UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

ANÁLISIS MULTI CRITERIO BASADO EN EL USO DE SIG PARA IDENTIFICAR ÁREAS IDÓNEAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE ARABISCO (*JACARANDA COPAIA*), EN EL CANTÓN ORELLANA

AUTOR(ES):

Mario Gabriel Romero Espinosa

Ronald Steven Torres Lugo

DOCENTE - TUTOR:

MSc. Maria Katharina Elisabeth de Decker

Puyo - Pastaza - Ecuador

2022

Análisis multi criterio basado en el uso de SIG para identificar áreas idóneas para el establecimiento de Arabisco (*Jacaranda copaia*), en el cantón Orellana

Ronald Steven Torres Lugo
for2017097@uea.edu.ec

Mario Gabriel Romero Espinosa
for2016014@uea.edu.ec

María Katharina Elisabeth de Decker
mdedecker@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la tierra Carrera de Ingeniería Forestal

Resumen

En este estudio se analizaron zonas idóneas para el establecimiento de cultivos de Arabisco (*Jacaranda copaia*) en el Cantón Francisco de Orellana, ubicado al occidente de la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE). *Jacaranda copaia* es una especie heliófila, de rápido crecimiento, presente como especie arbórea del bosque húmedo tropical. Con el propósito de establecer plantaciones forestales, se conocieron los factores edafoclimáticos como el tipo de suelo a nivel de orden, temperatura, precipitación, tipo de ecosistema y cobertura de la tierra. Las variables se han clasificado en nueve categorías: con valores de 1 (mejor opción posible) a 9 (la peor opción). Se realizó la superposición ponderada de los criterios con la ayuda de la herramienta *Weighted Overlay* del programa ArcGIS 10.5, con la que no se determinaron zonas con la ponderación 1 que pondera la mejor opción para la decisión final, no obstante se identificaron 6.896 hectáreas idóneas con la ponderación 2, esto quiere decir que en el cantón de Orellana, el 1,01% de la superficie son áreas excelentes para la especie porque cumplen con la mayoría de los criterios, mientras que la ponderación 3 corresponde a 234.273 ha (34,28%) del área del cantón que significa que son una opción muy buena, por lo tanto estas áreas son adecuadas para el establecimiento de plantaciones forestales de *Jacaranda copaia* para uso industrial en

la extracción de celulosa.

Palabras claves: *Jacaranda copaia*, SIG, áreas idóneas, Región Amazonía Ecuatoriana, análisis multi criterio

Abstract

In this study, suitable areas were analyzed for the establishment of Arabisco (*Jacaranda copaia*) crops in the Francisco de Orellana Canton, located to the west of the Ecuadorian Amazon Region (RAE). Jacaranda copaia is a heliophilous, fast-growing species, present as an arboreal species of the tropical humid forest. In order to establish forest plantations, edaphoclimatic factors such as soil type at order level, temperature, precipitation, ecosystem type and land cover were known. The variables have been classified into nine categories: with values from 1 (best possible option) to 9 (worst option). The multi criteria analysis was carried out with the help of the *Weighted Overlay* tool of the ArcGIS 10.5 program, with which no areas were determined with weighting 1, which weights the best option for the final decision, however, 6,896 suitable hectares were identified with weighting 2, this means that in the canton of Orellana, 1.01% of the surface are excellent areas for the species because they meet most of the criteria, while weighting 3 corresponds to 234,273 ha (34.28 %) of the area of the canton, which means that they are a very good option, therefore these areas are suitable for the establishment of forest plantations of Jacaranda copaia for industrial use in the extraction of cellulose.

Keywords: *Jacaranda copaia*, GIS, suitable areas, Ecuadorian Amazon Region, multicriteria analysis

1. INTRODUCCIÓN

Dentro de la Amazonia, la provincia de Orellana se ha destacado por el avance que ha demostrado al momento de realizar actividades de aprovechamiento forestal como también la explotación de recursos renovables y no renovables. Estas acciones se realizan en zonas no propicias para estos usos, por lo tanto, ha traído una repercusión negativa a la población y al medio ambiente.

Esta investigación busca la identificación de las zonas más idóneas para el establecimiento de plantaciones forestales, en este caso de la especie *Jacaranda copaia*, para uso industrial en la extracción de celulosa que tiene alta demanda a nivel mundial, además de contrachapados y madera aserrada, de esta manera se pretende aportar a mejorar las condiciones de vida dentro del cantón Francisco de Orellana.

La especie *Jacaranda copaia*, conocido comúnmente como Arabisco, es una especie heliófila temprana, de rápido crecimiento, característica de las primeras fases de la sucesión vegetal de las especies arbóreas del bosque húmedo tropical. La especie se distribuye desde México en Centroamérica hasta Brasil en Sudamérica, se desarrolla bien en suelos pobres, en climas húmedos y muy húmedos. Como es una planta heliófila, se desarrolla en desmontes, rastrojos y en medio de cultivos agrícolas y pastizales (Aguirre & Ruiz, 2009).

En general los proyectos forestales son buenos para fomentar el empleo productivo digno y estable. Esta especie se desarrolla de forma adecuada en las condiciones climáticas y en suelos de la Amazonía (Mena, 2010). La información desarrollada a través del análisis multi criterio permitió determinar la cantidad de tierras que pueden ser aprovechadas para el cultivo de esta especie para mejorar las condiciones de vida de los habitantes del bosque, una región tan frágil, con actividades de acuerdo a la vocación de sus recursos. Para ello se plantearon tres objetivos específicos; el primero determinar los factores edafoclimáticos que influyen en el establecimiento del cultivo de Arabisco (*Jacaranda copaia*), el segundo realizar un análisis multicriterio mediante la herramienta de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la delimitación de áreas idóneas para el cultivo de Arabisco (*Jacaranda copaia*), y el tercero elaborar cartografía temática de zonas idóneas para el cultivo de Arabisco (*Jacaranda copaia*) mediante la herramienta SIG.

