

VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO DE POLINIZACIÓN EN BOLIVIA

Alvaro Muñoz Quisberth

RESUMEN

El servicio ecosistémico de polinización constituye una de las funciones ambientales más relevantes, al representar un beneficio económico que la naturaleza brinda a favor del bienestar social y el equilibrio ecológico. El presente documento tiene como objetivo la estimación del valor del servicio de polinización en Bolivia, considerando como principales actores a las abejas y abejorros, que desempeñan un papel fundamental en la polinización de plantas, principalmente de cultivos clave para la seguridad alimentaria del país.

Para determinar el valor económico de este servicio, se consideraron diversos factores, entre ellos la presencia y distribución de polinizadores en el territorio nacional, calculada en función de las características físicas y biológicas necesarias para el óptimo desempeño de abejas y abejorros. Asimismo, se estimó el valor económico generado por este servicio a partir de datos de producción agrícola.

Adicionalmente, se evaluó el potencial del servicio ecosistémico de polinización con base en proyecciones a futuro a partir de las tendencias actuales que están orientadas a satisfacer la creciente demanda alimentaria.

Los resultados obtenidos indican que el valor actual del servicio de polinización asciende a aproximadamente USD 204 millones anuales, con un potencial estimado de hasta USD 318 millones por año. Estos hallazgos evidencian la importancia del servicio de polinización tanto para la seguridad alimentaria como para la conservación del medio ambiente en Bolivia.

Palabras clave: Valor económico, polinización, abejas, seguridad alimentaria.

INTRODUCCIÓN

Bolivia alberga una biodiversidad excepcional, con una gran cantidad de especies distribuidas a lo largo de diversos pisos ecológicos. Estos ecosistemas sostienen recursos naturales fundamentales para el desarrollo humano. Resulta indispensable cuantificar los beneficios que se obtiene del aprovechamiento sostenible de dichos recursos, identificando también a sus beneficiarios y los contextos de uso.

Estos recursos forman parte de hábitats que proveen múltiples servicios ecosistémicos o funciones ambientales, tales como el abastecimiento de agua para cultivos, la fertilidad del suelo, la polinización, entre otros. Dichos servicios son esenciales para la seguridad alimentaria, la economía nacional y el equilibrio ambiental. No obstante, el desconocimiento generalizado sobre los beneficios que brindan ha derivado en su subvaloración dentro de los procesos de planificación territorial, lo que ha contribuido a la degradación de hábitats y ecosistemas, generando impactos significativos a nivel ambiental.

La valoración económica de los servicios ecosistémicos permite estimar, en términos monetarios, los beneficios que estos generan, reconociendo no solo su relevancia ecológica, sino también su impacto directo en sectores productivos como la agricultura. Este enfoque resulta clave para el diseño de mecanismos de organización sostenible, políticas públicas y esquemas de financiamiento orientados a la protección de áreas con alto valor ecosistémico.

La presente investigación se centró en el servicio ecosistémico de polinización a nivel nacional, analizando su distribución territorial con base en su aptitud ecológica, mediante la zonificación de áreas con presencia de polinizadores (Principalmente abejas y abejorros, que constituyen los principales agentes polinizadores a nivel mundial). Asimismo, se estimó su valor económico a partir de datos de producción agrícola nacional, considerando tanto el volumen como el valor de mercado de los cultivos, además de realizar una proyección futura para su incorporación en procesos de planificación nacional.

El enfoque metodológico se sustentó en la zonificación económica-ecológica (ZEE), una aplicación avanzada de la Zonificación Agro Ecológica (ZAE), que incorpora, además de los criterios biofísicos y climáticos, variables económicas y sociales.

En este estudio, la zonificación integró variables climáticas, físicas y de biodiversidad, con el fin de identificar las áreas con condiciones óptimas para la polinización de cultivos y otras especies relacionadas con la seguridad alimentaria. La estimación del valor económico se realizó con base en los registros municipales de producción agrícola y de productos como frutos del bosque que

dependen de polinizadores, se determinaron así los valores actuales y potenciales del servicio de polinización por municipio.

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Estimar el valor económico actual y potencial del servicio ecosistémico de polinización (principalmente de abejas y abejorros) en Bolivia y su distribución espacial.

1.2. Objetivos Específicos

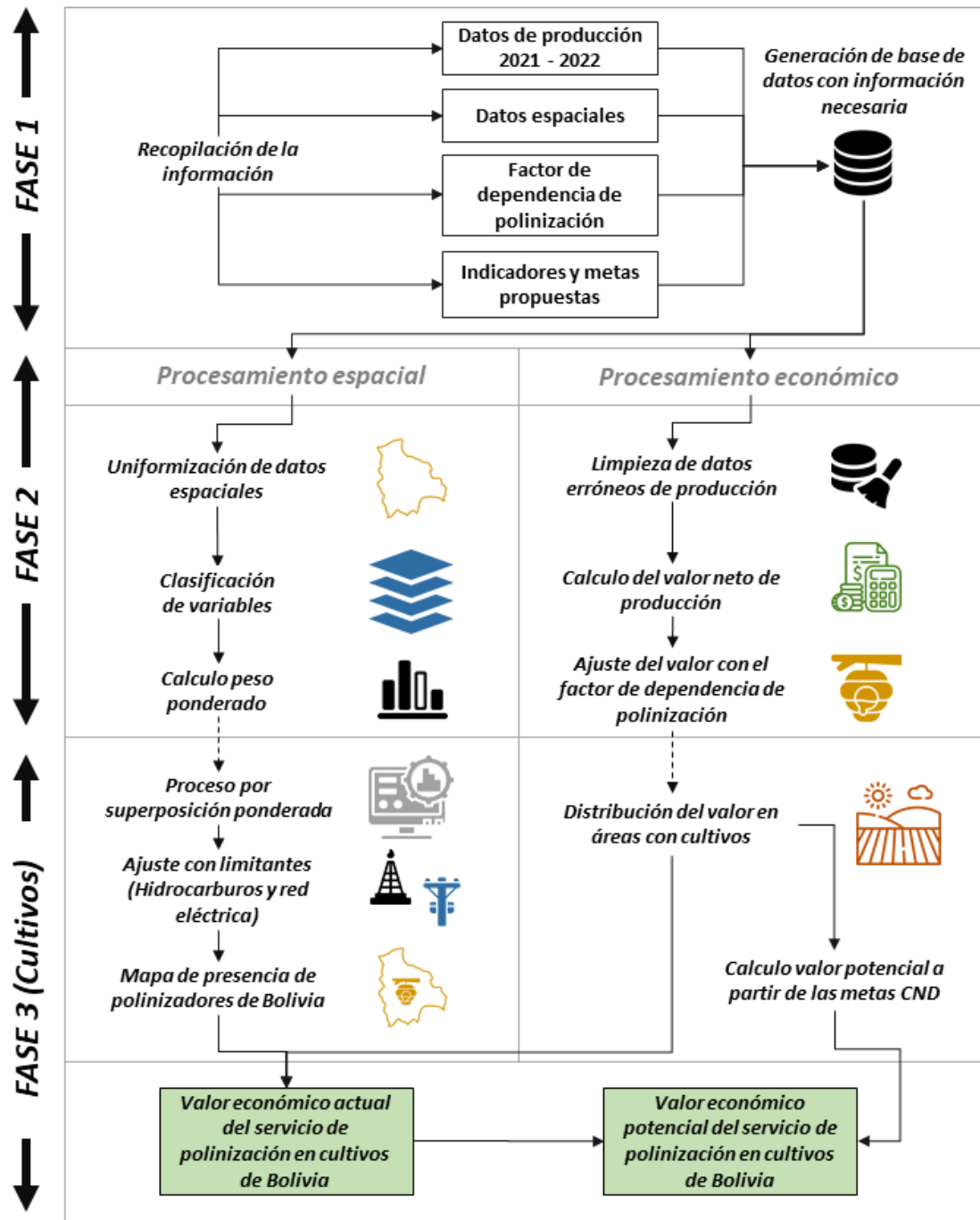
- Revisar los antecedentes y aplicaciones previas del servicio ecosistémico de polinización en Bolivia y el mundo.
- Generar un mapa que indique la presencia de polinizadores principales como la abeja o el abejorro, a partir de las condiciones climáticas y físicas que necesitan para subsistir.
- Cuantificar el aporte de la polinización desde la dependencia de estos en la producción de varios cultivos o frutos del bosque.
- Estimar el valor económico del aporte actual de los servicios ecosistémicos de polinización en Bolivia.
- Determinar el valor económico potencial del servicio de polinización considerando metas o proyecciones con base en las tendencias actuales.

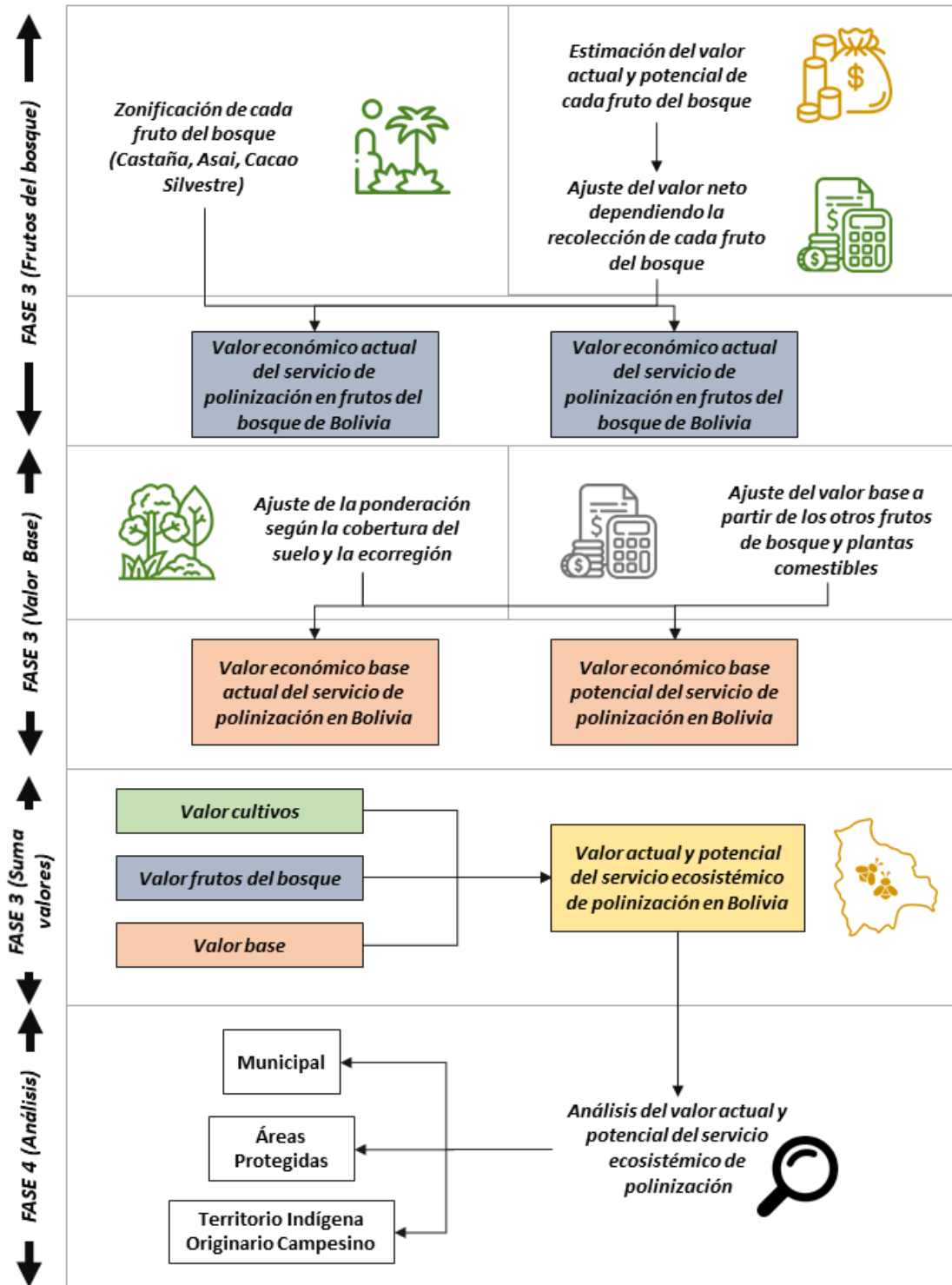
MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se compone de cuatro fases metodológicas:

- Recopilación de información: Se recolectaron datos biofísicos (clima, biodiversidad, uso de suelos, entre otros) y datos económicos (producción, precios, factor de dependencia de polinizadores), tanto a nivel nacional como municipal.
- Homologación y clasificación de variables: Se normalizaron y clasificaron las variables relevantes para la zonificación de áreas con polinizadores. Asimismo, se prepararon los insumos necesarios para la estimación del valor económico de los cultivos seleccionados.
- Cálculo económico del servicio de polinización: Se estimó el valor económico del servicio ecosistémico de polinización para cultivos agrícolas y productos no maderables, ajustado a partir del factor de dependencia de polinizadores de cada cultivo.
- Análisis e interpretación de resultados: Finalmente, se realizó un análisis integral desde distintos límites administrativos para contextualizar los hallazgos.

Gráfico 1. Síntesis metodológica del valor económico de servicio ecosistémico de polinización en Bolivia





Fuente: Elaboración Propia

2.1. Fase I: Recopilación de la información

a) Revisión de los antecedentes o aplicaciones previas en Bolivia y el mundo

La primera etapa se basó en la revisión de los antecedentes relacionados con la valoración económica de estos servicios ecosistémicos a nivel nacional e internacional, revisando las

metodologías empleadas, tipo de implementación y resultados, lo que nos permitió entender los mecanismos empleados para estudiar el servicio ecosistémico de la polinización en distintos cultivos y su estimación aproximada para tenerlo como referencia en las comparaciones de nuestro resultado.

b) Recopilación de la información para las zonas con aptitud de polinización y datos para la zonificación de cultivos, frutos del bosque y valor base

Luego del análisis de antecedentes, se procedió a la recopilación de información necesaria para delimitar las zonas con aptitud para la polinización en el territorio boliviano. Esta delimitación se basó en factores biofísicos y otras características geográficas que inciden en la presencia de polinizadores, particularmente de abejas, que constituyen el foco principal del estudio.

La zonificación se realizó a partir de condiciones físicas y climáticas necesarias para la subsistencia de las abejas, identificando las variables que determinan su presencia y actividad. Esta clasificación del territorio actúa como una condición base para la posterior distribución espacial de los valores económicos derivados de los cultivos dependientes de la polinización. Por ello, se consideraron variables climáticas, físicas y biogeográficas de alta relevancia ecológica.

A continuación, se detallan las variables utilizadas para la zonificación de áreas con aptitud para polinizadores:

Tabla 1. Variables para la zonificación de áreas con aptitud para polinizadores

Variable	Tipo de Dato	Escala	Fuente
Cobertura del suelo	Cobertura del suelo 2022	1:60.000 Resolución espacial de 30 metros	Mapbiomas Bolivia Colección 3.0
Estabilidad Hídrica	Calculo a partir de otros datos	1:60.000 Resolución espacial de 30 metros	Calculado a partir de la Temperatura y Precipitación media anual que también se manejan como variables
Plantas hidrocarburíferas	Pozos de petróleo y plantas de gas	Shape llevado a 1:60.000 Resolución espacial de 30 metros	Yacimientos Petrolíferos Fiscales (Bolivianos) YPFB
Precipitación	Precipitación media anual	1:60.000 Resolución espacial de 30 metros	Elaborado a partir de datos del SENAMHI con ajuste de datos de WorldClim para algunas regiones
Redes de alta tensión	Red eléctrica de alta tensión 2020	1:60.000 Resolución espacial de 30 metros	Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad (AE)
Temperatura	Temperatura media anual	1:60.000 Resolución espacial de 30 metros	Elaborado a partir de datos del SENAMHI con ajuste de datos de WorldClim para algunas regiones

Fuente: *Elaboración Propia*

Respecto a los productos silvestres como la castaña, el asaf y el cacao, así como el valor base del ecosistema, se utilizó como referencia el estudio de (Andersen, et al., 2025) titulado “*Valoración económica de los servicios ecosistémicos provistos por las áreas naturales, Áreas Protegidas y los Territorios Indígenas en Bolivia*”. Este estudio proporciona información ya espacializada sobre la distribución de estos productos, así como los valores económicos asociados al aprovechamiento sostenible.

Estas capas de información se integraron con la zonificación de aptitud para polinizadores, utilizando el sistema de categorías que refleja la probabilidad de presencia: Muy alta (5), Alta (4), Moderada (3), Baja (2) y Muy baja (1). Esta integración permitió identificar las áreas con mayor potencial de provisión del servicio ecosistémico de polinización y, por tanto, aquellas con mayor relevancia para fines de conservación, planificación y valoración económica.

c) Recopilación de la información base para el cálculo del valor económico del servicio ecosistémico de la polinización

Para calcular el valor económico del servicio ecosistémico de polinización en Bolivia, se identificaron y seleccionaron los cultivos con algún grado de dependencia de la polinización entomófila. Esta selección se basó en cultivos presentes en el país y que figuran en estudios internacionales de referencia sobre dependencia a polinizadores.

La determinación del nivel de dependencia se realizó utilizando como fuentes principales los trabajos de (Smith, Singh, Mozaffarian, & Myers, 2015) y (Guimarães, et al., 2021), que clasifican los cultivos en rangos porcentuales según el grado en que requieren la intervención de polinizadores para su reproducción y rendimiento. Esta clasificación es clave, ya que permite asignar un valor estimado al aporte del servicio de polinización sobre la producción final de cada cultivo.

Tabla 2. Ejemplo de los productos clasificados por dependencia de polinizadores en Bolivia¹.

Grupo	Producto	Rango de dependencia de polinizadores
Fruto del Bosque	Cacao	>90%
Fruto del Bosque	Castaña	>90%
Frutales	Durazno	40% a 90%
Frutales	Palta	40% a 90%
Oleaginosas e industriales	Soya	10% a 40%
Fruto del Bosque	Asaf	10% a 40%

¹ : La tabla solo sirve como referencia de los datos a recopilar. Además, no incluye cereales, tubérculos y otros productos que no requieren de polinizadores por lo que la suma de porcentaje de superficie agrícola de esta tabla no suma 100% dado que no incluye todos los productos.¹

Grupo	Producto	Rango de dependencia de polinizadores
Hortalizas	Frijol/poroto	0% a 10%
Frutales	Mandarina	0% a 10%

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Guimarães et al. (2021), Smith et al. (2015) y datos agrícolas del [INE Estadísticas económicas - agropecuaria](#)

Para los cultivos seleccionados, se revisaron datos del Instituto Nacional del seguro Agrario (INSA), o el Sistema Integrado de Información Productiva (SIIP), pero finalmente se consideró los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) sobre la producción correspondiente al año agrícola más reciente disponible (2022-2023). Se optó por este periodo por su actualidad y porque las variaciones anuales recientes en superficie cultivada y producción son mínimas, haciendo de este un valor representativo.

En cuanto a los precios de los cultivos, se emplearon los datos de FAOSTAT, específicamente los precios al productor, que reflejan el ingreso bruto del agricultor por unidad de producto. A cada cultivo se le asignó un porcentaje de dependencia a la polinización dentro del rango teórico establecido, tomando como referencia valores ubicados en el tercio inferior del rango. Esta decisión se basó en los hallazgos de (Vallecillo Rodriguez, et al., 2018), quienes realizaron relevamientos de campo empíricos en Europa, y sugieren que los valores observados suelen corresponder al tercio inferior de los rangos teóricos.

Todos los cálculos fueron realizados a nivel municipal, lo que permite una valoración desagregada y espacialmente explícita del servicio de polinización.

En el caso de productos silvestres del bosque, como la castaña, el asaí y el cacao silvestre, se tomaron como referencia los valores económicos estimados en el estudio de (Andersen, et al., 2025), el cual ya incorpora la distribución espacial de estos productos en Bolivia. A estos valores se les ajustó su grado de dependencia de polinización según la clasificación presentada anteriormente.

Finalmente, para las áreas que no se encuentran vinculadas directamente a cultivos específicos, pero que aún proveen servicios ecosistémicos relevantes, se utilizó un valor base. Este se estimó aplicando un nivel promedio de dependencia de polinizadores (50 %), lo cual permite obtener una referencia intermedia que evita tanto la sobreestimación como la subvaloración del aporte económico de los polinizadores en estas áreas.

2.2. Fase II: Homologación y clasificación de las variables

a) Preprocesamiento de datos espaciales

Una vez recopilados los insumos geospaciales requeridos para la estimación del valor económico del servicio ecosistémico de polinización, se procedió al preprocesamiento de las capas espaciales con el objetivo de garantizar la homogeneidad y compatibilidad entre todas las fuentes de información.

El primer paso consistió en la uniformización de la resolución espacial de los datos ráster a una escala de 30 x 30 metros. Esta resolución fue seleccionada debido a que es la escala original de capas clave como cobertura del suelo, temperatura, precipitación y estabilidad hídrica, por lo cual su estandarización asegura consistencia analítica y permite una mayor precisión en la delimitación de áreas con aptitud para la presencia de polinizadores.

Asimismo, se realizaron tareas complementarias como el relleno de vacíos (no-data) en capas incompletas, el ajuste de valores extremos o inconsistentes, y el recorte de la información espacial a los límites nacionales de Bolivia, con el fin de que todos los datos compartan la misma extensión territorial y referencia geográfica.

b) Preprocesamiento de datos económicos

En paralelo, se ejecutó una etapa de limpieza y armonización de los datos económicos asociados a la producción agrícola, con el objetivo de asegurar su calidad y consistencia para el cálculo del valor económico de la polinización.

Este proceso incluyó la depuración de registros erróneos o incompletos, principalmente en las bases de datos de producción proporcionadas por el INE. En casos específicos de ausencia de precios, se optó por tomar datos internacionales, como los de Perú, únicamente para cubrir vacíos en la variable de precio.

