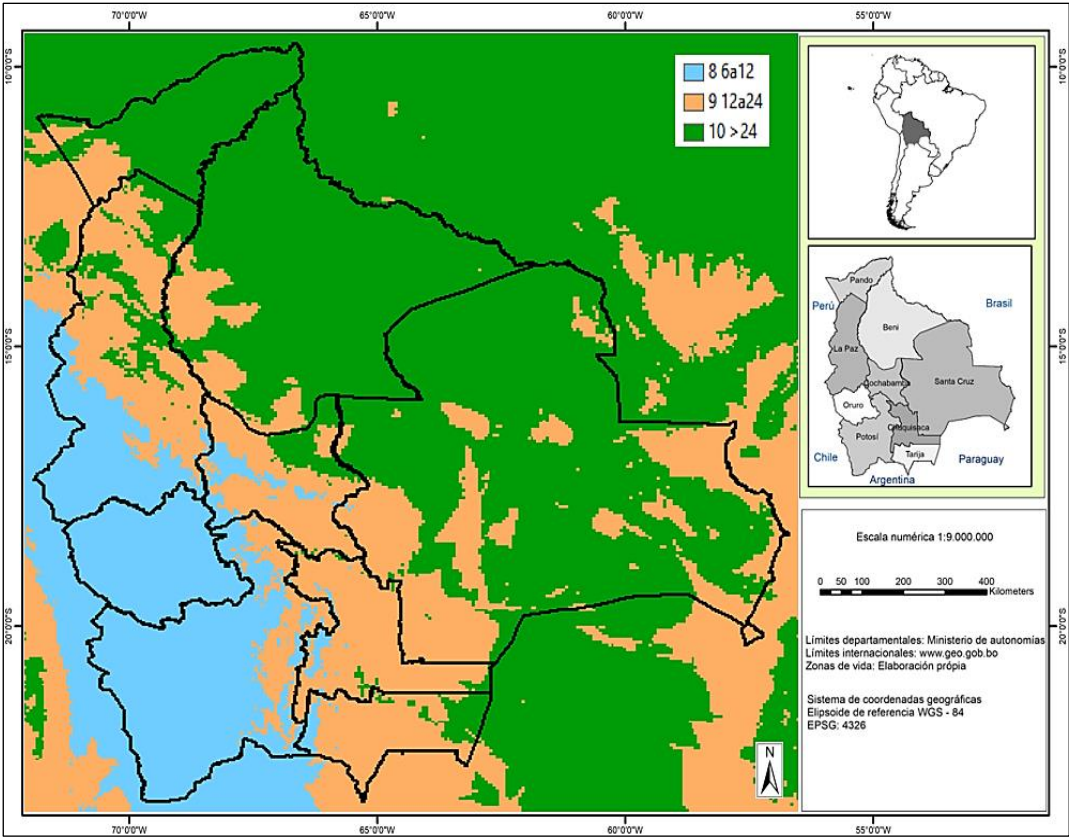


Figura 5. Raster de biotemperatura reclasificada.

Por otra parte, la Figura 5, muestra que en el occidente del país se encuentran biotemperaturas entre 6 °C y 12 °C y en el centro del país temperaturas entre 12 °C y 24 °C. Finalmente en el oriente se tienen biotemperaturas mayores a 24 °C. Este comportamiento de la biotemperatura en Bolivia es similar a las temperaturas medias normales que se tienen en nuestro territorio: temperaturas frías en el altiplano, temperaturas templadas en la región central y temperaturas cálidas en la región oriental de Bolivia.

Cálculo de la precipitación

Otra de las variables tomadas en cuenta para determinar la clasificación de zonas de vida en base a la metodología de Holdridge es la precipitación y para ello se tomaron en cuenta nuevamente los datos raster climatológicos y para este caso en particular la variable

precipitación que se generó con la misma metodología que para el caso de temperatura. Para el caso de la precipitación el raster de precipitación deberá ser reclasificada de acuerdo a la metodología de Holdridge para encontrar las provincias de humedad, como se reporta en la Tabla 3.

