

Zonificación agroecológica para la sostenibilidad en tres tipos de cultivos del cantón La Maná, Ecuador

Agroecological zoning for sustainability in three types of crops in the canton of La Maná, Ecuador

Byron Andrés Burgos-Carpio

Universidad Técnica Estatal de Quevedo
byron.burgos2015@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-2840-9997>

Carlos Alberto Nieto-Cañarte

Universidad Técnica Estatal de Quevedo
cnieto@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-1817-9742>

Víctor Manuel Guamán-Sarango

Universidad Técnica Estatal de Quevedo
vguaman@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0007-4135-2394>

Mayra Carolina Vélez-Ruiz

Universidad Técnica Estatal de Quevedo
mvelez@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4407-2965>

Manuel Gregorio Jiménez-Icaza

Universidad Agraria del Ecuador
mjimenez@uagraria.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-0699-0389>

RESUMEN

El presente estudio aborda la importancia de realizar una zonificación agroecológica en el cantón La Maná, ubicado en la provincia de Cotopaxi, debido a la creciente necesidad de optimizar el uso del suelo agrícola y mejorar la productividad de cultivos clave en la región. La zonificación agroecológica es esencial para garantizar un desarrollo sostenible y evitar la degradación del suelo, lo que impacta directamente en la seguridad alimentaria y la economía local. El objetivo general de la investigación fue elaborar una zonificación agroecológica para identificar las áreas más idóneas para el cultivo de melina, tabaco y pastizal kikuyo, basándose en variables edafoclimáticas como altitud, temperatura, precipitación, pendiente y tipo de suelo. La metodología empleada incluyó la modelización espacial de estas variables mediante el uso de herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica), lo que permitió desarrollar mapas detallados de las condiciones del suelo y del clima en el área de estudio. Los resultados mostraron que el pastizal kikuyo se encuentra en zonas óptimas para su desarrollo, mientras que la melina y el tabaco, aunque en su mayoría en áreas adecuadas, no alcanzan su máximo potencial debido a ciertas limitaciones en el terreno. En conclusión, la zonificación agroecológica en La Maná es una herramienta valiosa para mejorar la eficiencia agrícola y fomentar un uso más sostenible de los recursos naturales, asegurando así la viabilidad a largo plazo de la actividad agrícola en la región.

Palabras clave: Zonificación, sostenibilidad, variables edafoclimáticas, optimización del suelo.

ABSTRACT

This study addresses the importance of carrying out an agroecological zoning in the canton of La Maná, located in the province of Cotopaxi, due to the growing need to optimize the use of agricultural land and improve the productivity of key crops in the region. Agroecological zoning is essential to ensure sustainable development and avoid soil degradation, which directly impacts food security and the local economy. The general objective of the research was to develop an agroecological zoning to identify the most suitable areas for the cultivation of melina, tobacco and kikuyu grassland, based on edaphoclimatic variables such as altitude, temperature, precipitation, slope and soil type. The methodology used included spatial modeling of these variables through the use of GIS (Geographic Information Systems) tools, which allowed the development of detailed maps of soil and climate conditions in the study area. The results showed that the kikuyu grassland is located in optimal areas for its development, while melina and tobacco, although mostly in suitable areas, do not reach their full potential due to certain limitations in the terrain. In conclusion, agroecological zoning in La Maná is a valuable tool to improve agricultural efficiency and promote a more sustainable use of natural resources, thus ensuring the long-term viability of agricultural activity in the region.

Keywords: Zoning, sustainability, edaphoclimatic variables, soil optimization.

INTRODUCCIÓN

El ordenamiento territorial nace en la década de los treinta como una política de Estado e instrumento de planificación, y se popularizó como disciplina científica y política de naturaleza técnica, económica, social, ambiental y administrativa a partir de 1960 (Sanabria, 2014). Dieciocho años más tarde (1978) surge el 'Proyecto Zonas Agroecológicas' de la FAO, debido a la necesidad por replantear el modelo de desarrollo agrícola ante la globalización económica, orientada a la estimación del potencial productivo de alimentos en el mundo. La metodología permitía caracterizar extensiones de tierra por medio de información cuantitativa de clima, suelos y otros factores físicos que permitían pronosticar la productividad potencial para varios cultivos según sus necesidades de manejo (Manzur, 2014).

La zonificación agroecológica otorga información integrada a través de una base de datos geográfica, cataloga el territorio de acuerdo con sus limitaciones y potencialidades, integra una dimensión espacial a la información social, económica, y ambiental, provee los modelos de planificación según la ocupación racional del suelo y el uso sostenible de los

recursos naturales, permite la dirección territorial para conseguir el desarrollo sostenible regional; esto es esencial para dotar a los entes gubernamentales de bases técnicas espaciales a ser consideradas en la política pública, la oferta de ocupación del suelo y la identificación de programas y proyectos cuyas intervenciones tendrían impactos positivos en la población y el territorio (Guerrero, 2012).