A partir de esta información se estimaron tanto el valor bruto como el valor neto por producto, considerando márgenes aproximados de beneficio reportados para el contexto boliviano. Finalmente, se aplicó un ajuste por grado de dependencia a la polinización, con base en los rangos establecidos previamente, para obtener un valor económico ajustado y representativo de la contribución específica de los polinizadores en cada tipo de cultivo.

Para los productos forestales no maderables, como castaña, asaí y cacao silvestre, así como para la estimación del valor base en áreas no productivas, se recurrió a una comparación y ajuste de valores previamente calculados en estudios nacionales, garantizando así la coherencia metodológica con la fase siguiente del análisis espacial.

2.3. Fase III: Cálculo económico del servicio de polinización

a) Zonificación de las áreas con probabilidad de presencia de polinizadores

Una vez recopilada y preprocesada la información espacial, se procedió a la delimitación de las zonas con aptitud para la presencia de polinizadores mediante la técnica de superposición ponderada (Weighted Overlay) en un entorno de Sistema de Información Geográfica (SIG). Esta técnica permite combinar múltiples variables biofísicas, asignándoles un peso según su importancia relativa, a través de la siguiente fórmula:

$$V_{sp} = (V_1 * V_{p1}) + (V_2 * V_{p2}) + (V_3 * V_{p3}) \dots + (V_n * V_{pn})$$

Donde:

V_{sp}: Valor final de superposición ponderada.

V: Variable de proceso.

V_p: Valor de importancia de la variable de proceso.

Este análisis permitió identificar las zonas con alta, media y baja probabilidad de presencia de polinizadores, principalmente abejas, en función de su compatibilidad ecológica.

b) Cálculo del valor económico del servicio ecosistémico de polinización

El valor económico del servicio fue estimado en función de la dependencia de diversos cultivos hacia la polinización entomófila, considerando tres categorías principales:

- Cultivos agrícolas: Estimación realizada a nivel municipal, a partir de los datos de superficie y la producción de cultivos con dependencia parcial o total de polinizadores (Asemejándose a la productividad o rendimiento que tienen los cultivos). La asignación espacial se hizo con base en las áreas agrícolas identificadas en el mapa de cobertura del suelo provisto por MapBiomias Bolivia.
- Frutos del bosque: Valoración de productos silvestres no cultivados, como castaña, cacao silvestre o asaí. Aprovechados tradicionalmente por comunidades locales. Se utilizó información bibliográfica y estadística existente, considerando tanto su valor económico como su grado de dependencia de polinizadores.
- Valor base: Estimación referencial para cultivos o productos vegetales cuya contribución a la polinización no se encuentra documentada o cuantificada. Este valor contempla plantas comestibles silvestres y otros productos con bajo impacto

económico, pero con potencial ecológico, asignándoles un valor mínimo ajustado por un valor de dependencia de la polinización según los cultivos considerados.

c) Distribución del valor económico del servicio ecosistémico de polinización

Una vez obtenidos los valores económicos por tipo de producto, se procedió a su distribución geográfica según los siguientes criterios:

- Cultivos agrícolas: La distribución fue determinada a partir de la intersección espacial entre las áreas agrícolas y las zonas con presencia potencial de polinizadores, ponderando el valor económico según el nivel de dependencia y aptitud ecológica.
- Frutos del bosque: Se emplearon mapas preexistentes de distribución para cada producto (con base en estudios previos), y se ajustó el valor según su dependencia de polinización.
- Valor base: Se asignó sobre áreas no productivas o de bajo uso agrícola, considerando tanto la zonificación de polinizadores como un valor estándar de referencia, ajustado por el grado promedio de dependencia.

Adicionalmente, se incorporó una estimación del valor económico potencial de la polinización, basada en escenarios como un mayor aprovechamiento de los productos forestales no maderables o la expansión de prácticas agrícolas sostenibles.

El resultado final fue la generación de mapas temáticos que representan la distribución del valor económico actual y potencial del servicio ecosistémico de polinización a nivel nacional.

2.4. Fase IV: Análisis e interpretación de resultados

a) Análisis de la valorización económica del servicio ecosistémico de polinización

Una vez elaborados los mapas de valor económico actual y potencial, se procedió al análisis de los resultados obtenidos, considerando distintos niveles de escala y categorías de análisis:

- Escala nacional: Evaluación de la importancia del servicio en todo el territorio boliviano.
- Escala subnacional: Análisis comparativo por departamento y municipio, identificando zonas con mayor dependencia de la polinización para su producción agrícola.
- Zonas específicas: Evaluación de áreas protegidas, TIOC (Territorios Indígenas Originario Campesinos), a fin de destacar el rol estratégico de los polinizadores en la seguridad alimentaria y la conservación de la biodiversidad.

RESULTADOS

3.1. Zonificación de las áreas con presencia de polinizadores

La delimitación de zonas con presencia potencial de polinizadores es un aspecto clave para distribuir el valor económico del servicio ecosistémico de polinización de manera coherente y espacialmente precisa.

Dado que los valores obtenidos mediante la superposición ponderada se expresan en una escala ascendente – donde los valores bajo representan menor aptitud y los más altos, mayor aptitud para la presencia de polinizadores –, se reclasificó el mapa resultante en cinco categorías:

Tabla 3. Clasificación de zonas según aptitud para polinizadores

Valor de reclasificación	Clasificación
1	Baja aptitud
2	Moderada a baja aptitud
3	Moderada aptitud
4	Moderada a alta aptitud
5	Alta aptitud

Fuente: Elaboración Propia

- **Clasificación de variables**

A continuación, se detallan algunas de las variables clave utilizadas en esta zonificación:

a) Estabilidad hídrica.

Las abejas requieren acceso constante al agua para alimentación, termorregulación y mantenimiento de la colmena (Infomiel, 2021). Por lo tanto, es fundamental que las zonas potenciales presenten una estabilidad hídrica adecuada.

Para estimar esta variable se aplicó el Índice de Aridez de Martonne (MTMS, 2015), calculado mediante la fórmula:

$$I = \frac{P}{Tm + 10}$$

Donde:

- *I* es el índice de aridez
- *P* es la precipitación media anual (mm)
- *Tm* es la temperatura media anual (°C)

Tabla 4. Valores de clasificación para el Índice de Aridez de Martonne

Valor de I	Clasificación
------------	---------------

0 a 5	Desierto
5 a 10	Semidesierto
10 a 20	Semiárido (Estepa)
20 a 30	Subhúmedo
30 a 60	Húmedo
Mayor a 60	Perhúmedo

Fuente: Elaboración Propia según el criterio de interpretación del índice de Martonne

Aunque algunas especies de abejas pueden sobrevivir en ambientes áridos, como ocurre en el desierto de Sonora (Buchmann, 2021), las condiciones del altiplano boliviano – con temperaturas muy bajas, escasa vegetación y elevada altitud – hacen inviable considerar estas zonas como aptas. Por ello, se asignó un valor bajo a las zonas desérticas y semidesérticas en el análisis de aptitud (*Ver mapa en anexos*).

b) Temperatura.

La temperatura es un factor crítico para la actividad de los polinizadores, en especial durante el pecoreo. Las abejas requieren que la temperatura del entorno supere ciertos umbrales para salir de la colmena. Estudios indican que no realizan actividad de pecoreo si la temperatura es inferior a 10 °C, y que el rango óptimo está entre 12 y 25 °C (SADA, 2022) (Apicultura y Miel, 2022) (Mitchell, 2023).

Por tanto, en la zonificación se asignó baja aptitud a las zonas con temperatura media anual inferior a 10 °C, mientras que aquellas con temperaturas mayores a 25 °C fueron clasificadas con precaución, considerando que, aunque es posible la actividad de los polinizadores, su rendimiento puede disminuir debido al estrés hídrico y mayor consumo de agua.

La metodología de procesamiento climático se basó en los lineamientos del Viceministerio de Defensa Civil (VIDECI) para la elaboración de mapas de riesgo a nivel municipal (VIDECI, 2019). Para la estimación de temperatura media anual se utilizó la red de estaciones meteorológicas del (SENAMHI, 2022), complementada con datos del Modelo Digital de Elevación (DEM) de Earth Explorer para el ajuste altitudinal.

El procesamiento incluyó:

- Depuración de estaciones sin datos válidos en 2022.
- Interpolación de datos mediante el método IDW (Distancia Inversa Ponderada) a una resolución espacial de 30 metros.

- Cálculo de coeficiente de correlación y regresión lineal entre altitud y temperatura para realizar ajustes altitudinales, realizado en R Studio a partir de las fórmulas:

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$$

$$r^2 = R^2$$

Donde:

r = Coeficiente de Correlación

S_{xy} = Covarianza de las variables (X, Y)

S_x = Desviación estándar de la variable X

S_y = Desviación estándar de la variable Y

R² = Coeficiente de determinación

$$y = a + b * x$$

Donde:

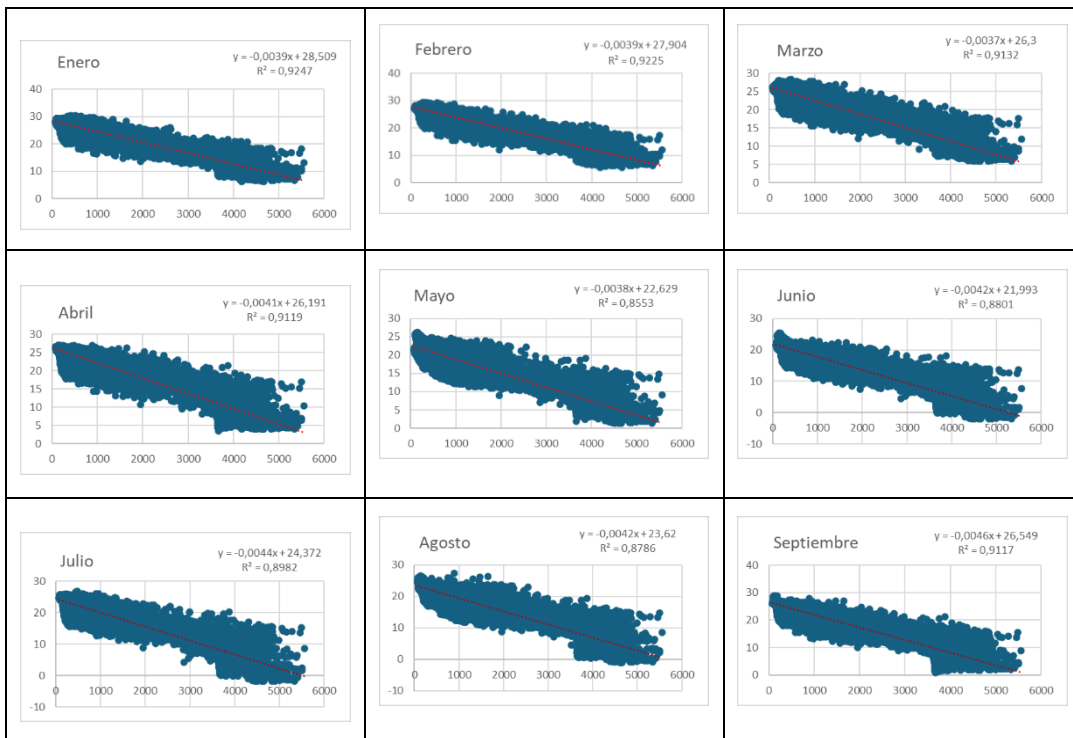
y = Variable dependiente

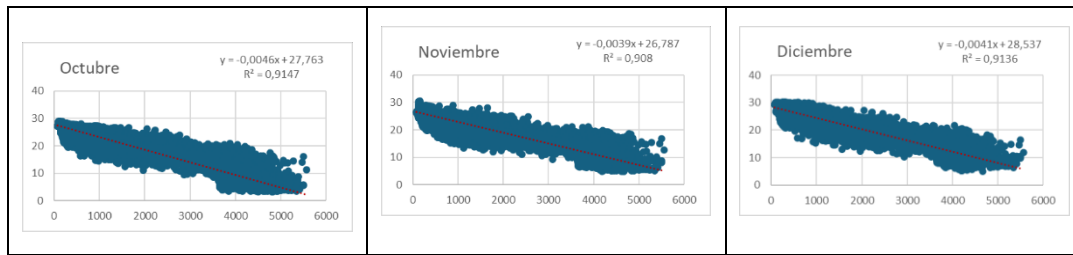
x = Variable independiente o predictora

a = Constante

b = Constante que incrementa o decrece el eje y

Tabla 5. Diagrama de dispersión mensual de la de temperatura en Bolivia





Fuente: Elaboración Propia a partir de datos de Senamhi y WorldClim.

Revisando los resultados, vemos que el comportamiento de la temperatura decrece en función del incremento de la altitud, y que el coeficiente de Determinación (r o R^2) está mayormente cercano a 1, por lo que existe una alta asociación entre la altitud y temperatura, que permite tener un ajuste del dato de temperatura mucho más acorde a la realidad.

A partir de los valores obtenidos, se aplica la ecuación para la corrección de datos de temperatura, posterior a ello se lo reclasifica según los rangos que fueron determinados previamente (*Ver mapa en anexos*).

c) Precipitación.

La precipitación media anual es un factor clave para determinar las zonas aptas para los polinizadores. Según el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de México (SIAP), un rango favorable para la actividad apícola se ubica en 600 a 2.500 mm anuales; valores menores indican deficiencia de agua – relacionada con la estabilidad hídrica -, mientras que precipitaciones mayores pueden dificultar el pecoreo de las abejas (SIAP, 2019).

La elaboración de esta variable se apoyó nuevamente en la metodología del Viceministerio de Defensa Civil (VIDECI), empleando la base de datos del SENAMHI del año 2022. Debido a inconsistencias en las estaciones meteorológicas, se realizó una calibración espacial utilizando datos mensuales de plataformas globales (WORLDCLIM, 2022), específicamente para regiones climáticamente complejas como el Chaco, la Amazonía y el Chapare (*Ver mapa en anexos*).

d) Cobertura del suelo.

Los polinizadores, como las abejas, buscan constantemente plantas entomófilas para recolectar néctar y nutrientes esenciales para su subsistencia. Esta interacción no solo es vital para su alimentación, sino que permite la polinización de diversas especies vegetales, muchas de las cuales son fundamentales para la alimentación humana. Por esta razón, la presencia de vegetación natural o cultivada en la cobertura del suelo es un indicador clave de la posible presencia de polinizadores.

Si bien es posible encontrar polinizadores en regiones agrícolas, su presencia depende del tipo de cultivo, así como el uso de pesticidas y fertilizantes. Estos productos, en muchos casos, pueden ahuyentar o incluso eliminar a los polinizadores, afectando negativamente su permanencia en dichas áreas.

Por otro lado, las zonas sin vegetación, como cuerpos de agua, glaciares, áreas urbanas o terrenos destinados a actividades mineras, no son propicias para la presencia de polinizadores, debido a la ausencia de flora que pueda proporcionar alimento o hábitat adecuado.

Para este estudio, la clasificación de la cobertura del suelo se realizó a partir de la base de datos de la Colección 3.0 de (MapBiomias Bolivia, 2022), que ofrece información con una resolución espacial de 30 metros y cubre un periodo comprendido entre 1985 y 2024. Esta base permite una identificación detallada de las diferentes clases de cobertura, lo que resulta esencial para evaluar las condiciones favorables para los polinizadores.

La variable fue clasificada de acuerdo a la descripción detallada de la leyenda del mapa de cobertura de suelo de (MapBiomias, 2025) (*Ver mapa en anexos*):

Tabla 6. Clasificación de las clases de cobertura del suelo.

Categoría	Clase	Descripción	Numero de clase	Probabilidad de presencia de polinizadores
Forestal	Bosque	Formación vegetal con gran cantidad de árboles que según sea la región, pueden ser siempreverdes o deciduos, generalmente son frondosos	3	Muy Alta
	Bosque abierto	Bosques que se hallan en la amazonia y el chaco, donde la cobertura arbórea esta entre el 20 y 65% de la vegetación natural	4	Muy Alta
	Bosque inundable	Visto en la Amazonia, Chaco, Chiquitano y Pantanal, son bosques que tienen proximidad con cuerpos de agua y en épocas húmedas suelen inundarse	6	Alta
Formación natural no forestal	Herbazal / arbustal inundable	Áreas con vegetación que tienen arbustos dispersos o gramíneas que se inundan en épocas húmedas, podrían ser sabanas hidrofíticas o bofedales	11	Media
	Herbazal o arbustal	Zonas con vegetación principalmente herbácea, que van desde sábanas, pajonales, matorrales, chaparrales o gramíneas, la cantidad de árboles o arbustos es escasa o muy dispersa	12	Alta

Categoría	Clase	Descripción	Numero de clase	Probabilidad de presencia de polinizadores
	Afloramiento rocoso	Áreas formadas por rocas expuestas, con poca o nula vegetación, comúnmente suelen ser áreas de alta pendiente	29	Muy baja
	Matorral	Áreas con arbustales bajos abiertos o semicerrados, mayormente visto en piedemonte o terrazas fluviales, mayormente vistos en áreas secas	66	Baja
	Pajonal y arbustal andino	Cobertura vegetal altoandina, con pajonales que mayormente son utilizadas para el pastoreo de camélidos	81	Baja
	Pajonal y arbustal andino inundable	Bofedales altoandinos, que mayormente se encuentran a más de 3.000 m.s.n.m. Son cercanos a cuerpos de agua o deshielos	82	Baja
	Otra formación natural no forestal	Dependiendo la región pueden variar, se consideran a arbustales, chaparrales, sabanas arboladas, que mayormente son cerrados y dispersos	13	Media
Agropecuario	Pastura	Pasturas cultivadas o naturales para el alimento de ganado	15	Puede ser variable, para el estudio se lo catalogará como media
	Agricultura	Zonas agrícolas que pueden ser de tipo intensivo o extensivo, dependiendo la zona fisiográfica	18	Puede ser variable, para el estudio se lo catalogará como media
	Mosaico de usos	Zonas con distintas actividades agrícolas, donde se pueden ver desde cultivos hasta ganadería	21	Puede ser variable, para el estudio se lo catalogará como media
	Soya	Áreas donde se tiene cultivos de soya	39	Debido a su dependencia de polinización, se considera como alta
	Otros cultivos	Áreas donde se puede diferencias distintos cultivos cada cierto tiempo, mayormente para consumo interno, dependiendo la región	72	Puede ser variable, para el estudio se lo catalogará como media
Área sin vegetación	Playa, duna o banco de arena	Regiones donde se da la acumulación de sedimentos que principalmente se da por la acción fluvial, formando bancos de arena	23	Muy baja
	Infraestructura urbana	Área cubierta por infraestructura urbana, con asentamientos urbanos mayores a 1.000 habitantes	24	Baja

Categoría	Clase	Descripción	Numero de clase	Probabilidad de presencia de polinizadores
	Minería	Zonas con explotación minera de tipo subterránea o a cielo abierto, donde también se tiene plantas de tratamiento o concentración	30	Muy baja
	Salar	Desierto de sal que suelen estar a alturas mayores a los 3.000 m.s.n.m	61	Muy baja
	Otra área natural sin vegetación	Áreas que pueden estar erosionadas o en deslizamiento, también se consideran a los acantilados, poca materia orgánica	68	Muy baja
	Otra área antrópica sin vegetación	Áreas con poca o nula vegetación que tienen un origen antrópico, como puede ser la roca expuesta, áreas de transición de cultivos, carreteras, patios industriales o zonas de reciente deforestación	25	Muy baja
Cuerpos de agua	Rio, lago	Todo cuerpo de agua que puede ser lóxico o léntico, destacando los ríos y lagos que son visibles a nivel superficial	33	Muy baja
	Acuicultura	Áreas donde se realiza la cría de peces para consumo	31	Muy baja
	Glaciar	Área con cobertura de hielo permanente, hallado en los nevados y cordilleras	34	Muy baja

Fuente: Elaboración propia a partir de la descripción de la metodología de la colección 3.0 de MapBiomias Bolivia

- **Ponderación de variables**

Tras completar la revisión y el procesamiento de cada una de las variables consideradas, se procedió a la reclasificación y asignación de pesos relativos para su incorporación al modelo de superposición ponderada:

Tabla 7. Reclasificación y ponderación de variables para la zonificación de aptitud de polinizadores

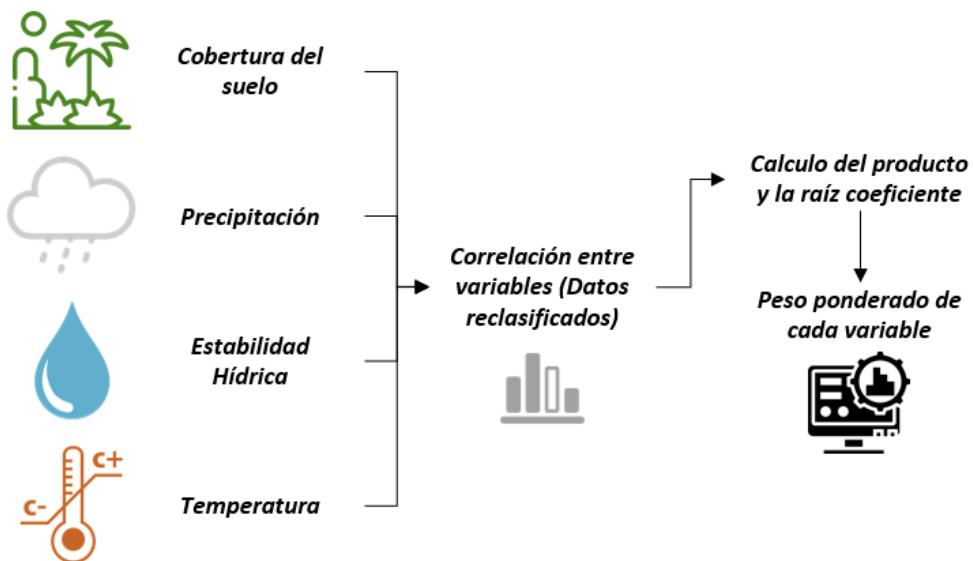
Variable	Valores	Clasificación	Peso	Intervalo
Estabilidad Hídrica	0 a 5	Desierto	1	(Muy bajo)
	5 a 10	Semidesierto	1	(Muy bajo)
	10 a 20	Semiárido (Estepa)	2	(Muy bajo)
	20 a 30	Subhúmeda	3	(Moderado)
	30 a 60	Húmeda	4	(Alto)
	> 60	Perhúmeda	5	(Muy alto)
	Forestal	Bosque y Bosque Abierto	5	(Muy alto)

Variable	Valores	Clasificación	Peso	Intervalo
Cobertura del suelo	Forestal / herbazal	Bosque Inundable, herbazal	4	(Alto)
	Cultivos o agricultura y otras formaciones no forestales	Formación natural no forestal inundable, otras formaciones naturales no forestales, pastura, agricultura, mosaico de usos	3	(Moderado)
	Pastizales, herbazales y otras zonas con escasa vegetación	Matorrales, pastizales andinos e infraestructura urbana	2	Baja
	Sin vegetación	Afloramiento rocoso, playa o duna, minería, salar, áreas sin vegetación, río o lago y glaciar	1	(Muy bajo)
Temperatura	< 10°C	Bajas temperaturas para pecoreo	1	(Muy bajo)
	10°C a 25°C	Temperatura óptima para pecoreo	5	(Muy alto)
	>25°C	Temperatura alta para pecoreo	4	(Alto)
Precipitación	< 600	Baja precipitación	2	(Bajo)
	600 a 2500	Precipitación optima	5	(Muy alto)
	> 2500	Precipitación apta	4	(Alto)

Fuente: Elaboración Propia

Para asignar los pesos relativos de cada variable en el modelo de zonificación, se aplicó un análisis de correlación entre variables usando el software R Studio. Este análisis permitió estimar la contribución relativa de cada variable en función de su correlación con las demás.

