



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Zonificación de áreas potenciales para el desarrollo de
Cultivos de coffea arábica en la provincia de Moyobamba, San
Martín- 2020**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE :

Bachiller en Ingeniería Ambiental

AUTORAS:

Guerrero Flores, Delis (ORCID: 000-0001-7938-055X)

Samamé Saboya, Fiorella Esperanza (ORCID: 0000-0001-7220-0659)

ASESORES:

Mg. Montilla Pérez, Lindsay (ORCID: 0000-0002-7474-7831)

Blgo. López Rojas, Jhon Jairo (ORCID: 0000-0001-6726-5095)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

MOYOBAMBA – PERÚ

2020

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Índice de contenidos.....	ii
Índice de tablas.....	iii
Índice de figuras.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	7
II. METODOLOGÍA.....	12
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
IV. CONCLUSIONES.....	21
V. RECOMENDACIONES.....	22
REFERENCIAS.....	23
ANEXOS.....	28

Índice de tablas

Tabla 1. Tabla de valores para las condiciones óptimas para la producción de café	12
Tabla 2. Ponderaciones de los pesos de los factores.....	13

Índice de figuras

Figura 1.	Proceso metodológico.....	12
Figura 2.	Mapa de variable temperatura de la provincia de Moyobamba....	13
Figura 3.	Mapa de variable precipitación de la provincia de Moyobamba...	14
Figura 4.	Mapa de variable tipo de suelo de la provincia de Moyobamba...	15
Figura 5.	Mapa de variable altitud de la provincia de Moyobamba.....	16
Figura 6.	Mapa de variable pendiente de la provincia de Moyobamba.....	17
Figura 7.	Áreas idóneas en Moyobamba para la producción de café.....	18

RESUMEN

El café peruano se produce en 350.000 hectáreas de cafetales en 210 distritos rurales ubicados en 10 departamentos de la vertiente oriental de los Andes, siendo las regiones de Amazonas, San Martín y Chanchamayo, las tres áreas principales de cultivo. El presente trabajo tiene por objetivo realizar una identificación de zonas con alto potencial para la producción de *coffea arábica* en la provincia de Moyobamba, San Martín- 2020, teniendo como área de estudio una superficie total de 384,186.27 hectáreas. El método de investigación que se aplicó en el presente trabajo fue el uso de información existente tales como el Geoservidor del Ministerio del Ambiente y Bioclima. Para la sistematización de la información se utilizó el Software ArcGIS y se aplicó un análisis multicriterio - proceso analítico Jerárquico (AHP). Se permite concluir que del total de territorio estudiado la provincia de Moyobamba cuenta con un total de 205,963.3 hectáreas aptas para la producción de café, 17,8192.33 hectáreas con características estándares y solo 30.64 hectáreas de toda la provincia son excelentes para la producción de café

Palabras clave: café, AHP, zonificación, ArcGis.

ABSTRACT

Peruvian coffee is produced in 350,000 hectares of coffee plantations in 210 rural districts located in 10 departments on the eastern slope of the Andes, the regions of Amazonas, San Martín and Chanchamayo being the three main growing areas. The objective of this work is to identify areas with high potential for the production of Arabica coffee in the province of Moyobamba, San Martín- 2020, having as a study area a total area of 384,186.27 hectares. The research method applied in the present work was the use of existing information such as the Geoserver of the Ministry of the Environment and Bioclimate. For the systematization of the information, the ArcGIS Software was used and a multi-criteria analysis - Hierarchical analytical process (AHP) was applied. It is allowed to conclude that of the total territory studied, the province of Moyobamba has a total of 205,963.3 hectares suitable for coffee production, 17,8192.33 hectares with standard characteristics and only 30.64 hectares of the entire province are excellent for coffee production

Keywords: coffee, AHP, zoning, ArcGis.

I. INTRODUCCIÓN

El café es la especie de más grande consideración económica a nivel mundial; es la más popular y con más grande organización en las superficies subtropicales y tropicales de todo el mundo, del grupo de 60 especies que conforman el género *coffea* y de bastante más de cinco mil especies que comprende la familia rubiácea (Soto, 2001, p.6).

En México el cultivo de café es una actividad que se desarrolla de manera estratégica de generación de muchos empleos y divisas, el cual permite la subsistencia de pequeños agricultores y es de importancia ecológica puesto que el 90% de los cultivos se desarrollan por medio de la técnica bajo sombra lo que permite la conservación de la biodiversidad (CEDRSSA, 2018).

Por su parte Gómez (2020) indica que la plaga de la roya del café en gran parte de países centroamericanos ha dejado pérdidas millonarias, por causa del cultivo de la variedad café arábico por lo que esta variedad demostró ser muy susceptible a la roya, lo que ocasiono la proliferación del hongo debido al clima cálido y muy húmedo de los países, siendo otra causa externa el cambio climático el cual trae consigo el aumento de temperatura, temporadas secas e invernales.

El desarrollo sostenible es quizás el problema que urge ser tratado en el planeta, siendo la principal causante la agricultura la cual ocasiona el 80% de la deforestación ya que la actividad caficultura requiere gran cantidad de espacios, ante lo señalado el procesamiento e importación y exportación del café ocasionan un impacto al ambiente. Por su parte, los climas impredecibles pueden tener un impacto directo en la calidad del cultivo. Adicionalmente, la generación de lluvias fuerte en una época en la cual no se espera el producto de estos fenómenos meteorológicos puede ocasionar un impacto de manera desvanecedora en toda la producción, ocasionando la reducción de manera drástica de los ingresos de los caficultores. (Perfect Daily Grind español, 2018, p.4).

El Foro Económico Mundial informa que las fincas de café que cultivan bajo luz solar intensa pueden tener problemas de polinización y plagas, lo cual aumenta la

dependencia de los pesticidas y perpetúa aún más el deterioro ambiental (Foro Económico Mundial, 2017, p.1).

El cultivo de café en el Perú es de gran importancia social, precisamente se tiene alrededor de 300 mil hectáreas de este cultivo las cuales son manejadas por 150 000 familias en todo el Perú. Por otro lado, el 85% de las familias cafetaleras son pequeños productores, con unidades productivas de 0,5 a 5 hectáreas, la mayoría de ellas de bajo nivel tecnológico (Banco Agropecuario, 2014).

Por otro lado, el café producido en el Perú llega alrededor de 54 mercados, el cual es considerado como el segundo productor del mundo después de México, y también nos encontramos en el puesto número 8 de café convencional (Ministerio de agricultura, 2018). Teniendo en cuenta la primera premisa según ICO (2019) el café orgánico sin tostar ni descafeinar representa alrededor del 99% de las exportaciones del café en nuestro país. Así mismo, (Tolessa y otros, 2018) manifiestan que la clasificación correcta de las cerezas de café y el procesamiento seco influyen de manera adecuada para la obtención de un café de alta calidad.

A Nivel Regional desde hacia mas de 10 años, el café presenta un cultivo de manera dispersa a lo largo de toda la región de san martín, el cual ha sido el principal producto de exportación del país, siendo esta actividad que ocupa el primer lugar tanto en la cantidad de productores que ascienden a un total de 41195 y una superficie de suelo utilizada de 93 687,8 hectáreas de suelo siendo en las provincias de Moyobamba, Rioja, Lamas donde la producción es mayormente difundida (Del Águila, 20118, p.33).

Año tras año se ha visto el decrecimiento en el desempeño de los cultivos de café siendo la primordial causa el correcto manejo de este cultivo, poco cuidado, poco capital financiero y bajos entendimientos de manejo y conservación del cultivo de café de parte de los dueños de los cultivos, de tal modo aparece con urgencia la ubicación de sitios que son potenciales para la producción de cultivo de café en la provincia de Moyobamba.

En lo que se refiere a la región San Martín, desde hace varias décadas, el café, cultivo tropical disperso a lo largo de todo el departamento, ha sido el principal producto de exportación del país y por lo tanto, es un cultivo permanente que

ocupa en San Martín el primer lugar, tanto en número de productores/as (41 mil 195) como en superficie utilizada (93 687,8 hectáreas) representando el 48,6% del total de cultivos permanentes. Adicionalmente según el Banco central de Reserva (2020, p.4) manifiesta que la producción de café en la región se encuentra por encima del promedio nacional, el cual fue considerado en el 2019 como el mayor productor de café a nivel de todo el país alcanzando un total el 25,9% del total siendo las zonas con mayor producción las provincias de Moyobamba, Lamas, Rioja y el Dorado, en las cuales se comercializaron diferentes calidades tales como el tipo convencional y orgánico.