Tabla 3. Provincias de humedad propuesta por Holdridge basadas en valores de precipitación.

| Provincias de humedad | Valor precipitación (mm) |
|-----------------------|--------------------------|
| Súper árido | 62.5 - 125 |
| Per árido | 125 - 250 |
| Árido | 250 - 500 |
| Semi árido | 500 - 1000 |
| Sub húmedo | 1 000 - 2 000 |
| Húmedo | 2 000 - 4 000 |
| Per húmedo | 4 000 - 8 000 |
| Súper húmedo | mayor de 8 000 |

En base a la Tabla 3, se realizó una reclasificación del raster de precipitación con lo cual se obtuvo el raster de provincias de humedad propuesta según la metodología de Holdridge mostrada en la Figura 4. La Figura 6, presenta de forma gráfica la reclasificación realizada en el raster de precipitaciones, basada en la escala de valores indicadas en la Tabla 3, la cual

reporta ocho provincias de humedad propuesta en la metodología de Holdridge y la Figura 6, muestra que el territorio nacional cuenta con siete provincias de humedad de un total de ocho provincias por lo que se afirma que Bolivia tiene el 88% de las provincias de humedad existentes en el mundo.

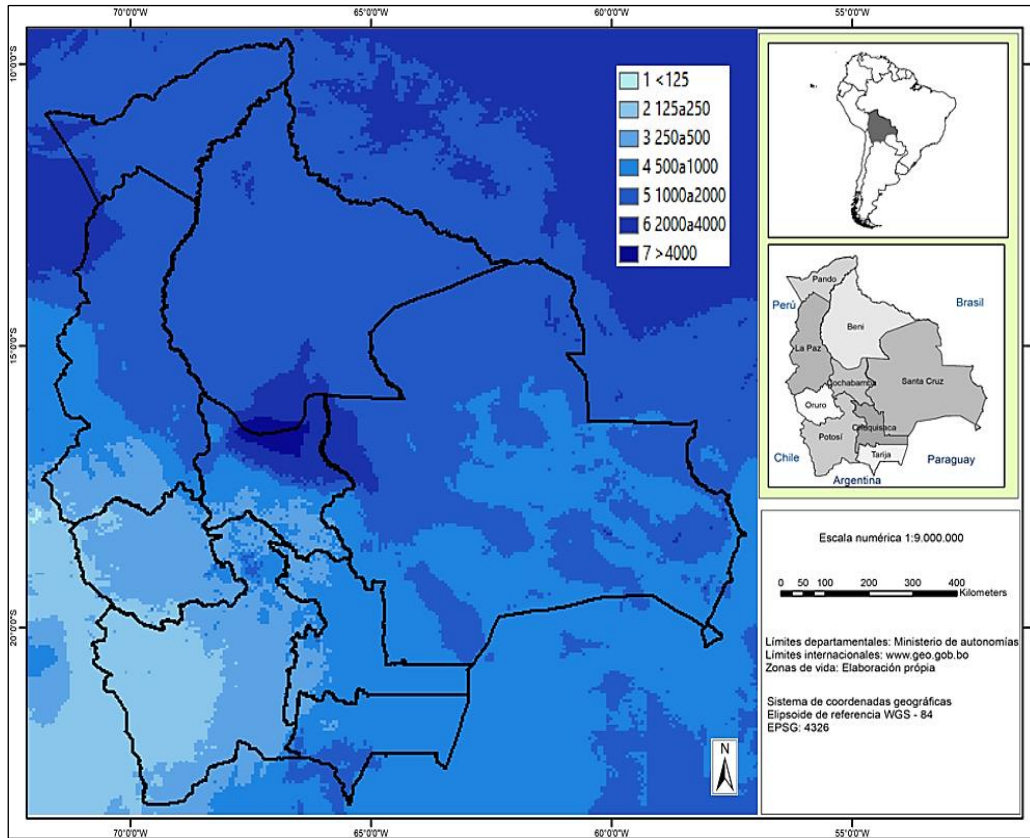


Figura 6. Raster precipitación reclasificada.

Como se muestra en la Figura 6, desde la parte media de Bolivia hacia el sur – oeste se tienen precipitaciones menores a 1 000 mm y en la parte nor – este, valores mayores de 1 000 mm y un aspecto importante de remarcar es que en la parte media del país, vale decir la región del Chapare, se tienen precipitaciones mayores a 4 000 mm, haciendo de estos lugares, sitios muy húmedos la mayor parte del año. Finalmente, otra de las variables climáticas tomadas en cuenta para generación de zonas de vida, aparte de la biotemperatura y la precipitación es la relación de evapotranspiración potencial que viene expresada por la siguiente fórmula.

$$RE = ETP/PPA \quad (4)$$

Dónde: RE = relación de evapotranspiración (mm); ETP = evapotranspiración potencial (mm); PPA = promedio de precipitación anuales (mm).