Gráfico 2. Flujograma de la correlación de variables para la estimación del peso ponderado



Fuente: Elaboración Propia

- Correlación de variables

Tabla 8. Correlación de las variables utilizadas para la zonificación

Variable	Precipitación	Temperatura	Estabilidad hídrica	Cobertura	Producto	Raíz coeficiente	Peso relativo
Precipitación	1	0,34	0,74	0,53	0,13	0,60	0,30
Temperatura	0,34	1	0,17	0,45	0,03	0,40	0,20
Estabilidad Hídrica	0,74	0,17	1	0,39	0,05	0,47	0,23
Cobertura	0,53	0,45	0,39	1	0,10	0,55	0,27
Total					0,30	2,03	1

Fuente: Elaboración Propia

A partir de los resultados, se calcularon las ponderaciones finales:

Tabla 9. Ponderación final de variables para la superposición ponderada

Variable	Ponderación (%)	Ponderación redondeada
Estabilidad Hídrica	23,2 %	23 %
Cobertura del Suelo	27,7 %	27 %
Temperatura	19,8 %	20 %
Precipitación	29,8 %	30 %

Fuente: Elaboración Propia

- **Áreas de interferencia o limitantes para los polinizadores**

Para finalizar con el proceso de zonificación, se incorporaron dos capas adicionales que actúan como restricciones o factores negativos en la aptitud de polinizadores:

- **Plantas hidrocarburíferas:** Se ha demostrado que las actividades de extracción de petróleo, gas natural y otros hidrocarburos tienen un impacto negativo en las zonas que lo rodean, donde la contaminación por la emisión de gases, contaminación acústica, de cuerpos de agua y de la biodiversidad alrededor de estas plantas suelen ser un tema preocupante para las comunidades cercanas y el ecosistema en general.

Según el Departamento de Protección Ambiental de Virginia del Oeste (WVE, 2013), se vio que la contaminación por ruido supera incluso los 180 metros de distancia de las plantas llegando a tener un máximo de 52 DB a 2 kilómetros, por lo que, a fin de tener un valor que no tenga afección a las abejas, tomaremos una distancia de 3 kilómetros a las plantas hidrocarburíferas.

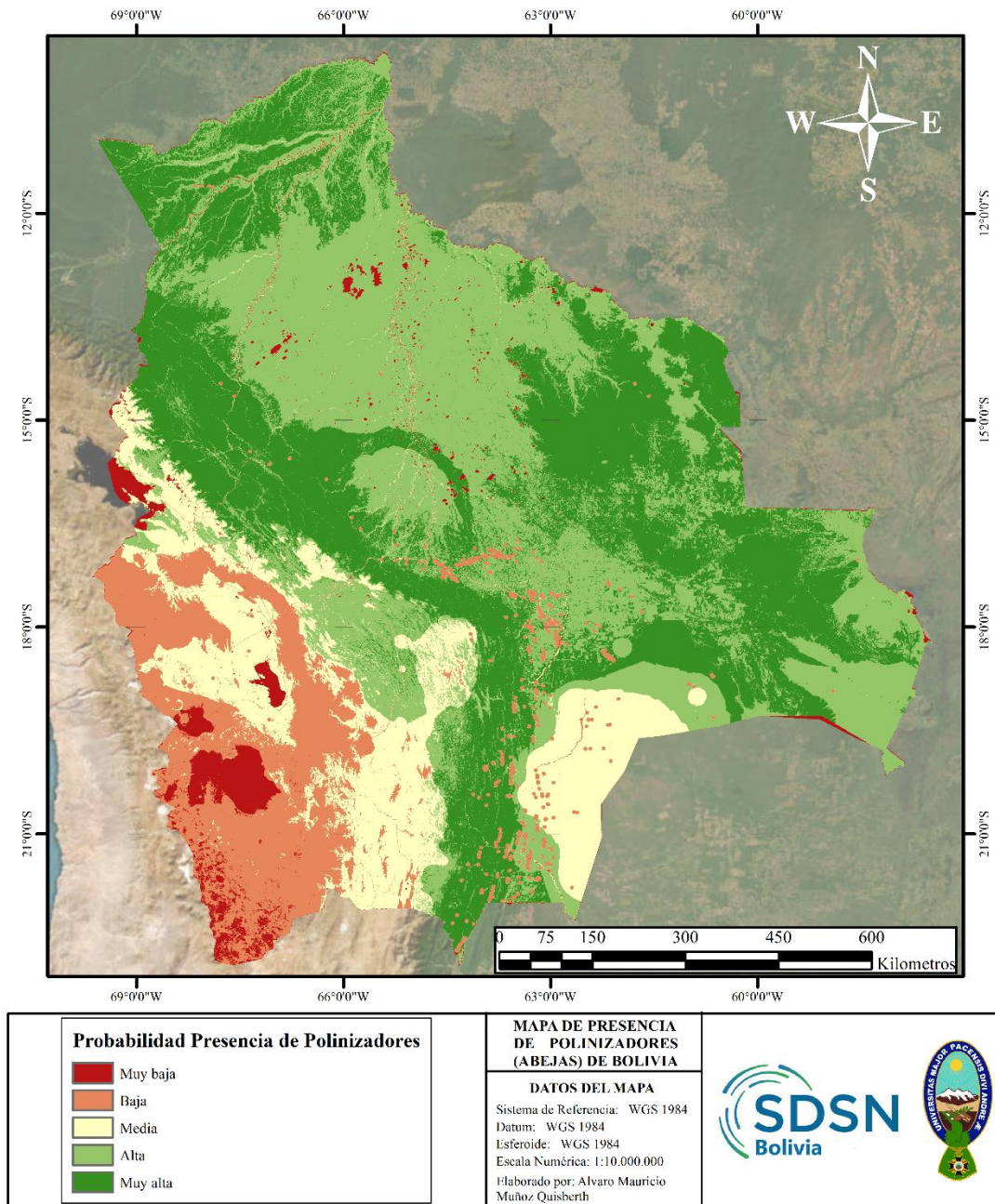
Para estimar esta limitante, tomamos datos de los pozos petroleros y las plantas de gas y petróleo que tienen instaladas los Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB, 2024), y generamos alrededor un buffer de 3 kilómetros, clasificando estas zonas con un valor bajo (2).

- Red Eléctrica de alta tensión: Según (Molina-Montenegro, Acuña-Rodríguez, & Vazquez, 2019), los polinizadores, como las abejas, evitan áreas cercanas a estas estructuras debido a efectos negativos sobre la vegetación y su orientación espacial. Se aplicó un área de influencia (buffer) de 200 m a ambos lados de las redes y se reclasificó también con un valor 2 (baja aptitud). Para este filtro se utilizó la capa de red eléctrica de alta tensión, proporcionada por la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad (AE, 2023).

Nota: En caso de que alguna de estas zonas ya cuente con una calificación menor a 2 en la superposición, se mantiene el valor más bajo para evitar el error en la calificación.

Si bien existen otras actividades que pueden interferir en la polinización (como las señales de telefonía celular o la contaminación acústica generada por diferentes industrias), no se cuenta con la información suficiente ni con las investigaciones sólidas que permitan considerarlas con certeza dentro de este trabajo

Mapa 1. Probabilidad de presencia de polinizadores.



Fuente: Elaboración Propia.

4.2. Estimación del valor económico del servicio ecosistémico de polinización

De forma paralela al proceso de zonificación, se avanzó con la estimación del valor económico del servicio ecosistémico de polinización. Esta valoración se estructuró en tres componentes:

- a) Estimación del valor económico para cultivos

El proceso inicia con la obtención de datos sobre la producción agrícola total, recopilados del Instituto Nacional de Estadística (INE), y los precios al productor, provenientes de la base de datos de FAOSTAT. A partir de estos datos, se calcula el valor bruto de producción (VBP) por cultivo.

Posteriormente, para estimar el valor neto, se utiliza un mapa de factor de costo desarrollado previamente por SDSN Bolivia (Choque, et al., 2023). Este mapa clasifica el potencial agrícola de las zonas en función de un conjunto de variables físicas (clima, topografía, entre otras), y define un rango de beneficio neto entre 0,1 (zonas con bajo potencial) y 0,5 (zonas con alto potencial agrícola). Según este modelo, el promedio nacional de beneficio neto es aproximadamente de 0,28.

Sin embargo, como referencia simplificada, se adopta el valor neto estimado en estudios previos como un tercio del valor bruto (Leguia, Malki, & Ledezma, 2011), lo cual representa un 30 % del VBP.

Finalmente, este valor neto se multiplica por el porcentaje de dependencia de polinización específico de cada cultivo (según literatura científica), lo que permite estimar el valor económico directo atribuido al servicio de polinización para cada uno de ellos.

Tabla 10. Dependencia de polinización y valores de producción en 2022-2023.

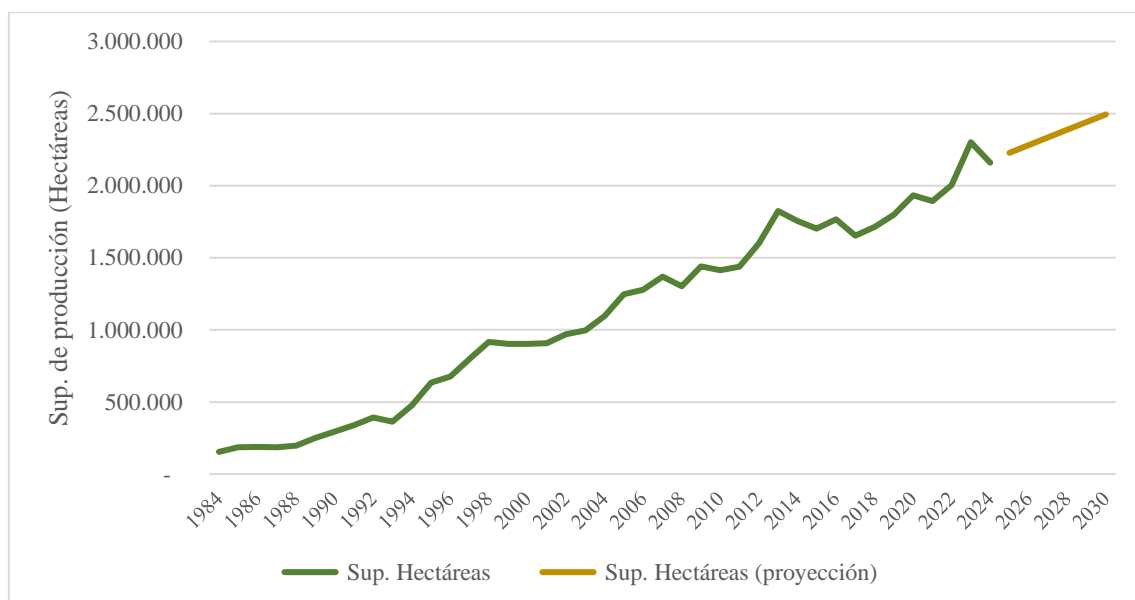
Producto	Porcentaje de dependencia de polinización	Precio al productor (USD/Ton)	Producción año agrícola 2022-2023 (Ton)	Total Valor Actual (USD)
Soya	20%	292	3.670.464	64.262.490
Durazno	57%	633	58.527	6.331.510
Palta	57%	2.641	12.630	5.703.847
Cacao	93%	2.015	5.971	3.357.405
Sandia	93%	189	60.973	3.219.795
Girasol	20%	296	180.540	3.204.577
Zapallo	93%	358	24.600	2.457.097
Café	20%	1.305	23.579	1.846.223
Naranja	3%	649	186.010	1.086.930
Haba	20%	490	36.106	1.061.150
Frijol/poroto	3%	1.051	104.221	986.212
Sésamo	20%	1.165	13.931	973.820
Mandarina	3%	316	231.101	657.550
Manzana	57%	1.319	2.749	620.034
Limón	3%	2.347	25.898	547.043
Pepino	57%	570	4.905	478.090
Tomate	3%	579	87.863	457.655
Ciruelo	57%	555	4.143	393.191
Arveja	3%	1.045	20.802	195.663

Producto	Porcentaje de dependencia de polinización	Precio al productor (USD/Ton)	Producción año agrícola 2022-2023 (Ton)	Total Valor Actual (USD)
Pera	57%	579	1.936	191.681
Maní	3%	757	26.448	180.295
Algodón	20%	912	2.481	135.774
Frutilla	20%	620	3.285	122.208
Papaya	3%	253	18.097	41.207
Ajo	3%	1.036	2.355	21.958
Ají	3%	755	3.202	21.758
Total				98.555.163

Fuente: Elaboración propia con base en datos del INE y FAOSTAT.

El valor potencial del servicio ecosistémico de polinización en cultivos se calcula a partir de una proyección de incremento de la superficie agrícola nacional, existen diversas fuentes como la meta establecida por Bolivia en sus CND. En este documento se establece que, para el año 2030, se espera habilitar aproximadamente 725.000 hectáreas adicionales de tierras actualmente degradadas para su uso agrícola (MMAyA, 2020), lo cual equivale al 18 % de la superficie agrícola nacional. No obstante, manejando los datos de superficie de cada cultivo dependiente de la polinización (INE, 2024), se ve una proyección hasta el 2030 de 336.000 hectáreas, siendo un 8,4 % de la superficie actual (Gráfico 2). Con base en esta proyección, el valor potencial del servicio de polinización para cultivos asciende a USD 106 millones.

Gráfico 3. Superficie agraria de los cultivos dependientes de la polinización entre el periodo 1984-2024 y su tendencia hasta el 2030



Fuente: Elaboración propia con base en datos del INE.

b) Estimación del valor económico para productos del bosque

Para los frutos del bosque, la estimación del valor económico se basó en el estudio elaborado por SDSN Bolivia sobre productos forestales no maderables (Andersen, et al., 2025). Este estudio identificó tres productos clave por su volumen e importancia económica: castaña, asaí y cacao silvestre (este último se distingue del cacao cultivado, ya considerado en la sección de cultivos). También se incluyeron datos de dependencia de polinización para cada uno de estos productos.

La distribución espacial de los frutos se realizó a partir del mapa de complejidades del BDP, localizando los municipios productores y determinando zonas con aptitud en función de variables como cobertura del suelo, temperatura, precipitación, altitud y pendiente. En el caso específico del asaí, se incorporó un ajuste adicional a partir de las ecorregiones adecuadas para su desarrollo.

La zonificación se validó mediante análisis de firmas espectrales específicas por fruto, generando así una cartografía de distribución potencial con resolución de 30 metros, los resultados fueron los siguientes:

- **Castaña:** Con una producción nacional estimada de 26.457 toneladas y un precio de exportación de USD 6.000/tonelada, el valor neto (ajustado por costos de mano de obra, herramientas y transporte) se calculó como el 70 % del valor bruto. Dado su 93 % de dependencia de polinización, se estimó un valor económico actual de USD 103 millones. El valor potencial se proyecta considerando que actualmente se cosecha únicamente alrededor del 25 % de la producción total, y que parte de la castaña se deja para la regeneración natural o como alimento para fauna silvestre (jabalíes, monos, entre otros). Bajo este escenario, el valor potencial podría aproximarse al doble del actual, alcanzando unos USD 206 millones.
- **Asaí:** A partir de la información de los mercados locales e internacionales, y aplicando un beneficio neto del 20 % junto con una dependencia de polinización del 20 %, el valor económico actual se calcula en USD 0,14 millones. Si se considera el procesamiento para exportación mediante liofilización (donde de 1 kg de pulpa se obtienen 0,18 kg de polvo liofilizado), el valor potencial asciende a aproximadamente USD 0,26 millones.
- **Cacao Silvestre:** Con una producción aproximada de 415 toneladas y un valor neto de USD 3.000 por tonelada (equivalente a Bs. 21 por kg), y considerando una dependencia de polinización del 93 %, el valor económico actual se estima en USD 1,2 millones. Dado que gran parte del potencial del cacao silvestre ya se aprovecha, su valor potencial no excedería el doble del actual, por lo que se proyecta en torno a USD 2,4 millones.

c) Estimación del valor económico para el valor base (Otros productos no considerados)

Además de los productos agrícolas y los frutos del bosque previamente mencionados, existen otros productos silvestres comestibles que también dependen, en cierto grado, de la polinización, aunque no cuentan con información económica o ecológica suficiente para su análisis en las anteriores categorías. Para estimar su valor económico, se utilizó como base el estudio de SDSN Bolivia, que incluye datos del Banco de Desarrollo Productivo (BDP) sobre el mapa de complejidades y sobre productos forestales no maderables.

Según el análisis de registros del BDP, se observa que aproximadamente un 2 % de los productos recolectados corresponden a otros frutos silvestre no incluidos en las categorías principales. Estos se encuentran con mayor frecuencia en la región amazónica, en comparación con el Chaco o los Valles.

Adicionalmente, estudios en áreas naturales protegidas como el TIPNIS han identificado que alrededor del 40 % de las especies muestreadas en comunidades locales tienen usos alimenticios (Thomas, Alcázar, Loo, & Kindt, 2014). En particular, el bosque seco (Reyes Garcia, Huanca, Vadez, Leonard, & Wilkie, 2006). De forma similar, en la Serranía del Iñaño, se identificó que el 44 % de las especies comestibles son árboles, y solo el 20 % corresponden a arbustos o hierbas (Felipez Chiri, Orias Soliz, & Serrano Pachecho, 2015).

Los criterios del cálculo fueron:

- Se consideró como valor base el 2 % del valor total de los tres principales frutos del bosque (castaña, asaí y cacao silvestre).
- Se sumó el valor estimado para el almendrillo, otro fruto de importancia cuya dependencia de polinización no pudo ser determinada.
- Se aplicó una ponderación por pixel considerando cobertura de suelo de MapBiomas (Bosque inundable = 100%; Bosque = 80%; Formación natural no forestal inundable = 40%; Formación campestre o herbazal y Otra formación natural no forestal = 20%) y ecorregión, asignando mayor peso a zonas amazónicas y menor a zonas de puna.
- Para la estimación del valor de dependencia de polinización del valor base, se toma como referencia el valor de dependencia de los frutos del bosque considerados dentro del estudio (Castaña, asaí y cacao silvestre), añadiendo el valor de otros productos no considerados como las bayas o el almendro (57 % dependientes de la polinización en ambos casos), resultando en un valor promedio de dependencia de 64%

- Para que el dato tenga relación con la polinización, el valor se extrae solamente en las capas donde se tenga presencia media (3), alta (4) y muy alta (5) de polinizadores.

El resultado es un valor económico actual estimado de USD 1,45 millones y un valor potencial de USD 3,14 millones, calculado con una dependencia de polinización media del 64 %.

- **Resumen general del valor económico de la polinización en Bolivia**

Con la información espacial generada y los valores económicos estimados para cultivos, frutos del bosque y valor base, se procedió a la integración y distribución del valor económico total del servicio ecosistémico de polinización.

Tabla 11. Suma del valor actual y valor potencial del servicio ecosistémico de polinización en Bolivia.

Categoría	Valor Actual (en millones de USD)	Valor Potencial (en millones de USD)
Cultivos	98,5	106,0
Base	1,4	3,1
Asaí	0,1	0,3
Cacao	1,2	2,4
Castaña	103,0	206,0
TOTAL	204	318

Fuente: Elaboración Propia.

d) Distribución espacial del valor económico

Una vez distribuido el valor económico correspondiente a los frutos del bosque y el valor base, el cálculo se centra en el resto de los cultivos agrícolas. Para ello, se utilizaron las categorías de “Agricultura” y “Mosaico de Usos” del mapa de cobertura de Mapbiomas, ya que estas permiten identificar con mayor precisión las áreas agrícolas donde se podría estar realizando el servicio ecosistémico de polinización.