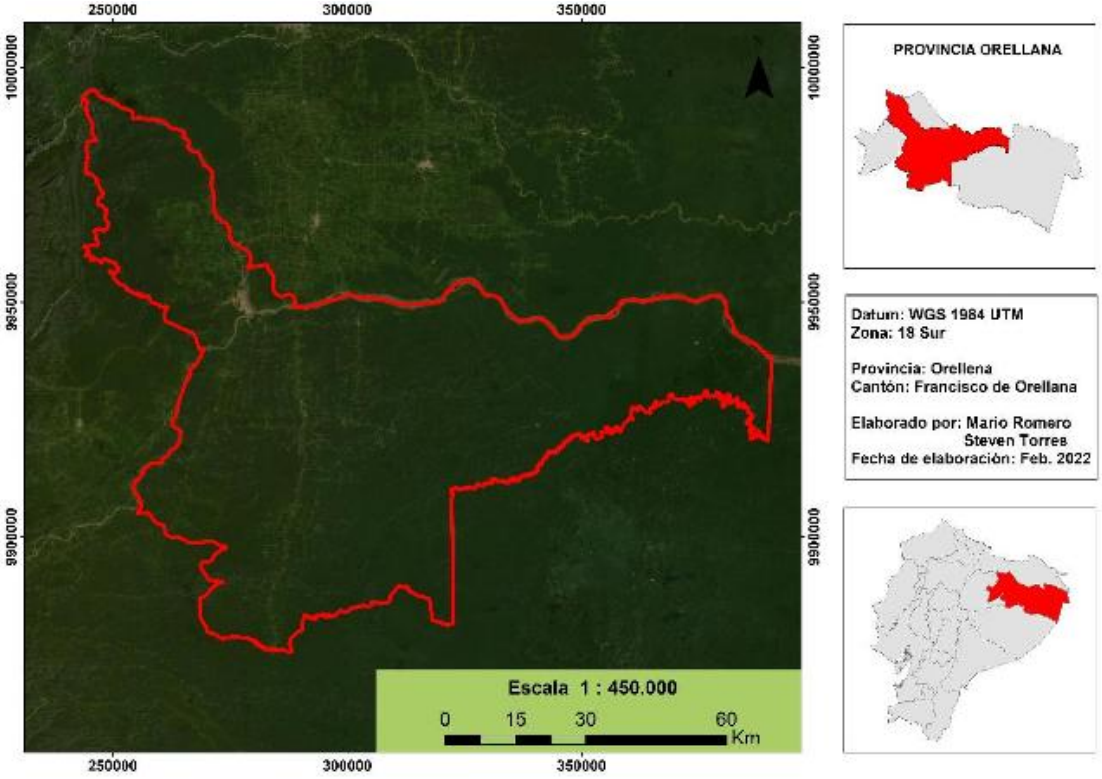
2. METODOLOGÍA

2.1 Localización

El lugar definido para la presente investigación es el Cantón Francisco de Orellana, se encuentra al occidente de la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE), sus

límites son al norte con la Provincia de Sucumbíos, al sur con la Provincia de Pastaza, al este con el cantón Aguarico al oeste con el cantón Loreto (Figura 1).

Figura 1: Área del estudio cantón Francisco de Orellena



Según el INEC (2010), la población del cantón Francisco de Orellana asciende a 72.795 habitantes con una densidad poblacional de 10 hab/km^2, además su área cantonal ocupa una superficie total de 7.047 km^2 (704.755 ha).

El cantón Francisco de Orellana presenta una altitud promedio de 254 a 300 metros sobre el nivel del mar, un clima tropical, cálido húmedo con temperaturas entre los 20°C y 26°C. Los niveles de precipitaciones en promedio son de 2.000 a 3.000mm/año (Bodero, 2010).

2.2 Tipo de investigación

En este proyecto el tipo de investigación es exploratoria ya que los resultados alcanzados son una primera aproximación en la determinación de áreas idóneas para el

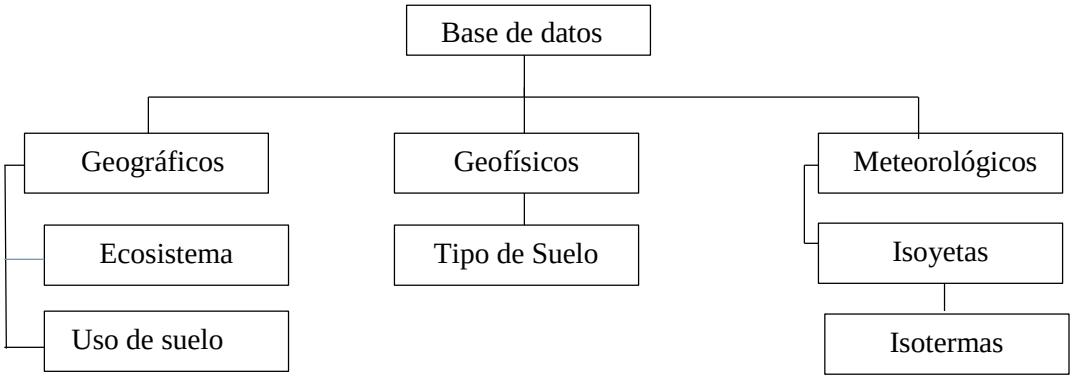
establecimiento de Arabisco (*Jacaranda copaia*) en el cantón Francisco de Orellana.

2.3 Metodología

Para conocer los factores edafoclimáticos de *Jacaranda copaia*, en primer lugar, se realizó una revisión bibliográfica. Además, se comparó la información encontrada en artículos científicos, libros, fichas técnicas, etc.

Los criterios más representativos se pueden dividir en geográficos, geofísicos y meteorológicos (Figura 2).

Figura 2: Criterios geográficos, geofísicos y meteorológicos



Para conocer la distribución geográfica de *Jacaranda Copaia*, se descargaron los registros de la espacie en la página Global Biodiversity Information Facility (gbif.org). Para la búsqueda se ingresa el nombre científico y se filtran los resultados por **Location** (lugar) donde se seleccionó **Including Coordinates** (incluir las coordenadas) y en **Country or Area** (país o área) se escogió Ecuador. Después se descargaron los registros en formato **Darwin Core Archive**. Además, se obtuvieron los archivos digitales geo referenciados (Shapefiles) de cinco criterios (Ecosistemas, Cobertura de la tierra, Tipo de suelo a nivel de Orden (otx), Isotermas y Isoyetas) de diferentes plataformas (Tabla 1).

Tabla 1: Fuentes de información digital

FUENTE	SHAPEFILES	FACTOR
Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/)	Ecosistema	Ecosistema
	Cobertura de la tierra 2018	Cobertura_ (Nivel 1 según el IPCC)
Ministerio de Agricultura y Ganadería (http://geoportal.agricultura.gob.ec/)	Unidad geopedológica	Tipo de suelo a nivel de Orden (otx)
Sistema Nacional de Información (https://sni.gob.ec/coberturas)	Zonas de temperatura	Isotermas
	Zonas de precipitación	Isoyetas
Instalaciones de información global de biodiversidad (http://gbi.org)	Registros de la especie	

Para cumplir el segundo objetivo, se utilizó el análisis multicriterio con el cual se logró identificar áreas idóneas para el establecimiento de Arabisco (*Jacaranda capaia*) en el cantón Francisco de Orellana:

- Definición de las variables: tipo de suelo, precipitación, temperatura, tipo de ecosistema, uso de suelo.
- Estandarización de los criterios: Muchas de las metodologías de EMC (Estandarización Multi Criterio) requieren que las variables sean estandarizadas para su incorporación como criterios en el proceso de localización óptima. Esta estandarización asegura que los pesos de los criterios reflejen apropiadamente su importancia.