El raster de evapotranspiración se la descargó con la aplicación Google Earth Engine cuya referencia es: reference evapotranspiration (ASCE Penman-Montieth) que está calculada por el método de Penman-Montieth expresada en mm. Para el caso de la relación de evapotranspiración y precipitación en una primera instancia se deberá realizar una división entre la ETP vs la precipitación, misma que deberá ser reclasificada de acuerdo a la metodología de Holdridge (Tabla 4).

Tabla 4. Relación de evapotranspiración potencial propuesta por Holdridge.

| Provincias de humedad | Valor evapotranspiración (mm) |
|-----------------------|-------------------------------|
| Súper árido | 32 - 16 |
| Per árido | 16 - 8 |
| Árido | 8 - 4 |
| Semi árido | 4 - 2 |
| Sub húmedo | 2 - 1 |
| Húmedo | 1 - 0.5 |
| Per húmedo | 0.5 - 0.25 |
| Súper húmedo | 0.25 - 0.125 |

En base a la Tabla 4, se realizó una reclasificación del raster de la relación de evapotranspiración vs la precipitación con lo cual se obtuvo el raster de provincias de humedad (Figura 7) propuesta según la metodología de Holdridge. La Figura 7, muestra de

forma gráfica la reclasificación realizada en el raster de la relación de evapotranspiración vs la precipitación, basada en la escala de valores indicadas en la Tabla 4. En dicha tabla, se observa que existen siete Provincias de Humedad (de un total de 8) para esta relación.

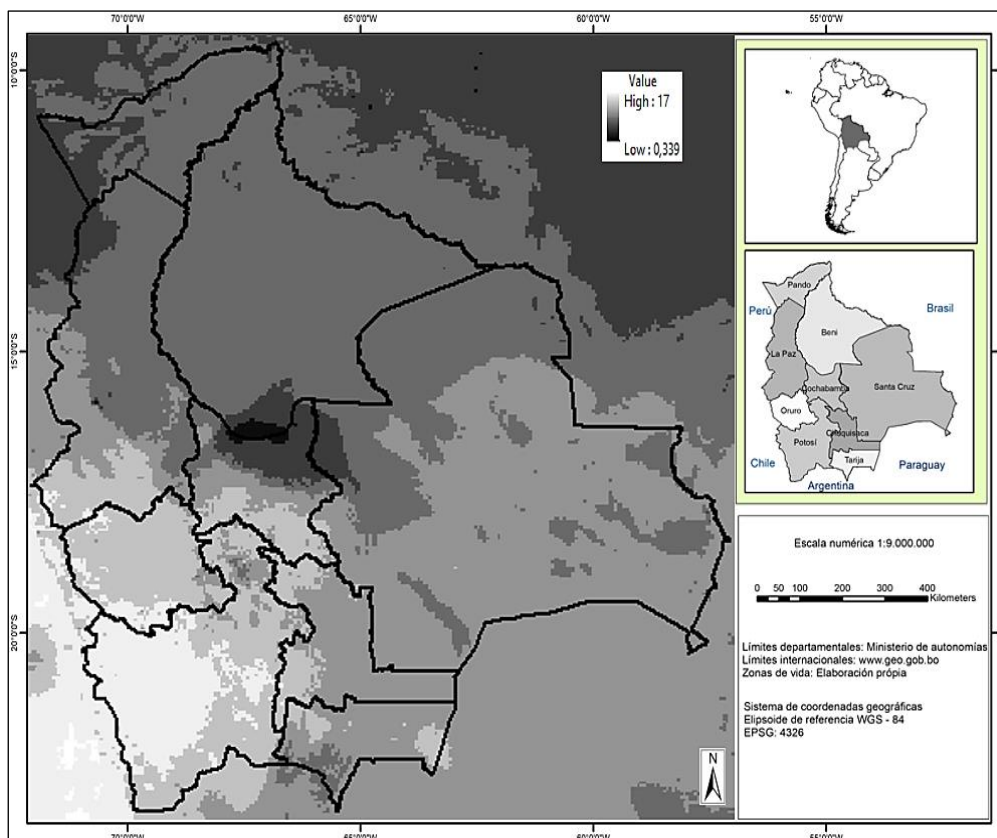


Figura 7. Raster relación de evapotranspiración vs precipitación reclasificada.

Obtenidas las tres variables climáticas: biotemperatura, precipitación y la relación de evapotranspiración vs la precipitación, se realizó una combinación de las tres variables con herramientas

SIG para obtener finalmente el mapa de zonas de vida. En la Figura 8, se muestra de forma esquemática el proceso para la obtención de mapa de zonas de vida.

