Zonificación ambiental para un sistema agroforestal en la producción de maracuyá (*Passiflora edulis Sims*) y cholupa (*Passiflora maliformis L.*) en dos zonas del departamento de Huila, Colombia.

escala 1:100.000

Manuel Montero & Ricardo Laiton.
Agosto 2016.

Ms.C I.F. Alberto Figueroa Fernández
I.I. Viviana Paola Obando Rodríguez

Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
Proyecto Curricular de Ingeniería Ambiental

Resumen

Este proyecto realizado en la modalidad de pasantía fue presentado con el propósito de poner en práctica lo aprendido en el proyecto curricular de ingeniería ambiental y en respuesta a las necesidades de la fundación Planeta vivo Bta, la cual como parte de la formulación de un proyecto piloto de producción de pasifloráceas, requirió como insumo técnico para la toma de decisiones con criterios de sostenibilidad ambiental que se identificaran áreas con potencial para la producción de Maracuyá y Cholupa en el departamento del Huila, es por esto que como ingenieros ambientales se realizó una evaluación integral de aptitud de tierras, utilizando criterios que permitieron evaluar 937.503,93 Ha de la subregión norte del Huila, identificando áreas favorables donde los usos evaluados de Maracuyá y Cholupa de manera global fueran biofísicamente apropiados, socialmente aceptables, económicamente factibles y buscando el menor impacto negativo sobre el medio ambiente.

Abstract

This project was made in the modality of internship in order to implement what has been learned in the curriculum project of environmental engineering and in response to the needs of the Planeta Vivo Bta Foundation, which as part of the formulation of a pilot project for the production of Pasifloráceas, required as a technical input for decision-making with environmental sustainability criteria that areas with potential for the production of Maracuyá and Cholupa in the department of Huila, Colombia were identified. Which is why, as an environmental engineers a land evaluation was made, using criteria that allowed evaluate 937,503.93 hectares to northern subregion of Huila, identifying favorable areas where land utilization types of Maracuyá and Cholupa were biophysically suitable, socially acceptable, economically feasible and seeking the least negative impact on the environment.

Tabla de Contenidos

Capítulo 1 Introducción e información general 1
Introducción 1
Justificación 3
Objetivos 5
Objetivo general. 5
Objetivos específicos. 5
Capítulo 2 Diseño metodológico. 6
Evaluación de aptitud de tierras 6
Clasificación de aptitud de tierras 6
Etapas Metodológicas de la Evaluación de Tierras 9
Componente Biofísico de la Evaluación de Tierras 9
Selección de las Unidades de Tierra. 10
Evaluación de las Unidades Cartográficas de Suelo. 11
Componente Socioeconómico de la Evaluación de Tierras. 15
Dimensión Económica. 15
Dimensión socio productiva. 15
Dimensión Ambiental y Limitante Legal. 19
Amenazas naturales. 19
Susceptibilidad por inundaciones y encharcamientos 19
Susceptibilidad por movimientos en masa 21
Limitantes Legales Para el Uso del Territorio 22
Capítulo 3 Descripción y análisis de resultados. 24
Capítulo 4 Evaluación y cumplimiento de los objetivos de la pasantía. 29
Capítulo 5 Conclusiones y recomendaciones. 30
Conclusiones. 30
Recomendaciones. 31
Bibliografía 32
Anexos 34

Lista de tablas

Tabla1. Estructura de la clasificación de tierras. 7
Tabla2. Relaciones entre las unidades cartográficas de suelos y las interpretaciones..... 12
Tabla3. Evaluación de la disponibilidad de oxigeno representada por el Drenaje natural para el uso de Maracuyá. 14
Tabla4. Matriz de variables de análisis para la evaluación de aptitud de tierras..... 16
Tabla5. Clasificación de pendientes por susceptibilidad a inundaciones y encharcamientos. 20
Tabla6. Clasificación de la curvatura por susceptibilidad a inundaciones y encharcamientos. .. 21
Tabla7. Resultados del mapa de zonificación de aptitud para maracuyá. 25
Tabla8. Resultados del mapa de zonificación de aptitud para Cholupa. 25
Tabla9. Matriz de evaluación de cumplimiento de objetivos. 29

Lista de figuras

Figura 1. Etapas desarrolladas en la evaluación de tierras..... 9
Figura 2. Condicionantes legales del territorio que limitan uso productivo. 23
Figura 3. Distribución De La Aptitud Municipal – Cholupa. 26
Figura 4. Distribución De La Aptitud Municipal – Maracuyá..... 27