El método de estandarización utilizado puede incluirse en la aproximación de escalas subjetivas (Malczewiski, 2004) ya que las variables se clasifican de acuerdo a rangos subjetivos. Estos rangos se determinan siguiendo, en algunos casos, las indicaciones de las leyes ambientales o como en otros casos, los rangos ya establecidos en los modelos desarrollados en el proyecto. De esta forma, las variables se han ponderado en nueve categorías: valores de 1 a 5 representan los mejores valores de idoneidad, mientras que los valores de 6 a 9 representan los peores valores de idoneidad (Tabla 2).

Tabla 2: Valores de estandarización o de idoneidad

Valores de estandarización o ponderación	Valores Explicación
1	Es la mejor opción posible para la decisión final
2	Es una excelente opción para la decisión final
3	Es una muy buena opción para la decisión final
4	Es una buena opción para la decisión final
5	Es una opción decente para la decisión final
6	Es una opción desagradable para la decisión final
7	Es una mala opción para la decisión final
8	La peor opción para la decisión final
9	Excluido

Fuente: Antao (2015)
Modificado por Kubes (2019)

Con la ayuda de la herramienta *Weighted Overlay* del programa ArcGIS 10.5 se identificaron las áreas idóneas para el establecimiento de Arabisco (*Jacaranda capaia*) en el cantón Francisco de Orellana (Figura 3), aplicando los siguientes pasos:

- Cortar los shapefile de los cinco criterios con el shapefile del cantón Francisco de Orellana.
- Convertir cada uno de los archivos tipo shapefile de los cinco criterios a Raster con la herramienta *Polygon To Raster*
- Reclasificar los archivos Raster de cada variable con su respectiva ponderación con la herramienta *Reclassify*
- Aplicar la herramienta *Weighted Overlay* para superponer todas las capas/variables para obtener un mapa de todas las áreas y sus respectivos criterios para así identificar las áreas idóneas para el establecimiento de Arabisco (*Jacaranda copaia*).

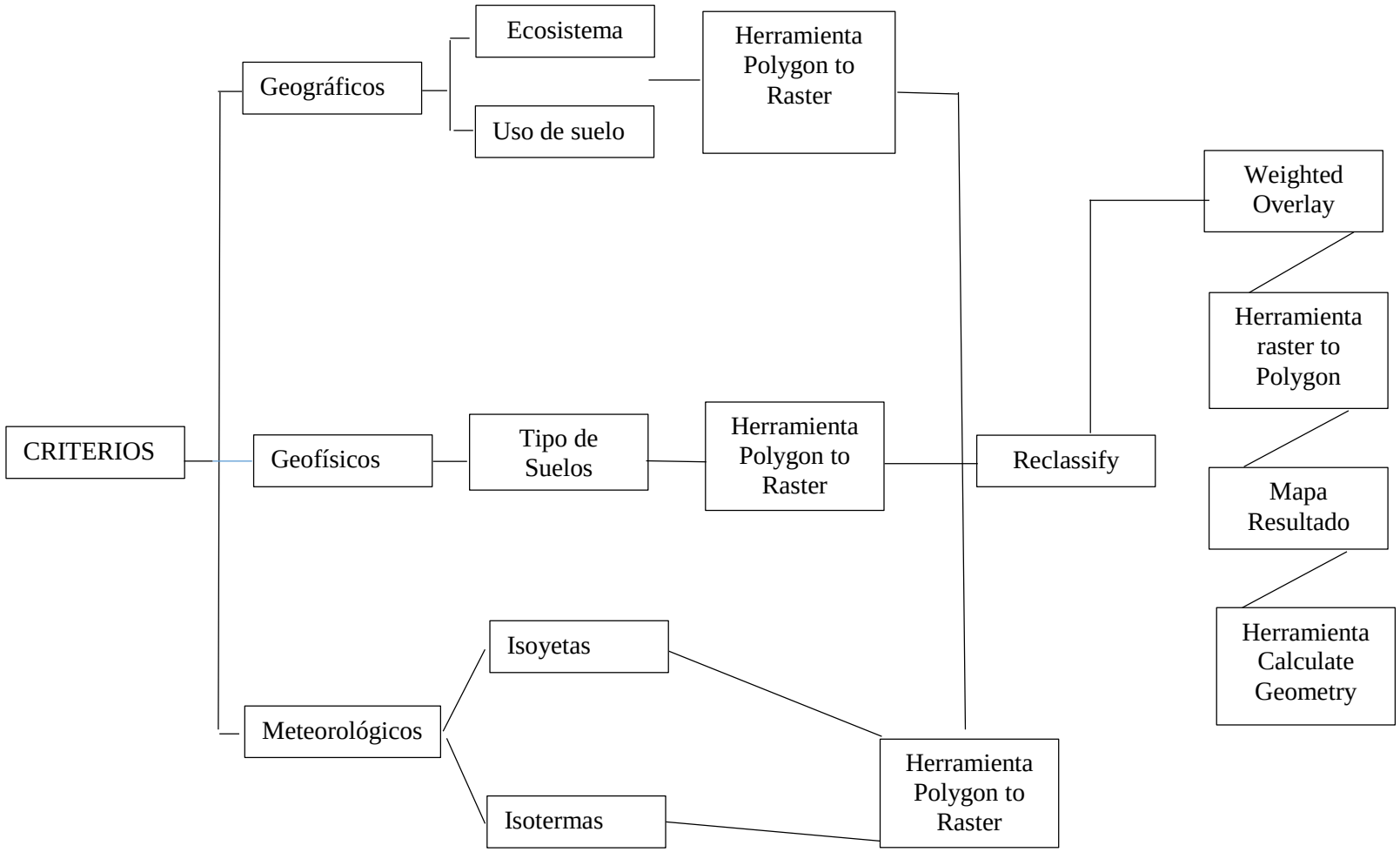


Figura 3: Flujograma criterios

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tierras cubiertas de bosques que han sido deforestadas para el avance del agro y la ganadería son lugares idóneos para que naturalmente o de manera inducida por los agricultores se establezcan bosques de especies heliófilas como el Arabisco. (Harms & Paine, 2003). Este árbol se desarrolla en óptimas condiciones sin demandar muchos nutrientes en terrenos planos y pendientes con características como: textura arenosa arcillosa o ligeramente fangosa, y pH ácido a ligeramente ácido (Nieto & Rodriguez, 1988).