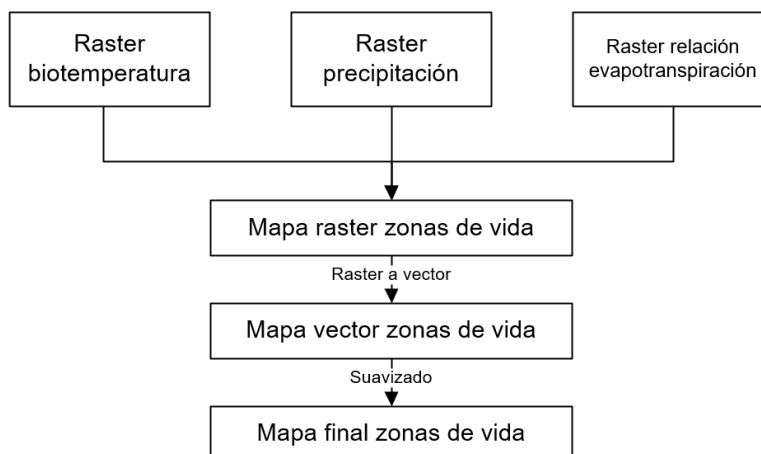


Figura 8. Esquemática del proceso para la obtención de mapa de zonas de vida.

La esquemática de la Figura 8, muestra que obtenidos los tres mapas raster de biotemperatura, precipitación y la relación de evapotranspiración se combinaron estos tres raster con herramientas SIG, dando como resultado el mapa de zonas de vida en archivo raster. Seguidamente este archivo se la convirtió de archivo raster a vector generándose de este modo el mapa de zonas de vida, pero ya en archivo raster, posteriormente a este archivo vector se le realizó un proceso de suavizado con lo cual, finalmente, se generó el mapa de zonas de vida final según la clasificación metodológica propuesta por Holdridge y basada en datos de biotemperatura, precipitación y evapotranspiración.

RESULTADOS

Se generó el mapa de zonas de vida (Figura 9), usando la metodología y definición de clases propuesta por Holdridge. Se usaron datos climáticos usando la aplicación Google Earth Engine promediados de evapotranspiración potencial, temperaturas máximas y mínimas para el periodo de 1980-2016. Como resultado de la aplicación de la metodología de Holdridge para generar las zonas de vida, se generó el mapa de zonas de vida para Bolivia con 14 zonas bien definidas para el territorio nacional. Cabe mencionar que Holdridge define a 38 zonas a nivel mundial de las cuales 14 están presentes en Bolivia que expresado en términos porcentuales es un 37%.