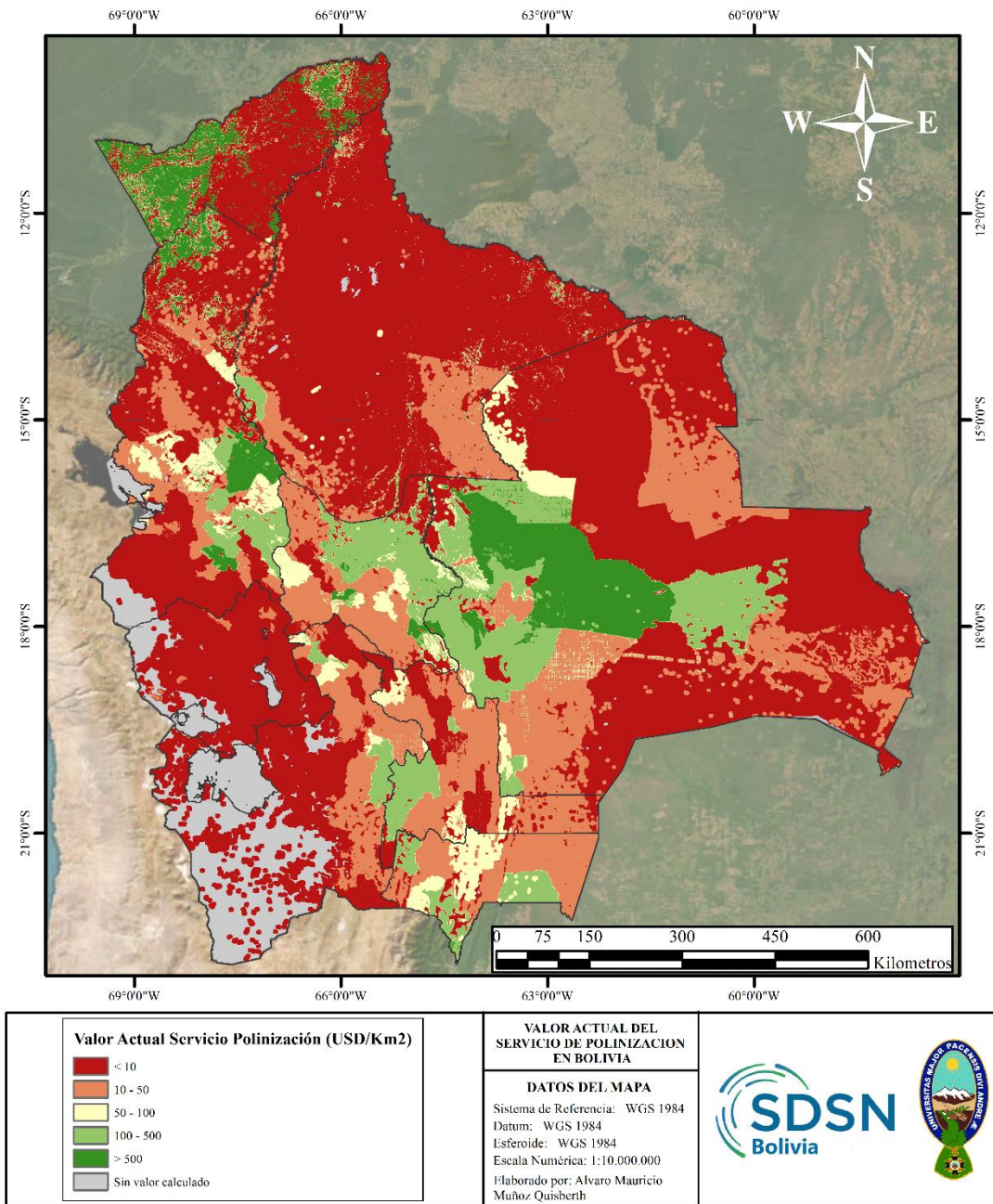
Adicionalmente se consideró el radio de acción de los polinizadores para definir un área de influencia alrededor de los cultivos. Según diversos estudios, la distancia promedio que recorren algunos polinizadores como las abejas varía entre dos y cuatro kilómetros (Seeley, 1992). Con base en esta información, se generó un buffer de tres kilómetros alrededor de las áreas clasificadas como agricultura y mosaico de usos, como valor promedio representativo de alcance de estos organismos.

Este mapa resultante representa la zona donde convergen la oferta y demanda del servicio de polinización, es decir, el área en la que los polinizadores pueden ejercer su función y, por tanto, donde se asigna el valor económico del servicio (*Ver mapa en anexos*).

Este mapa de influencia se intersecta con el mapa de probabilidad de presencia de polinizadores, lo que permite distribuir el valor económico estimado a nivel municipal en función de dicha probabilidad. Así, cuanto mayor sea la probabilidad de presencia de polinizadores en un área determinada, mayor será el valor económico asignado a esa zona.

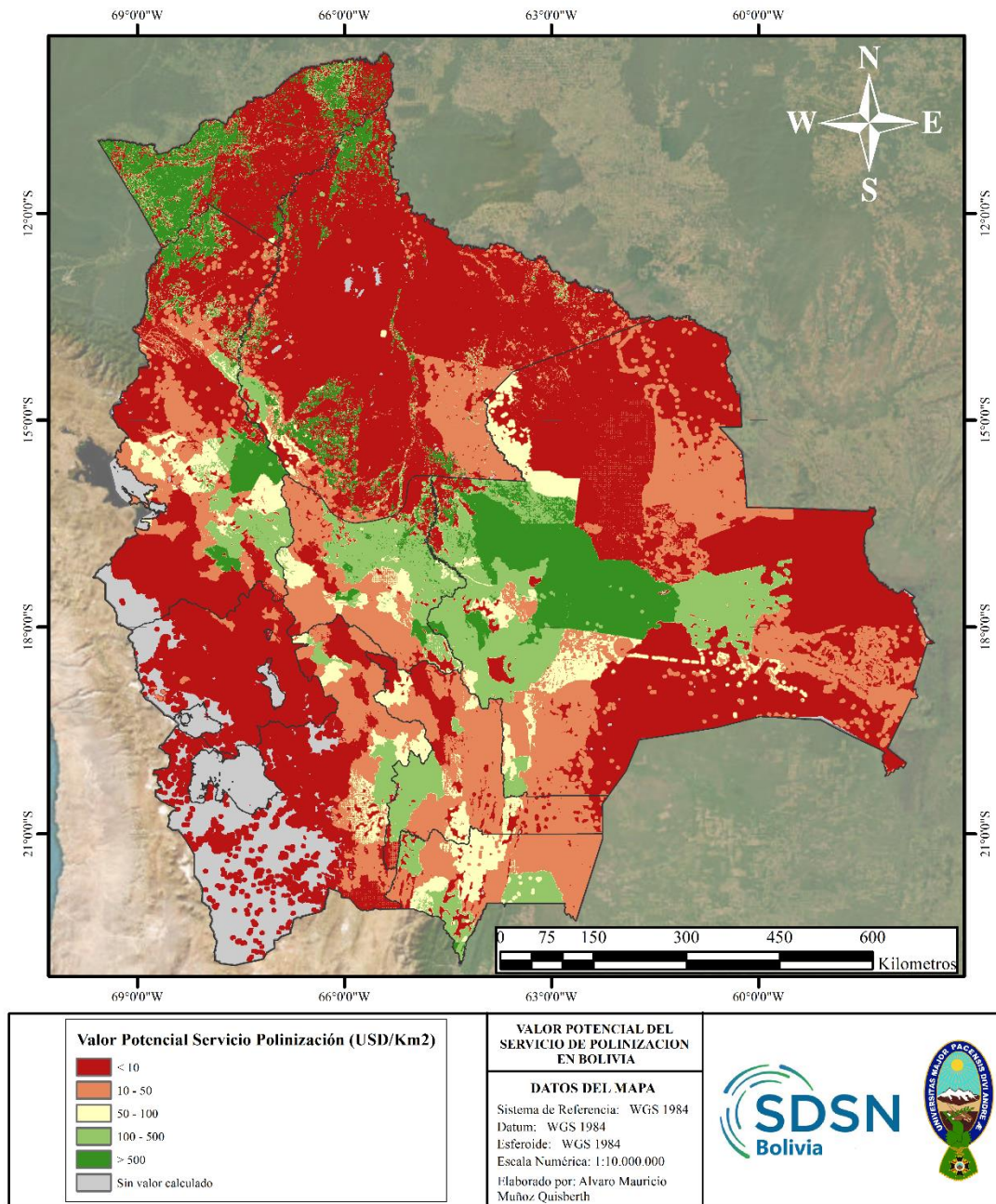
Finalmente, al sumar el valor económico de los cultivos con los frutos del bosque y el valor base, se obtiene el valor total del servicio ecosistémico de polinización, tanto actual como potencial.

Mapa 2. Valor actual del servicio de polinización en Bolivia, expresado en USD/Km2.



Fuente: Elaboración Propia

Mapa 3. Valor potencial del servicio de polinización en Bolivia, expresado en USD/Km2.



Fuente: Elaboración Propia.

4.3. Análisis del valor actual y potencial del servicio ecosistémico de polinización

- Análisis a nivel municipal

La importancia de los servicios ecosistémicos puede analizarse desde distintas escalas, siendo una de ellas el nivel municipal. Según los resultados obtenidos, las zonas con mayor valor económico actual se concentran principalmente en los departamentos de Santa Cruz, La Paz, Pando, y en algunas áreas de Cochabamba, Beni y Tarija (Mapa 5).

El municipio con el mayor valor económico asociado al servicio de polinización es San Julián, con un estimado de USD 22,9 millones. Le Sigue Filadelfia, con USD 21 millones, y en tercer lugar Bella Flor, con USD 10,9 millones, lo que equivale el 27 % del valor económico total actual estimado a nivel nacional.

En el caso de San Julián, este valor se explica por su rol como uno de los principales centros de producción agrícola del país, destacando cultivos como la soya o el girasol, los cuales tienen cierto grado de dependencia a los polinizadores. Por su parte, los municipios de Filadelfia y Bella Flor muestran altos valores debido a su significativa participación en la recolección de castaña y otros frutos del bosque.

En el caso del valor potencial del servicio de polinización, se configura un eje estratégico de alta relevancia entre los departamentos de Pando, Beni, Santa Cruz y algunas zonas de La Paz y Cochabamba. En este contexto, productos como el cacao silvestre adquieren una mayor importancia en comparación con el valor actual estimado.

El municipio con mayor potencial económico es Filadelfia, con un estimado de USD 33 millones, superando a San Julián, que alcanza USD 24,8 millones. En tercer lugar, aparece Riberalta, con un potencial de USD 22,6 millones, figurando como un municipio de gran potencial en este servicio a pesar de no estar entre los municipios con mayor valor actual.

Tabla 12. Municipios con mayor valor actual del servicio ecosistémico de polinización.

Departamento	Nombre Municipio	Valor Actual (Millones de USD)
Santa Cruz	San Julián	22,90
Pando	Filadelfia	21,06
Pando	Bella Flor	10,94
Santa Cruz	Cuatro Cañadas	9,29
Pando	Sena	9,08
La Paz	Ixiamas	8,99
Pando	San Lorenzo	8,91
Santa Cruz	San Pedro	8,03
Pando	Puerto Rico	7,75
Santa Cruz	Pailón	7,65
Otros municipios		89,92
Total		204,53

Fuente: Elaboración Propia.

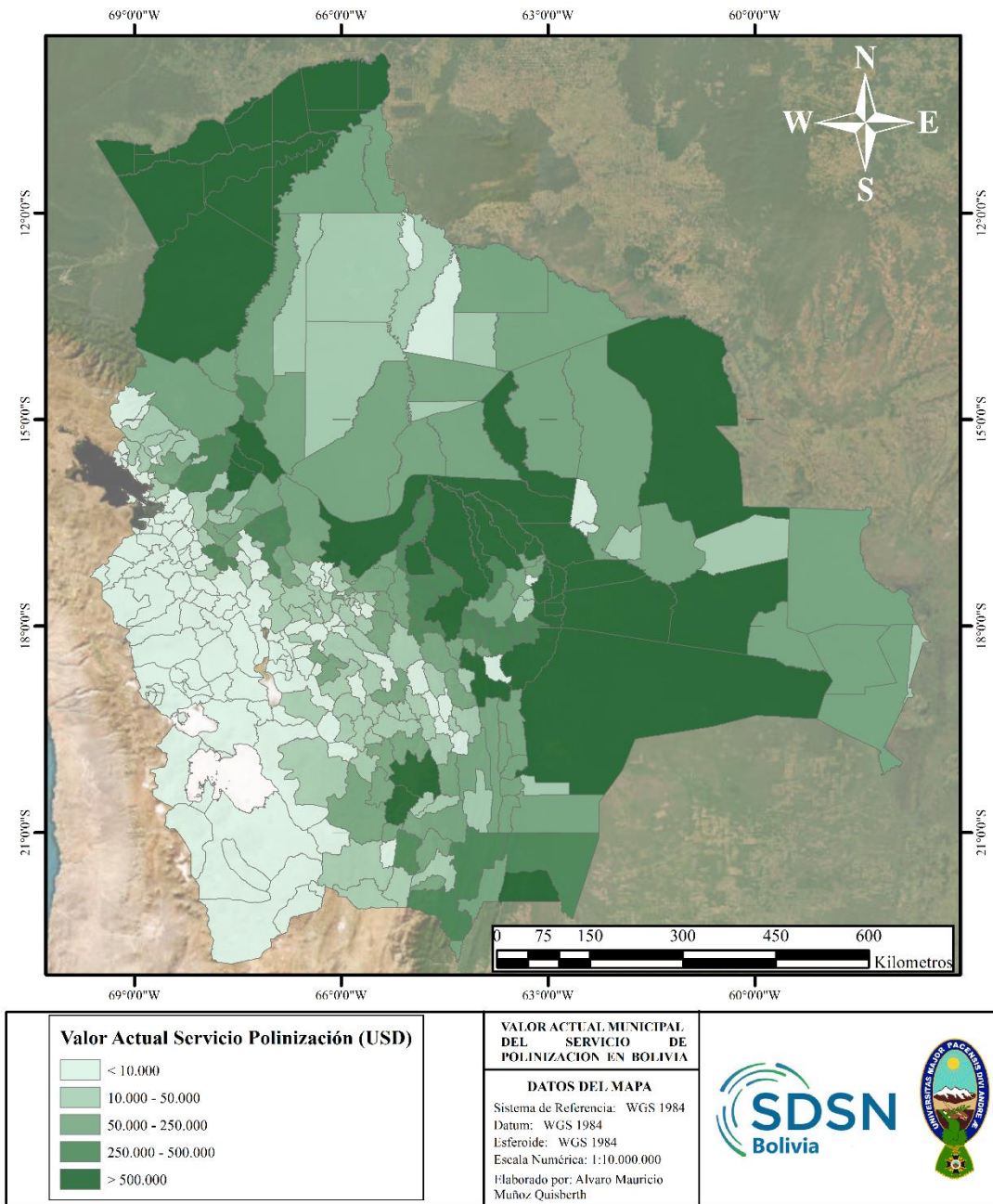
Tabla 13. Municipios con mayor valor potencial del servicio ecosistémico de polinización.

Departamento	Nombre Municipio	Valor Potencial (Millones de USD)
Pando	Filadelfia	33,06

Santa Cruz	San Julián	24,83
Beni	Riberalta	22,57
La Paz	Ixiamas	18,18
Pando	Bella Flor	13,35
Beni	Santa Ana de Yacuma	11,10
Santa Cruz	Cuatro Cañadas	10,07
Pando	San Lorenzo	9,68
Pando	Sena	9,45
Santa Cruz	San Pedro	8,77
Otros municipios		157,45
Total		318,53

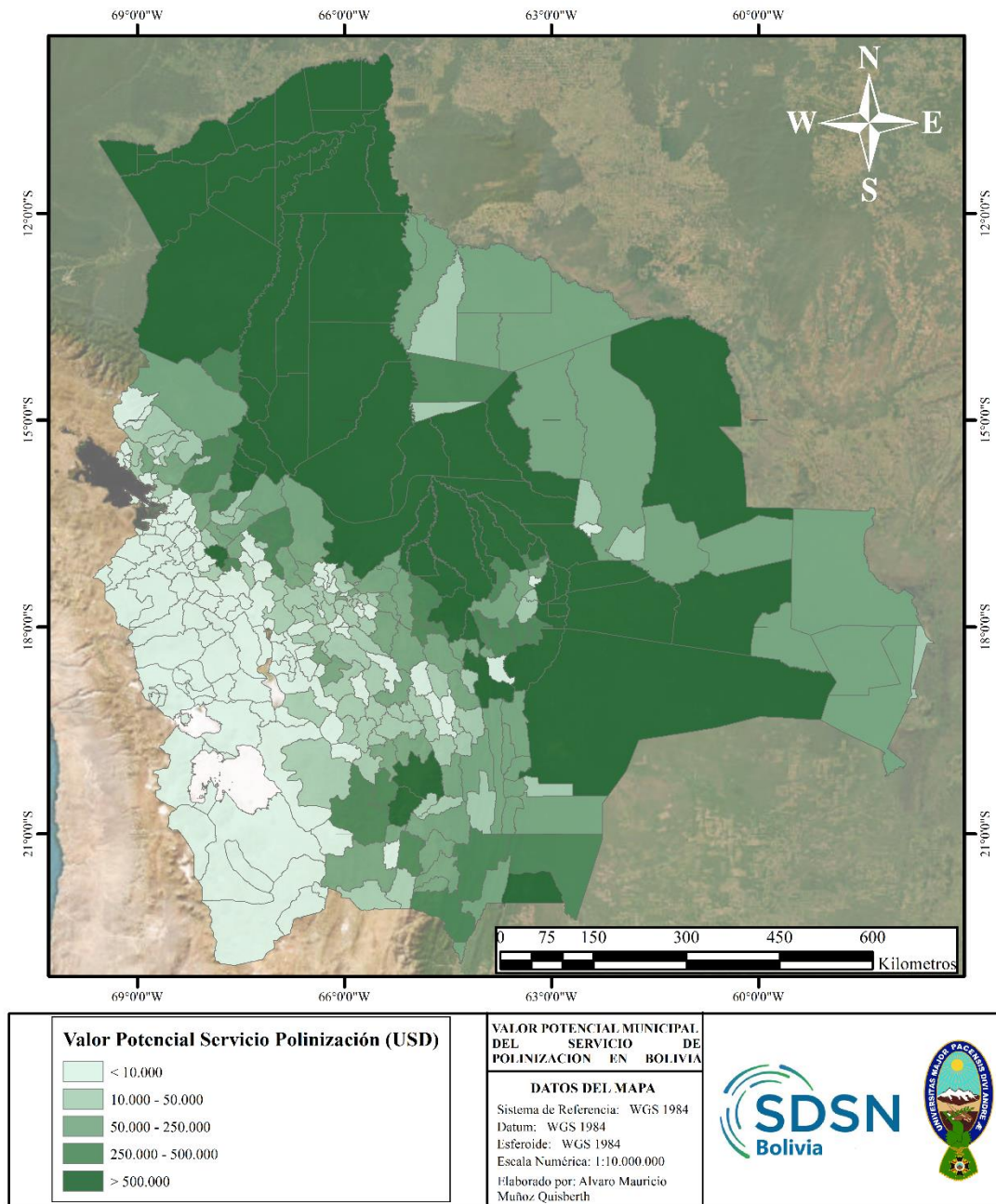
Fuente: Elaboración Propia.

Mapa 4. Valor actual del servicio de polinización en Bolivia a nivel municipal.



Fuente: Elaboración Propia.

Mapa 5. Valor potencial del servicio de polinización en Bolivia a nivel municipal.



Fuente: Elaboración Propia.

- **Análisis en Áreas Protegidas**

En el caso de las Áreas Protegidas, destacan principalmente aquellas ubicadas en el norte de La Paz, Pando, Cochabamba y Santa Cruz, mostrando una distribución similar a la observada a nivel municipal. El Área Protegida con el mayor valor económico del servicio de polinización es la Reserva Nacional de Vida Silvestre Amazónica Manuripi, en el departamento de Pando, con un estimado de USD 13,6 millones, seguida por el Área Natural de Manejo Integrado El Gran Manupare, también en Pando, con USD 6,1 millones.

En ambos casos, estos valores se explican por la recolección de frutos del bosque, especialmente de castaña, un producto con alta dependencia de polinización. La suma de ambas áreas representa el 52 % del valor económico actual del servicio de polinización en todas las áreas protegidas del país, lo que resalta su importancia ecológica y económica.

En cuanto al valor potencial, se observa una proyección igualmente elevada en áreas protegidas de Pando, La Paz, Beni, Cochabamba y Santa Cruz, replicando en gran medida la distribución del valor actual.

Se repiten las áreas protegidas con mayor valor económico. En este escenario a futuro, Manuripi alcanza un valor estimado de USD 19 millones, mientras que Gran Manupare registra USD 6,3 millones, lo que representa un incremento del 30 % y 4 % respectivamente con relación a sus valores actuales. Mucho más abajo está el Área Protegida Municipal Gran Moxos con USD 3,8 millones, o el Área Municipal de Conservación y Manejo Bajo Madidi, con USD 3,3 millones. Dejando en evidencia que el norte del país tiene un gran potencial en cuanto a este beneficio.

Tabla 14. Áreas protegidas con mayor valor actual del servicio ecosistémico de polinización.

Categoría	Nombre AP	Valor Actual (Millones de USD)
Nacional	Manuripi	13,56
Municipal	Gran Manupare	6,07
Departamental	Humedales del Norte	1,89
Municipal	Bosque de Porvenir	1,81
Municipal	Bajo Madidi	1,65
Nacional	Amboró	1,08
Departamental	Río Grande y Valles Cruceños	1,00
Municipal	Bosque de Santa Rosa del Abuná	0,94
Nacional	Carrasco	0,85
Municipal	Bosque Amazónico de Manejo Integral Puerto Rico	0,66
Otras AP's		8,06
Total		37,57

Fuente: Elaboración Propia.