En el ámbito agrícola la planificación de los sectores productivos se basa en el conocimiento de las exigencias agroecológicas específicas y el potencial de producción y de rendimiento unitario de los cultivos (Suárez, 2014). En un sentido más amplio, conocer la cantidad de lluvia, humedad, temperatura, horas de luz solar, propiedades físicas y químicas del suelo, calidad del agua superficial y subterránea, y otras variables, facilita la identificación de potencialidades y limitaciones del territorio. De hecho, los componentes clima, suelo y agua poseen una variación espacio-temporal, condicionada por distintos factores fisiográficos (altitud, latitud, relieve y posición geográfica) que al ser modelados en un Sistema de Información Geográfica permiten tener una mejor comprensión del territorio (Alva & Beraun, 2013).

En Ecuador, el crecimiento del sector agropecuario, ganadero y forestal ha sido planificado inadecuadamente, dando lugar a la existencia de infinidad de usos del suelo, los mismos que al no ser utilizados según sus potencialidades agroecológicas trae consigo el menoscabo de sus propiedades productivas y a la vez genera un desbalance entre lo producido y lo que realmente debería producirse. Esta situación es muy frecuente en zonas tropicales y andinas, en las que dichas actividades productivas no se encuentran claramente identificadas (Salas y otros, 2017, pág. 41). De hecho, alrededor del 50% de la tierra que está bajo uso agrícola se encuentra mal utilizada (González, 2018).

La provincia de Cotopaxi y particularmente el cantón La Maná es reconocido por el desarrollo de actividades agropecuarias y forestales, las mismas que en la mayoría de los casos se las ejecuta en zonas no aptas para tales usos, provocando así afectaciones negativas sobre el medio ambiente, entre ellas: contaminación de los recursos naturales, destrucción del paisaje natural, alteración de hábitats, afectación a la flora y fauna, y limitación del desarrollo económico. Situación que ha tenido origen en la escasa planificación territorial y la ausencia de políticas agroecológicas que garanticen el óptimo aprovechamiento del suelo según sus potencialidades. En este sentido, el territorio del cantón La Maná demanda de una planificación agroecológica, en la que se considere las potencialidades y limitaciones territoriales, las alternativas de uso sostenible y la mejor ubicación para el desarrollo de dichas actividades.

En el cantón La Maná, la mayor cobertura del suelo corresponde a pastizal con un 38.11%; en segundo lugar, tenemos los bosques nativos con un 29.84% del cantón; en tercer lugar, tenemos los cultivos con un 19.34%; en cuarto lugar, tenemos la vegetación arbustiva con un 8.22%; a continuación, tenemos el área urbana con un 1.35% y otras coberturas que están bajo el 1.00%. El territorio se caracteriza por su gran producción pecuaria y agrícola. Alrededor de 25,241.98 ha atañen a pastos (entre naturales y artificiales), 38,071.11 ha son usadas para la producción agrícola (cultivos permanentes y temporales), mientras que las tierras forestales ocupan 19,877.99 ha (Plan de Ordenamiento Territorial, 2015, págs. 18,153).

En virtud de las potencialidades agrícolas y forestales del cantón La Maná y sobre todo por las irregularidades en el uso del suelo, se demanda una adecuada zonificación agroecológica que otorgue la identificación de superficies territoriales con características homogéneas vinculadas a factores climáticos, biológicos, agronómicos, geográficos y que a su vez contribuya con el equilibrio y la conservación de los ecosistemas agrícolas. Por tanto, el presente estudio se fundamenta en una propuesta de zonificación agroecológica para los cultivos: Melina, Tabaco y Pastizal, la misma que permita determinar si los espacios territoriales ocupados por estos cultivos corresponden con las condiciones edafoclimáticas óptimas demandada por los mismos.

La ejecución de esta investigación se justifica debido a los siguientes aspectos: generación de información técnica indispensable para el ordenamiento del territorio; facilitación del diseño y formulación de políticas, planes, programas, y proyectos de desarrollo local; orientación hacia la toma de decisiones para un adecuado aprovechamiento de recursos naturales y uso del suelo; priorización de zonas de interés ecológico; y en la producción de conocimiento. En el caso de este último, será fundamental en la adquisición de destrezas sobre la creación de mapas temáticos enfocados hacia la ordenación del territorio para fines productivos. El objetivo general es: Elaborar la zonificación agroecológica para el cantón La Maná. Y como objetivos específicos: (i) Realizar la modelización espacial de las variables edafoclimáticas: altitud, temperatura, precipitación, pendiente y tipo de suelo. (ii) Establecer las zonas agroecológicas idóneas para el cultivo de melina, tabaco y pastizal

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La investigación se realizó en el cantón La Maná, ubicado en las estribaciones de la cordillera occidental de Los Andes, dentro de la provincia de Cotopaxi, a 150 km de Latacunga, la capital provincial. Con coordenadas geográficas 696776 (S) y 9895929 (W), este cantón limita al norte con Sigchos, al sur con Quinsaloma y Pangua, al este con Sigchos y Pujilí, y al oeste con Valencia y Quinsaloma. Con una población de aproximadamente 49,035 habitantes según el último censo del INEC,

La Maná se destaca por su diversidad agrícola, siendo el escenario de esta investigación que analizó los cultivos de melina, tabaco y pastizal kikuyo. El cantón, con altitudes que oscilan entre 200 y 1150 msnm, ofrece un clima que varía desde el ecuatorial mesotérmico semihúmedo hasta el tropical megatérmico húmedo, proporcionando así condiciones edafoclimáticas idóneas para el desarrollo de estos cultivos (Plan de Ordenamiento Territorial, 2015).