La provincia de Moyobamba, tiene características netamente agrícolas las cuales presenta carencia de proyectos de investigación que propicien la mejorar de las condiciones técnicas del desarrollo de la agricultura. Muchas zonas de la ciudad de Moyobamba en la actualidad son utilizadas de manera incorrecta, puesto que se evidencia la existencia de cultivos establecidos sin tener en cuenta las condiciones climáticas de las mismas, por lo que la producción es muy baja. Siendo la principal causa la falta de existencia de una guía que reúna las condiciones tanto ecológicas como agroclimáticas, sin tener en cuenta los requerimientos climáticos de las plantas, con el fin de poder determinar cuáles son los cultivos con mejores características para adaptarse en la provincia y así obtener una mejor producción (Plan de Ordenamiento Territorial, 2012).

La utilización incorrecta de los pisos agrícolas trae consigo impactos negativos, en donde se destaca el deterioro de la calidad del suelo y paisaje, la falta de biodiversidad y erosión del recurso edáfico. Frente lo indicado, sobre la base de la información de modelación o simulación de los niveles es oportuno tomar elecciones y utilizar las medidas correctivas para la utilización correcto de los elementos (León, 2015, p.23).

Ante lo señalado nos planteamos la siguiente interrogante: ¿Será posible zonificación de áreas potenciales para el desarrollo de Cultivos de *coffea arábica* en la provincia de Moyobamba, San Martín- 2020?

El presente trabajo tiene como objetivo general de determinar las áreas potenciales para el desarrollo de Cultivos de *coffea arábica* en la provincia de

Moyobamba, San Martín- 2020. Por otro lado, los objetivos específicos son: Mapear los criterios claves para la construcción de jerarquías para la zonificación de áreas potencial para el desarrollo de cultivos de Cultivos de *coffea arábica* en la provincia de Moyobamba, San Martín- 2020. Así mismo, jerarquizar la importancia de los criterios clave para el establecimiento de prioridades en consistencia lógica. Por último, de zonificar el territorio actual de la provincia de Moyobamba para el desarrollo de Cultivos de *coffea arábica* en la provincia de Moyobamba, San Martín- 2020.

La presente investigación presenta una justificación ya que por medio de los resultados obtenidos se dará un mayor énfasis al uso de las tecnologías con el fin de ordenar las plantaciones de café dentro de la jurisdicción de la provincia de Moyobamba, el cual servirá de instrumento de gestión adecuada para la solución de conflictos de uso del recurso edáfico, sirviendo así como referente para las plantaciones que se realizaran en la provincia de Moyobamba, con el propósito de contribuir al mayor rendimiento y calidad del café en toda la ciudad de Moyobamba.

El presente estudio presenta como antecedentes a nivel internacional a Gonzales y Hernández (2016, p.8) realizaron la zonificación agroecológica de *coffea arabica* en el municipio Atoyac de Álvarez, Guerrero, México, para la ejecución del estudio se analizó las condiciones geomorfológicas del régimen hidrotérmico y de la cobertura edáfica del lugar de estudio y se realizó su representación a través de interfaces SIG, la cual permitió detectar las superficies con potencialidades distintas para el cultivo de café, tuvo como cambiantes al tipo de suelo, precipitación, temperatura, pendiente. Concluyen que la zonificación agroecológica facilita el reordenamiento de los cultivos de café, en funcionalidad de las potencialidades para el cultivo y de la actualización del uso de suelo, con el objetivo de lograr superiores desempeños.

Por su parte Alpizar (2014) realizaron una zonificación agroecológica del café (*Coffea arabica*) y el cacao (*Theobroma cacao*, Lin) en Costa Rica, mediante el sistema de zonas de vida, en la investigación se generaron mapas de zonas de vida y agroecológicos para café y cacao, por medio de variables biofísicas como precipitación y temperatura. Logran concluir que el café presenta un alto potencial

productivo en la zona de vida bosque muy húmedo Premontano, bajo condiciones zonales (sin limitantes) o con presencia de bosques deciduos. Mientras que en el caso del cacao, la relación de los factores limitantes con las asociaciones de zonas de vida determinó que el cultivo tiene alto potencial solamente en aquellas asociaciones que son zonales en el bosque húmedo Tropical y el bosque muy húmedo tropical y las transiciones de húmedo tropical a premontano y de muy húmedo tropical a premontano.

A nivel Nacional Lipa y Goyzueta (2018) realizaron la zonificación y modelamiento agroecológico para el cultivo de café mediante el uso de la tecnología SIG y teledetección en Tambopata, Puno. Se utilizó el decreto supremo de ordenamiento territorial como procedimiento de exploración, en tanto que el trabajo de gabinete se utilizó el programa ArcGIS y mapa base. La exploración presentó como cambiantes limitantes más indispensables el suelo, clima y pendiente. La exploración facilita deducir que la producción de cafetales forma parte al grupo de ordenación de uso más grande de pisos del lugar de estudio, se tiene un total de 92.94 ha de suelo potenciales para el cultivo de café, y 50.86 aptas para forestales y para cultivos asociados cerca de 5 hectáreas.

Por su parte Salas y otros (2017) realizaron la Microzonificación agroecológica de sistemas agrosilvopastoriles empleando un modelo de procesamiento basado en SIG en parcelas en la provincia de Bongará, Amazonas (Perú), en la exploración se evaluaron siete especies entre cultivos agrícolas, forestales y pastos, dejando claro los requerimientos agroecológicos de los mismo, complementariamente se emplearon los datos de cambiantes de fertilidad, textura, pH y drenaje de cada punto muestreado según los requerimientos de las especies evaluadas. Se concluye que los mapas de zonificación agroecológica para sistemas agrosilvopastoriles conforman una iniciativa de administración ambiental en la utilización de suelo en cada parcela estudiada.

Según Cortés (2011, p.2) indica que un elemento muy importante morfométrico del relieve es la pendiente, puesto que se la pendiente es muy elevada ocasiona que las labores de cultivo del café sean muy difícil, lo que causa la erosión de los suelos y ocasiona la reducción de la producción, adicionalmente una remoción de masa. Por su parte Loli (2012) menciona que el clima afecta de manera directa a

indirectamente al aumento de plagas y enfermedades, las cuales ocasionan un efecto en la producción y calidad del café. Por otro lado (Vaast, 2005) manifiesta que la altitud ocasiona la modificación de las características físicas del grano, el café que se cultiva en altura presenta un color verde gris azulado de un menor tamaño pero mas denso, siendo este café que desarrolla atributos mas positivos tales como aroma y acidez.

II. METODOLOGÍA

2.1 Área de estudio

El presente estudio se realizó en la provincia de Moyobamba, departamento de San Martín ubicada entre las coordenadas 6° 2' 5" Sur, 76° 58' 29" Oeste, esta ciudad cuenta un gran potencial para la agricultura, siendo el cultivo de café la actividad de crecimiento económico en todo el ámbito de la provincia encontrándose a 860 msnm en la vertiente occidental de la cordillera de los Andes, en el valle de Alto Mayo, una zona de Yungas. Moyobamba está emplazada en la zona Amazónica nororiental del Perú, sobre un extenso valle llamado Prominente Mayo. A los flancos este y oeste del Valle se levantan cadenas montañosas amazónicas.

2.2 Proceso metodológico

Para poder determinar la zonificación de áreas potenciales para el cultivo de café en la provincia de Moyobamba, la parte esencial del trabajo se realizó en identificar el nivel de importancia de cada variable para luego lograr la estandarización de los valores en términos de aptitud para el desarrollo de cultivos de café, por lo cual se tuvo como variables de estudio: usos de suelo, precipitación, temperatura, pendiente y altitud, las capas generadas presentan una escala de 1:50000.

Con referencia a la información de precipitación se trabajó con datos de las estaciones meteorológicas con datos del año 2018, fueron procesadas en Excel y luego interpoladas en el ArcGis. Con respecto a las variables altitud, pendiente y usos de suelo por parte del Geoservidor del Ministerio del Ambiente, mientras tanto las variables temperatura se obtuvo de la base de bioclima.