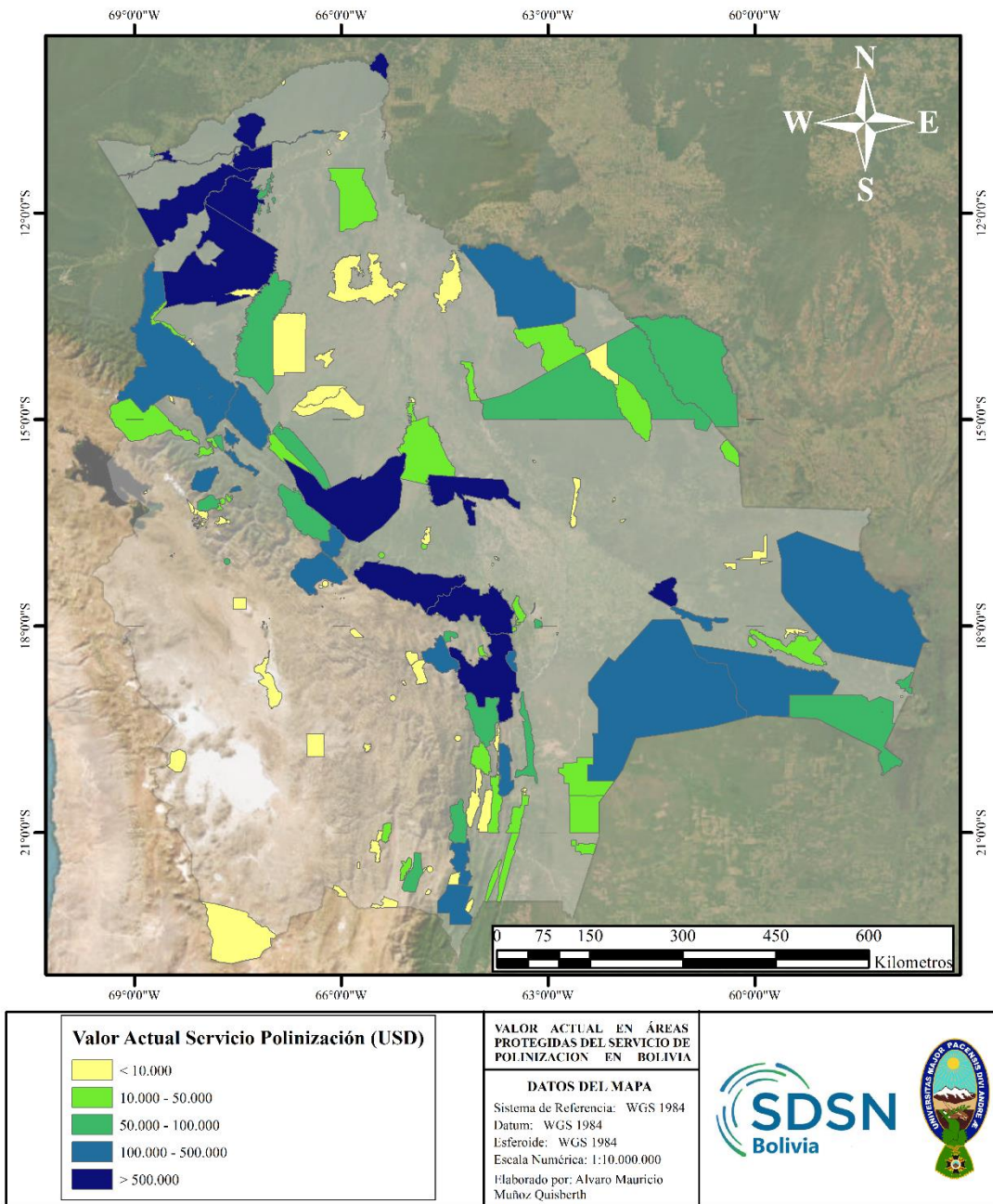
Tabla 15. Áreas protegidas con mayor valor potencial del servicio ecosistémico de polinización.

Categoría	Nombre AP	Valor Potencial (Millones de USD)
Nacional	Manuripi	19,00
Municipal	Gran Manupare	6,32
Municipal	Gran Moxos	3,77
Municipal	Bajo Madidi	3,35
Nacional	Isiboro Sécore	3,25
Departamental	Eva Eva Mosetenes	2,64
Nacional	Estación Biológica del Beni	2,57

Departamental	Humedales del Norte	2,44
Municipal	Rhukanrhuka	2,27
Municipal	Bosque de Porvenir	1,98
Otras AP's		15,79
Total		63,37

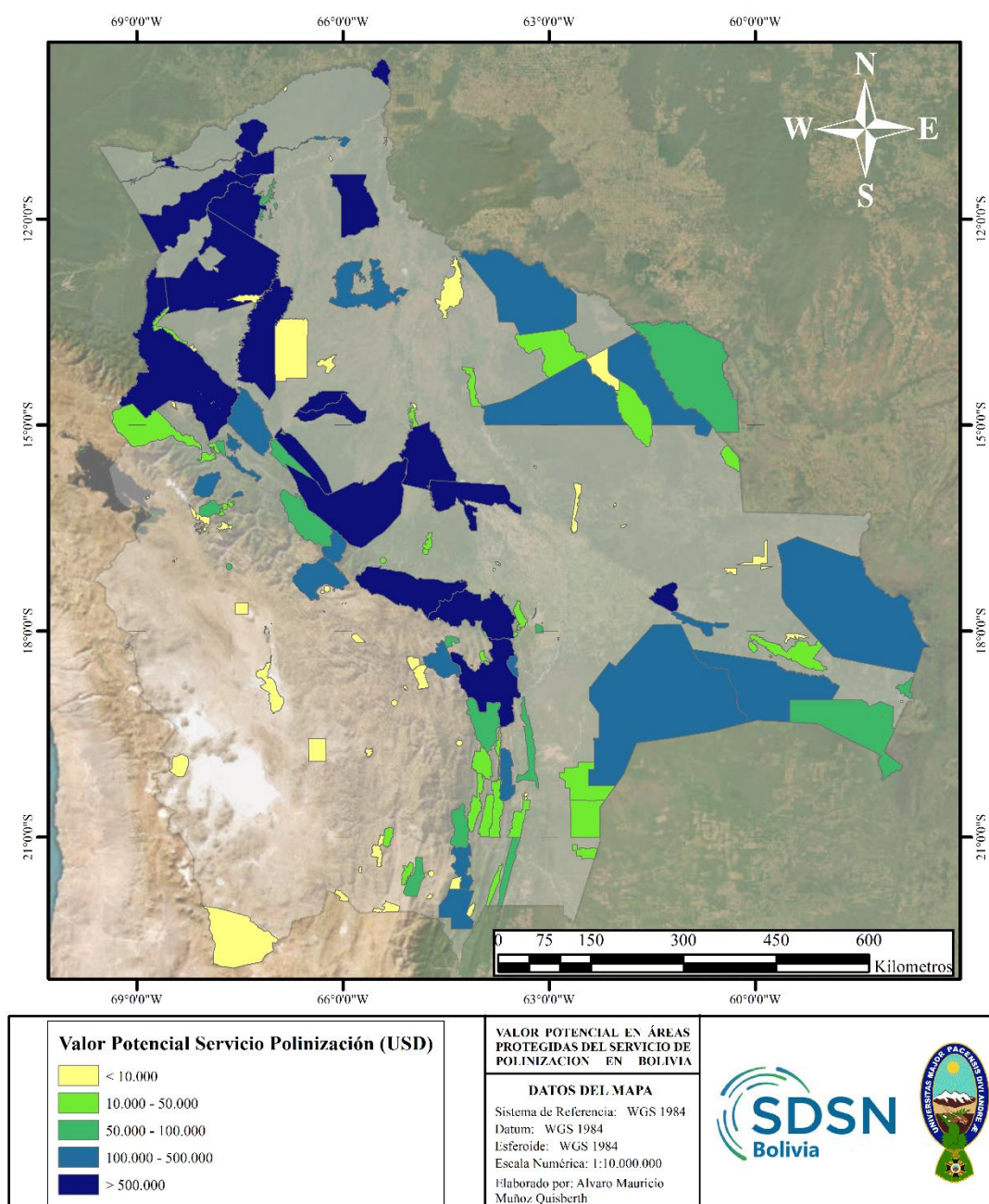
Fuente: Elaboración Propia.

Mapa 6. Valor actual del servicio de polinización en las áreas protegidas.



Fuente: Elaboración Propia.

Mapa 7. Valor potencial del servicio de polinización en las áreas protegidas.



Fuente: Elaboración Propia.

- **Análisis en Territorios Indígenas Originario Campesino (TIOC) (Titulados y demandados)**

Otro punto relevante de análisis son los Territorios Indígenas Originarios Campesinos (TIOC), los cuales pueden estar titulados o en proceso de demanda.

En el caso de los TIOC titulados, los valores económicos asociados al servicio de polinización son más bajos en comparación con los observados a nivel municipal o en Áreas Protegidas. El

territorio con mayor valor registrado es el del Pueblo Indígena Yaminahua Machineri (Puerto Yaminagua y San Miguel Machineri), ubicado en el extremo noroeste de Pando, con aproximadamente USD 1 millón. Este valor se explica principalmente por la presencia de frutos amazónicos, especialmente castaña y asaí. Un caso similar es el del Territorio Indígena Multiétnico II (TIM II), con un valor de USD 728 mil.

En contraste, los territorios demandados presentan valores significativamente más altos, debido a que en su mayoría abarcan extensiones territoriales mayores que los titulados. El TCO Tacana II, situado entre los departamentos de Pando y La Paz, encabeza la lista con un valor de USD 5 millones, valor que se explica en parte debido a su ubicación dentro del Área Protegida Manuripi. Otro territorio destacado es el de la Central de Organizaciones de los Pueblos Nativos Guarayos (COPNAG), ubicado entre Santa Cruz y Beni, donde refleja la importancia de los cultivos dependientes de polinización, llegando a tener un valor de USD 1,4 millones. Entre ambos territorios concentran el 55 % del valor total de todos los TIOC demandados.

En conjunto, las categorías tituladas y demandadas de TIOC suman un valor económico actual de USD 18,7 millones.

En cuanto al valor potencial, aunque los cambios no parecen notorios espacialmente, el análisis numérico revela un incremento considerable.

Para los TIOC titulados, el territorio con mayor potencial es el del Consejo Tsimane Chimane, ubicado en el departamento del Beni, con un valor estimado de USD 10,3 millones, lo que representa diez veces más que el mayor valor actual registrado (Pueblo Indígena Yaminahua Machineri).

En los TIOC demandados, nuevamente se destaca el TCO Tacana II, esta vez con un valor potencial de USD 10,2 millones, duplicando su valor actual.

Al sumar el valor potencial de todos los TIOC, tanto titulados como demandados, se obtiene un total de USD 52 millones, lo que representa casi el triple del valor actual estimado.

Tabla 16. Territorios Indígenas Originarios Campesinos (TIOC) titulados con mayor valor actual del servicio ecosistémico de polinización.

Nombre TIOC Titulado	Valor Actual (Millones de USD)
Territorio del Pueblo Indígena Yaminahua Machineri (Puerto Yaminahua y San Miguel Machineri)	1,03
Territorio Indígena Multiétnico II (Capitanía Indígena del Pueblo Esse-Ejja de la Amazonía, Organización Indígena de Cavineños de la Amazonía y de la Organización Indígena Takana de la Amazonía (OITA))	0,73
Comunidad Indígena Puesto Araona	0,72

Nombre TIOC Titulado	Valor Actual (Millones de USD)
Central de Organización de los Pueblos Nativos Guarayos (COPNAG)	0,51
Territorio Indígena del Parque Nacional Isiboro Secure (TIPNIS)	0,39
Organización del Pueblo Indígena Mosevenes (OPIM)	0,37
Consejo Regional T'simane Mosevenes Pilón Lajas	0,26
Consejo Indígena Yuracare (Coniyura)	0,23
Capitanía del Alto y Bajo Isoso Cabi	0,22
Consejo de Caciques Jatun Kellaja, Llajta Yucasa, Cantu Yucasa y Asanaque	0,16
Otros TIOC's Titulados	2,06
Total	6,68

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 17. Territorios Indígenas Originarios Campesinos (TIOC) demandados con mayor valor actual del servicio ecosistémico de polinización.

Nombre TIOC Demandado	Valor Actual (Millones de USD)
TCO Tacana II	5,04
Central de Organización de los Pueblos Nativos Guarayos (COPNAG)	1,40
Territorio Indígena Multiétnico II (Capitanía Indígena del Pueblo Esse-Ejja de la Amazonía, Organización Indígena de Cavineños de la Amazonía y de la Organización Indígena Takana de la Amazonía (OITA))	0,95
Asociación Comunitaria de Takovo Mora	0,91
Territorio del Pueblo Indígena Yaminahua Machineri (Puerto Yaminahua y San Miguel Machineri)	0,76
Capitanía del Alto y Bajo Isoso Cabi	0,74
Central Sindical Unica de Trabajadores Campesinos Originarios de Ayopaya (Csutcoa)	0,23
Comunidad Ayoreo Guaye - Rincon del Tigre	0,17
Territorio Indígena del Parque Nacional Isiboro Secure (TIPNIS)	0,17
Comunidad Indígena del Pueblo Weenhayek	0,14
Otros TIOC's Demandados	1,50
Total	12,00

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 18. Territorios Indígenas Originarios Campesinos (TIOC) titulados con mayor valor potencial del servicio ecosistémico de polinización.

Nombre TIOC Titulado	Valor Potencial (Millones de USD)
Territorio del Consejo Tsimane Chimane	10,34
Territorio Indígena Multiétnico (TIM)	3,79
Organización Indígena de Cavineños de la Amazonía	3,04
Territorio Indígena del Parque Nacional Isiboro Secure (TIPNIS)	2,51
Consejo Indígena Yuracare (Coniyura)	1,79
Comunidad Indígena Puesto Araona	1,47
TCO Tacana III	1,21
Territorio del Pueblo Indígena Yaminahua Machineri (Puerto Yaminahua y San Miguel Machineri)	1,19

Nombre TIOC Titulado	Valor Potencial (Millones de USD)
Territorio Indígena Multiétnico II (Capitanía Indígena del Pueblo Esse-Ejja de la Amazonía, Organización Indígena de Cavineños de la Amazonía y de la Organización Indígena Takana de la Amazonía (OITA))	0,78
Organización Consejo Yuqui Bia Recuate - Ciri	0,66
Otros TIOC's Titulados	5,20
Total	31,99

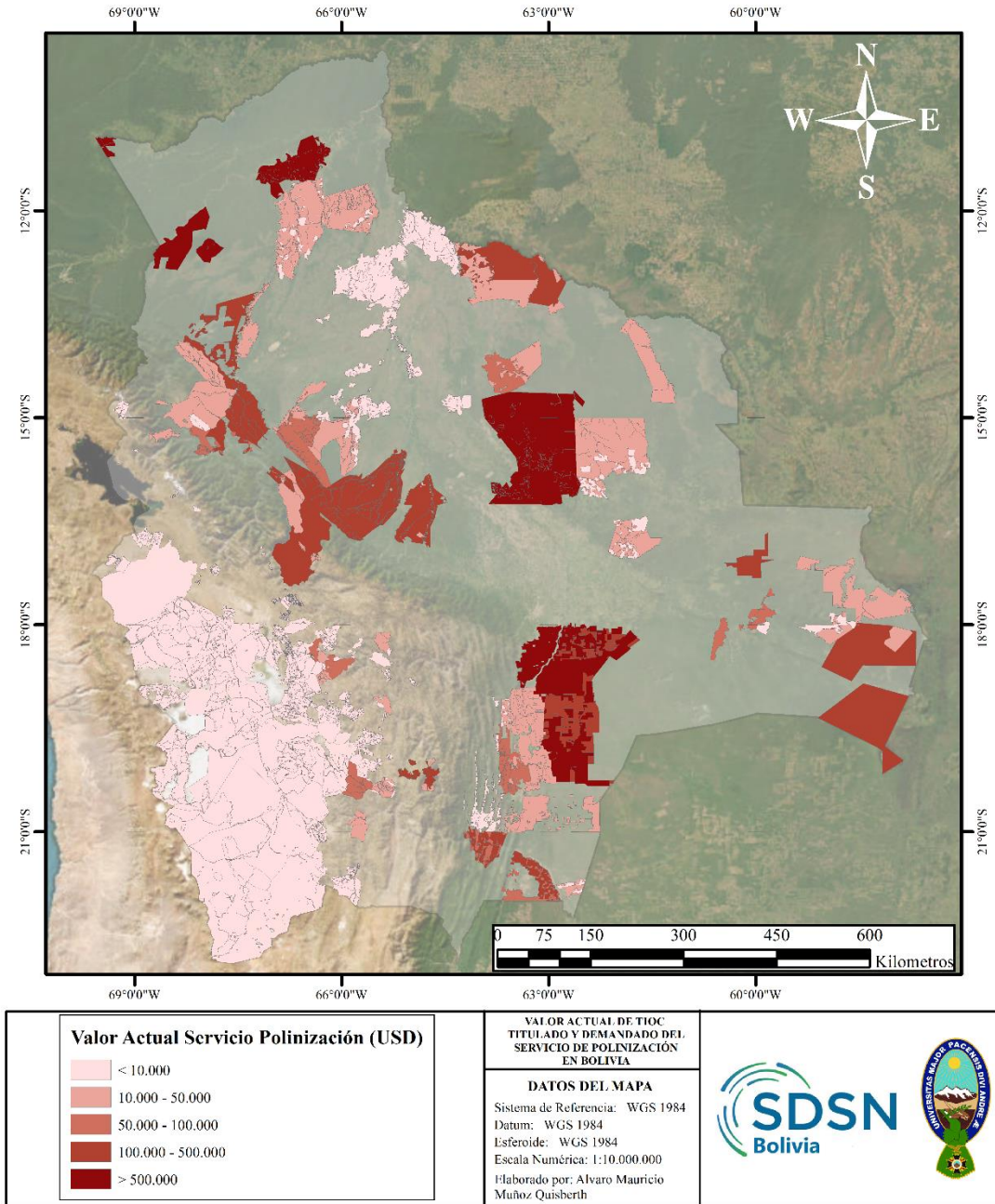
Fuente: *Elaboración Propia.*

Tabla 19. Territorios Indígenas Originarios Campesinos (TIOC) titulados con mayor valor potencial del servicio ecosistémico de polinización.

Nombre TIOC Demandado	Valor Potencial (Millones de USD)
TCO Tacana II	10,26
Central de Organización de los Pueblos Nativos Guarayos (COPNAG)	1,53
Territorio Indígena Multiétnico II (Capitanía Indígena del Pueblo Esse-Ejja de la Amazonía, Organización Indígena de Cavineños de la Amazonía y de la Organización Indígena Takana de la Amazonía (OITA))	0,99
Asociación Comunitaria de Takovo Mora	0,98
Territorio del Consejo Tsimane Chimane	0,92
Territorio del Pueblo Indígena Yaminahua Machineri (Puerto Yaminahua y San Miguel Machineri)	0,88
Capitanía del Alto y Bajo Isoso Cabi	0,82
Territorio Indígena del Parque Nacional Isiboro Secure (TIPNIS)	0,58
Territorio Indígena Multiétnico (TIM)	0,49
Central Sindical Unica de Trabajadores Campesinos Originarios de Ayopaya (Csutcoa)	0,25
Otros TIOC's Demandados	2,36
Total	20,08

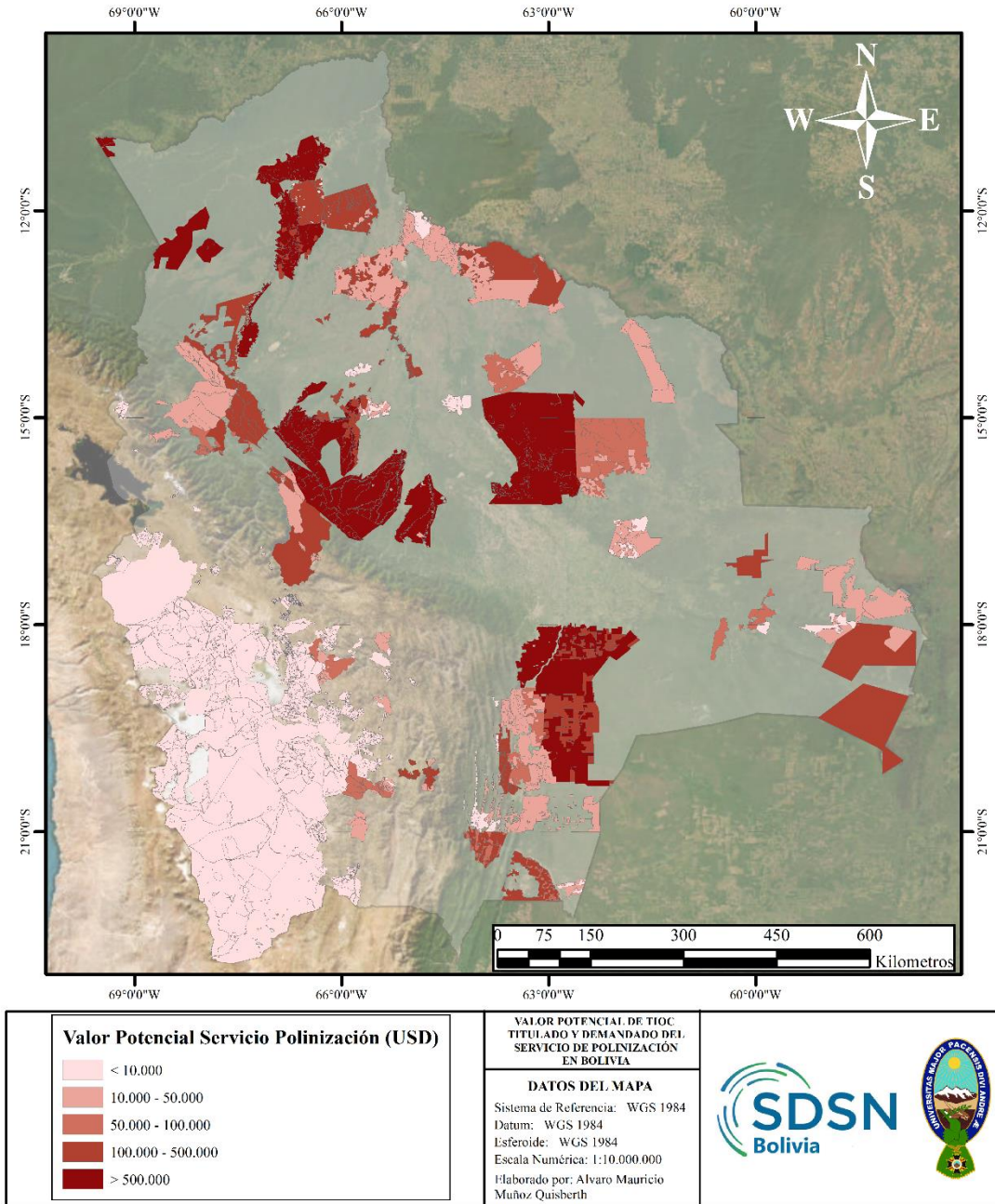
Fuente: *Elaboración Propia.*

Mapa 8. Valor actual del servicio de polinización en los Territorios Indígenas Originarios Campesinos (TIOC).