Capítulo 1

Introducción e información general

Introducción

La Fundación Planeta Vivo Btá, es una organización de carácter no gubernamental, especializada en la prestación de servicios profesionales en medio ambiente, obras forestales y disciplinas a fines, tanto para el sector público como privado dentro del territorio colombiano, propendiendo por el mayor beneficio social y ambiental. Dentro de su razón social, es de interés para la organización abordar las diversas problemáticas que afrontan los territorios rurales en sus dimensiones socioeconómica y ambiental, debidas a la subutilización o sobre explotación de la tierra; esta temática es abordada por la organización desde la formulación, desarrollo e implementación de proyectos agroecológicos con criterios de sostenibilidad ambiental y financiera, como un medio para disminuir los costos ambientales de los conflictos hombre - naturaleza, al mismo tiempo que mejora la competitividad y productividad del sector agrícola.

En este sentido, como parte de la formulación de un proyecto piloto de producción de pasifloráceas, la Fundación Planeta Vivo requiere como insumo técnico para la toma de decisiones con criterios de sostenibilidad ambiental que se identifiquen áreas con potencial para la producción de maracuyá y Cholupa en el departamento del Huila, bajo estas circunstancias, la fundación solicita el apoyo de ingenieros ambientales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas para conseguir su objetivo. La manera más apropiada para abordar este requerimiento se da desde la visión del manejo técnico

ambiental, en el que se busca dar un uso apropiado al suelo, identificando a su vez que para este caso se requiere una evaluación integral de aptitud de tierras, enfoque propuesto por la FAO (1976) y que reconoce que las tierras no tienen un valor único general para ser utilizadas en cualquier actividad, sino que este valor depende del tipo de uso que se les pretenda dar, así, se evalúa el desempeño que tiene la tierra cuando es usada para un propósito específico, propendiendo que sea biofísicamente apropiado, socialmente aceptable, económicamente factible y que no ocasione impactos negativos sobre el medio ambiente.

La confrontación de los requerimientos de las especies de Maracuyá y Cholupa con la oferta natural de la tierra es el punto focal de proceso de evaluación que permite establecer niveles de aptitud en el área bajo estudio, cumpliendo de esta forma con el requerimiento de la Fundación Planeta Vivo Bta.

Justificación

La tierra posee una gran variedad de funciones ambientales, económicas, sociales y culturales que son clave para la vida (2007). Estas funciones son generalmente interdependientes y la forma en la que se presenta esta interdependencia, da pie a que se tomen decisiones que priorizan unos usos sobre otros, sin embargo, estas decisiones están sujetas a las características de la tierra que condicionan su uso, si bien las decisiones que toman las personas o las organizaciones pueden no tener en cuenta estas características en su totalidad, las consecuencias se verán representadas en pérdidas e incluso en la degradación futura del recurso tierra y en los costos que se deben asumir en procura de mantener unos niveles de productividad (UPRA, 2013). Muchos tipos de usos de la tierra, agrícolas o no, son llevados a cabo de forma y en lugares inadecuados, lo que ha resultado en pobreza, degradación ambiental, explotaciones económicamente ineficientes y pérdida de recursos naturales como el suelo o el agua. (Aranda, Calero, Martín-García, Montejo, & Serrano, s. f.), para garantizar que las actividades productivas y los emprendimientos se desarrollen apropiadamente, se debe considerar que un buen uso del suelo depende de las condiciones económicas, socio-productivas, y culturales, además de las características edafoclimáticas y su respuesta al uso. En este sentido, ante la necesidad de conocer la extensión y localización de las mejores tierras para producir alimentos e insumos para la industria, y la preocupación del deterioro ambiental que pueden causar usos inapropiados de la tierra, es que se justifica aplicar la evaluación de tierras propuesta por la (1976), que al utilizar gran cantidad de información se orienta a identificar la aptitud que tiene la tierra para usos específicos, constituyéndose como una herramienta

de planeación que bajo una metodología física cualitativa puede dar una visión global de las oportunidades y limitaciones de uso de la tierra en un territorio específico.