Figura 1. Área de estudio

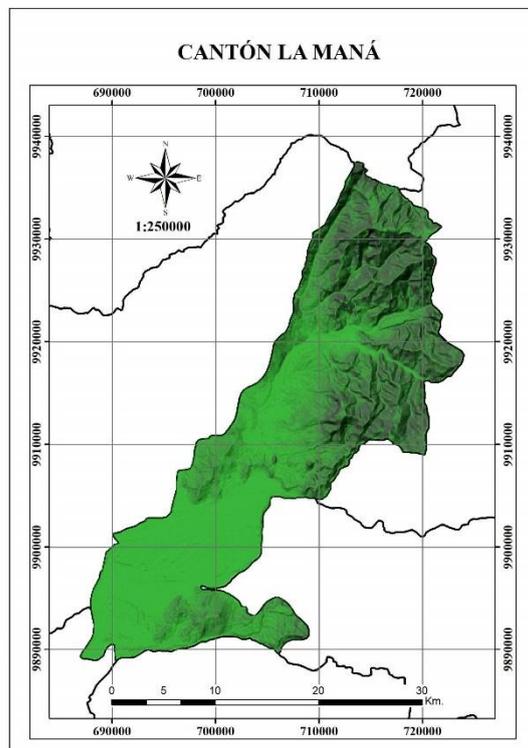


Tabla 1. Coordenadas de cultivos del área de estudio

Puntos	Cultivo	Coordenadas UTM	
		Este (X)	Norte (Y)
1A	Tabaco	697137	9899218
2A	Tabaco	696845	9891861
1B	Palma Africana	691806	9899123
2B	Palma Africana	695758	9897085
1C	Pastizal	700948	9892448
2C	Pastizal	703689	9901982
1D	Bosque Nativo	706210	9891790
2D	Bosque Nativo	701456	9892915
1E	Plantación Forestal	697137	9899218
2E	Plantación Forestal	699252	9890989

Tipos métodos de Investigación

En el presente proyecto de investigación se utilizaron los siguientes tipos de investigación: Consiste en la exploración de la realidad física con la que cuenta el área de estudio dentro del entorno general del cantón La Maná. Se ha seleccionado este tipo de investigación ya que esta se realiza cuando el lugar ha sido poco explorado. Debido a que se detallan las diferentes variables que se estudiaron en área del estudio (cantón La Maná), para la verificación de la aptitud del suelo para cada cultivo.

En el presente estudio la aplicación de métodos investigativos ha permitido el desarrollo sistemático de cada una de las fases necesarias para el logro de los objetivos planteados siendo. En base a una observación minuciosa y planificada se determinaron los puntos en los cuales se realizaron la respectiva toma de datos en los cultivos seleccionados cultivos. Se basa en análisis de los parámetros inherentes a los requerimientos de cada cultivo, lo que permite deducir las condiciones idóneas para la presencia o no de los mismos.

Fuentes de Recopilación de Información

En el presente estudio de zonificación agroecológica en el cantón La Mana, partió con la recopilación de la información bibliográfica y cartográfica y el posterior tratamiento, edición y análisis de la misma. Se utilizaron las siguientes fuentes de información La información que no existía se la generó a escala 1:25.000, como por ejemplo de cobertura vegetal, climática, entre otros; su elaboración se los puede ver en los capítulos siguientes.

Fuentes primarias

Mediante observación, identificación y toma de coordenadas en los puntos establecidos dentro del área de estudio, La información que no existía se la generó a escala 1:25.000, como por ejemplo mapa de la pendiente, climática, isoyetas, isotermas entre otros; su elaboración se los puede ver en los capítulos siguientes.

Fuentes secundarias

La información fue obtenida en el SIGAGRO (Sistema de Información Geográfica y Agropecuaria), INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias), ambas instituciones pertenecientes al Ministerio de Agricultura, Acuicultura y Pesca; la información climática fue recopilada del INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología); además información complementaria recopilada de bibliotecas de universidades e institutos de investigación especializados (hidrometeoro lógicos, cartográficos, ambientales, etcétera), y organismos no gubernamentales.

En la elaboración de la cartografía se obtuvo las cartas topográficas escala 1:50.000 provenientes de del Instituto Geográfico Militar (IGM) que incluyen información básica sobre: curvas de nivel, red hidrográfica, sistema vial, centros poblados y cotas altitudinales.

También se utilizó información de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial a nivel cantonal y provincial, donde se encuentra ubicada el área de estudio, como lo son mapas de suelos, zonificación de cultivos, la información fue revisada, proyectada con el Datum WGS84 17 Sur, finalmente fue tratada y editada con ayuda del software ArcGIS, de acuerdo a los objetivos de la presente investigación.