En el análisis de los tipos de suelo a nivel del orden (Figura 4), se observa que el color marrón predomina, el cual corresponde a los Inceptisoles, con un área total de 507.847 ha (73,97%), el color verde corresponde al tipo de suelo Ultisol y su área en el cantón abarca 134.843 ha (19,64%) del total del área (Tabla 3). Los Inceptioles son un orden de suelo bastante jóvenes en su desarrollo, se caracterizan por que tienen aptitud para desempeñar programas de línea forestal (Ibáñez et al., 2011). Estos suelos se caracterizan por tener un pH acido, drenaje moderado, textura arcillosa amorfa. Los Ultisoles son suelos más jóvenes que los Inceptisoles, sin embargo, presentan características similares como la alta intemperización, colores rojizos y pardos, presentan un horizonte de acumulación de arcillas y bajo contenidos de bases minerales (Jaramillo,2002).

En el cantón Francisco de Orellana, el 93,71% de los suelos (Inceptisoles y Ultisoles) son apropiados para el cultivo de *Jacaranda copaia* ya que cumple con el pH que requiere, la textura, el material parental y la aptitud del suelo es netamente forestal, por lo se determinó que hay 642.690 ha de suelo en los que la especie se adaptaría.

Figura 4. Tipo de suelo al nivel de orden

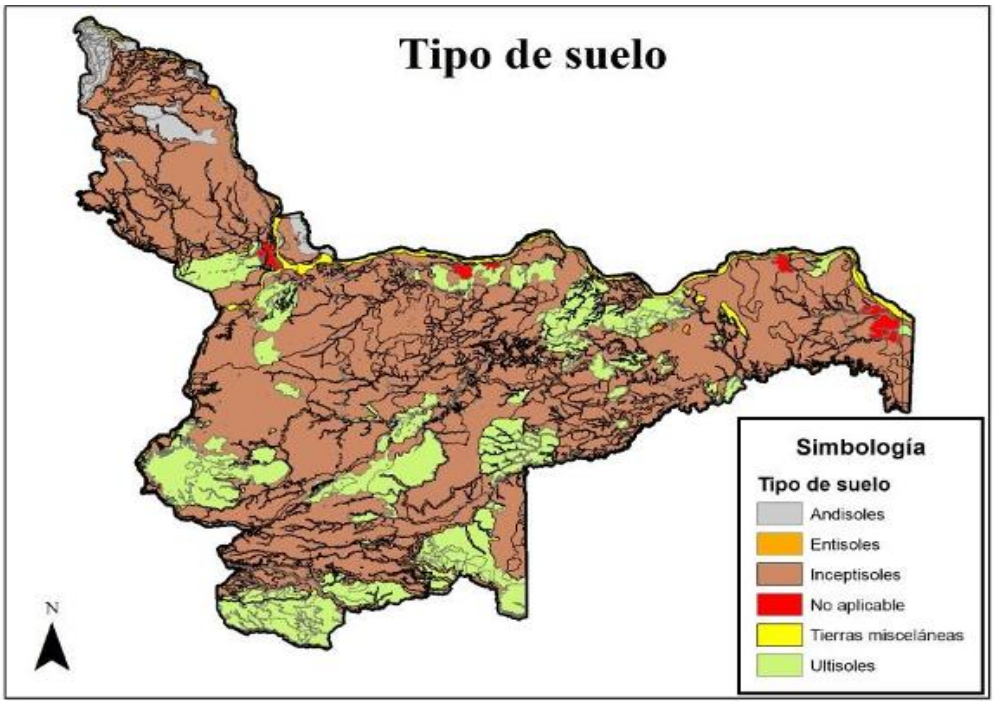


Tabla 3: Área (ha) y porcentaje de tipos de suelos a nivel de orden

Tipo de suelo	Área (ha)	%
Andisoles	15484	2,26
Entisoles	1327	0,19
Inceptisoles	507847	73,97
No aplicable	9733	1,42
Tierras misceláneas	17309	2,52
Ultisoles	134843	19,64

El requerimiento climático que demanda la especie en cuanto a precipitación anual fluctúa entre 600 y 3000 mm/año (Nieto & Rodriguez, 1988). Los rangos de precipitación en el cantón (Figura 5) indican que el 64,96% de las precipitaciones no exceden los requerimientos de la especie, esta se adaptaría y no sufriría estrés hídrico. De tal modo se determinó que hay 446.014 ha (Tabla 4), donde el factor precipitación es el óptimo para el cultivo de *Jacaranda copaia*.

Figura 5: Precipitación

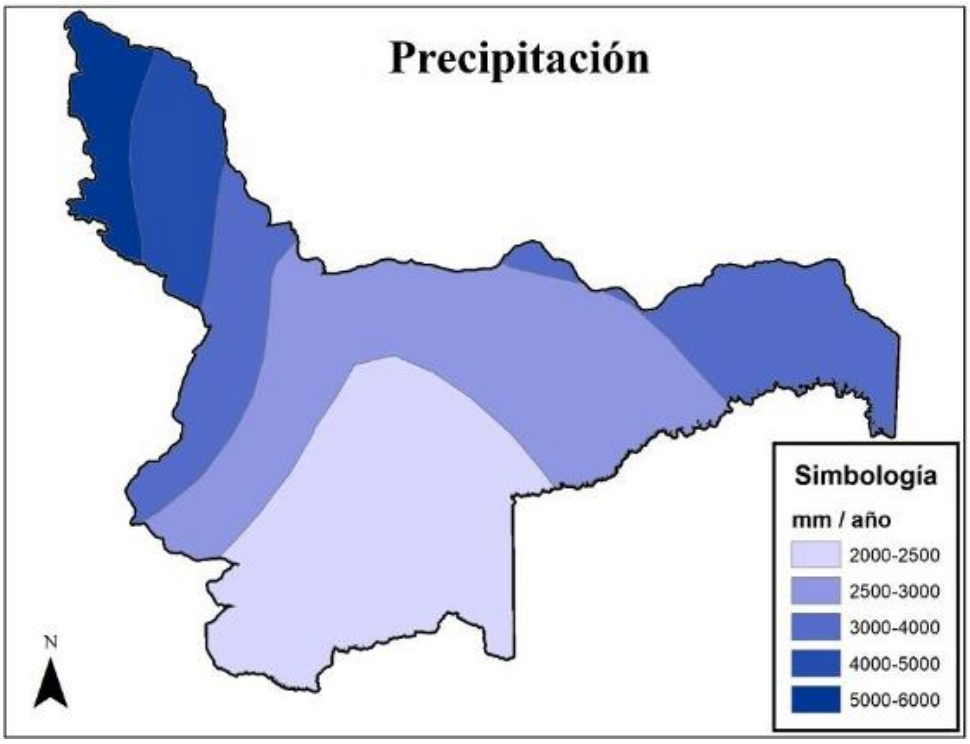


Tabla 4: Área (ha) y porcentajes de precipitaciones anuales

Precipitación (mm / año)	Área (ha)	%
2000-2500	216441	31,52
2500-3000	229572	33,44
3000-4000	147749	21,52
4000-5000	55288	8,05
5000-6000	37528	5,47

En cuanto a la temperatura se determinó que el 95,29% (654.216 ha) (Tabla 5) del área total del cantón tiene una temperatura promedio de 24 a 26 °C (Figura 6). Se conoce que las temperaturas idóneas para el establecimiento de esta especie van desde los 18 y 38°C con una media de 25°C (Anon, 2017).