Se obtuvo el mapa de cada una de las variables necesarias (temperatura, precipitación, uso de suelo, altitud y pendiente) para la zonificación de áreas para el desarrollo de SSP. Las variables utilizadas con sus respectivos pesos se muestran en la Tabla 2, donde las variables con mayor peso son temperatura, precipitación y tipo de suelo.

Tabla 1.

Tabla de valores para las condiciones óptimas para la producción de café

Condiciones	Baja	Estándar	Buena	Excelente	Fuente
Temperatura	24-26	22-24	20-22	18-20	Arcilla, 2007
Precipitación	<1000 y <3000	<1000 y <3000	<1000-1500 y	1500-2100	Arcilla, 2007
Uso actual de suelo	Tierras aptas para protección	Tierras aptas para pastos	Tierras aptas para cultivo permanente	Tierras aptas para el cultivo en limpio	Fundes, 2012
Altitud	0-600	600-900	900-1400	1400-2000	Arcilla, 2007
Pendiente	>75	50-25	15-25	0-15	Gonzales, 2010

Fuente: Elaboración propia

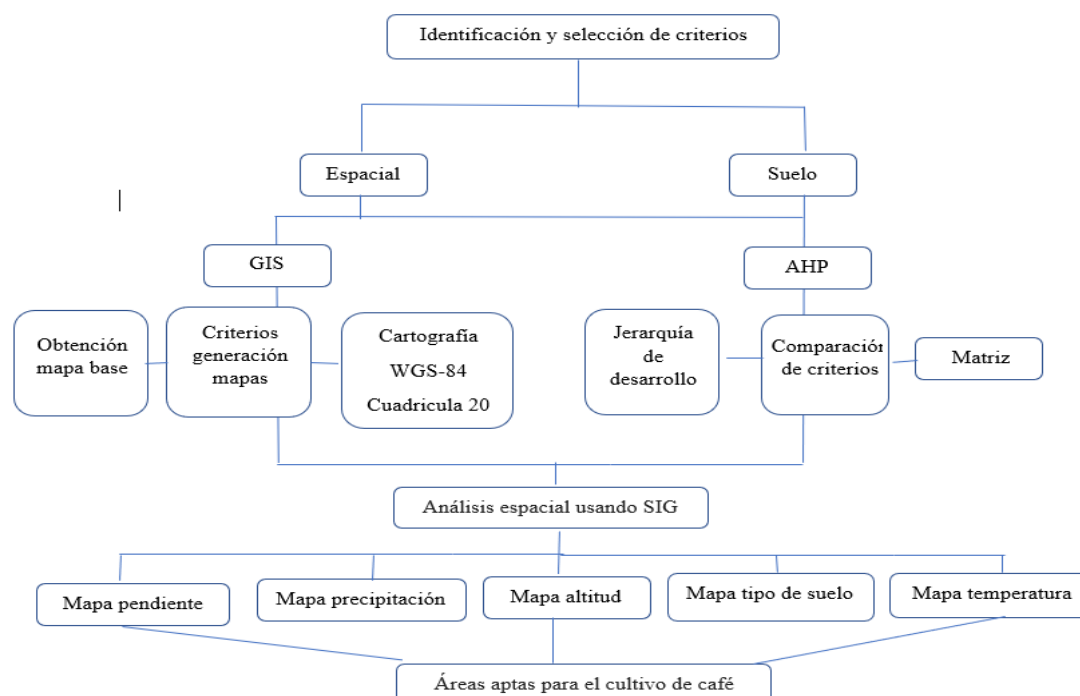


Figura 1. Proceso metodológico para la zonificación de áreas potenciales para el desarrollo de Cultivos de *coffea arabica* en la provincia de Moyobamba, San Martín- 2020

Fuente: Elaboración propia

La **Figura 1.** Se muestra el proceso metodológico para zonificar las áreas potenciales para el cultivo de café en la provincia de Moyobamba; para lo cual los criterios utilizados se compararon entre cada uno de ellos para obtener su grado de importancia a través del AHP. Luego los mapas reclasificados de cada una de las variables utilizadas fueron integrados según los umbrales de idoneidad utilizando la superposición ponderada.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 2.

Ponderaciones de los pesos de los factores

Criterio	Peso
Temperatura	0.29
Precipitación	0.27
Suelo	0.23
Altitud	0.16
Pendiente	0.5
Total	1

Fuente: Elaboración propia

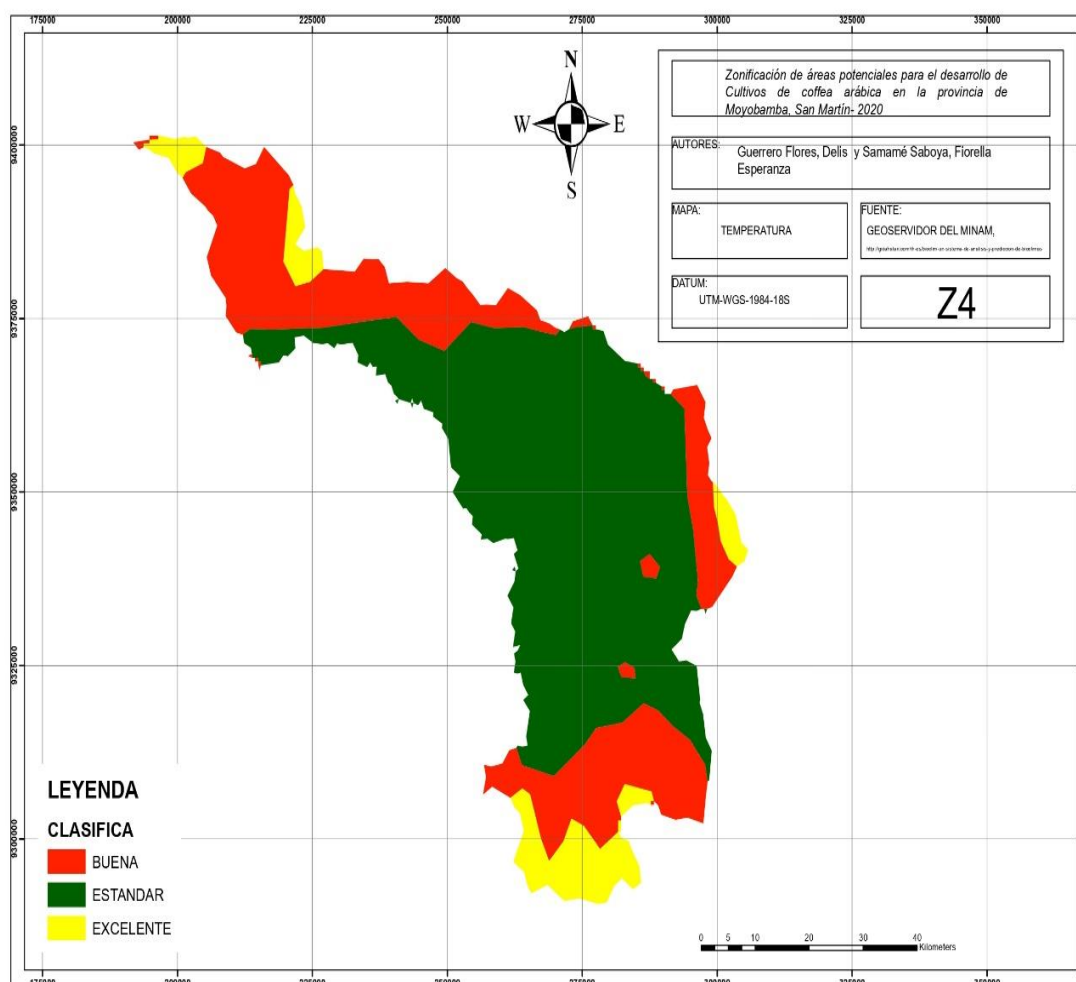
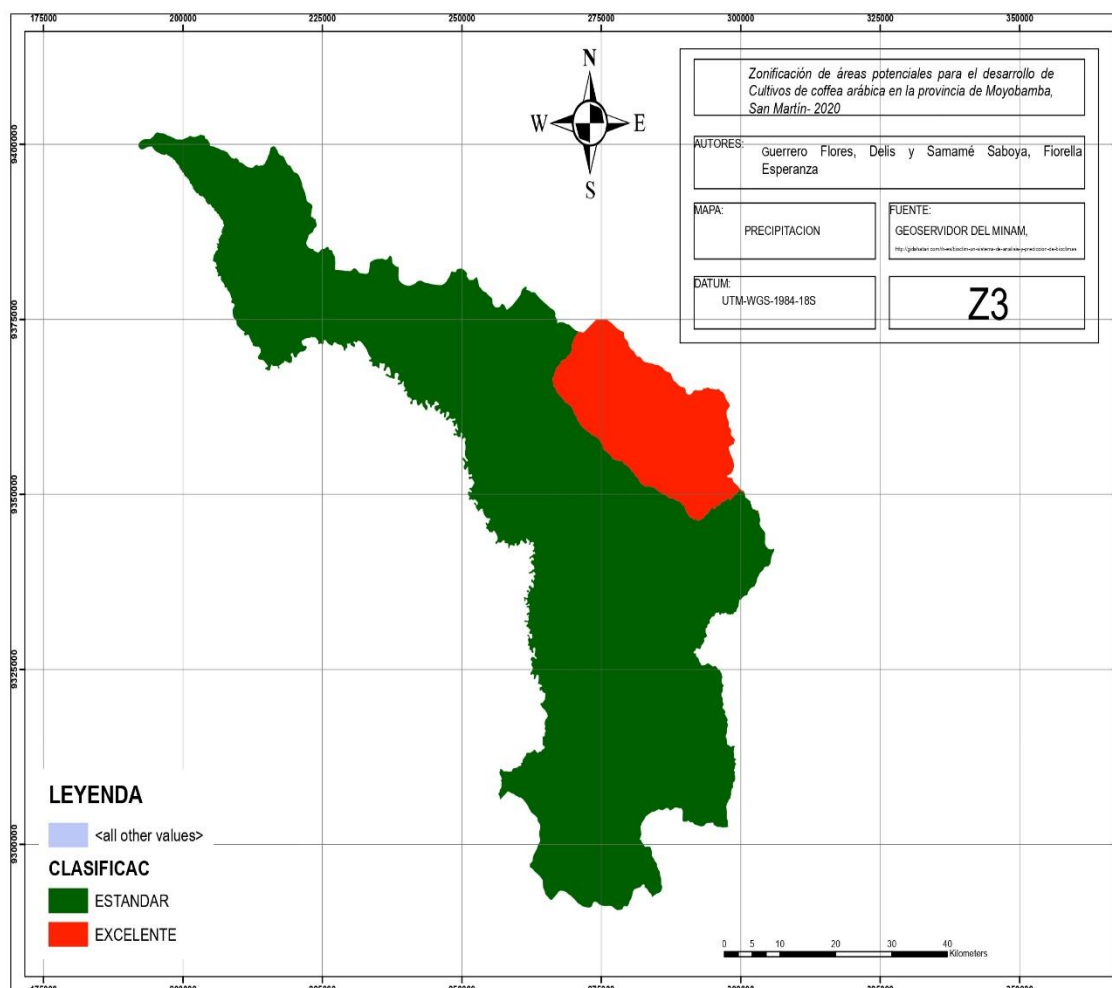