Teniendo en cuenta que la Fundación Planeta Vivo Vta. hasta el momento ha logrado definir el proyecto que quiere realizar, ya que ha identificado el potencial de la cadena productiva de las pasifloras y se propone como objetivo cultivar Maracuyá y Cholupa, precisa de conocer en el contexto el comportamiento de las condiciones claves de la tierra que permitan alcanzar su objetivo. Esto es precisamente lo que hace un estudio de prefactibilidad, cuyo fin es indicar una alternativa prometedora en la cual la fundación puede enfocarse, de esta forma, este trabajo que parte de la evaluación de aptitud de tierras se encuentra enmarcado en una etapa de prefactibilidad de un proyecto de inversión como insumo técnico que permite dar a la fundación como futura usuaria de la tierra una visión global de cuán difícil sería el manejo o cuán favorable sería, si la tierra bajo estudio se dedica a los usos propuestos en el proyecto de inversión, dando así, unas alternativas favorables donde la organización puede fincar sus esfuerzos en un análisis cuantitativo de mayor detalle que lleve a determinar una localización para el proyecto, cumpliendo así sus expectativas.

Objetivos

Objetivo general. Hacer una Evaluación multicriterio para determinar el comportamiento de la aptitud de las tierras de la subregión Norte del departamento del Huila para su uso en el cultivo de Maracuyá y Cholupa.

Objetivos específicos.

- ✓ Identificar los requerimientos ecofisiológicos de las especies Maracuyá *(Passiflora edulis Sims.*) y Cholupa (*Passiflora maliformis L.).*
- ✓ Evaluar la aptitud biofísica y socio-económica del área de estudio para su utilización en la producción de Maracuyá y Cholupa.
- ✓ Generar cartografía temática del área de estudio que permita representar y conjugarlos grados de aptitud para cada especie.
- ✓ Excluir las áreas que por sus condiciones ambientales y legales son no aptas para la implementación del proyecto productivo.

Capítulo 2

Diseño metodológico.

Evaluación de aptitud de tierras

El siguiente trabajo hace uso de la propuesta metodológica para la evaluación de tierras con fines agropecuarios a nivel nacional, escala 1:100.000 desarrollado por la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria –(UPRA, 2013), así como de la propuesta de zonificación de especies pasifloráceas en Colombia, Martínez et al. (2009) y de la experiencia de zonificaciones de este mismo tipo realizadas en otros cultivos, en Colombia; La evaluación de aptitud de tierras inicialmente propuesta por la FAO (1976), es considerada como un sistema estándar de referencia en todo el mundo, en el cual, se considera la evaluación de tierras como un esquema que agrupa un conjunto de procedimientos metodológicos para evaluar el desempeño que tiene la tierra cuando es usada para un propósito específico, esto implica la interpretación de estudios sobre el relieve, el suelo, el clima y otros aspectos con la intención de evaluar unidades de tierra (UT) para tipos de uso de tierra dados (TUT), que garanticen rendimientos sostenidos con un mínimo deterioro ambiental (Flores & Parra, 1998).

Clasificación de aptitud de tierras

El proceso de calificación de aptitud de tierras es la valoración y agrupamiento de áreas específicas de tierra en términos de su aptitud para un uso definido (1976). La estructura propuesta por la FAO, (1976) para la clasificación de aptitud de tierras

reconoce las mismas categorías en todos los tipos de clasificación interpretativa de la siguiente forma:

Tabla1. Estructura de la clasificación de tierras.

Ordenes de aptitud de suelos	Refleja los tipos de aptitud
Clases de aptitud de suelos	Refleja los grados de aptitud dentro de los órdenes.
Subclases de aptitud de suelos	Refleja los tipos de limitaciones dentro de las clases.

*Fuente**:** FAO. (1976). A frameworkforlandevaluation (Boletín de Suelos No. 32). Roma, Italia. Recuperado a partir de http://www.fao.org/docrep/ X5310E/x5310e00.htm#Contents:*

Los órdenes definen si la tierra es apta (A) o no apta (N), para el tipo de uso en estudio, acorde con la FAO(1976) las tierras aptas son aquellas en las cuales se espera que un uso sostenido del TUT traiga beneficios que justifiquen la inversión sin un riesgo inaceptable al ambiente, mientras que las no aptas tienen cualidades que parecen imposibilitar el uso sostenido del TUT bajo estudio.

Las clases reflejan el grado de aptitud y son subdivisiones de los órdenes, para la presente evaluación y siguiendo la propuesta de la (UPRA, 2013)se propusieron cuatro clases dentro de los órdenes de tierras aptas y no aptas:

A1: Son las tierras que no presentan restricciones significativas para el uso sostenible del TUT en estudio.

A2: Son tierras aptas pero que presentan limitantes para su uso sostenible, que reducen la producción o que aumentan los costos pues requieren aplicación de insumos en cantidades mayores que las tierras clase A1.

A3: Son tierras que en la actualidad presentan fuertes restricciones biofísicas y socioeconómicas las cuales pueden llegar a ser usadas a través de grandes inversiones económicas y tecnológicas.