Por lo tanto, la zona en estudio cumple con el requerimiento climático que demanda la especie, lo cual es favorable ya que en un estudio de (Harms & Paine, 2003) se encontró una correlación negativa entre el crecimiento de los árboles y la

temperatura en un bosque húmedo, donde se dice que al tiempo que las temperaturas se elevan, la tasa de respiración aumenta más que la tasa de fotosíntesis y, por tanto, la productividad disminuye.

Figura 6: Temperatura

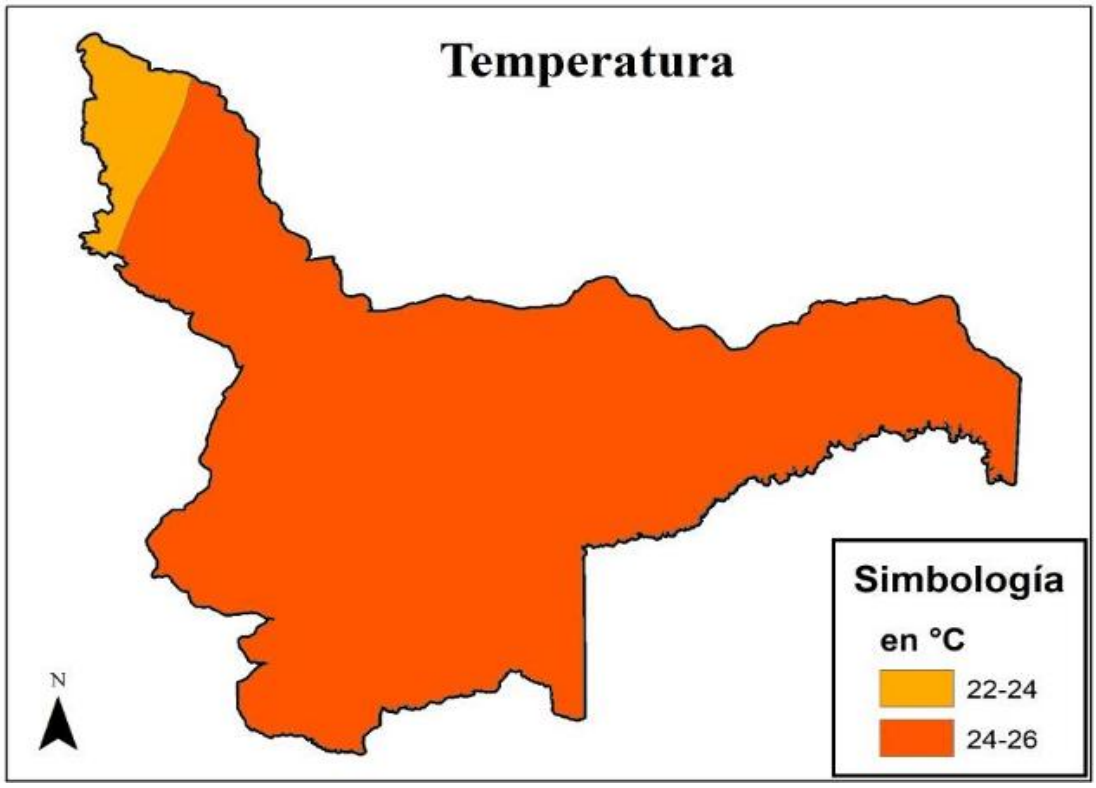


Tabla 5: Temperaturas anuales

Temperatura (°C)	Área (ha)	%
22-24	32362	4,71
24-26	654216	95,29

En el cantón Francisco de Orellana se determinó que el 80,57% (Tabla 6) del total de la superficie corresponde a la cobertura tipo Bosque con 553.122 ha, esto indica que la cobertura de la tierra en la zona de estudio es la idónea para la especie en estudio (Figura 7). También se observan que en menores cantidades (113.038 ha) se realizan

actividades agropecuarias en las que predominan los cultivos de frutales (16,47%) tales como el Aguacate (*Persea americana*), cítricos (*Citrus spp.*), Coco (*Cocos nucifera*), Chontaduro (*Bactris gasipaes*), Guaba (*Inga edulis*), Papaya (*Carica papaya*) y Piña (*Ananas comosus*). Estos cultivos están asociados con café, cacao, sistemas silvopastoriles, monocultivos, o dispersos fuera de estos sistemas (Vargas Tierras et al., 2018).

Figura 7: Cobertura de la tierra

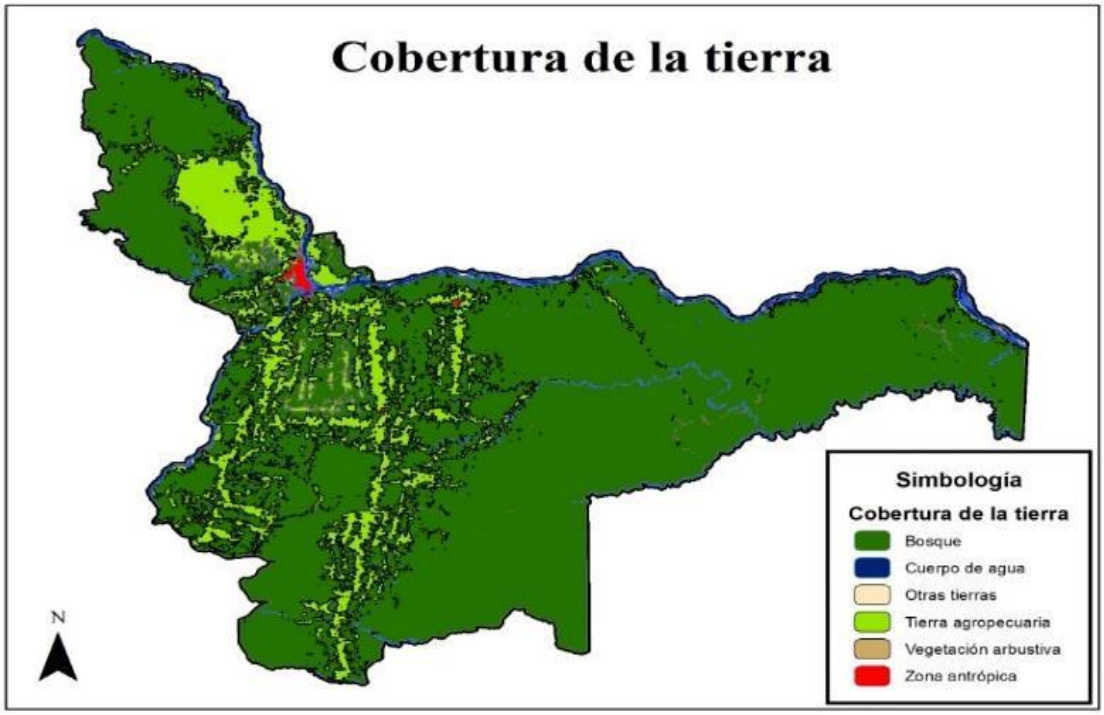


Tabla 6: Cobertura de la tierra (ha)