Figura 2. Mapa de variable temperatura de la provincia de Moyobamba

Fuente: Geoservidor Ministerio del Ambiente

De acuerdo a los criterios de clasificación utilizada por Arcilla (2007) se puede observar en la **Figura 2.** que aproximadamente más del 50% de la provincia de Moyobamba cuenta con una temperatura óptima para la producción de café, sin embargo, existen zonas específicamente que se encuentran a la margen izquierda del río mayo con características buenas, mientras que una parte del distrito de Jepelacio presenta características excelentes. El análisis de la temperatura promedio anual de la estación evaluada, demuestra que la provincia de Moyobamba muestra una temperatura estándar para cultivar el café ya que la gran parte del territorio presenta temperaturas entre 22- 24 °C.

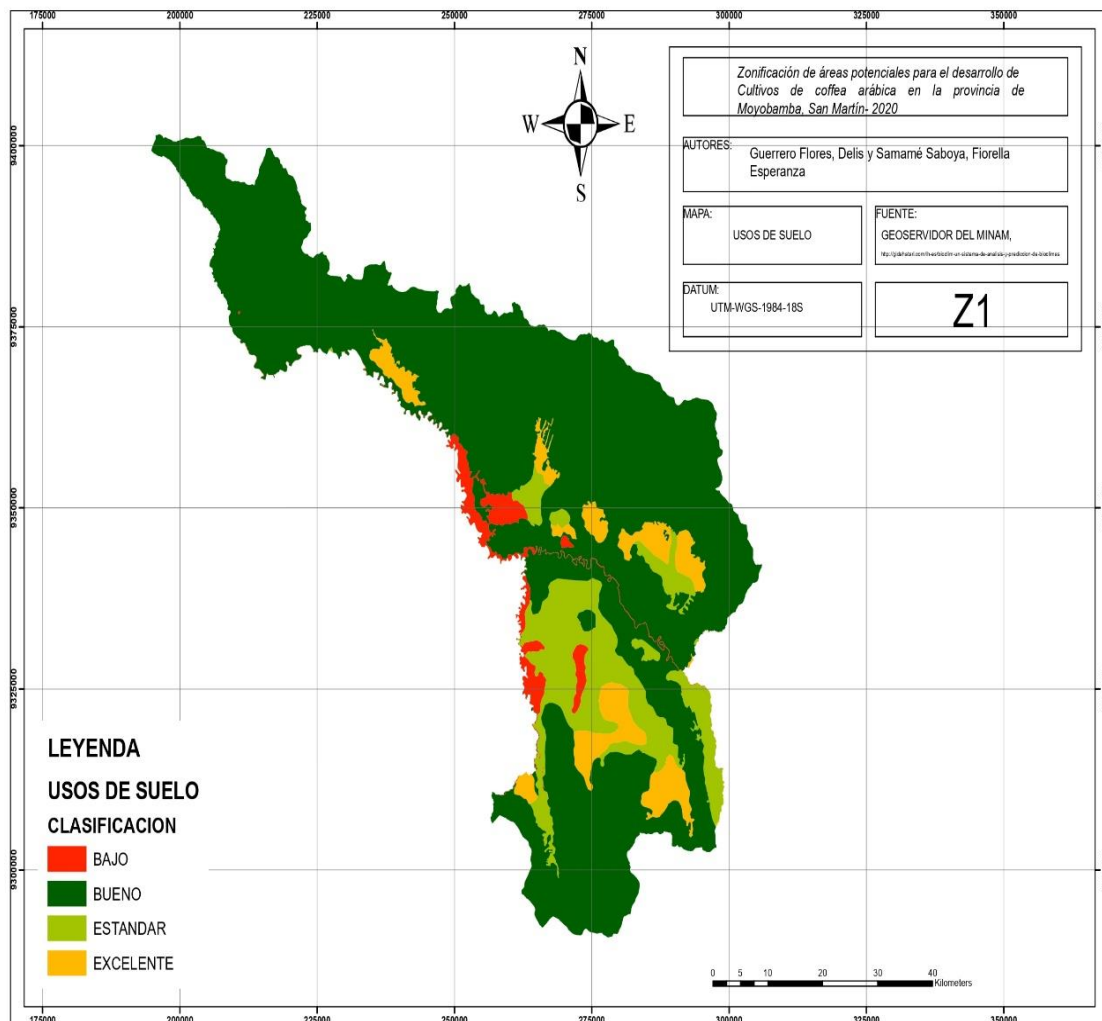
Figura 3. Mapa de variable precipitación de la provincia de Moyobamba



Fuente: Geoservidor Ministerio del Ambiente

Con respecto a la variable precipitación se puede observar en la **Figura 3.** que las precipitaciones que se presenta la provincia de Moyobamba son estándares en casi su totalidad del territorio. Sin embargo, existe un área reducida donde las precipitaciones son excelentes los cuales se localizan a la margen izquierda de la provincia de Moyobamba. Adicionalmente es muy importante mencionar a Muñoz (2011) el cual manifiesta que las altas precipitaciones provocan que los cultivos de café sean infectados por la roya además de la generación de lixiviados por los fertilizantes que fueron aplicados en los cultivos ocasionando la disminución de la radiación solar. Adicionalmente Jaramillo y Arcila (2009) nos dicen que el déficit de agua en el recurso edáfico, asociado a la poca precipitación puede ocasionar daños en la producción de café, específicamente si esta coincide con la etapa de floración.