N1: Son tierras que presentan limitaciones imposibles de superar o que parecen imposibilitar su uso sostenido.

N2: Exclusiones Legales.

Las subclases reflejan el tipo de limitación de la tierra en términos de las características evaluadas para el estudio, así, la clase A2 de Cholupa puede tener subclase A2-dn o A2-ps, indicando que la limitante en el primer caso es el drenaje natural y en el segundo la Pedregosidad en superficie.

Para la consecución de los objetivos de la evaluación de tierras, este estudio se estructura jerárquicamente desde las dimensiones Biofísicas, Económica y Socio-productiva, las cuales se componen de criterios que son las unidades básicas de análisis para establecer la aptitud de la tierra.

Consecuentemente a lo anterior, y sujeto a que el área de evaluación de tierras y la definición de los TUT responde a los intereses expresados por la Fundación planeta vivo, la evaluación de aptitud de tierras de la subregión Norte del departamento del Huila se desarrolló en las siguientes etapas:

Etapas Metodológicas de la Evaluación de Tierras

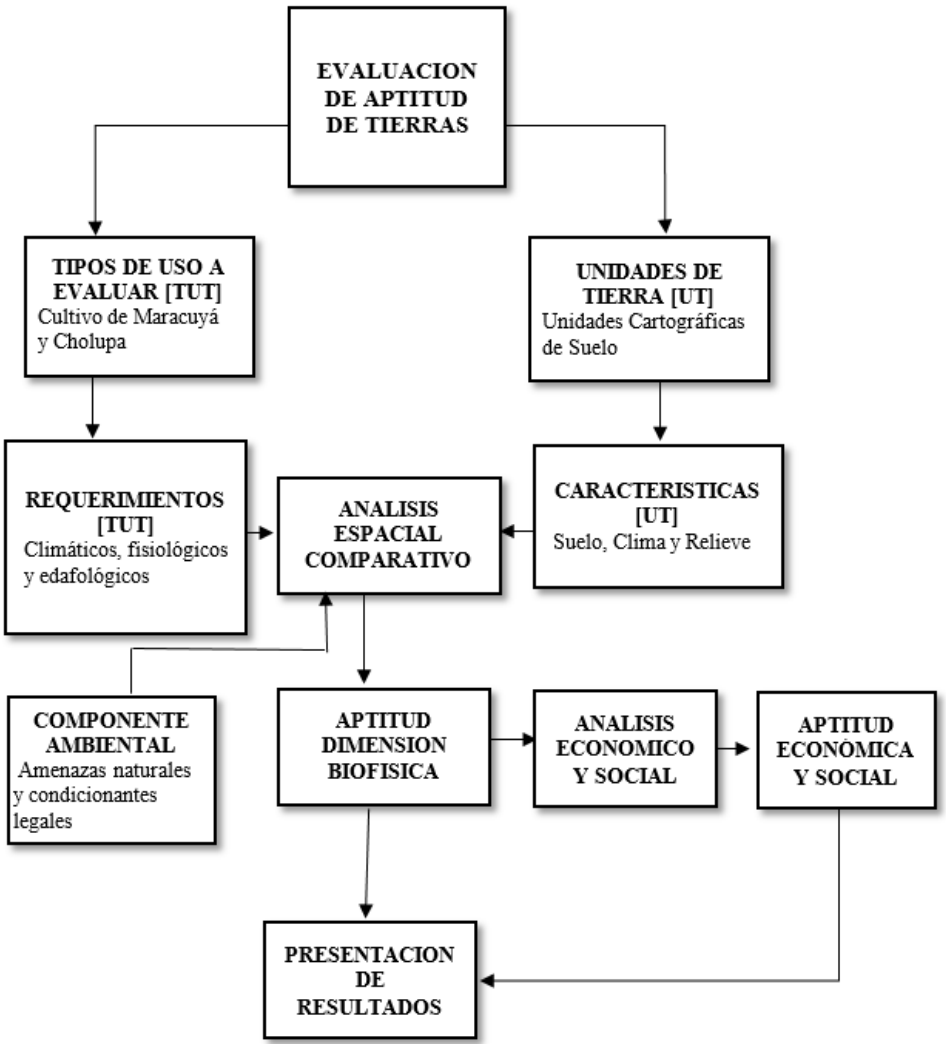

Figura 1. Etapas desarrolladas en la evaluación de tierras. Adaptado de UPRA (2013)