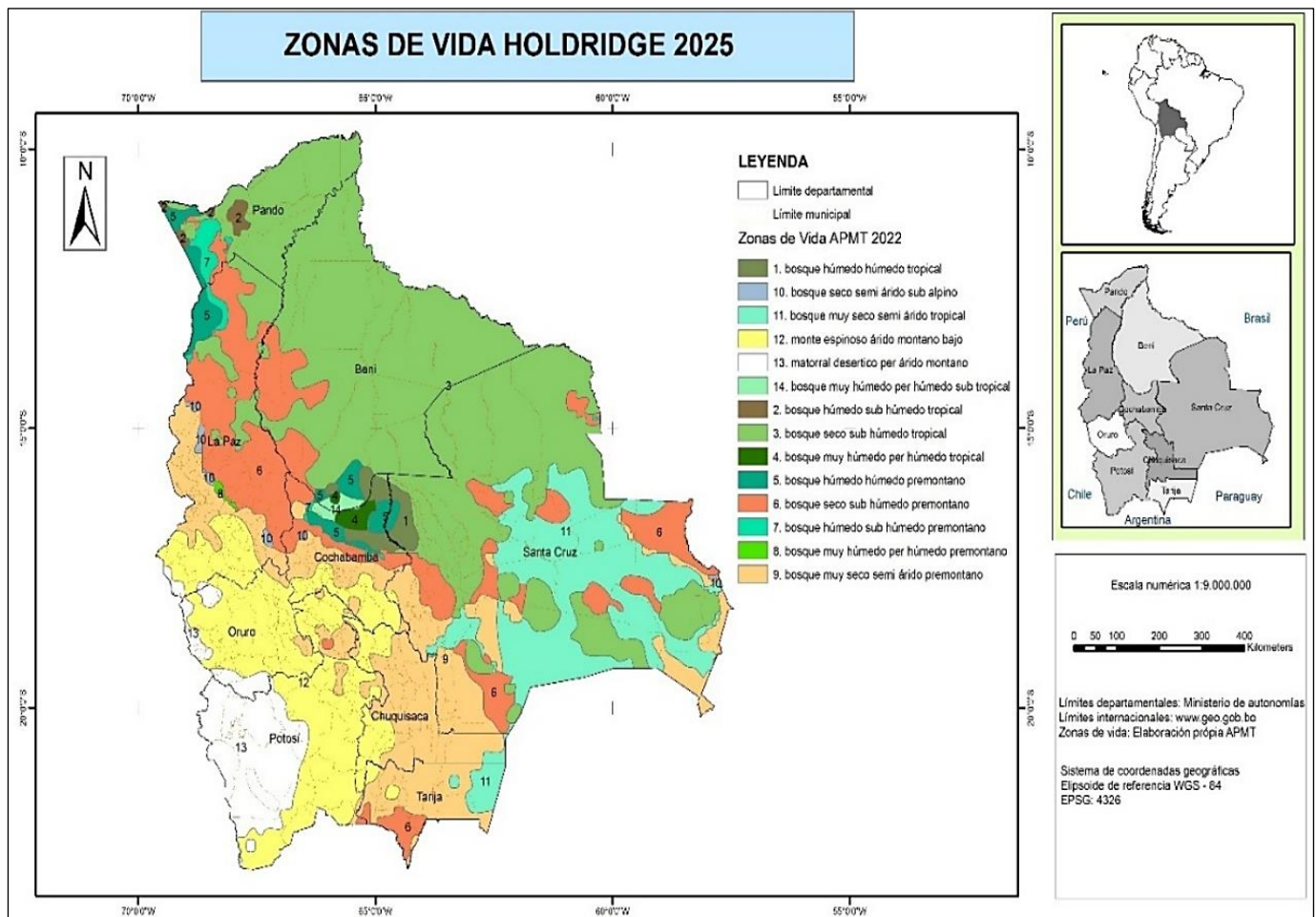


Figura 9. Mapa de zonas de vida.

La Figura 9, reporta que en Bolivia se tienen 14 zonas de vida que van desde matorrales desérticos per áridos montano presentes en la región occidental del país

hasta bosques muy húmedos per húmedos tropicales y en la Tabla 5 se muestran las 14 zonas de vida, presentes en el territorio boliviano.

Tabla 5. Zonas de vida en Bolivia según la clasificación de Holdridge.

| No | Clasificación clase según Holdridge | Superficie (km ²) | Porcentaje |
|-------|---|-------------------------------|------------|
| 1 | 2. Bosque húmedo sub húmedo tropical | 3 586.6 | 0.4 |
| 2 | 6. Bosque seco sub húmedo premontano | 132 452.8 | 13.3 |
| 3 | 5. Bosque húmedo húmedo premontano | 18 067.8 | 1.8 |
| 4 | 3. Bosque seco sub húmedo tropical | 371 103.2 | 37.4 |
| 5 | 7. Bosque húmedo sub húmedo premontano | 7 085.4 | 0.7 |
| 6 | 1. Bosque húmedo húmedo tropical | 11 528.5 | 1.2 |
| 7 | 4. Bosque muy húmedo per húmedo tropical | 3 509.2 | 0.4 |
| 8 | 9. Bosque muy seco semi árido premontano | 141 643.1 | 14.3 |
| 9 | 13. Matorral desértico per árido montano | 54 976.4 | 5.5 |
| 10 | 11. Bosque muy seco semi árido tropical | 107 974.2 | 10.9 |
| 11 | 12. Monte espinoso árido montano bajo | 135 470.7 | 13.6 |
| 12 | 8. Bosque muy húmedo per húmedo premontano | 746.6 | 0.1 |
| 13 | 10. Bosque seco semi árido sub alpino | 2 292.5 | 0.2 |
| 14 | 14. Bosque muy húmedo per húmedo sub tropical | 2 853.2 | 0.3 |
| Total | | 993 290.1 | 100.0 |

En Bolivia se tienen 14 categorías de zonas de vida de un total de 38 zonas (Tabla 5). La clase más extensa presente es la clase Bosque seco sub húmedo tropical con una superficie de 371 103.2 km² (37.4%) y la clase más pequeña es el Bosque muy húmedo per húmedo pre montano con una superficie de 746.6 km² que corresponde al 0.1%. Las demás clases se encuentran entre los valores máximos y mínimos señalados.