Cobertura	Área (ha)	%
Bosque	553122	80,57
Cuerpo de agua	14098	2,05
Otras tierras	2054	0,30
Tierra agropecuaria	113038	16,47
Vegetación arbustiva	1165	0,17
Zona antrópica	3026	0,44

En el cantón Francisco de Orellana predomina el tipo de ecosistema Bosque Siempreverde de Tierras Bajas del Napo-Curaray (449.412 ha) correspondiente al

65,45% y el Bosque Siempreverde de Tierras Bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá con 63.886 ha que corresponde a 9,30% (Figura 8). Se identificaron diferentes tipos de bosques inundables de los cuales predominan tres, tales como Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen andino y de Cordilleras Amazónicas (6.791 ha) que corresponden al 0,99%, Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía con 32.061 ha que corresponden al 4,67%, Bosque inundado de palmas de la llanura aluvial de la Amazonía con 13.422 ha que corresponden al 1,95% (Tabla 7).

Figura 8: Ecosistemas

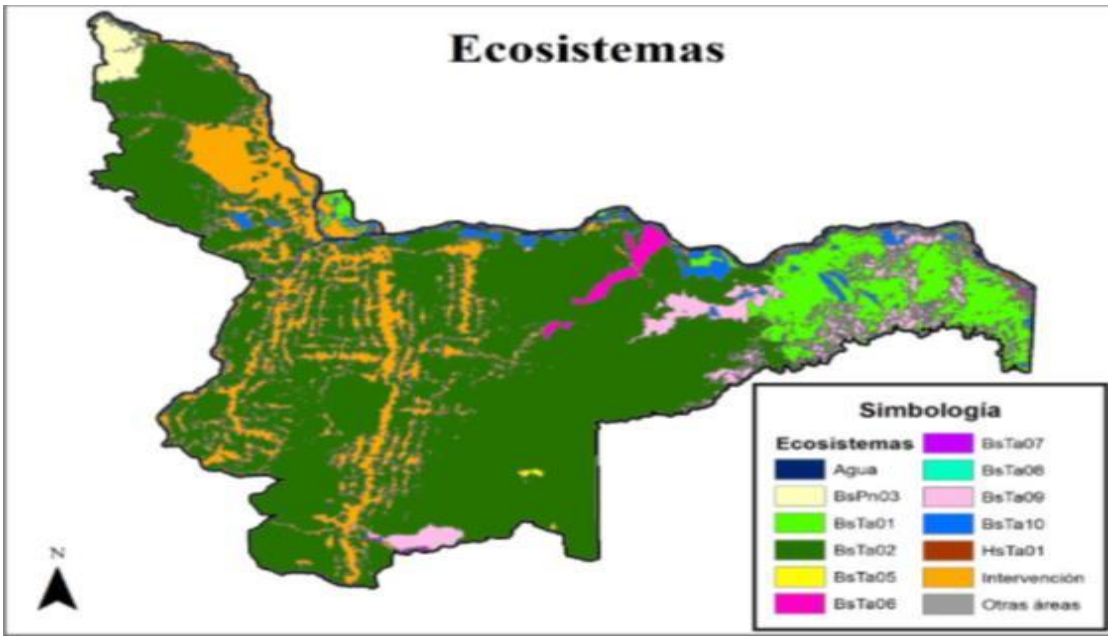


Tabla 7: Tipos de ecosistema

Ecosistema	Código	Área (ha)	%
Agua	Agua	10209	1,49
Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen amazónico	BsTa07	404	0,06
Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen andino y de Cordilleras Amazónicas	BsTa06	6791	0,99
Bosque inundable y vegetación lacustre-riparia de aguas negras de la Amazonía	BsTa08	22	0,00
Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía	BsTa09	32061	4,67
Bosque inundado de palmas de la llanura aluvial de la Amazonía	BsTa10	13422	1,95
Bosque siempreverde de tierras bajas con bambú de la Amazonía	BsTa05	549	0,08

Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá	BsTa01	63886	9,30
Bosque siempreverde de tierras bajas del Napo-Curaray	BsTa02	449412	65,45
Bosque siempreverde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	BsPn03	7315	1,07
Herbazal inundado lacustre-ripario de la llanura aluvial de la Amazonía	HsTa01	1601	0,23
Intervención	Inter01	98714	14,38
Otras áreas	OA01	2222	0,32

Con la ayuda de la herramienta *Weighted Overlay* del programa ArcGIS 10.5, se identificaron las áreas idóneas para el establecimiento de Arabisco (*Jacaranda capaia*) en el cantón Francisco de Orellana donde se han identificado diferentes áreas bajo criterios de ponderación.

De tal manera, las variables se han clasificado en nueve categorías: valores de 1 a 5 representan los mejores valores de idoneidad, mientras que los valores de 6 a 8 representan los peores valores de idoneidad (Malczewiski, 2004).

En este estudio no se pudo identificar zonas idóneas con ponderación 1 “la mejor opción para la decisión final”, pero se identificaron áreas con ponderación 2, las mismas que ocupan 6.893 ha (1,01%) del área total, estas áreas son una excelente opción para la decisión final (Figura 9). De igual manera salieron áreas de ponderación 3, las cuales ocupan un área de 234.273 ha (34,28%) del área de estudio. Con ponderación 4 se identificaron 296.326 ha (43,36%), las cuales son una buena opción para la decisión final (Tabla 8). Estas zonas del cantón podrían ser destinadas para el establecimiento de plantaciones forestales de la especie *Jacarandá copaia*, para uso industrial en la extracción de celulosa que tiene alta demanda a nivel mundial y por ser una especie que se desarrolla de forma adecuada en las condiciones edafoclimaticas del lugar de estudio. Plantar esta especie podría mejorar las condiciones de vida de los habitantes del cantón Orellana.