Componente Biofísico de la Evaluación de Tierras

En una primera etapa se caracterizaron los requerimientos biofísicos de los TUT, los cuales están en función de las características de la tierra en términos climáticos y edafológicos para las especies bajo estudio: Maracuyá (*PassifloraedulisSims*) y Cholupa (*Passifloramaliformis L.),*la caracterización se dio a través de una revisión bibliográfica

extensa de publicaciones científicas que dan cuenta de la eco fisiología de las especies, y que representan el trabajo de varios expertos y su experiencia en el manejo de las mismas, dando como resultado un inventario general de criterios de evaluación mínimos necesarios para la evaluación de tierras que garantizan el óptimo desarrollo de los cultivos y un buen rendimiento si se implementan sobre la base de la sostenibilidad ambiental y la viabilidad económica.

En una segunda etapa, se seleccionaron las Unidades de Tierra (UT) para el análisis biofísico, las cuales, como porciones de la superficie terrestre, constituyen la unidad básica espacial que sustenta la evaluación de tierras(Flores & Parra, 1998), puesto que sus características espaciales y atributos diferenciados son utilizados como características y/o cualidades para ser confrontados con los requerimientos de los TUT, a fin de alcanzar el propósito de la evaluación de tierras(UPRA, 2013), que para este caso es el de determinar o predecir el comportamiento de la aptitud de las tierras de la subregión norte del departamento del Huila para su uso en el cultivo de Maracuyá y Cholupa.

Selección de las Unidades de Tierra. Como las unidades de tierras deben ser lo más homogéneas posible y tener un valor funcional practico en relación al uso de la tierra, esta información normalmente es derivada de los estudios de suelos; para este trabajo se hizo uso del estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento del Huila, escala 1:100.000 IGAC, (s.f.), por lo que las UT son las Unidades Cartográficas de Suelo (UCS), las cuales reúnen un conjunto de características especializadas en un mapa, que se identifican con una leyenda de suelos y se describen

con los perfiles modales de sus componentes taxonómicos, todos estos contenidos en el estudio.

Con base a lo anterior, con cada característica del suelo (Ver tabla 5) se evaluó las unidades de suelo comparándolas con los requerimientos del cultivo de maracuyá y Cholupa y se calificó el grado de aptitud individual de cada característica, con lo cual se obtuvo un mapa intermedio de aptitud edáfica.

Evaluación de las Unidades Cartográficas de Suelo. Una vez definidas las unidades de tierra, se extrajo la información necesaria de sus características, las cuales se describen en los perfiles de las unidades cartográficas de suelo (UCS), sin embargo, ya que los estudios de suelo en el país presentan unidades de mapeo heterogéneas es necesario ajustar la interpretación de estas para cada caso dependiendo de si se trata de Asociaciones, Complejos o Consociaciones de suelo:

Acorde con lo descrito por la (UPRA, 2013) las Consociaciones de suelo son unidades cartográficas homogéneas en las que el área delimitada está dominada por una clase de suelos de la que se conoce su extensión, forma y localización y por suelos similares, por lo que el análisis en este trabajo se centró en el componente dominante, mientras que para asociaciones y complejos, que se caracterizan porque los componentes principales son suficientemente diferentes en morfología o comportamiento, de tal forma que la unidad toma el nombre de los dos componentes dominantes, fue necesario que la interpretación contrastara las características de los perfiles modales dominantes (dos o más) contra los requerimientos del tipo de utilización seleccionado y esto resulta en dos o más interpretaciones, por lo que la evaluación de una asociación da origen a una asociación

de interpretaciones por uso analizado (UPRA, 2013), en los complejos, los suelos se entremezclan tan intrincadamente que es imposible separarlos en los mapas y asociar interpretaciones, por lo que la evaluación se centra en el componente más limitante dentro de la unidad.

Un grupo no diferenciado consiste de dos o más componentes que no están consistentemente asociados geográficamente y que por lo tanto no siempre se encuentran juntos en la misma unidad cartográfica, pero son incluidas en la misma unidad por que el uso y el manejo es muy similar (Fadda, n.d.), lo que da pie a una sola interpretación.

Tabla2. Relaciones entre las unidades cartográficas de suelos y las interpretaciones.

Unidad cartográfica	***Características***	***Tipo de evaluación***
Consociación	Un suelo dominante	Interpretación para el suelo dominante.
Asociación	Dos o más suelos dominantes	Asociación de interpretaciones una para cada uno de los componentes y para inclusiones limitativa.
Complejo	Dos o más suelos dominantes	Interpretación para cada uno de los componentes, la unidad se califica con el componente más limitativo.
Grupo no Diferenciado	Dos o más suelos dominantes	Una sola interpretación, por compartir el mismo grado de limitación.