Para el caso de la republica de Brasil, en el año 2019 se encontraron 35 categorías de zonas de vida desde Selva húmeda tropical con un 33.5% de la superficie total de Brasil, hasta categorías de Bosque seco subtropical con un 0.01% de la superficie total (Tres et al., 2020). A la vista de los resultados, Brasil, prácticamente tiene más del doble de categorías de zonas de vida que Bolivia ya que Bolivia, no tiene salida al mar y por tanto carece de zonas costeras. En otro estudio realizado en el Estado de Ceará en Brasil en al año 2021, se encontraron ocho categorías de zonas de vida que van desde Bosque muy seco tropical con un porcentaje de 43.54% hasta categorías de Bosque muy seco tropical con un 0.21% (Ferreira et al., 2021). Estos datos nos muestran que, en el estado de Ceará, prácticamente la mitad del estado es de zona Bosque muy seco tropical.

Esta metodología propuesta por Holdridge, para la zonificación de zonas de vida es muy conocida en otros países y cabe también mencionar que esta metodología fue usada en otros países como Estados Unidos y países de Centro América. Por otra parte, es importante señalar que esta clasificación de zonas de vida con base en las variables climáticas de estudio, no toma en cuenta otros mecanismos que controlan la respuesta de la vegetación, como el suelo, el relieve,

la estacionalidad climática y los efectos indirectos del CO₂.

CONCLUSIONES

Se generó el mapa de zonas de vida mediante la metodología propuesta por Holdridge. Si bien existían mapas de zonas de vida para Bolivia, estos mapas no estaban divididas en las clases definidas por Holdridge. La clase más extensa presente en Bolivia es la clase Bosque seco sub húmedo tropical con una superficie de 371 103.2 km² (37.4%) y la clase más pequeña es el Bosque muy húmedo per húmedo premontano con una superficie de 746.6 km² (0.1%). Las escasas categorías de zonas de vida en Bolivia con un numero de 14 es debida a que Bolivia, no tiene zonas costeras como es el caso de la república del Brasil.

BIBLIOGRAFÍA

- Abatzoglou, J. 2017. TerraClimate, a high-resolution global dataset of monthly climate and climatic water balance from 1958-2015 (en línea). (a. h.-r.-2. TerraClimate, Editor). 5:170191. Disponible en <https://www.nature.com/articles/sdata2017191>
- Colloti, E. 2003. La clasificación climática de Holdridge: incoherencias y soluciones (en línea). Estudios Geográficos 64(250): 5-21. Disponible en <https://doi.org/10.3989/eggeogr.2003.i250.222>
- Ferreira, T; Tres, A; kovalsyki, B; Labres, J; França, A; Viana, R; Thomaz, W; Batista, A. 2021. As zonas de vida baseadas em condicoes bioclimaticas no estado do Ceará, Brasil (en línea). Ciencia Florestal, 1240 - 1257. Disponible en <https://www.scielo.br/j/cflo/a/fnTJt8QLDxCS95hjVrJm7n/b/?format=html&lang=pt>
- GEE, G. 2025. Google Earth Engine (en línea). Recuperado el 10 de 7 de 2025, de Google Earth Engine. Disponible en <https://earthengine.google.com/>

- Ley No 300. (2012). Ley No 300 (en línea). Ministerio de Minería de Bolivia. Disponible en <https://mineria.gob.bo/juridica/20121015-11-39-39.pdf>
- MDP. 2024. Mapa de Zonas de Vida de Bolivia (en línea). Gebolivia. Disponible en <https://geo.gob.bo/catalogue/#/dataset/2331>
- OEA. 1994. Plan integral de desarrollo de los recursos hídricos de la provincia de Loja (en línea). Sistema de Riego Macara. Disponible en <https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea02s/begin.htm#Contents>
- Pacheco, D. 2017. Gestión de sistemas de vida: política pública para Vivir Bien en equilibrio y armonía con la Madre Tierra. La Paz, Bolivia: Fundación Cordillera.
- QGIS, Q. 2025. QGIS (en línea). Disponible en <https://qgis.org/download>
- Tres, A; França, A; Viana, R; Thomaz, W; Henning, G. 2020. Ecological Life Zones of Brazil (en línea). Floresta, Curitiba, PR, 1575. Disponible en <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/64833>

Artículo recibido en: 11 de julio del 2025

Aceptado en: 12 de diciembre del 2025