Fuente: Elaboración Propia.

Mapa 9. Valor potencial del servicio de polinización en los Territorios Indígenas Originarios Campesinos (TIOC).



Fuente: Elaboración Propia.

CONCLUSIONES

La presente investigación evidencia que, aunque los servicios ecosistémicos en Bolivia aun no tienen un reconocimiento suficiente en la esfera económica ni en la planificación territorial, su valor es significativo. En particular, el servicio ecosistémico de polinización demuestra una contribución relevante tanto en términos monetarios como en la seguridad alimentaria del país, desempeñando un papel clave en el equilibrio ecológico y la conservación ambiental.

Se identificaron diversos enfoques para estimar el valor económico de la polinización, la mayoría centrados en la producción de cultivos dependientes de polinizadores. Estos enfoques ofrecen resultados variables, determinados por el tipo de cultivo y la región analizada.

La zonificación de áreas con alta probabilidad de presencia de polinizadores muestra mayor concentración en zonas como los Yungas, norte pandino, los valles del subandino y parte de la llanura en Santa Cruz y Beni, lo cual está estrechamente relacionado con la cobertura del suelo existente en esas zonas. Por el contrario, regiones como Oruro y Potosí presentan baja presencia de polinizadores, lo cual es congruente con sus condiciones climáticas y físicas.

El valor económico actual estimado del servicio de polinización asciende a USD 204 millones, siendo la castaña responsable de más de la mitad de este monto, incluso por encima del valor generado por los cultivos. El valor potencial, por su parte, alcanza los USD 318 millones, lo que representa un aumento del 64 % respecto al valor actual. Estos resultados reflejan la relevancia del mercado de la castaña y su fuerte dependencia de la polinización.

Los departamentos de Pando, Beni, La Paz, Cochabamba y Santa Cruz concentran la mayor parte de estos valores. En particular, Pando, Beni y La Paz destacan por su producción de castaña, lo cual representa una alternativa económica viable frente a la agricultura intensiva, especialmente para regiones con menor desarrollo agroindustrial.

En las Áreas Protegidas, donde a menudo los recursos económicos para su gestión son limitados, este servicio podría representar una fuente complementaria de financiación, especialmente en zonas con alto potencial en frutos del bosque.

Del mismo modo, los Territorios Indígenas Originarios Campesinos (TIOC) podrían beneficiarse notablemente de este servicio, tanto en la gestión de sus recursos como en la generación de ingresos, fortaleciendo su rol dentro de la economía nacional.

En resumen, el servicio ecosistémico de polinización representa una oportunidad para desarrollar una economía más sostenible, basada en la conservación y el aprovechamiento

responsable de los recursos naturales del país, lo cual podría contribuir a afrontar la actual crisis estructural que atraviesa Bolivia.

BIBLIOGRAFÍA

- AE. (2023). *Red eléctrica de alta tensión en Bolivia al 2023*. Retrieved Noviembre 2024, from Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad:
<https://geo.gob.bo/catalogue/#/?q=Red&d=2938%3Bdataset>
- Andersen, L., Argandoña, F., Calderón, D., Choque, S., Muñoz, A., Olmos, C., & Miranda, S. (2025, Abril). *Documento de Trabajo N°1/2025: Valoración económica de los servicios ecosistémicos provistos por las áreas naturales, Áreas Protegidas y los Territorios Indígenas en Bolivia*. Retrieved Mayo 15, 2025, from SDSN Bolivia: <https://sdsnbolivia.org/wp-content/uploads/2025/04/Documento-de-trabajo-01-2025.pdf>
- Apicultura y Miel. (2022, Enero 5). *Apiculturaymiel.com*. Retrieved from <https://apiculturaymiel.com/apicultura/colmenas-en-invierno-10-puntos-revision/>
- Buchmann, S. (2021). *Abejas en el Desierto de Sonora*. Retrieved from Museo del Desierto de Sonora, Arizona: https://www.desertmuseum.org/books/nhsd_bees.php
- Choque, S., Argandoña, F., Ortiz, A., Calderón, D., Muñoz, A., & Miranda, S. (2023). *Zonificación Agroecológica (ZAE) para Bolivia*. SDSN Bolivia. Retrieved from <https://sdsnbolivia.org/documento-de-trabajo-n-2-2023-zonificacion-agroecologica-zae-para-bolivia/>
- Felipez Chiri, W., Orias Soliz, J., & Serrano Pachecho, M. (2015). Plantas comestibles nativas y naturalizadas del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Ñiño, Chuquisaca, Bolivia. *AGRO-ECOLÓGICA*, 169-179.
- Guimarães, R., Cruz-Neto, O., Tabarelli, M., Blandina, F., Peres, C., & Valentina, A. (2021). Pollinator-dependent crops in Brazil yield nearly half of nutrients for humans and livestock feed. *Global Food Security*, 31. doi:<https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100587>
- INE. (2024). *Cuadros estadísticos: Bolivia-Superficie Año Agrícola por Departamento, 1984-2024*. Recuperado el 25 de Agosto de 2025, de Instituto Nacional de Estadística: <https://www.ine.gob.bo/index.php/estadisticas-economicas/agropecuaria/agricultura-cuadros-estadisticos/>
- Infomiel. (2021, Diciembre 12). *La importancia del agua en la apicultura*. Retrieved from Infomiel: <https://infomiel.com/agua-las-abejas-la-importancia-del-agua-dia-dia/>
- Leguía, D., Malki, A., & Ledezma, J. (2011). *Análisis del Costo de Oportunidad de la Deforestación Evitada en el Noroeste Amazónico de Bolivia*. La Paz: Conservation Strategy Fund.
- MapBiomias. (2025). *Descripción de las clases de cobertura y uso de suelo utilizadas en la Leyenda de la colección 3 de Mapbiomas Bolivia*. Obtenido de https://bolivia.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/15/2025/07/Legend-Descript-ES_col3-v2.pdf
- MapBiomias Bolivia. (2022). *Colección 3 de la Serie Anual de Mapas de Cobertura y Uso del Suelo de Bolivia*. Retrieved Agosto 15, 2025, from Mapbiomas: Descarga de datos: <https://bolivia.mapbiomas.org/colecciones-mapbiomas-bolivia/>
- Mitchell, D. (2023, Noviembre 29). *Las abejas melíferas se agrupan cuando hace frío, pero estábamos completamente equivocados sobre el motivo*. Retrieved from The Conversation:

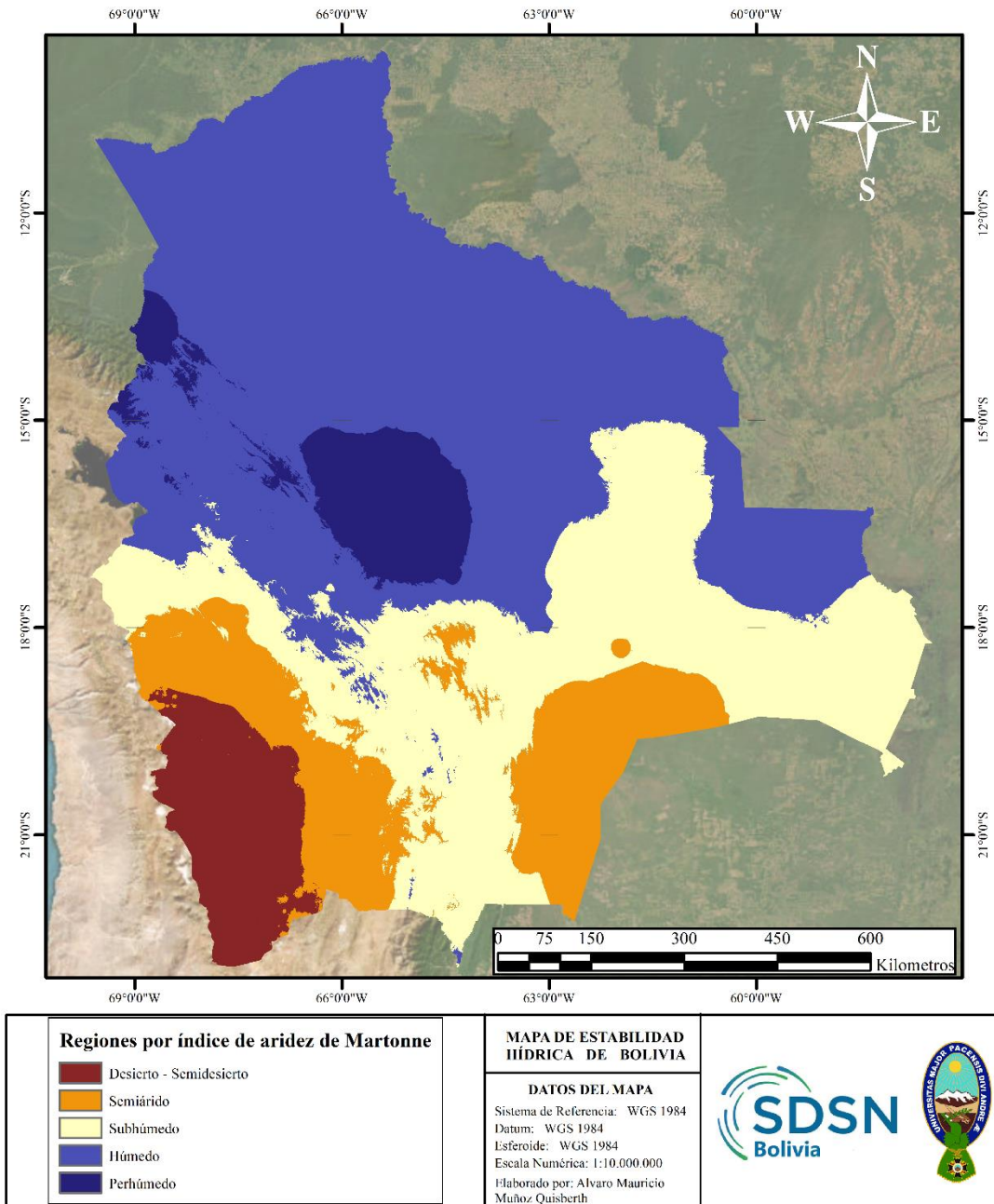
<https://theconversation.com/las-abejas-melíferas-se-agrupan-cuando-hace-frio-pero-estabamos-completamente-equivocados-sobre-el-motivo-218842>

- MMAyA. (2020). *Actualización de las CND para el periodo 2021-2030 en el marco del Acuerdo de París*. La Paz. Retrieved Mayo 19, 2025, from <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/CND%20Bolivia%202021-2030.pdf>
- Molina-Montenegro, M., Acuña-Rodríguez, I., & Vázquez, P. (2019, Junio 14). *Electromagnetic fields disrupt the pollination service by honeybees*. Talca: Science Advances. Retrieved from Universidad de Talca: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adh1455>
- MTMS. (2015). *Hidrología y Climatología*. Retrieved from Ministerio de Transporte y Movilidad Sostenible: https://www.transportes.gob.es/recursos_mfom/carreteras/A37-VA-3520/Anejo_n%C2%BA5_Climatolog%C3%ADa_e_Hidrolog%C3%ADa.pdf
- Reyes Garcia, V., Huanca, T., Vadez, V., Leonard, W., & Wilkie, D. (2006). Cultural, Practical and Economic Value of Wild Plants: A Quantitative Study in the Bolivian Amazon. *Economic Botany*, 1-13.
- SADA. (2022, Mayo 31). *Clima. Su influencia sobre las colonias y la flora apícola*. Retrieved from Sociedad Argentina de Apicultores: <https://sada.org.ar/clima-su-influencia-sobre-las-colonias-y-la-flora-apicola/>
- Seeley, T. (1992). *Honeybee Ecology: A Study of Adaptation in Social Life*. Princeton University Press. Retrieved from https://www.apiservices.biz/documents/articulos-es/pecoreo_de_apis_mellifera_flores_soya.pdf
- SENAMHI. (2022). *Información Nacional de Datos Hidrometeorológicos*. Retrieved Octubre 2024, from Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología: <https://senamhi.gob.bo/index.php/sysparametros>
- SIAP. (2019, Septiembre 12). *La miel de abeja*. Retrieved from Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera: <https://www.gob.mx/siap/articulos/la-miel-de-abeja>
- Smith, M., Singh, G., Mozaffarian, D., & Myers, S. (2015). Effects of decrease of animal pollinators on human nutrition and global health: a modelling analysis. *Lancet*, 1964-1972. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)61085-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(15)61085-6).
- Thomas, E., Alcázar, C., Loo, J., & Kindt, R. (2014). The Distribution fo the Brasil nut (*Berthillettia excelsa*) through time: from range contraction in glaciator refugia, over human-mediated experience to anthropogenic climate change. *Boletim do museu Paraense Emílio Goledi*, 9(2), 267-291.
- Vallecillo Rodriguez, S., La Notte, A., Polce, C., Zulian, G., Alexandris, N., Ferrini, S., & Maes, J. (2018). *Ecosystem services accounting: Part I - Outdoor recreation and crop pollination*. Comisión Europea, JRC Publication Repository. Publications Office of the European Union. doi:10.2760/619793
- VIDECI. (2019). *Elaboración de Mapas de Riesgo a Nivel Municipal de Bolivia, Adaptación Metodológica de la Ecuación General de Riesgo*. La Paz: Sistema Integrado de Información y Alerta para la Gestión de Riesgos de Desastres (SINAGER).
- WORLDCLIM. (2022). *Historical Monthly weather data*. Retrieved Octubre 2024, from WorldClim: Data: <https://www.worldclim.org/data/monthlywth.html#>
- WVE. (2013). *Assessing Environmental Impact of Horizontal Gas Well Drilling Operations*. Virginia del Oeste: Division of Air Quality - WVU. Recuperado el 19 de Agosto de 2025, de <https://dep.wv.gov/oil-and-gas/Horizontal-Permits/legislativestudies/Documents/WVU%20Final%20Air%20Noise%20Light%20Report.pdf>

YPFB. (2024). *Localización de Plantas de Gas y Petroleo. Localización de Pozos Petroleros*. Recuperado el 19 de Agosto de 2025, de Geobolivia:
<https://geo.gob.bo/catalogue/#/?q=Hidrocarburos&d=1636%3Bdataset>

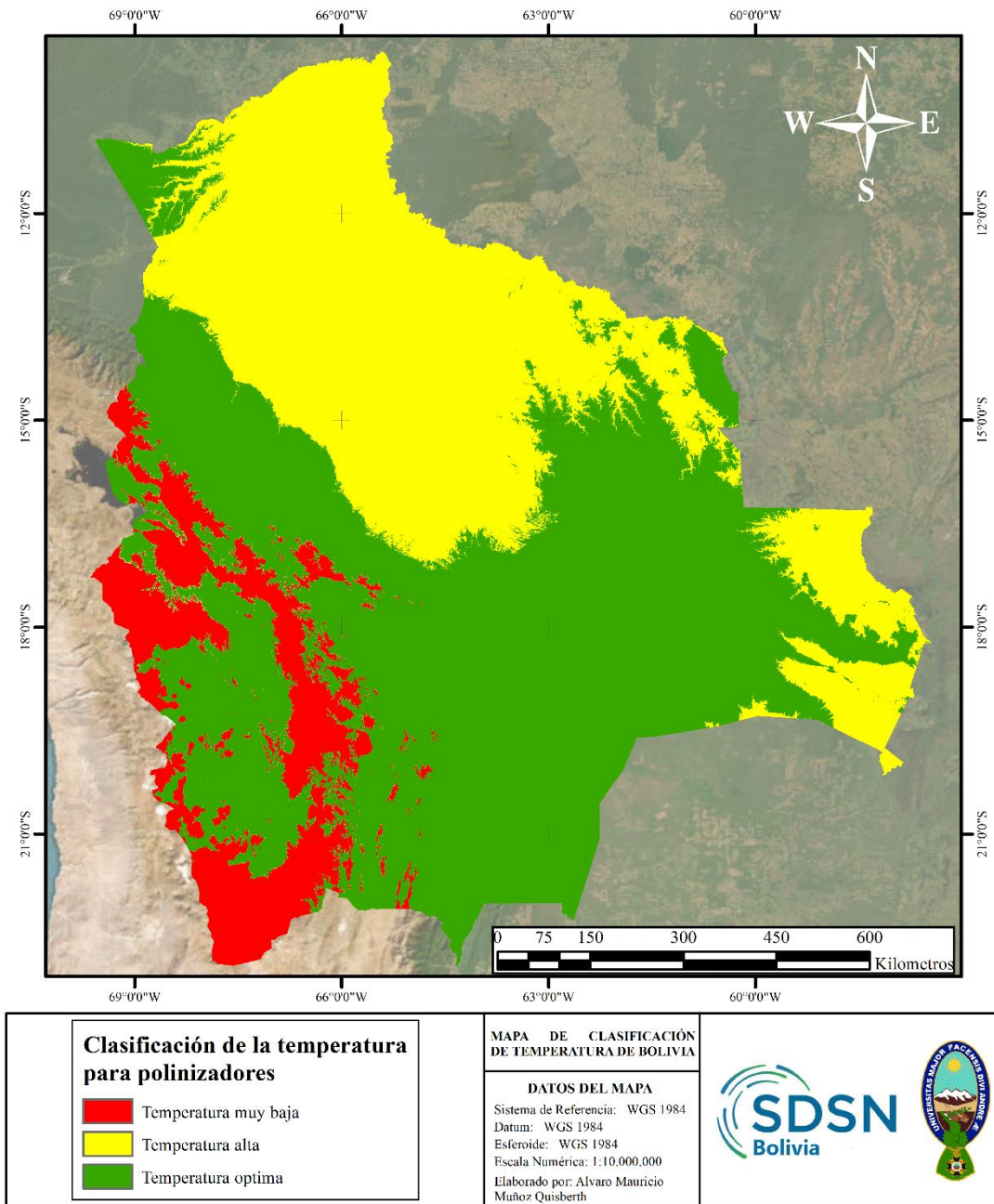
ANEXOS

Anexo 1. Clasificaciones de regiones por el Índice de Aridez de Martonne.



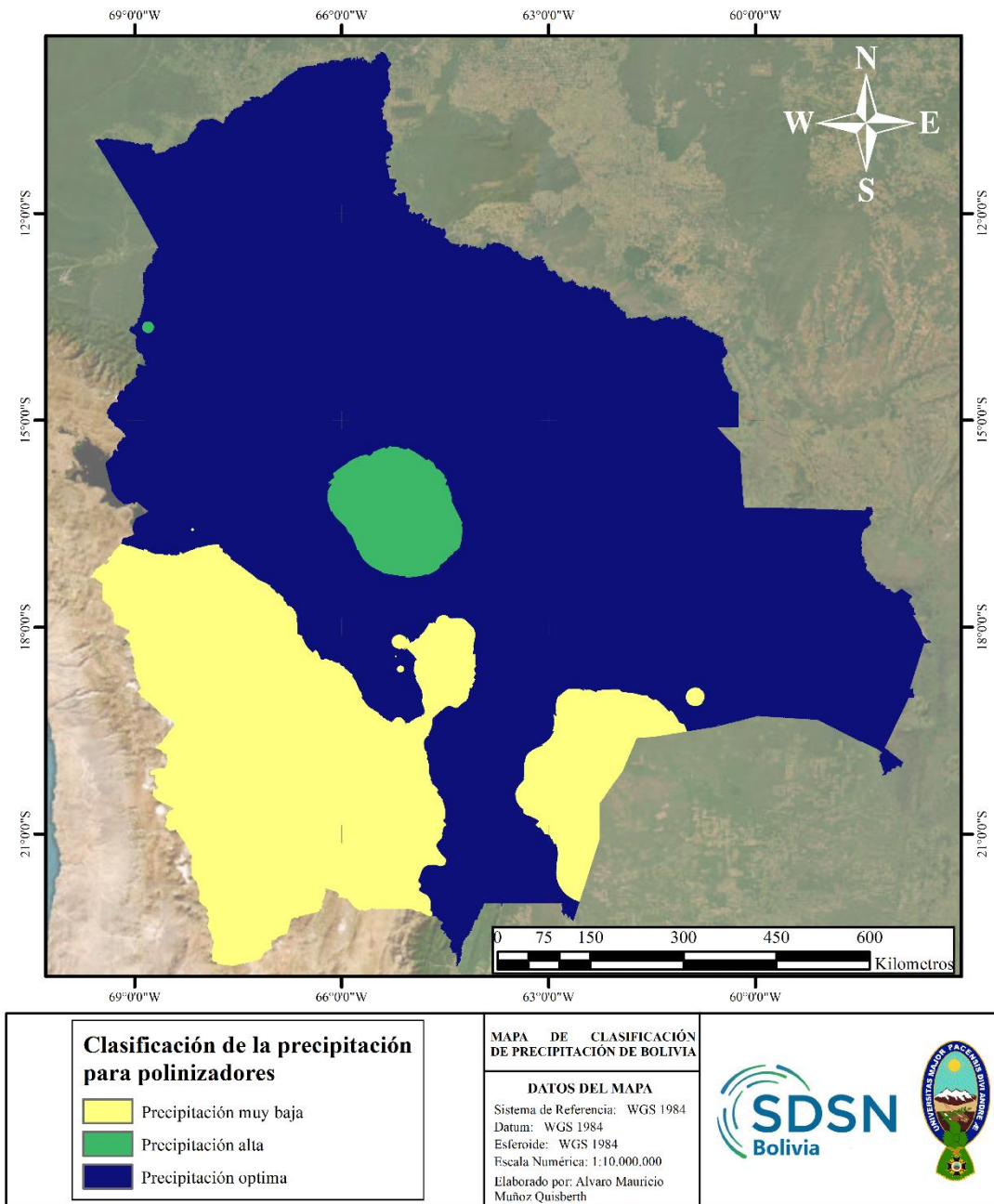
Fuente: Elaboración Propia a partir de datos de Senamhi y WorldClim.