Fuente: CIAT. (1999). GUIA PARA LA CARTOGRAFIA DE LOS NIVELES DE RESTRICCION DE LOS SUELOS, UTILIZANDO EL SISTEMA DE INFORMACIONGEOGRAFICA «MAPMAKER POPULAR» Y LA HOJA ELECTRONICA EXCEL. Recuperado a partir de http://gisweb.ciat.cgiar.org/website/googleearth/LLANOS/reunion/Savanas/DOCUMENTACION/Nathalie_B/Reference/Rodriguez_1999.pdf

Dado que en el área de estudio solo se presentan Complejos y predominantemente Asociaciones de suelo, el análisis se vuelve complejo por la gran cantidad de interpretaciones de la aptitud del suelo que pueden darse en el área, ante esta situación, se siguió la metodología propuesta por (Rodriguez et al, 1999) para la cartografía de los niveles de restricción de los suelos; según esto, la información extraída del estudio de suelos se codifico según los rangos estandarizados por el IGAC para cada característica del suelo, optimizando el análisis de la información, al poder construir un algoritmo que permite modelar las características del suelo y especializar sus rangos de aptitud en donde sean aptas (A) o no aptas (N).

El diseño y desarrollo de la formula lógica a emplear fue cuidadosamente realizado para las situaciones que se presentaban en el área específica de este estudio y las unidades de suelo que lo conforman, la tabla 3 presenta de forma simplificada la calificación de disponibilidad de oxigeno representada por el Drenaje Natural para el uso de Maracuyá.

Tabla3. Evaluación de la disponibilidad de oxigeno representada por el Drenaje natural para el uso de Maracuyá.

UCS	***Tipo de unidad***	***TEX***	***PE***	***DN***	***RH***	***pH***	***PS***	***Clase de aptitud***	***Subclase de aptitud***
LVA	Asociación	A2	N	A2	A2	N	A1	N	N-pe-pH
LVB	Asociación	A2	A2	A1	A1	A2	A1	A2	A2-tex-pe-pH
LVC	Asociación	A2	A1	A1	A1	A3	A1	A3	A3-pH
LVD	Asociación	A2	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A2-tex
LWA	Asociación	A2	N	A2	A2	A2	N	N	N-pe-ps
LWB	Asociación	A2	A2	A1	A2	A1	N	N	N-ps
LWB	Asociación	A2	A2	A1	A2	A1	N	N	N-ps
LWD	Asociación	A2	A1	A1	A2	A2	A1	A2	A2-tex-rh-pH
LYA	Asociación	N	N	A1	N	A2	N	N	N-tex-pe-rh-ps
MEA	Asociación	A3	A2	A1	A1	A2	A1	A3	A3-tex
MHA	Asociación	A2	A2	A2	A1	A2	A1	A2	A2-tex-pe-dn-pH
MHC	Asociación	A1	A2	A2	A1	A2	A1	A2	A2-pe-dn-pH
MLA	Asociación	A1	A2	A1	A1	A3	N	N	N-ps

Tex: *textura;* ***PE****: Profundidad Efectiva;* ***DN****: Drenaje Natural;* ***RH****: Régimen de Humedad;****PS****: Pedregosidad en Superficie.*

Sin embargo, cabe resaltar que el estudio de aptitud biofísica no se limitó a las características extraídas del estudio de suelos, sino que este proceso llevó a la obtención de un mapa intermedio de aptitud edáfica que posteriormente se complementó con variables climáticas y de relieve en respuesta a los requerimientos de los cultivos de Maracuyá y Cholupa (ver tabla 5); así mismo se incluyó el riesgo de erosión y Amenazas Naturales como la inundabilidad y los movimientos en masa por el efecto negativo que pueden tener sobre la productividad de las unidades de tierra y por el costo ambiental que representan.

Finalmente el contraste de los requerimientos de los cultivos y la oferta de la tierra, mediante un análisis espacial comparativo permitió evaluar la aptitud de la dimensión biofísica de la subregión norte del departamento del Huila para el cultivo de Maracuyá y Cholupa.

Componente Socioeconómico de la Evaluación de Tierras.

Dimensión Económica. Para el análisis de la dimensión económica se seleccionaron los criterios considerados como los más importantes para el desarrollo de proyectos agrícolas y forestales, estos criterios son el costo de la tierra rural, la conectividad (relacionada la infraestructura vial) y la disponibilidad de mano de obra al interior de cada uno de los municipios(UPRA, 2014).