Figura 9: Ponderación de criterios (Weighted Overlay)

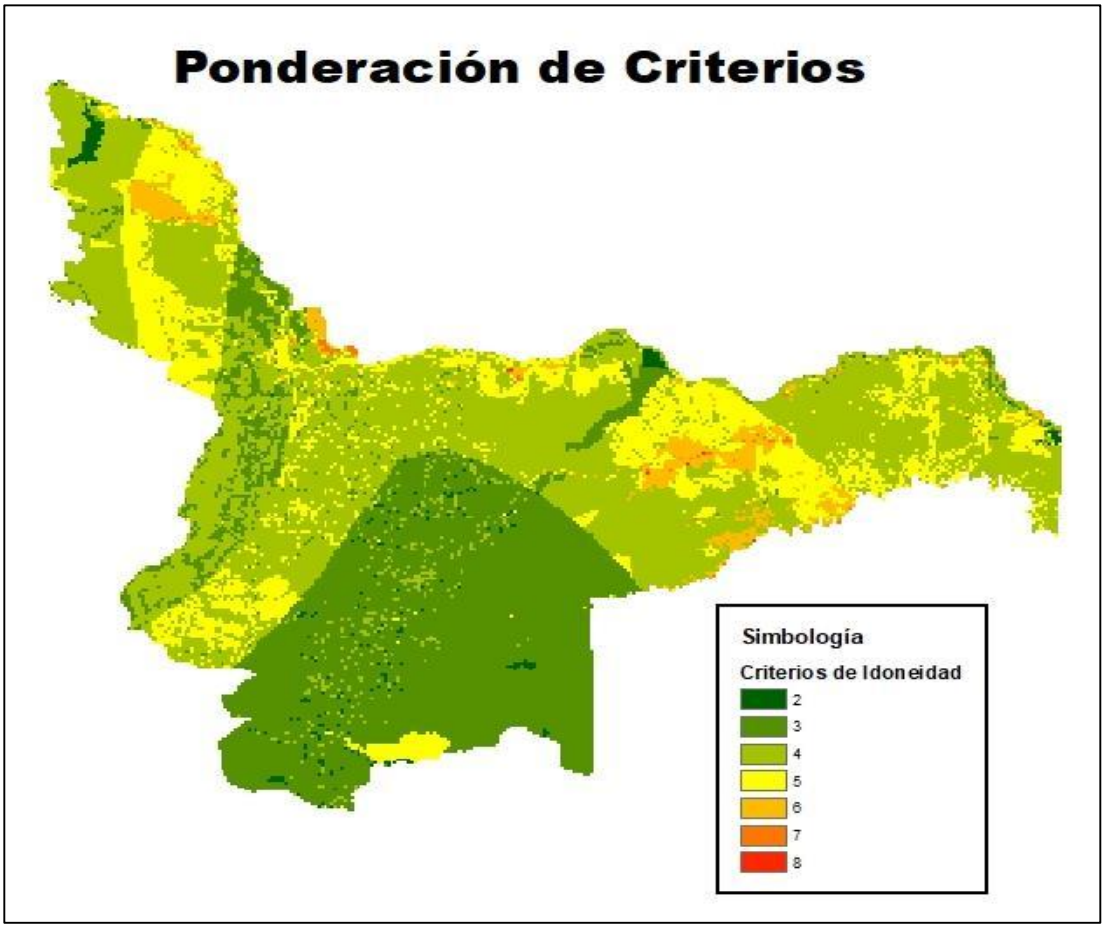


Tabla 8: Ponderación de criterios áreas y porcentaje

Ponderación	Area (ha)	%
2	6893	1,01
3	234273	34,28
4	296326	43,36
5	120000	17,55
6	24231	3,55
7	1565	0,23
8	137	0,02

4. CONCLUSIONES

Para determinar los factores edafoclimáticos que influyen en el establecimiento del cultivo de Arabisco (*Jacaranda copaia*), se analizaron factores como el tipo de suelo a nivel de orden, temperatura, precipitación tipo de ecosistema y cobertura de la tierra; además se realizó una revisión bibliográfica y se comparó la información encontrada en artículos científicos, libros, fichas técnicas, etc.

Por lo tanto, en el cantón Orellana predominan los Suelos Inceptisoles, con un área total de 507.847 ha (73,97%), estos suelos cumplen con los requerimientos de la especie propuesta ya que ella tolera suelos con inundaciones temporales, de textura areno-arcillosos o ligeramente fangosa, pH ácido a ligeramente ácido. En cuanto al factor temperatura, se determinó que el 95,29% (654.216 ha) del área total, la temperatura promedio es 24 a 26 °C, el Arabisco crece en áreas donde la temperatura promedio de 25°C. En Francisco de Orellana, el 64,96% (446.014 ha) de la precipitación es 2000-2500; 2500-3000 mm/año, el requerimiento que demanda la especie en precipitación anual fluctúa entre 600 y 3000 mm/año, por lo tanto, el factor precipitación es el óptimo para el cultivo de Arabisco. El tipo de ecosistema que predomina es el Bosque Siempre verde de Tierras Bajas del Napo-Curaray (449.412 ha) correspondiente al 65,45% del total del área. La cobertura de la tierra en Orellana es de tipo Bosque con 553.122 (80,57%) del total de la superficie.

Para realizar el análisis multi criterio y la elaboración de cartografía temática se utilizó la herramienta Weighted Overlay del programa ArcGIS 10.5. Se delimitaron áreas idóneas para el establecimiento de Arabisco (*Jacaranda capaia*) en el cantón Francisco de Orellana de tal manera que no hay zonas idóneas con ponderación 1 “la mejor opción para la decisión final”, pero si se identificó áreas con ponderación 2, las mismas que ocupan 6.893 ha (1,01%) del área total. Estas áreas son una muy buena opción para la decisión final, en estas zonas del cantón podrían ser destinadas para plantaciones forestales de la especie *Jacarandá copaia* para uso industrial, como la extracción de celulosa que tiene alta demanda a nivel mundial.

5. REFERENCIAS

Aguirre Ruiz, A. (2009). Determinación de las propiedades físicas a tres alturas del fuste de Huamanzamana (Jacanda copaia (Aubl.) D. Don.) procedente del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Antao, M. (2015). The Use Of Analytical Hierarchy Process In Spatial Decision Support System For Land Use Management. (Master of Science in Geospatial Technologies), Universidad Nova de Lisboa, Portugal. Recuperado de https://run.unl.pt/handle/10362/14547

Bermúdez, F. L. (1994). Degradación del suelo¿Fatalidad climática o mala gestión humana? Hacia una gestión sostenible del recurso en el contexto mediterráneo. *Papeles de geografía*, (20), 49-64.