Figura 4. Mapa de variable tipo de suelo de la provincia de Moyobamba



Fuente: Geoservidor Ministerio del Ambiente

Con respecto a la variable suelo se observa en la **figura 4**. que la mayoría de tipos de suelo en la provincia de Moyobamba presentan suelos buenos para el cultivo permanente, sin embargo, existen suelos para el cultivos limpios y suelos para el desarrollo de pastos.

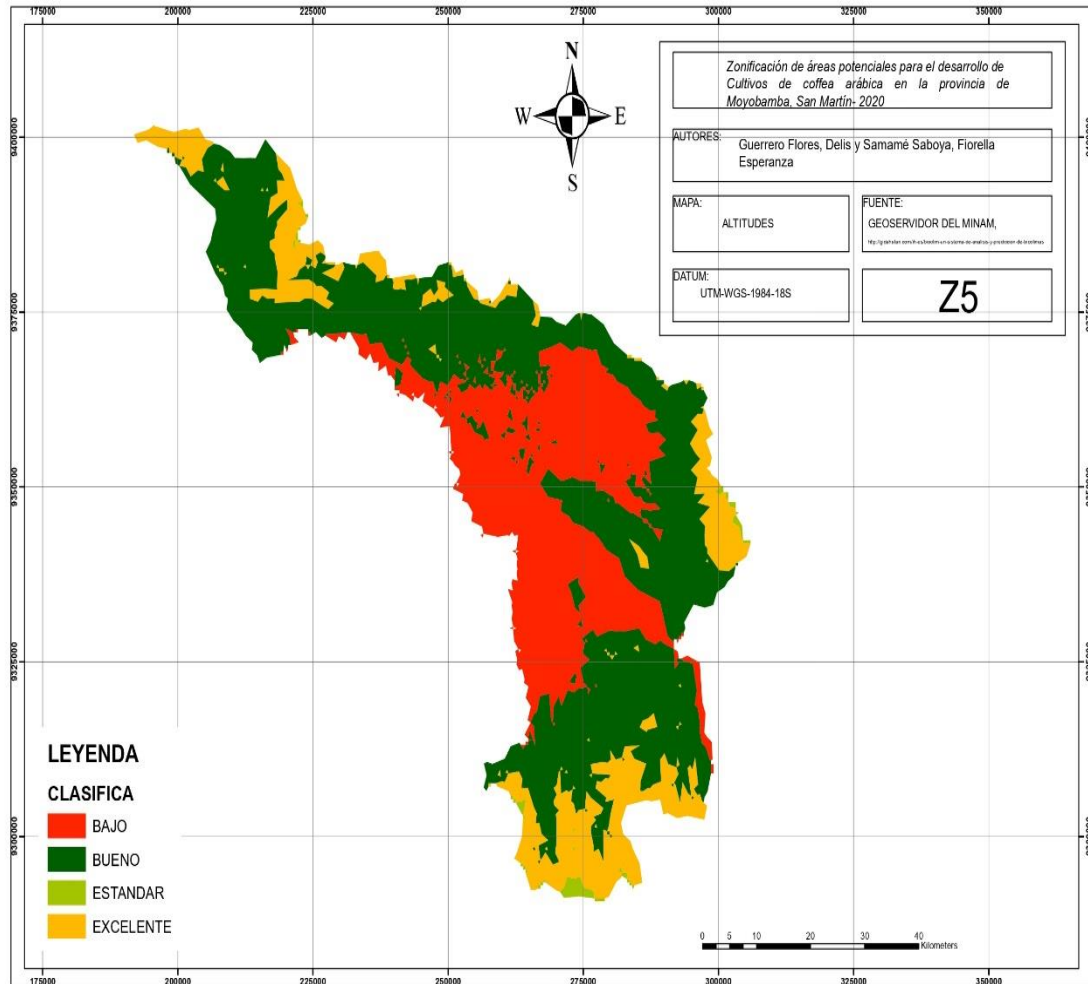


Figura 5. Mapa de variable altitud de la provincia de Moyobamba

Fuente: Geoservidor Ministerio del Ambiente

Adicionalmente, la clasificación utilizada por Arcilla (2007) para la variable altitud se puede observar en la **Figura 5**. que parte de los territorios de los distritos de Calzada, Habana, Yantaló y parte del distrito de Moyobamba presentan altitudes bajas para el cultivo de café, se evidencia que el distrito de Japelacio presenta gran parte de altitudes excelentes para la producción de café.

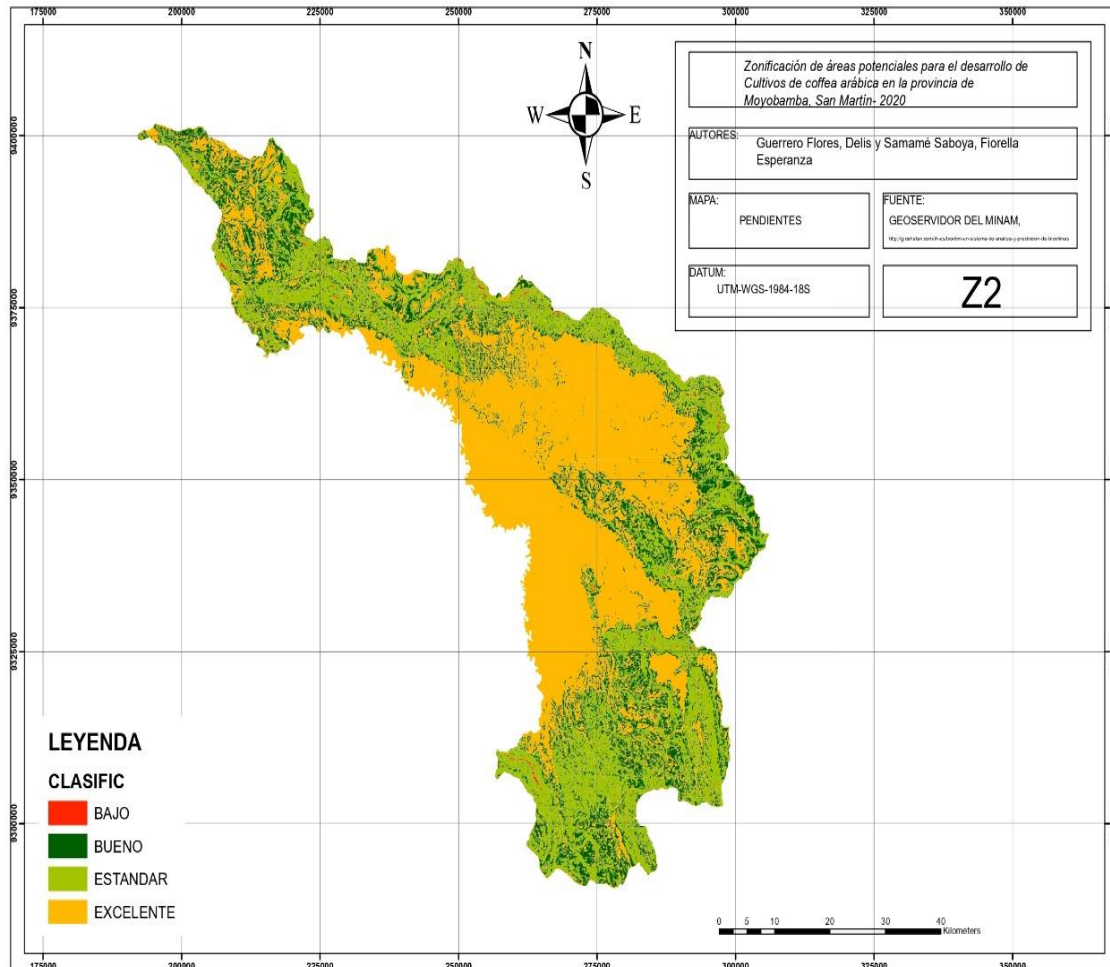


Figura 6. Mapa de variable pendiente de la provincia de Moyobamba

Fuente: Geoservidor Ministerio del Ambiente

Por último, se observa en la **figura 6.** con referencia a la variable pendiente según Gonzales (2010) podemos observar que el territorio de la provincia de Moyobamba, presente pendientes excelentes y estándares para la producción de café.