Estos criterios fueron evaluados a partir de variables interpretadas por medio de ponderaciones y clasificaciones de información secundaria obtenida de instituciones como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), por otra parte la Agencia Nacional de Infraestructura en cuanto al desarrollo vial del Proyecto Santa Ana Mocoa-Neiva.

Dimensión socio productiva. La dimensión socio productiva fue evaluada por medio de criterios de importancia para la el entorno de inversión en este sentido se evaluaron la seguridad ciudadana y la producción actual de maracuyá y Cholupa en cada uno de los municipios analizados, por medio de cifras oficiales de entidades gubernamentales y censos agropecuarios.

Tabla4. Matriz de variables de análisis para la evaluación de aptitud de tierras.

Dimensión	***Criterio***	***Parámetro***	***Operación***	***Fuente***	***Unidades***	***Tipo de dato***
Biofísica	Suelos	Profundidad	Calificación de Unidades Cartográficas de suelo	Estudio de Suelos IGAC 1:100.000	Centímetros (Cm)	Continuo
		Textura	Calificación de Unidades Cartográficas de suelo		Clases texturales	Nominal
		Drenaje Natural	Calificación de Unidades Cartográficas de suelo		Clases de drenaje	Nominal
		Régimen de Humedad	Calificación de Unidades Cartográficas de suelo		Clases de régimen	Nominal
		pH	Calificación de Unidades Cartográficas de suelo		Escala de pH	Continuo
		Pedregosidad en superficie	Calificación de Unidades Cartográficas de suelo		Grado de Pedregosidad	Nominal
	Clima	Temperatura	Interpolación	(Alarcon & Pabón, 2013)	°C	Continuo
		Precipitación	Interpolación	Estaciones IDEAM	mm/año	Continuo
		Brillo Solar	Calificación	(IDEAM, 2014)	Horas/año	Categórico
	Relieve y altitud	Pendiente	Estimación		Porcentaje	Continuo
		Altitud	Estimación	DEM	M.S.N.M.	Continuo
	Amenazas y Riesgos	Inundabilidad	Calificación del Nivel de Riesgo	Estudio de Suelos IGAC - DEM	-	Nominal

		Remoción en masa	Calificación del Nivel de Riesgo	Mapa de Amenaza por Movimiento en Masa 1:100.000 – S.G.C.	-	Nominal
		Erosionabilidad	Calificación del Nivel de Riesgo	Zonificación de la degradación de los suelos por erosión 1:100.000 – IDEAM	-	Nominal
Dimensión Económica	costo de la tierra rural		promedio del costo de los predios rurales	(Unidad de Planificación Rural Agropecuaria & Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2014)	-	categórico
	Conectividad	densidad de vías	Se calculó la densidad de vías en cada una de las veredas de los municipios para el cálculo de la densidad vial.	Calculado IGAC	-	categórico
	Mano de Obra	Disponibilidad de mano de obra	A partir de las proyecciones de población municipal del DANE para el año 2015 se clasifico el total de habitantes en el grupo de Población potencialmente activa para una posterior reclasificación e interpretación	proyecciones de población municipal DANE,(2015)	-	categórico

Dimensión Socio Productiva	seguridad ciudadana	promedio de homicidios, incidentes y accidentes con minas antipersonal e índice de intensidad de desplazamiento de cada uno de los municipios en los años 2013, 2014 y 2015	se calculan los promedios de cada una de las variables y se clasifican para su posterior ponderación y reclasificación en niveles de aptitud	comportamiento de homicidios (Inmlcf, 2013) - (Inmlcf, 2015), medicina legal. Estadísticas de la Dirección Contra Minas de la Presidencia de la republica (2016) Cifras de la Unidad de Victimas del gobierno (2016).	-	categórico
	actual producción de maracuyá y Cholupa	Área sembrada y producción en toneladas de cada municipio de maracuyá y Cholupa	Cada una de las variables se clasifican para su posterior ponderación y reclasificación en niveles de aptitud	Evaluación Agropecuaria del Huila, (2014)	-	categórico

Dimensión Ambiental y Limitante Legal.

Amenazas naturales.