Modelización espacial de las variables edafoclimáticas: altitud, temperatura, precipitación, pendiente y tipo de suelo.

Para la elaboración de la modelización espacial se emplearon extensiones y herramientas del software ArcGIS principalmente enfocadas en el manejo, estratificación, proyección recorte conversión y creación de rasters mismas que se detallan a continuación:

- ArcMap, es la aplicación central de ArcGIS, permite realizar tareas con los mapas y sus datos relacionados: visualización, edición, búsquedas, análisis, gráficos y reportes
- ArcCatalog, ayuda a organizar y gestionar los archivos de datos e información SIG, por medio de herramientas de exploración, administración, previsualización de archivos y gestión de los metadatos.
- ArcToolbox, contiene herramientas para el geoprocésamiento, esto es: análisis, gestión y conversión de formatos y proyecciones de los mapas.

Existen también aplicaciones especializadas que pueden adicionarse al entorno ArcGIS, denominadas extensiones, las más importantes son: Spatial Analyst, 3D Analyst y Geostatistical Analyst.

- Spatial Analyst, es factible realizar operaciones de modelación y análisis sobre archivos gráficos de tipo raster.
- 3D Analyst, permite visualizar y analizar superficies tridimensionales, creando perspectivas realísticas a partir de modelos digitales de terreno (MDT).
- Geostatistical Analyst, puede generar, a partir de puntos georeferenciados, superficies continuas producto de un análisis estadístico de tipo descriptivo o predictivo de determinados fenómenos espaciales.

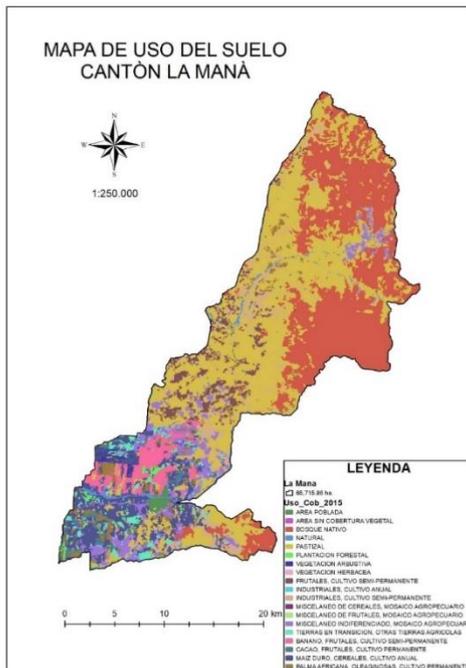
La información espacial en ArcMap se organiza por medio de conjuntos de capas (Layers) en las que se pueden depositar capas específicas correspondientes a elementos temáticos (features), el archivo es un elemento temático de extensión "shp" (shape file). Para esto fue necesario utilizar como fuente de información las capas de división provincial, cantonal, poblados, curvas de nivel, ríos sencillos, ríos dobles, senderos y vías pertenecientes al territorio ecuatoriano, y partir de estos datos se escoge la información del Cantón.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Distribución actual de cultivos seleccionados del cantón La Maná

Constan los puntos de verificación con coordenadas UTM tomados en el campo, uno por cada cultivo, tres cultivos: Melina, Tabaco, Pastizal.

Figura 2. Mapa de usos del suelo del cantón La Maná



Capas raster del cantón La Maná.

Todos los raster se han generado con resolución de 100 metros para facilitar el proceso de la zonificación.

Figura 3. Mapa de Elevación

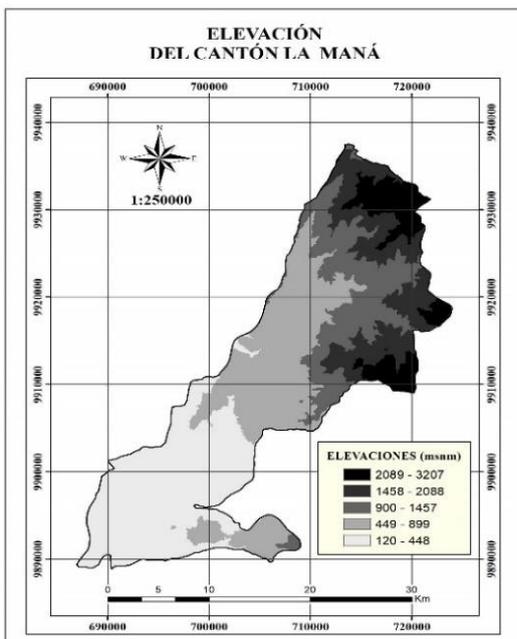
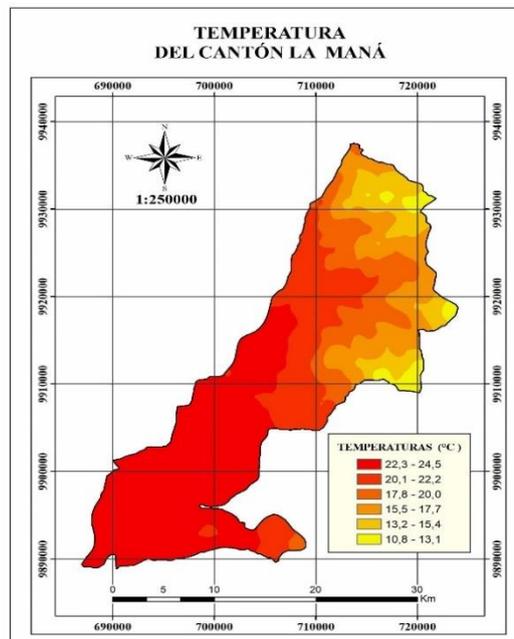