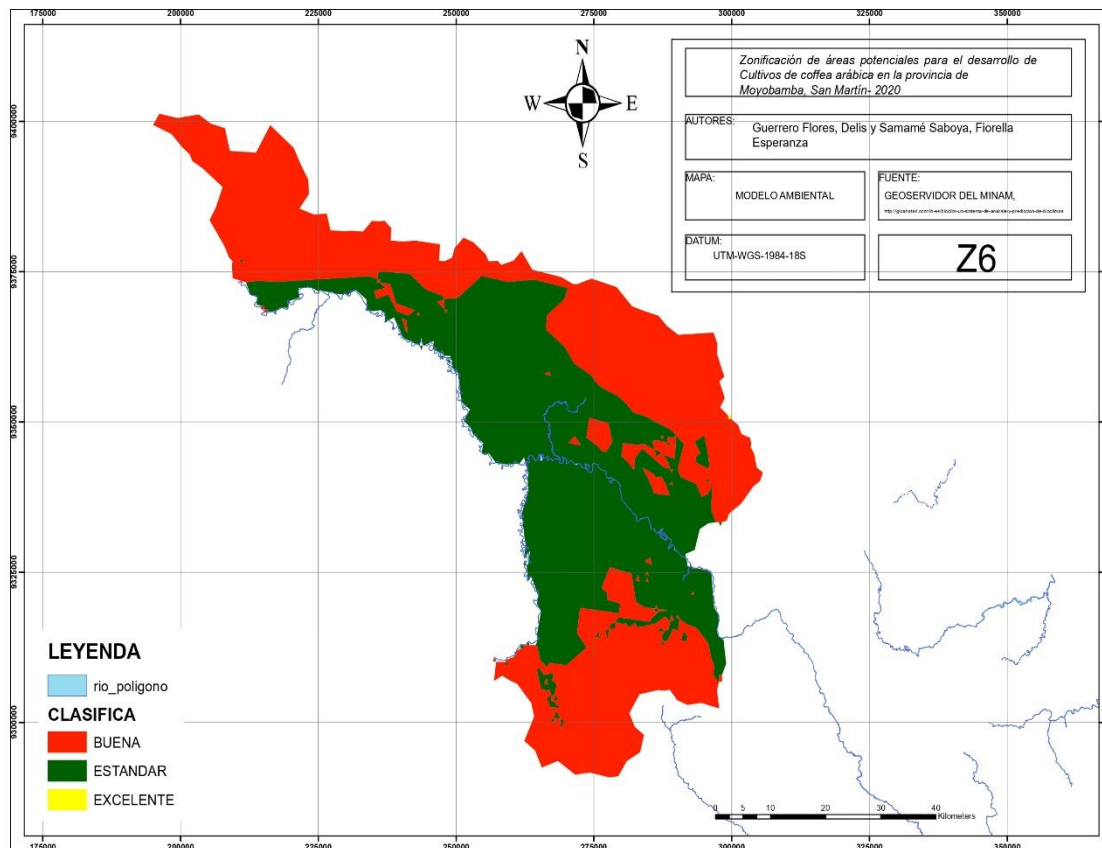


Figura 7. Áreas idóneas de la provincia de Moyobamba para la producción de café

Fuente: Geoservidor Ministerio del Ambiente

En la figura 7. Observamos que luego de haber utilizado todas las variables en el presente estudio podemos observar que gran parte del territorio de la provincia de Moyobamba presenta características buenas siendo un total de 205963.3 hectáreas para la producción de café, siendo mayormente los distritos de Moyobamba, Japelacio y Soritor las que presentan estas características. Por otro parte, 178192.33 hectáreas presentan características estándares y solo 30.64 hectáreas de toda la provincia de Moyobamba presentan características excelentes para la producción de café. Frente a lo obtenido se coincide con lo manifestado por El presente estudio presenta como antecedentes a nivel internacional a Gonzales y Hernández (2016) los cuales manifiestan que la zonificación agroecológica facilita el reordenamiento de los cultivos de café, en funcionalidad de las potencialidades para el cultivo y de la actualización del uso de suelo, con el objetivo de lograr superiores desempeños.

IV. CONCLUSIONES

- El territorio de la provincia de Moyobamba cuenta con un total de 178192.32 hectáreas con cualidades estándares para la producción de café, solo presenta 30.63 hectáreas con características excelentes para la producción de café.
- La metodología utilizada en la presente investigación ha considerado como las principales variables para el desarrollo de la producción de café a la temperatura, altitud, pendiente, precipitación y uso actual del suelo; adicionalmente la existencia de datos geomorfológicos, edafológicos y climáticos propician permitir establecer mecanismos certeros para lograr alcanzar mejores rendimientos de producción de café de acuerdo a la zonificación agroecológica
- El territorio de la provincia de Moyobamba cuenta con pendientes característica que son sobresalientes para la producción de café teniendo valores entre 0-15.
- La presente investigación es un instrumento muy importante que presenta un carácter técnico, el cual se basa en las experiencias nacionales e internacionales, y en la información sobre las condiciones naturales existente dentro del territorio de la provincia de Moyobamba.

V. RECOMENDACIONES

- Es importante realizar un correcto uso de suelos, teniendo en cuenta el modelamiento generado para la producción de café, así obtener una buena calidad y rendimiento, además de complementar el presente estudio con la realización de un estudio detallado de la cobertura vegetal, flora y fauna.
- Hacer uso de los resultados de la presente investigación con el propósito de promover, y así permitir una mejor producción de café en la provincia de Moyobamba mediante el uso de estrategias y estudios relacionados al ordenamiento territorial del uso de suelo para la producción de café, con el fin de fortalecer las cadenas de producción y regularizar su aprovechamiento de manera sostenible de los productores del cultivo.
- A los agricultores de café, se recomienda el aprovechamiento de las zonas con buena fertilidad, topografía y clima, mediante la realización de cultivos tropicales o café, por medio de la priorización y mejora de la infraestructura que apoye a la producción de café con el propósito de fortalecer las cadenas de comercialización con nivel excelentes y estándares para el cultivo de café.
- Es importante la realización de talleres, capacitaciones en relación a la zonificación y uso correcto de los suelos en la provincia de Moyobamba, con el propósito de mejorar la calidad de vida de la población.

REFERENCIAS

- ALPIZAR, E. Zonificación agroecológica del café (*Coffea arabica*) y el cacao (*Theobroma cacao*, Lin) en Costa Rica, mediante el sistema de zonas de vida, 2016 (tesis ingeniero agrónomo). Recuperado de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/3930>
- ALVARADO, Daniel. Identificación de territorios de Café (*Coffea arabica*) de calidad en el Salvador. Tesis (ingeniería agrónoma). El salvador: Universidad el Salvador, 2004.
- ANACAFÉ. (2012). Sombras del Cafetal. Asociación Nacional de Café (ANACAFE)
- ARCILA, J. (2007). Sistemas de Producción de café. Colombia: Cenincafe.
- BUNN, Cesar., Läderach, P., Ovalle-Rivera, O., Kirschke, D. (2015a). A bitter cup: climate change profile of global production of Arabica and Robusta coffee. *Clim. Change* 129 (1.2):89- 101.
- Caracterización de la región san Martín. Banco central de reserva, 2020. Disponible en: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Iquitos/san-martin-caracterizacion.pdf>
- CEDRSSA. 2018. El café en México diagnóstico y perspectiva. Centro de estudios para el desarrollo rural sustentable y la soberanía alimentaria. Palacio Legislativo de San Lázaro.
- CERVANTES, Ernesto. "Zonificación y análisis de la potencialidad agrícola y forestal de las tierras del CIP Camacani para su ordenamiento territorial". Tesis, Ingeniería Agronómica, UNA Puno. Puno-Perú, 2012.
- CORTÉS, Marco. Agroecología del agrosistema Café (*Coffea Arabica*) y su relación con la erodabilidad de las laderas en el valle de Orosi, Cartago, Costa Rica, *Anuario de Estudios Centroamericanos*, núm. 37, 2011.
- CHUVIECO, Ernesto. (2010). *Fundamentos de la Teledetección Espacial* (3ra ed.). Madrid: España.