Anexo 2. Clasificación de la temperatura para polinizadores.



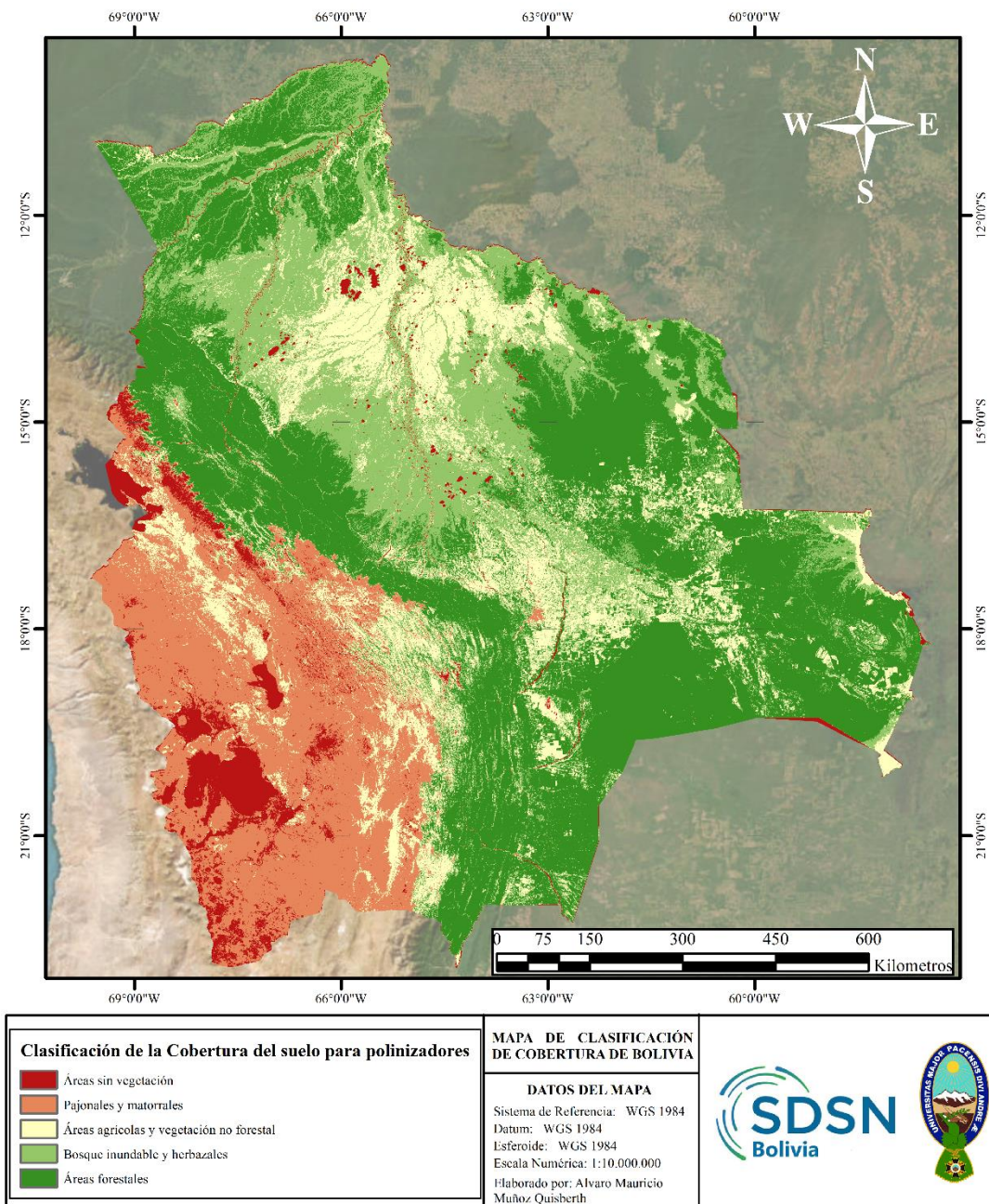
Fuente: Elaboración Propia a partir de datos de Senamhi y WorldClim.

Anexo 3. Clasificación de la precipitación para polinizadores.



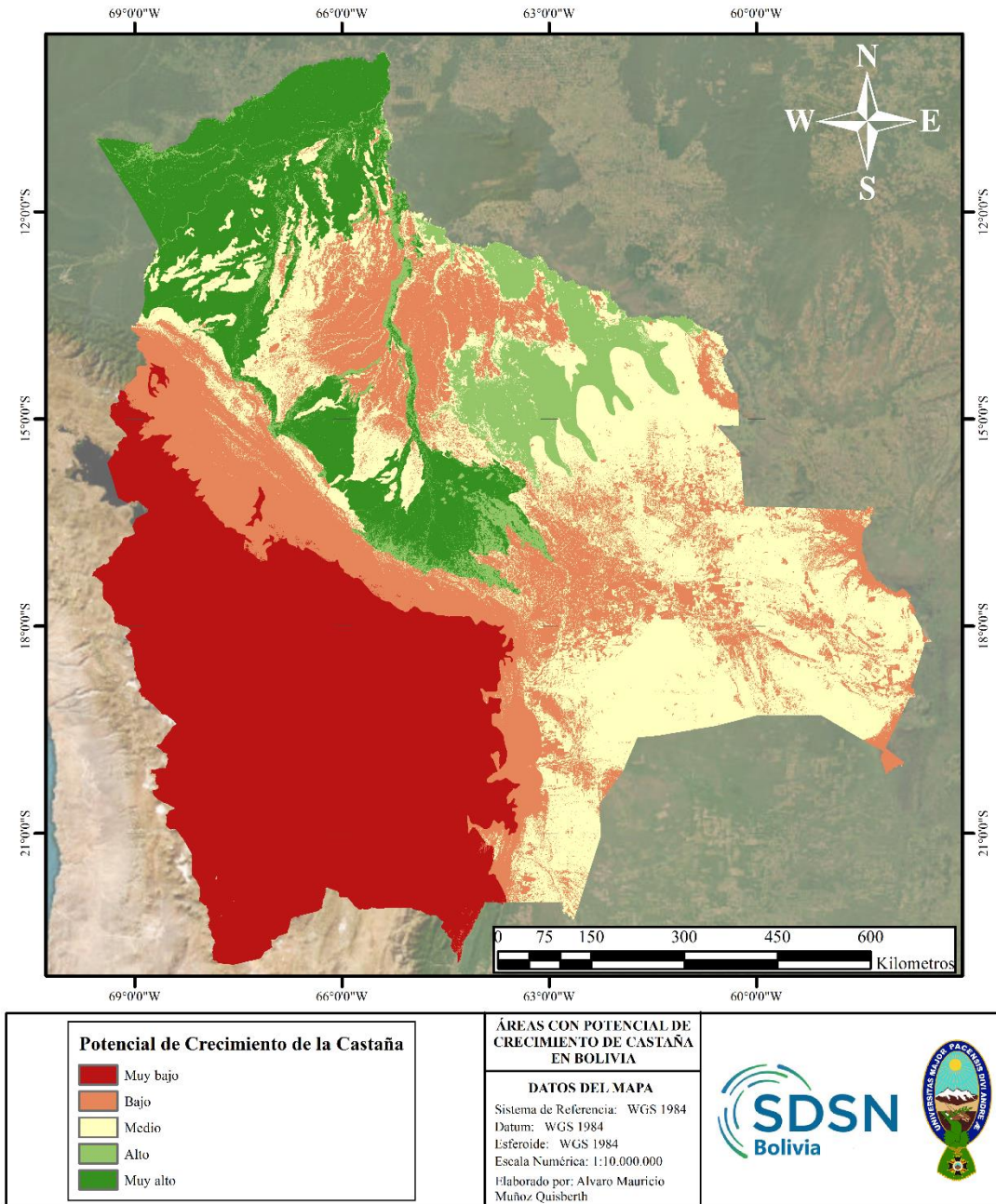
Fuente: Elaboración Propia a partir de datos de Senamhi y WorldClim.

Anexo 4. Clasificación de la cobertura de suelo para polinizadores.



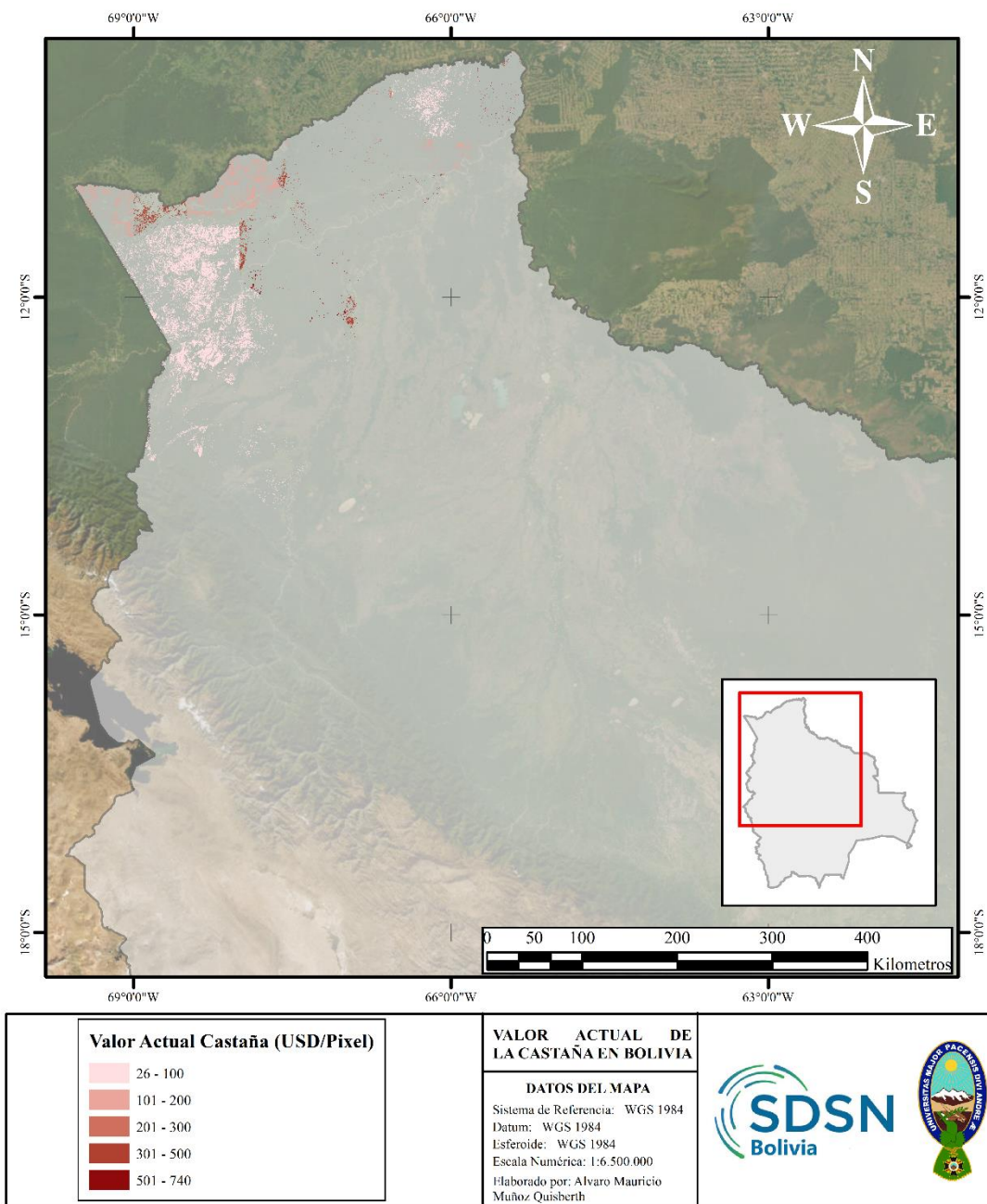
Fuente: Elaboración Propia a partir de datos de Mapbiomas Bolivia.

Anexo 5. Clasificación de áreas con potencial de crecimiento de la castaña en Bolivia



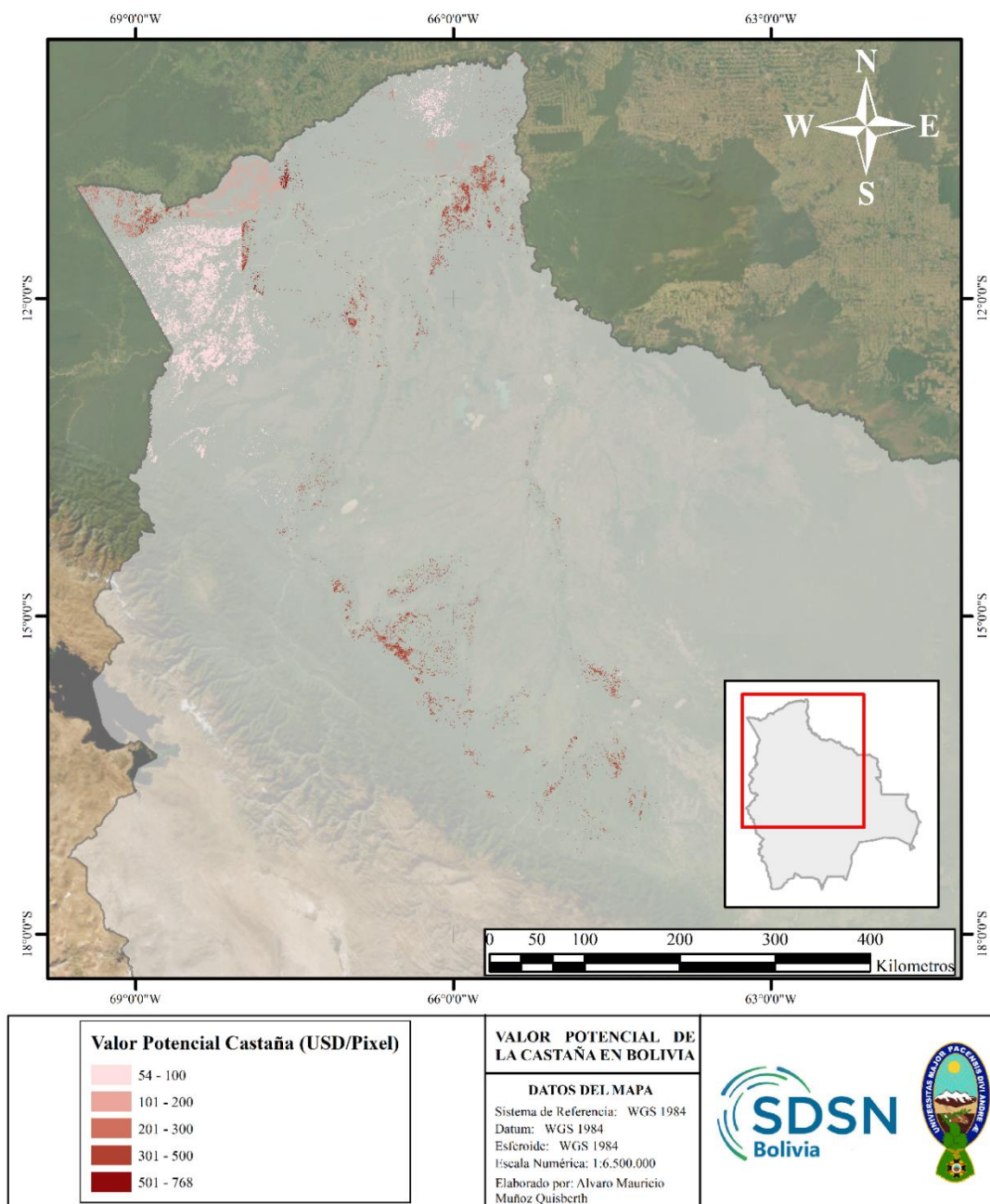
Fuente: *Elaboración Propia.*

Anexo 6. Distribución del valor actual de la castaña.



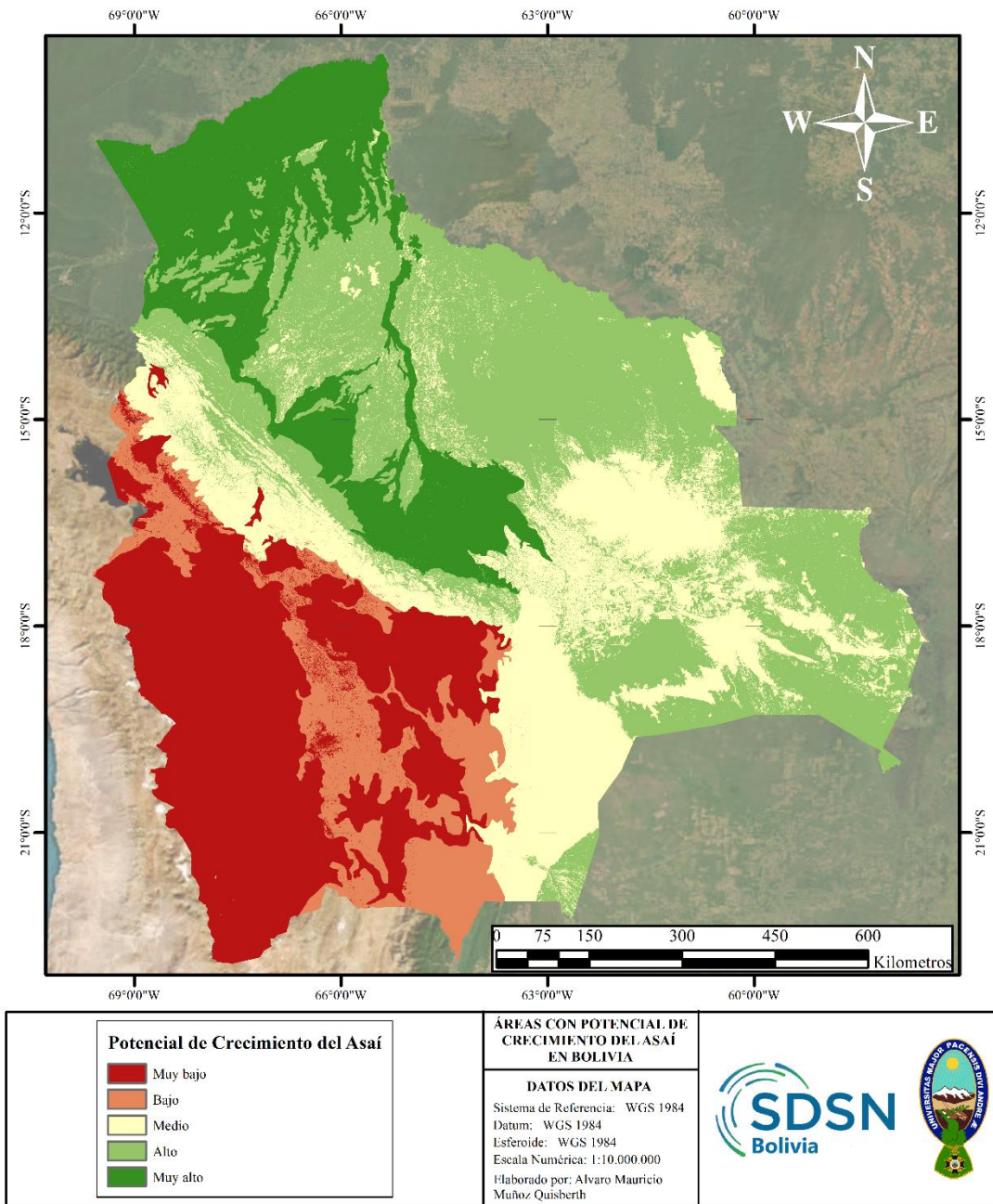
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 7. Distribución del valor potencial de la castaña.