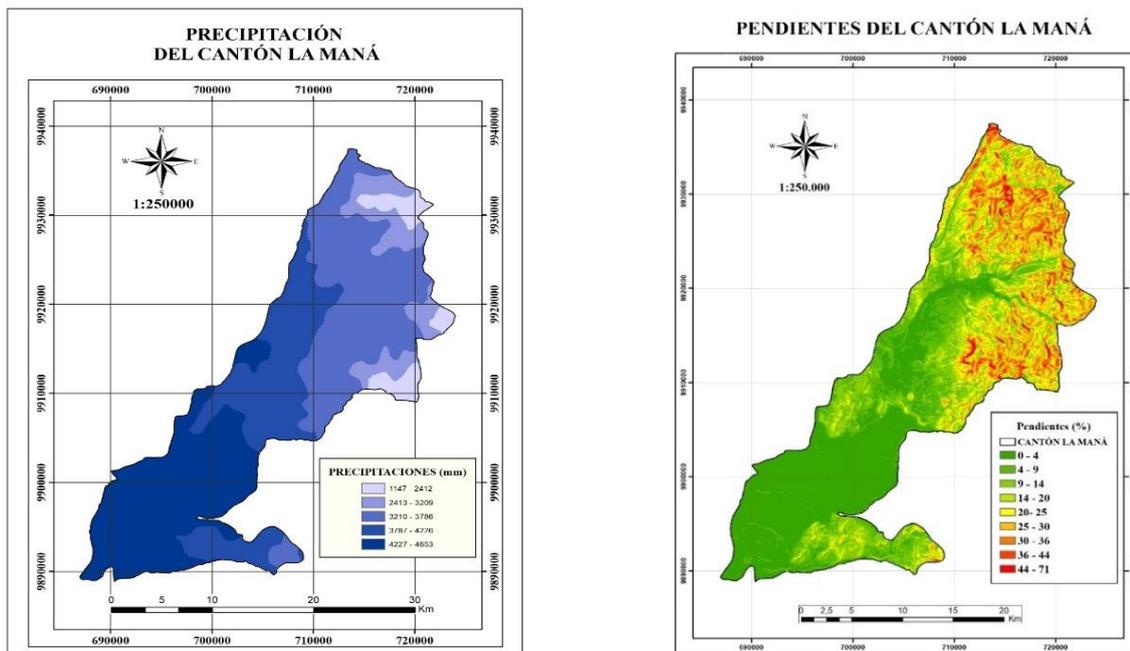
Figura 4. Mapa de temperatura



El cantón La Maná presenta una notable diversidad altitudinal, con elevaciones que oscilan entre los 120 y los 3207 metros sobre el nivel del mar (msnm). Esta variabilidad en la altitud permite que los cultivos establecidos en la región se adapten a una amplia gama de condiciones edafoclimáticas, lo que asegura que se encuentran dentro de los criterios óptimos para su desarrollo y productividad. Además, las temperaturas en La Maná, que fluctúan entre 10.80°C y 24.50°C, son indicativas de un clima propicio para la agricultura, cumpliendo así con las exigencias térmicas específicas de cada tipo de cultivo.

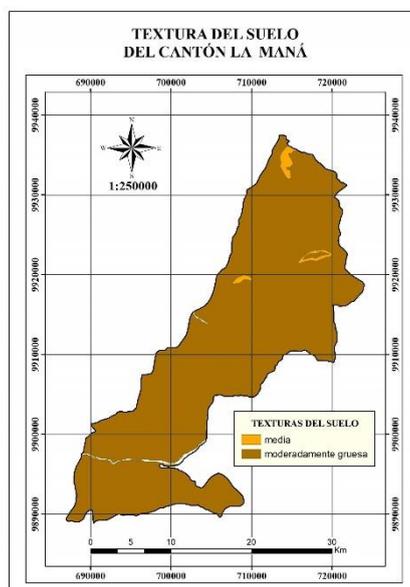
Figura 5. Mapa de precipitación

Figura 6. Mapa de pendiente



Las precipitaciones anuales dentro del cantón La Maná presentan una notable variabilidad, oscilando entre 1147 y 4653 mm, dependiendo de la zona específica del cantón. Esta diversidad en los niveles de precipitación permite que diferentes áreas sean adecuadas para una amplia gama de cultivos, asegurando que las necesidades hídricas de cada cultivo, como melina, tabaco y pastizal kikuyo, sean satisfechas de manera óptima. Además, el cantón La Maná cuenta con una variedad de pendientes que varían desde 0% hasta un máximo del 71%. Estas pendientes, distribuidas a lo largo del territorio, también se encuentran dentro de los parámetros requeridos para el desarrollo eficaz de los cultivos mencionados. Esta diversidad topográfica permite una mejor adaptación de los cultivos a las condiciones del terreno, maximizando así su productividad y sostenibilidad en las diferentes zonas del cantón.