- DEL AGUILA, Greisy. Diagnóstico de la actividad agroindustrial en la región san martín periodo (2000 – 2015). Tesis (Ingeniería Agroindustrial). Tarapoto: Universidad nacional de San Martín, 2018. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2782/FIAI%20-%20Greisy%20Margarita%20Del%20Aguila%20Moncada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- DE LA ROSA, David. Evaluación agro-ecológica de los suelos. Madrid: Mundi-prensa. 2008. p. 176 -177, 199, 208, 223, 231-252.
- Dirección General de Competitividad Agraria-DGCA (s / f), Condiciones agroclimáticas del cultivo del cafeto, Cuartilla No. 07, Ministerio de Agricultura del Perú, Lima. [<http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agroclima/efenologicos/cafe.pdf> : 17 de noviembre de 2015].
- ECOCROP. The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Italy, 2014. Versión 1.0. Agls. Rome, Italy. [http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/cropSearchForm: 20 abril del 2017].
- DIGDM. Zonificación agroecológica economica del cultivo de café en el ecuador continental a escala 1:250000 . Ecuador, 2014.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (1997). Zonificación agro-ecológica. Guía general. Boletín de suelos de la FAO - 73. Roma: Autor. 94 p.
- FUNDES, B. G. (2012). Manual del Café.2da ed. Lima: Fondo para el desarrollo agrario.
- GÓMEZ, Pedro. La roya del café: La enfermedad más limitante del cultivo, 2020. Disponible en: <https://quecafe.info/la-roya-del-cafela-enfermedad-mas-limitante-del-cultivo/>
- GONZÁLEZ, H. (2000), Zonificación Agroecológica del Coffea arabica en un Sector del Grupo Orográfico Guamuhaya, tesis de Maestría, La Habana, 49 p.

- GONZALES, H. y Hernández, R. (agosto, 2016). Zonificación agroecológica del *Coffea arabica* en el municipio Atoyac de Álvarez, Guerrero, México. *Agroecological zoning of Coffea arabica in the Atoyac de Álvarez municipality, Guerrero state, México*. *Revista Science Direct*. Recuperado de: <https://doi.org/10.14350/rig.49329>
- GONZÁLES, Fernando. Manual técnico "cultivo de café en el Perú". Tingo Maria - Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2010.
- GUIA Técnica: "Análisis de suelos y fertilización de cultivo de café". AGROBANCO. Disponible en: <http://www.agrobanco.com.pe/11-a-cafe.pdf>
- Icafé (Instituto del Café de Costa Rica), Cicafé (Centro de Investigaciones en Café). 2011. Guía Técnica para el Cultivo del Café, 1a edición. Heredia, CR, Icafé, Cicafé 72 p. [Consultado 29 jul. 2020]. Disponible en <http://www.icafe.go.cr/icafe/anuncios/documentos/GUIA%20TECNICA%20V10.pdf>
- ICO (International Coffee Organization). 2019. Statistical Database. International Coffee Organization. Disponible en: <https://grupoverona.pe/exportaciones-top-el-cafeorganico>
- JARAMILLO, Alonso, ARCILA, Janina. "Variabilidad climática en la zona cafetera colombiana asociada al evento de la niña y su efecto en la caficultura", Avances Técnicos Cenicafé, Chinchina, 2009.
- LEÓN, E. Zonificación Agroecológica para Quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) Aplicando el Sistema de Información Geográfica y teledetección en el Distrito de Samán, 2015 (Tesis ingeniero agrónomo). Recuperado de: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8691>
- LIPA, G y Goyzueta, Y. Zonificación y modelamiento agroecológico para el cultivo de café utilizando la tecnología de sig y teledetección en el cip Tambopata – sandia – puno, 2018 (tesis ingeniero agrónomo). Recuperado de: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/9805>
- LOLI, Fernando. Guía técnica "Análisis de suelos y fertilización en el cultivo de café". San Martín-Perú: Agrobanco, 2012.

- MINAGRI, 2019. Potencia, calidad y rendimiento del cultivo de café de más de 50 mil caficultores, visitado en: <https://www.inia.gob.pe/2019-nota-105/>
- MINAM. Guía técnica de modelamiento SIG para la zonificación ecológica económica. 2010. Disponible en: http://www.munijorgebasadre.gob.pe/pagina/web_inst/ot/pdf/normas-guias/Guia_Tecnica_de_Modelamiento_SIG_para_ZEE.pdf
- MINAM. Manual Instructivo para el Levantamiento de Suelos en base al enfoque territorial para los procesos de macro, meso y micro Zonificación Ecológica Económica Dirección General de Ordenamiento Territorial . Lima-Perú, 2010. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/rd-188-2011-minam-sg-oga.pdf>
- MUÑOZ, Genaro. a inestabilidad climática: nueva realidad para la caficultura colombiana”, Ensayos sobre economía cafetera 27:5-9, 201. Disponible en: https://federaciondecafeteros.org/static/files/Editorial_la_inestabilidad_climatica.pdf
- NADURILLE, Eduardo. Cacao: Cadena de valor de Costa Rica. San José, CR, IICA-CATIE. 25 p. [Consultado 24 jul. 2020.] Disponible en <http://biblioteca.catie.ac.cr:5151/repositoriomap/bitstream/123456789/77/1/Cacao%20Cadena%20de%20valor....pdf>
- Plan de Ordenamiento Territorial. Municipalidad provincial de Moyobamba, 2012. Disponible en: http://www.munimoyobamba.gob.pe/app/archivos_sigolo/docs/sigolo_mdp5vF.pdf
- Perfect Daily Grind Español. Café y Sostenibilidad: ¿Cuáles Son Los Principales Problemas? Recuperado de: <https://perfectdailygrind.com/es/2018/11/29/cafe-y-sostenibilidad-cuales-son-los-principales-problemas/#:~:text=El%20Foro%20Econ%C3%B3mico%20Mundial%20informa,a%C3%BAm%C3%A1s%20el%20deterioro%20ambiental.>

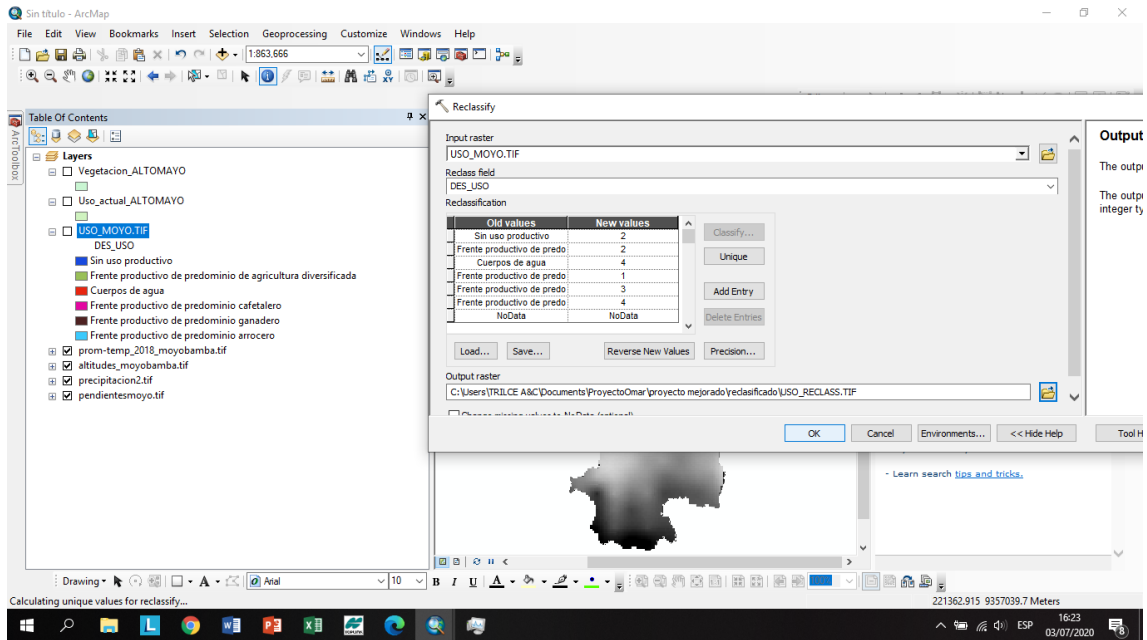
- SOTO, T. (marzo, 2001). Metodología para la zonificación agroecológica del (Coffea arábica) en Cuba. Revista de cultivos tropicales. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193230162008.pdf>
- SALAS, R. et al. (marzo, 2017). Microzonificación agroecológica de sistemas agrosilvopastoriles empleando un modelo de procesamiento basado en SIG en parcelas en la provincia de Bongará, Amazonas (Perú). Revista científica UNTRM. Recuperado de: <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/361/408>
- TOLESA, Karlos. Analysis of coffee quality along the value chain in Jimma zone, Ethiopia. African Journal of Agricultural Research 13(29): 1468- 1475, 2018. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/326609728_Analysis_of_coffee_quality_along_the_coffee_value_chain_in_Jimma_zone_Ethiopia
- Vaast, Patrick. (2005). Date of harvest and altitude influence bean characteristics and beverage quality of Coffea arabica in intensive management conditions. HortScience In press.