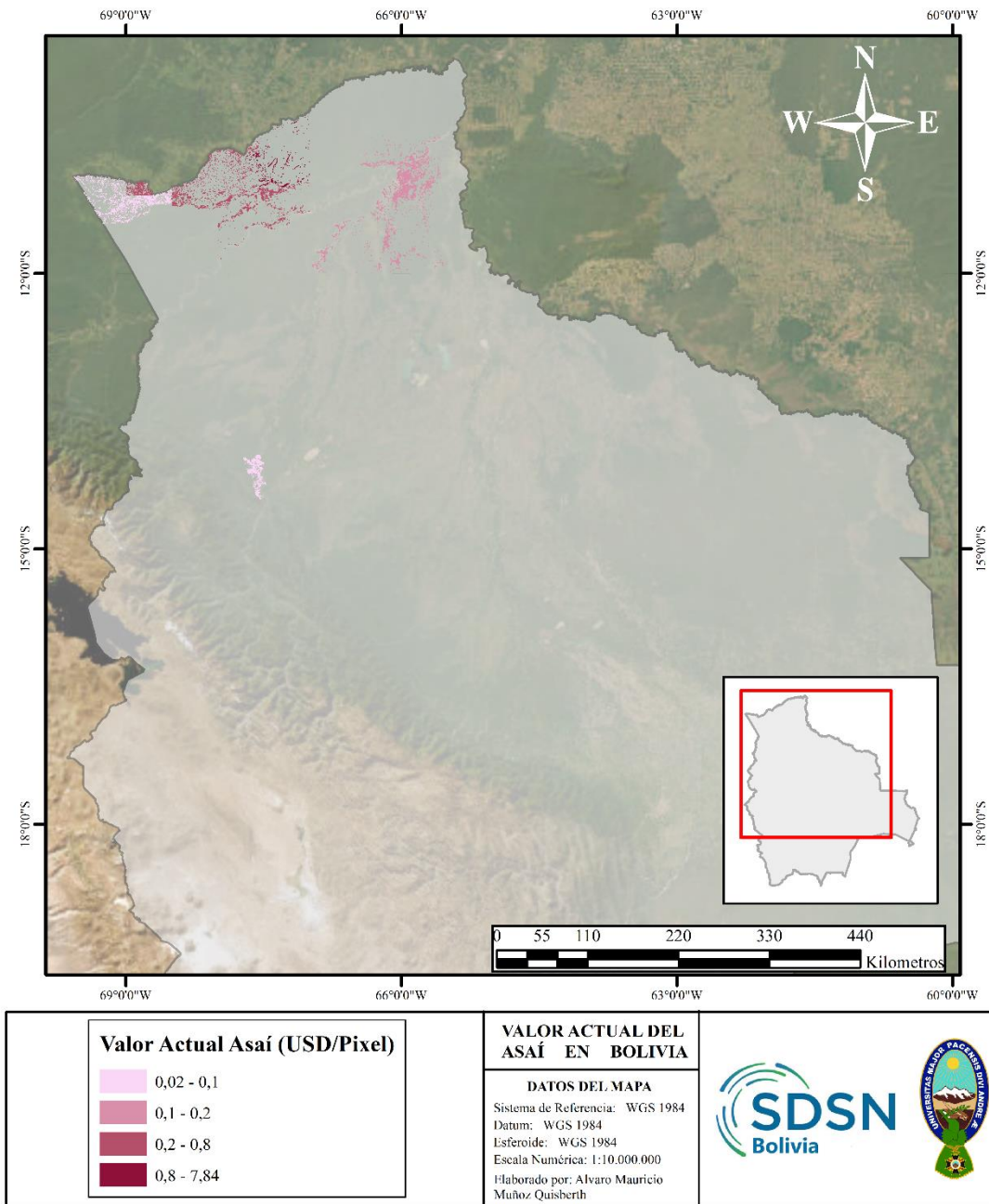
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 8. Clasificación de áreas con potencial de crecimiento del asaí en Bolivia



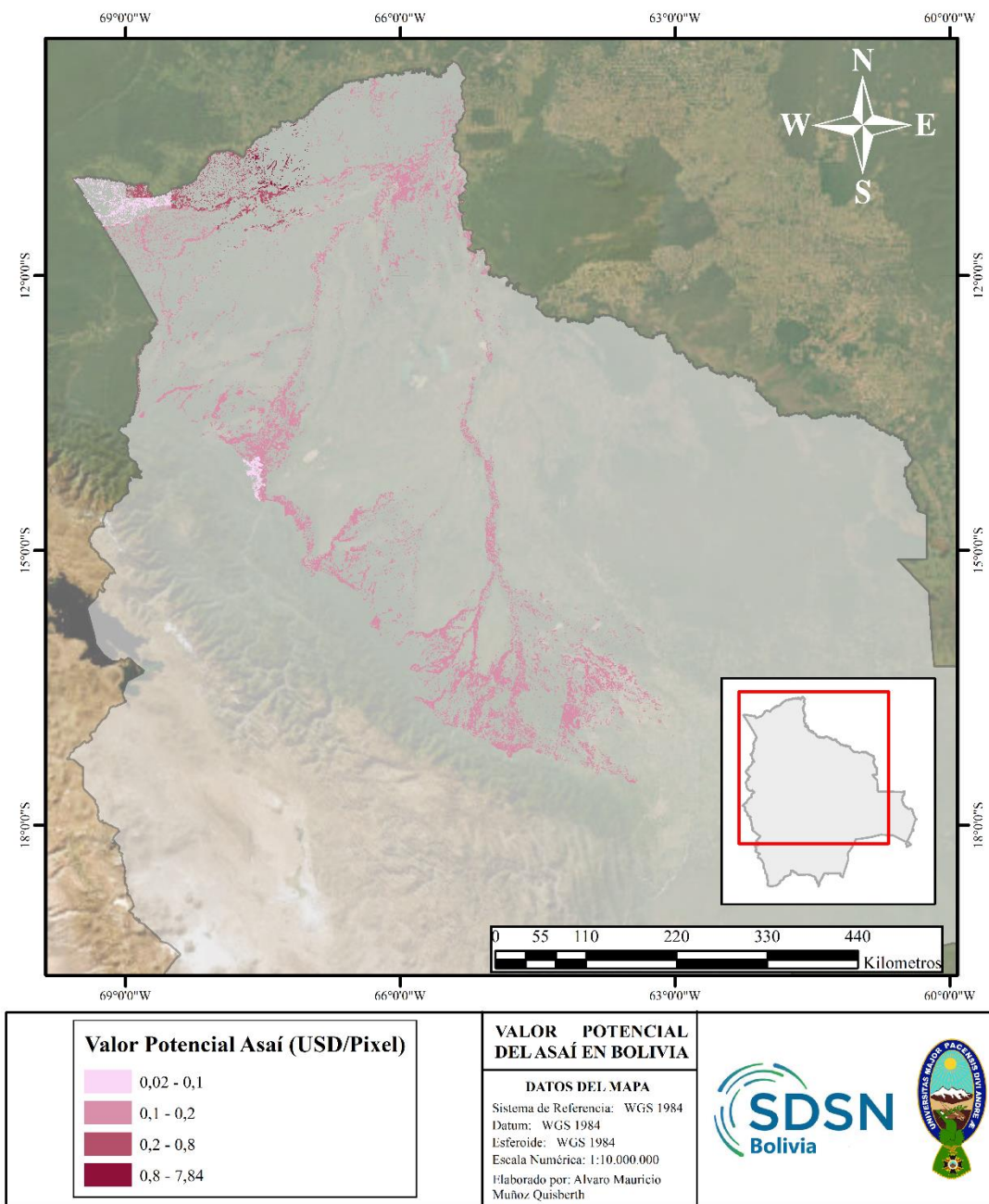
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 9. Distribución del valor actual del asaí.



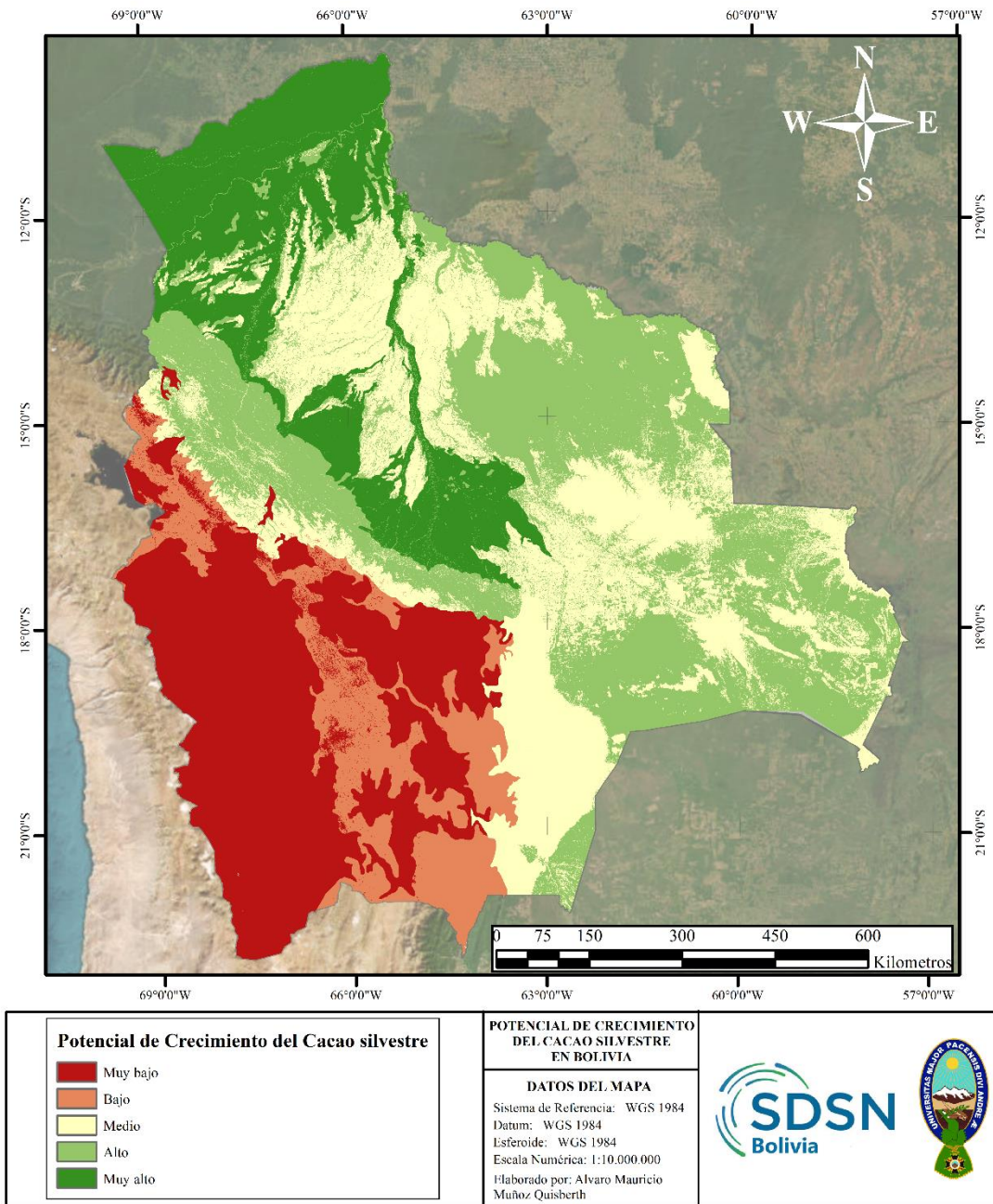
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 10. Distribución del valor potencial del asaí.



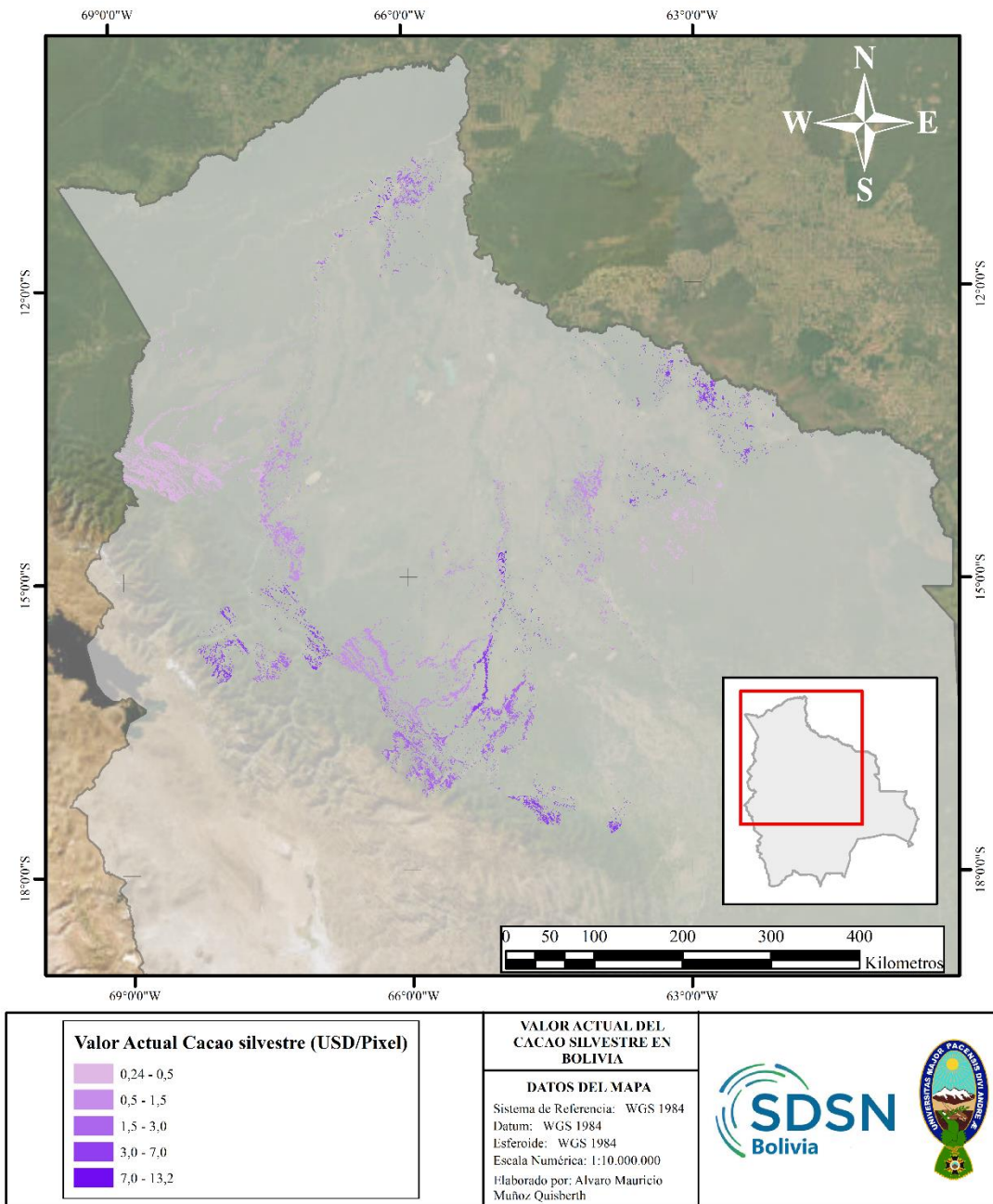
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 11. Clasificación de áreas con potencial de crecimiento del cacao silvestre en Bolivia



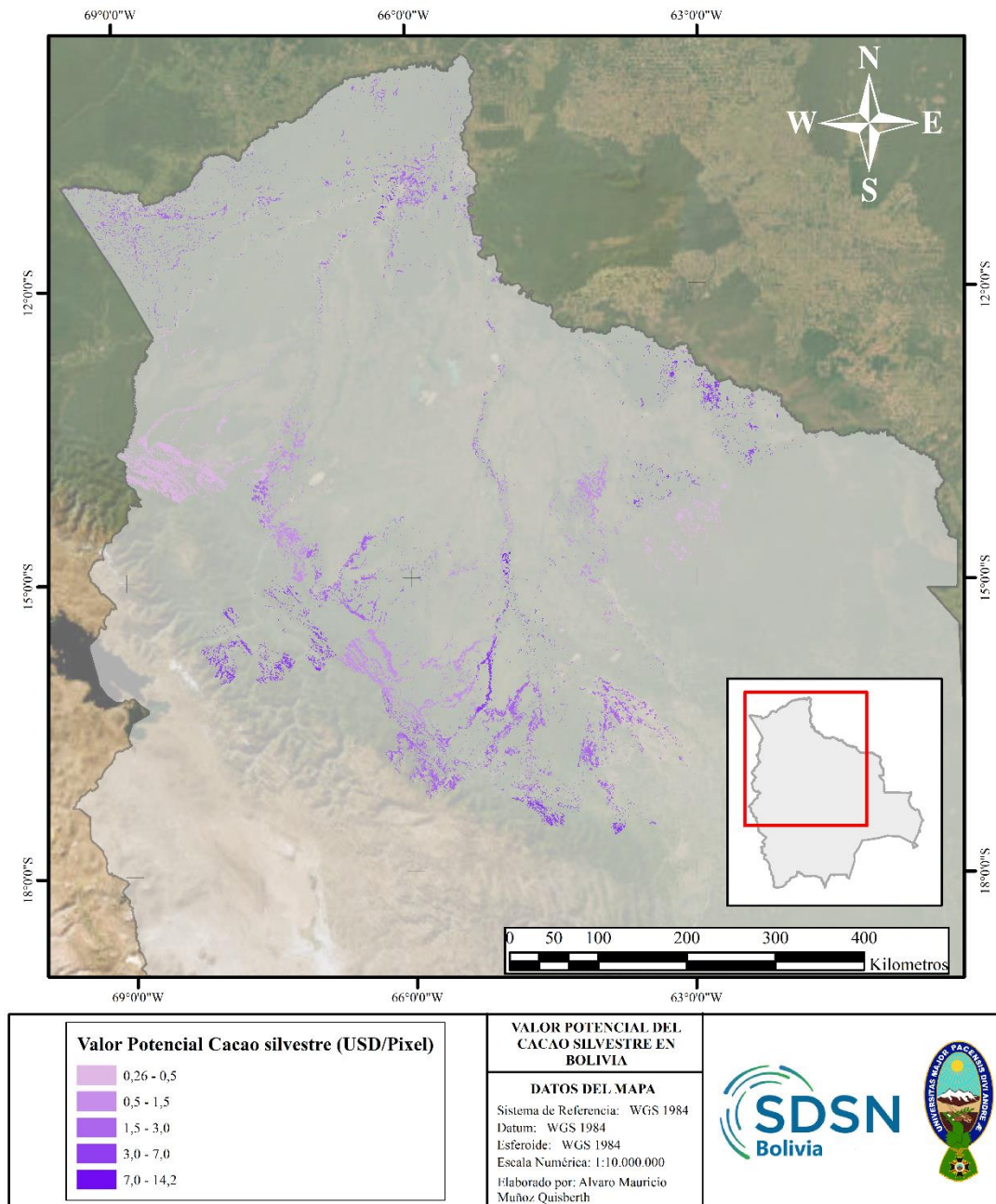
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 12. Distribución del valor actual del cacao silvestre.



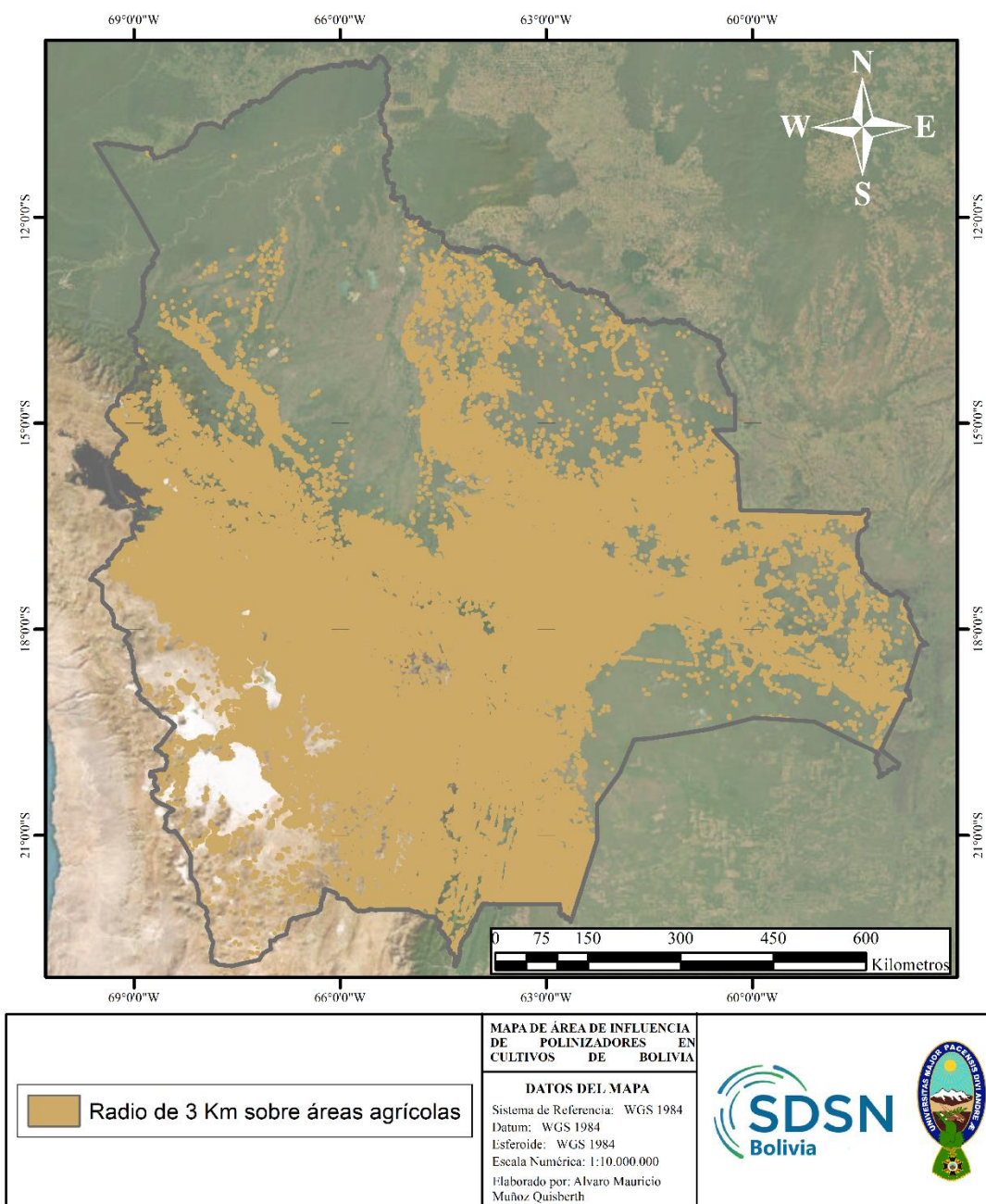
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 13. Distribución del valor potencial del cacao silvestre.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 14. Área de influencia de polinizadores en cultivos de Bolivia.



Fuente: Elaboración Propia a partir de datos de Mapbiomas Bolivia.