Figura 7. Mapa de precipitación



Como se puede observar en el mapa de textura de suelo del área de estudio, se identifican dos tipos principales de texturas. La mayor parte del territorio del cantón La Maná está dominada por suelos de textura moderadamente gruesa, lo que es favorable para ciertos cultivos debido a su capacidad para retener suficiente humedad y proporcionar un drenaje adecuado, características esenciales para el crecimiento saludable de plantas como la melina, el tabaco y el pastizal kikuyo. Esta distribución de texturas contribuye a la diversidad agrícola del cantón, permitiendo el desarrollo óptimo de diferentes cultivos en función de sus necesidades específicas de suelo.

Zonas agroecológicas idóneas para el cultivo de melina, taco y pastizal.

En la Figura 8, se observa que la melina, un árbol de rápido crecimiento que puede alcanzar hasta 30 metros de

altura y entre 50 y 80 cm de diámetro en su tronco en condiciones óptimas, se encuentra en el cantón La Maná dentro de una zona clasificada como de categoría "buena". Sin embargo, esta clasificación sugiere que, aunque el árbol puede desarrollarse adecuadamente, no alcanza su máximo potencial de crecimiento debido a las limitaciones edafoclimáticas presentes en el área evaluada.

En la Figura 9, tras la evaluación de los puntos de control correspondientes al cultivo de tabaco en el cantón La Maná, los resultados de la zonificación agroecológica indican que este cultivo se encuentra en una zona de categoría intermedia o "buena". Esto significa que el tabaco tiene la capacidad de producirse con éxito, aunque si estuviera en una zona clasificada como "óptima", las hojas de tabaco podrían desarrollar un mayor contenido de nicotina, lo cual incrementaría su valor comercial y rentabilidad.

Figura 8. Zonificación de la melina

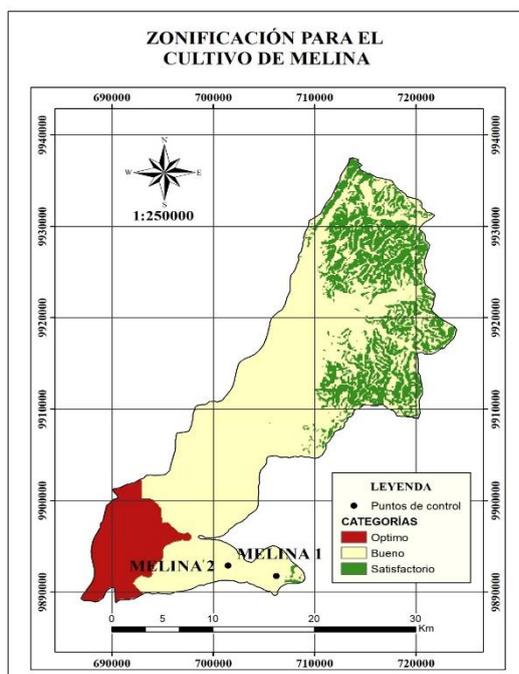
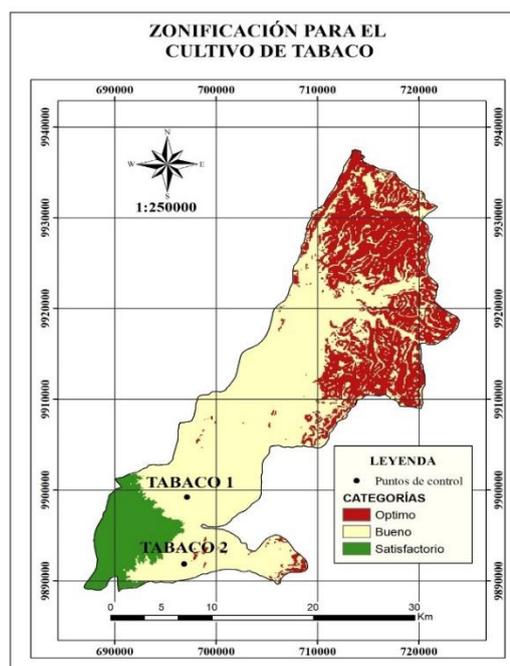
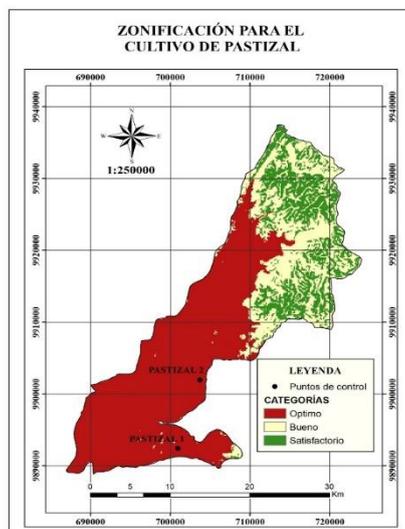