Bodero, A. (2010). *Manual para el manejo y cultivo de jacaranda copaia arabisco*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/pobreza2/#

Calle, C. (2019). *Aplicación de sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio para modelar áreas idóneas para la crianza de trucha* [tesis, universidad nacional toribio rodríguez de mendoza de amazonas]. http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/1881/Calle%20Yunis%20Christian%20Ricardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Datos del Cantón Francisco de Orellana, accessed July 13, 2021, https://orellana.gob.ec/es/canton/datos-del-canton

FAO. 2020. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020 – Principales resultados. Roma. https://doi.org/10.4060/ca8753es

Harms, K., & Paine, C. (2003). Regeneración de árboles tropicales e implicaciones para el manejo de bosques naturales. *Ecosistemas*, *XII*(3), 1–16. https://doi.org/10.7818/226

Ibáñez, S., Gisbert, J. M., & Moreno, H. (2011). Inceptisoles. *Editorial Universidad Politecnica de Valencia*, 8. https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12884/inceptisoles.pdfanon

Jankilevich, S. (2012). Las cumbres mundiales sobre el ambiente Estocolmo, Rio y Johannesburgo 30 años de Historia Ambiental.

Jaramillo D. (2002). Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. pp.619

Kubes, N. M. E. (2019). Análisis Multicriterio basado en SIG para identificar potenciales áreas para establecer un relleno sanitario en el cantón Rumiñahui de la provincia Pichincha, Ecuador (tesis de pregrado). Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador.

Malczewski, J. (2004). GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview.

Mapa intercativo del MAAE, http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/

Mena, C. (2010). Deforestación en el Norte de la Amazonía Ecuatoriana: del patrón al proceso, en Polemika, Nº 5, revista del Instituto de Economía de la Universidad San Francisco de Quito,https://gcg.universia.net/article/view/457/etica-empresarial-responsabilidad-social-corporativa-rsc-creacion-valor-compartido-cvc-

Mendoza, Z. A., & León, N. (2012). Conocimiento inicial de la fenología y germinación de diez especies forestales nativas en El Padmi, Zamora Chinchipe. CEDAMAZ, 2(1).

Nieto, V. M., & Rodriguez, J. (1988). Jacaranda copaia. *Manual de Semillas de Arboles Tropicales*, 509–510. https://rngr.net/publications/manual-de-semillas-de-arboles-tropicales/parte-ii/especies-j/at_download/file

Paspuel Revelo, L. (2002). *La conservación y uso sustentable de la biodiversidad en el Ecuador* (Master's thesis, Quito, Ecuador).

Peña, J. (2010). Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio. Editorial Club Universitario.

Posada, H. (2015). Evaluación multicriterio y SIG., como herramientas para la gestión territorial: Caso de estudio ubicación del terminal de transporte en Zipaquirá Cundinamarca (Trabajo de grado como requisito para optar al título de: Especialista en Gestión Territorial y Avalúos).

Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. International journal of services sciences, 1(1), 83-98

Sastre., O. P. (2010). Sistemas de información geográfica (SIG) técnicas básicas para estudios de biodiversidad. Instituto Geológico y Minero de España. Recuperado de http://librosysolucionarios.net/sistemas-de-informacion-geografica-sig-tecnicasbasicas-para-estudios-de-biodiversidad-pablo-sastre-olmos/

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (2009). Plan Nacional para elBuenVivir2009-2013(https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Agenda-zona-1.pdf

Soto, D., Maria, M., & Vargas, F. (2014). *Caracterización de formatos de almacenamiento, transporte y visualización de datos geográficos* [Articulo]. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4996729.pdf

Troyes, O. R., & Cuba, M. A. (2018). Blanqueamiento de pulpa mecánica de madera de jacaranda copaia (ciruelo) utilizando celulasas. *searching-science*, *1*(1), 13-13.

Vargas Tierras, Y. B., Prado-Beltrán, J. K., Nicolalde-Cruz, J. R., Casanoves, F., Virginio-Filho, E. de M., & Viera Arroyo, W. F. (2018). Caracterización y rol de los frutales amazónicos en fincas familiares en las provincias de Sucumbíos y Orellana (Ecuador). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, *19*(3), 485–499. https://doi.org/10.21930/rcta.vol19_num3_art:812

ANEXOS

Marco teórico

Áreas idóneas

Se entiende como área idónea, a la superficie de la tierra que será evaluada por varios factores tales como el suelo, altitud, humedad, topografía y del mismo por determinados criterios, los cuales nos garanticen un establecimiento exitoso de la especie propuesta. (En et al., 2012)

Aspectos botánicos y ecología del Arabisco

La *Jacaranda copaia*, está distribuida a lo largo de Centroamérica hasta américa del sur, desde costa rica hasta Brasil, esta especie forma parte de la familia Bignoniaceae, y tiene varios nombres comunes como: gallinazo, palo de fosforo, guitarro entre otros. Este árbol llega a medir una altura promedio de 42m de alto y 72cm de diámetro a la altura del pecho. Las tierras cubiertas de bosques que sido deforestadas para el avance del agro y la ganadería son lugares idóneos para que naturalmente o de manera inducida por los agricultores se establezcan bosques de especies heliófilas como el Arabisco. Esta especie se adapta perfectamente en zonas de climas tropicales lluviosos, bosques húmedos y mu húmedos, las temperaturas idóneas para el establecimiento de esta especie van desde los 18 y 38°C con una media de 25°C, se establece dentro de los 500 y 600 msnm. El valor de precipitación promedio al año tolerable es de 2.000 a 3.000 mm/año. La humedad relativa promedio anual debe oscilar entre 80%, entre máximos y mínimos de 90 a 60%. Los suelos idóneos para el Arabisco están estructurados por materiales parentales arcillosos muy ácidos y areniscas meteorizadas estratificadas, con una inclinación de hasta el 25% de pendiente (Nieto & Rodriguez, 1988)

Sistemas de Información Geográfica

Se denomina con SIG a un complejo sistemas de información conformado por sistemas como el software y hardware y procesos para tomar, manipular, interpretar, estudiar y representar datos georreferenciados, con el fin de dar solución a conflictos de gestión y planificación (Cristobal, 2006).

Análisis Multicriterio/ Evaluación multicriterio (EMC)

La evaluación multicriterio es una técnica en la cual fijamos un objetivo, posibles alternativas para llegar a concretar dicho objetivo que son debatidas por varios criterios los cuales se modelan mediante pesos que se ponderan y evalúan las alternativas para elegir la adecuada y finalmente elaborar un análisis de sensibilidad el cual tiene como fin considerar la posibilidad de efectuar algún cambio al final del trabajo. (Cristobal, 2006)

El modelo de datos raster

Gestiona la información continua en el espacio, divide el espacio en una matriz de celdas o píxeles y cada celda representa un valor de información o una región geográfica (Soto-Durán et al., 2014).

El modelo de datos vector

Gestiona la información discreta, los datos establecen un sistema de coordenadas representados en punto, línea y polígono (Soto et al., 2014). Un punto está representado por un par de coordenadas (X,Y), una línea por un conjunto de coordenadas que corresponden a sus vértices (X1Y1; X2Y2; X3Y3....) y un polígono por una línea cerrada y rellena que generan un área (Sastre, 2010).

Shapefile

Guarda información de figuraras geométricas y además contenido de atributos para las características espaciales (Soto-Durán et al., 2014).