ANEXOS

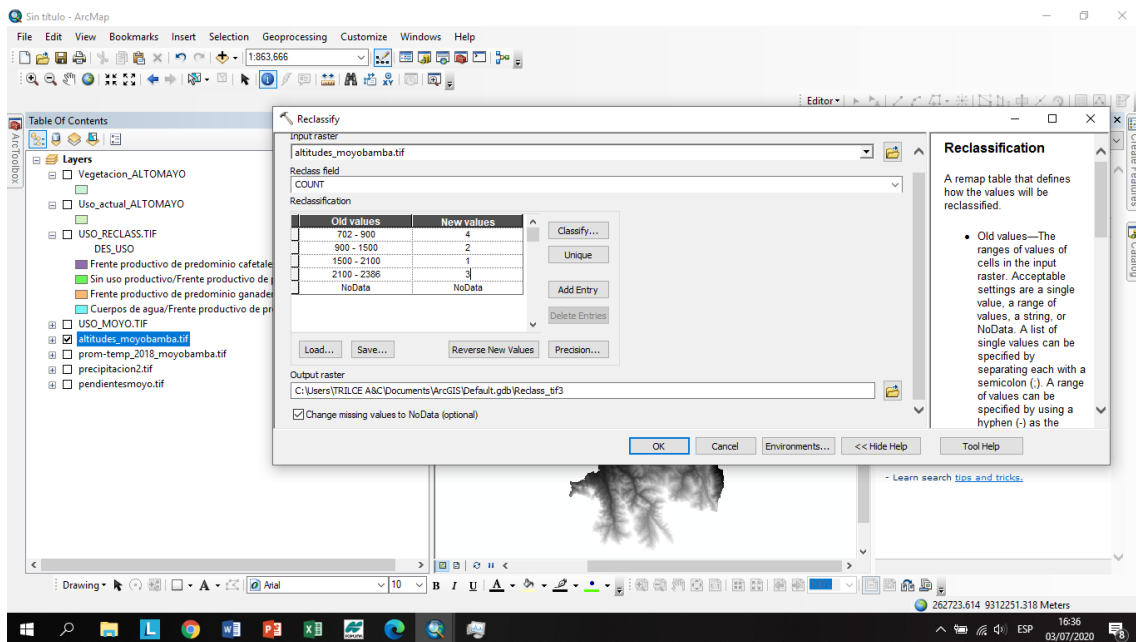
Anexo 1

Reclasificación de Variables

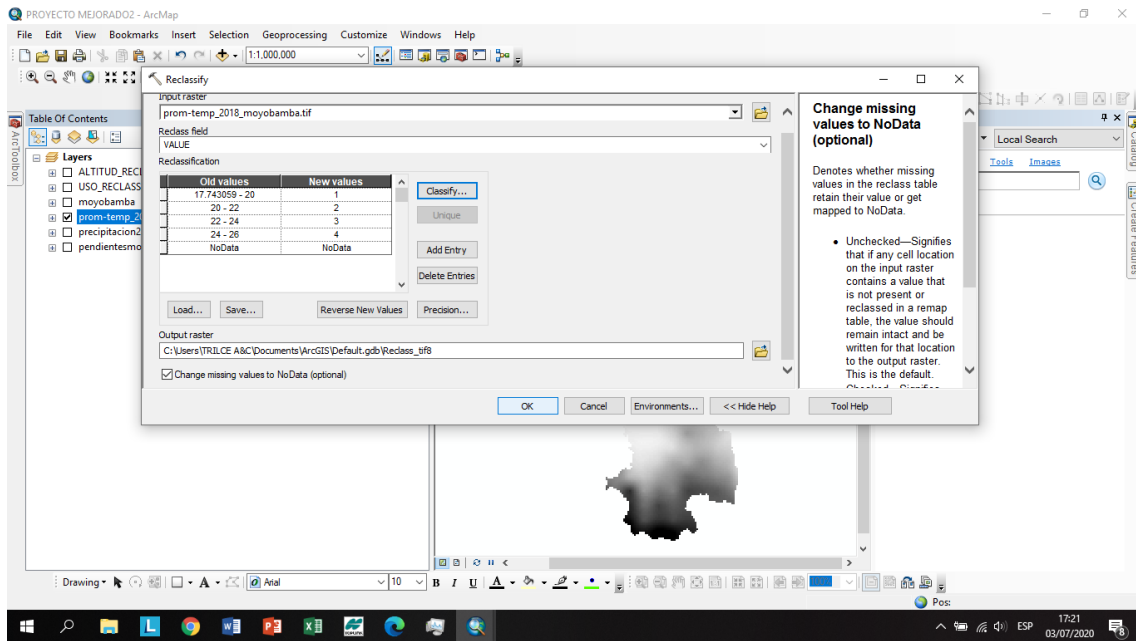
Uso de suelo



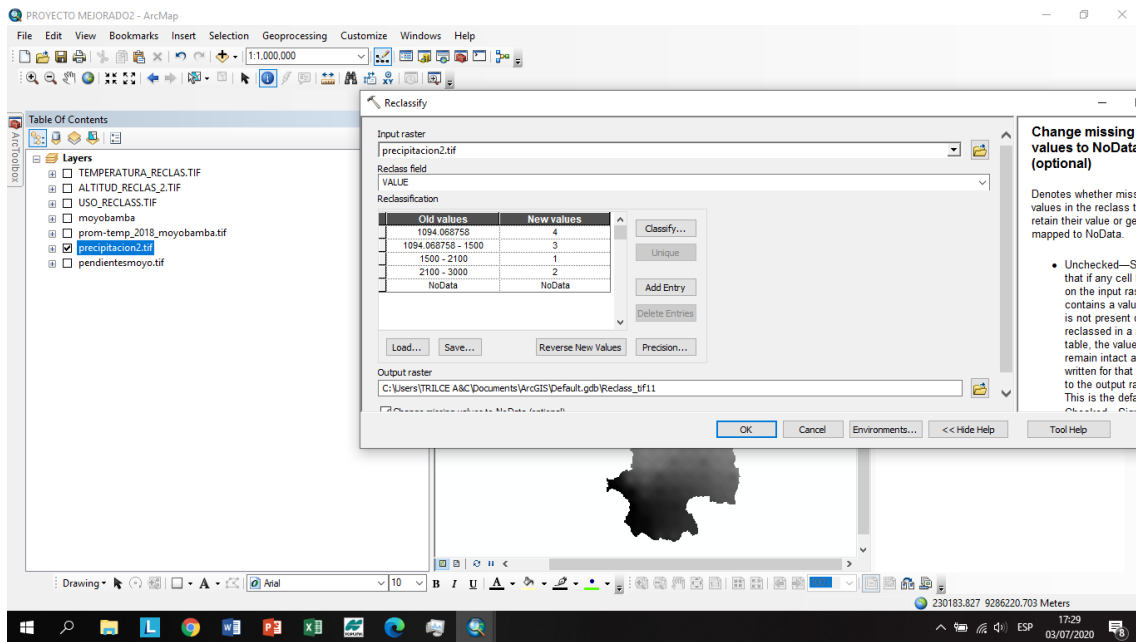
Altitudes reclas



TEMPERATURA



PRECIPITACION



Anexo 2

Determinación de áreas aptas para el cultivo de café

FID	Shape *	CLASIFICA	area
0	Polygon	BUENA	205963.294982
1	Polygon	ESTANDAR	178192.327779
2	Polygon	EXCELENTE	30.637182

Anexo 3

Matriz de pesos de las variables

matriz normalizada	temperatura	precipitación	suelo	altitud	pendiente	promedio	peso %
temperatura	0.186	0.606	0.038	0.394	0.238	0.29	29
precipitación	0.066	0.217	0.381	0.394	0.300	0.27	27
suelo	0.668	0.077	0.136	0.039	0.225	0.23	23
altitud	0.031	0.064	0.408	0.116	0.175	0.16	16
pendiente	0.049	0.036	0.038	0.058	0.063	0.05	5
						1.00	100.00