Figura 9. Zonificación del tabaco



En la Figura 10, se observa que los pastizales en el cantón La Maná comienzan su distribución a partir de la parroquia Guasaganda, una zona predominantemente ganadera, cuyas tierras son altamente productivas para este tipo de cultivo. Los puntos de control evaluados en esta área se encuentran clasificados dentro de la categoría "óptima", lo que indica que es una región ideal para el desarrollo de pastizales. Además, la presencia de ganado que se alimenta de estos pastos contribuye a enriquecer el suelo con materia orgánica, mejorando así su fertilidad y sostenibilidad a largo plazo.

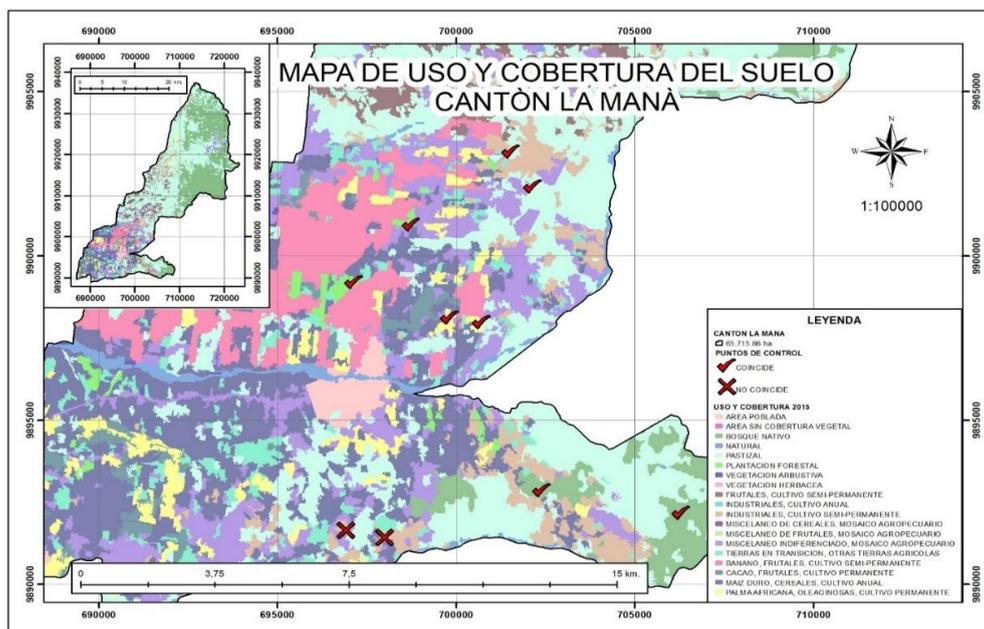
Figura 10. Zonificación para el cultivo de pastizales



Contrastación de las zonas resultantes con la distribución actual

En la Figura 11, el mapa de uso y cobertura de suelo revela que el 80% de los cultivos en el cantón La Maná se alinean con la distribución actual de tierras agrícolas. Sin embargo, el 20% restante, correspondiente al cultivo de tabaco, no coincide con esta distribución. Esta discrepancia se debe a que el tabaco es un cultivo de ciclo corto, lo que permite a los agricultores realizar una rotación de cultivos una vez completada la cosecha. Esta práctica de rotación es beneficiosa, ya que introduce nuevos nutrientes al suelo, mejorando su fertilidad y asegurando que las siguientes cosechas, independientemente del tipo de cultivo, alcancen un mayor rendimiento. La capacidad de alternar entre diferentes cultivos no solo optimiza la producción agrícola, sino que también contribuye a la sostenibilidad del suelo en el largo plazo, manteniendo su productividad y salud ambiental.

Figura 11. Uso y cobertura del suelo cantón La Maná



Los resultados de esta investigación han permitido identificar y clasificar las áreas del cantón La Maná en función de su idoneidad para los cultivos de melina, tabaco y pastizal kikuyo, mediante la zonificación agroecológica basada en variables edafoclimáticas (Alva & Beraun, 2013; Guerrero, 2012; Suárez, 2014). Los mapas generados a partir de estas variables, como altitud, temperatura, precipitación, pendiente y tipo de suelo, han revelado diferencias significativas en la adaptabilidad de estos cultivos a las condiciones locales.

En el caso de la melina, aunque el árbol posee un crecimiento rápido y puede alcanzar un desarrollo considerable en condiciones óptimas, en La Maná se ha observado que las zonas clasificadas como "buenas" no permiten que el cultivo alcance su máximo potencial (Espitia et al., 2016; Jiménez, 2016). Esto sugiere que existen limitaciones específicas, posiblemente relacionadas con la pendiente del terreno o la textura del suelo, que impiden un desarrollo pleno.

El cultivo de tabaco, por su parte, se encuentra mayormente en áreas categorizadas como "buenas", aunque las condiciones son adecuadas, no son las ideales para maximizar la calidad y la rentabilidad del tabaco (Moreno y Coutiño, 2012; Zamora & Carrión, 2013). En particular, la menor concentración de nicotina en las hojas sugiere que el cultivo podría beneficiarse de condiciones más óptimas, como suelos con texturas específicas o pendientes menos pronunciadas.

Finalmente, los pastizales, distribuidos principalmente en la parroquia Guasaganda, muestran una adaptación superior, ubicándose en áreas clasificadas como "óptimas" (Guaña, 2014; Guerrero, 2012). Este hecho no solo confirma que el terreno y las condiciones climáticas son ideales para el desarrollo de pastizales, sino que también subraya la importancia de la ganadería en la región, dado que el ganado contribuye al ciclo de nutrientes en el suelo, enriqueciendo su fertilidad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La zonificación agroecológica realizada para el cantón La Maná ha demostrado ser una herramienta eficaz para identificar las áreas más idóneas para el cultivo de melina, tabaco y pastizal kikuyo. Los resultados obtenidos permiten a los agricultores optimizar sus prácticas agrícolas, alineando sus cultivos con las condiciones edafoclimáticas más favorables, lo que podría mejorar la productividad y la sostenibilidad en la región.

La investigación ha revelado que, aunque la mayoría de las áreas son adecuadas para los cultivos analizados, existe

un potencial significativo para mejorar la productividad mediante ajustes en la ubicación de los cultivos. En particular, el cultivo de tabaco podría beneficiarse de una mayor atención a las condiciones de suelo y clima, lo que podría aumentar la calidad del producto y, en consecuencia, su rentabilidad en el mercado.

REFERENCIAS

- Alva, M., & Beraun, J. (2013). Determinación de zonas potenciales para cultivos frutícolas en la región Tacna, mediante sistemas de análisis espacial. *Espacio y Desarrollo*, 123-135.
- ArcGis Pro. (2017). Pro ArcGis. <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/tool-reference/analysis/clip.htm>
- Buzai, G. (2012). Geografía y sistemas de información geográfica. evolución teórico metodológica hacia campos emergentes. *Revista Geográfica de América Central*, 15-67.
- Espitia, M., Murillo, O., & Castillo, C. (2016). Ganancia genética esperada en melina (*Gmelina arborea* Roxb.) en Córdoba (colombia). *Revista Árvore, Viçosa-MG*, 71-80.
- González, Janio. (2018). Zonificación agroecológica y plan del uso del suelo para la zona de riego del Sistema Santiago. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- González, M., Murillo, R., & Ávila, C. (2016). Crecimiento inicial de *Gmelina arborea* Roxb. aplicando diferentes tratamientos de fertilización en el Pacífico Sur de Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana*, 29-35.
- Guaña, L. (2014). Producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con Trébol Blanco (*Trifolium repens* L). Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Guerrero, R. (2012). Aplicación de Sistemas de Información Geográfica en la Zonificación Agroecológica Económica como herramienta para el Ordenamiento Territorial: caso de aplicación en la provincia de Sucumbíos . Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía . (2014). *Sistemas de Información Geográfica . Aguascalientes*.
- Jiménez, L. (2016). El cultivo de la melina (*Gmelina arborea* Roxb) en el trópico. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- López, M. (2015). El sistema de planificación y el ordenamiento territorial para Buen Vivir en el Ecuador. *GeoUSP - Espaço e Tempo*, 297-312.
- Manzur, M. (2014). Zonificación agroecológica y productiva para el establecimiento de áreas potenciales de cultivos Bioenergéticos de Diente de León (*Taraxacum*) en Chile. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Plan de Ordenamiento Territorial. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón La Maná. La Maná: GAD Municipal.
- Rodríguez, S., & Zamar, M. (2016). Determinación del tamaño muestral para el seguimiento poblacional de tisanópteros (Insecta) en plantaciones tabacaleras de la provincia de Jujuy, Argentina. *RIA / Trabajos en prensa*, 7.
- Salas, R., Rodríguez, N., Barboza, E., Mendoza, M., & Oliva, M. (2017). Microzonificación agroecológica de sistemas agrosilvopastoriles empleando un modelo de procesamiento basado en SIG en parcelas en la provincia de Bongará, Amazonas (Perú). *Revista de investigación agroproducción sustentable*, 40-50.
- Sanabria, S. (2014). La ordenación del territorio: origen y significado. *Terra Nueva Etapa*, 13-32.
- SENPLADES. (2010). Lineamientos para la planificación del desarrollo y el ordenamiento territorial: Estrategias para el fortalecimiento del Sistema Nacional Descentralizado de Planificación Participativa. Quito: ART/PNUD/AECID.
- Suárez, G. (2014). Apuntes sobre la zonificación agroecológica de los cultivos. Particularidades en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 36-44.
- Tenorio, P. (2015). Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México. México.
- Vargas, G. (2012). Espacio y territorio en el análisis geográfico. *Reflexiones*, 313-326.
- Zamora, G., & Carrión, A. (2013). Planificación, Desarrollo y Proyectos de Inversión Pública: Planificación del Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Quito: Editorial IAEN.