Susceptibilidad por inundaciones y encharcamientos. La predisposición del terreno para ser inundado y permanecer encharcado es un riesgo que debe ser considerado a la hora de tomar decisiones para el establecimiento delos cultivos de maracuyá y Cholupa, ya que puede afectar el desarrollo de los mismo y causar pérdidas en la producción, e incluso causar pérdidas de insumos e infraestructura y afectar el suelo durante la operación del proyecto.

las pasifloráceas son altamente susceptibles al daño por las inundaciones y encharcamiento debido a sus raíces fibrosas y superficiales (García, 2002), los encharcamientos facilitan la aparición de enfermedades, como el *Fusarium sp.* (pudrición de la raíz) y la duración de las inundaciones y el encharcamiento, ocasionan daños por la imposibilidad que tienen las raíces de las plantas para llevar a cabo sus funciones fisiológicas en ausencia de oxígeno, en tanto que el agua en movimiento puede causar volcamiento, arranque del cultivo o cubrirlo con sedimentos, adicionarle sales o elementos contaminantes (UPRA, 2013).

El reconocimiento de la amenaza por inundaciones y encharcamientos consistió en la identificación de las zonas inundables, las cuales parten de las unidades cartográficas de suelo en las que coinciden tres aspectos: el primero es la presencia de un cuerpo de agua que genere la inundación; el segundo es el paisaje, centrando el análisis sobre aquellas unidades fisiográficas sometidas a las dinámicas de los ríos, tales como las de los valles aluviales, los vallecitos menores en paisajes de montaña y lomeríos, las cubetas y

bacines; y por último, la información de las unidades de suelo que diga que son suelos anegados, inundados o encharcados.

Una vez identificadas las zonas inundables se valoró el grado de susceptibilidad partiendo del concepto de que las zonas del cauce donde el flujo de agua aumenta su lámina y genera reboce, corresponde a áreas de baja inclinación y que por tanto las zonas de bajas pendientes son más susceptibles, por ello se generaron las pendientes a partir de un modelo digital de elevación - DEM y se reclasificaron teniendo como prelación las pendientes bajas, es decir, pendientes menores al 5 %; como resultado se obtuvieron los siguientes intervalos reclasificados de acuerdo a la metodología empleada por CORNARE para la zonificación del riesgo por inundabilidad (CORNARE, 2012):

Tabla5. Clasificación de pendientes por susceptibilidad a inundaciones y encharcamientos.

Intervalo	**0 – 3 %**	**3 – 5 %**	**5 – 7 %**	**7 – 12 %**	**>12 %**
Calificación	Muy Alta	Alta	Media	Baja	Muy Baja

Siguiendo la metodología CORNARE, (2012) se hizo uso del atributo del terreno “curvatura de la pendiente” con la finalidad de tener un mayor acercamiento al comportamiento de las inundaciones.

La curvatura puede definirse como la tasa de cambio en la pendiente y depende de los cambios de la inclinación en el entorno de un punto, la medida tiene por objeto identificar las convexidades y concavidades del terreno, se asume un signo positivo y uno negativo respectivamente, dicho de otra manera, un punto sobre la llanura aluvial con una pendiente menor de 3%, tiene mayor probabilidad de ocurrencia de inundación si en ese

punto se tiene una geoforma cóncava o plana, debido a que en estas zonas existe mayor facilidad de acumulación del flujo, comparándolo con una geoforma convexa.(CORNARE, 2012)

La reclasificación de la curvatura se dio de forma que representara de mejor manera las geoformas del terreno bajo análisis, dando como resultado los siguientes intervalos:

Tabla6. Clasificación de la curvatura por susceptibilidad a inundaciones y encharcamientos.

Curvatura	***Cóncavo***	***Plano***	***Convexo***	***Muy Cóncavo***	***Muy Convexo***
Intervalo	-1,5 - -0,1	-0,1–0,25	0,25 –1,5	< -1,5	> 1,5
Calificación	Muy Alta	Alta	Media	Baja	Muy Baja

A través de la suma ponderada de las variables analizadas, con la herramienta algebra de mapas, se determinó las Zonas Inundables, otorgándoles un peso de ponderación de 40 % para la curvatura y 60 % para la pendiente.

Susceptibilidad por movimientos en masa. La susceptibilidad por movimientos en masa se evaluó por medio del mapa nacional integrado de amenaza por movimiento en masa a escala 1:100.000 Versión 1 presentado por el Servicio Geológico colombiano-SGC a diciembre de 2015, esta cartografía de carácter nacional se consideró suficiente por considerarlo un insumo con la escala apropiada para su uso en el análisis y por ser un insumo de carácter institucional, este mapa aborda la amenaza por movimiento en masa en las Categorías de Amenaza baja, media, alta y muy alta, ante lo cual se trató los niveles bajo y medio con aptitud para el cultivo de Maracuyá y Cholupa y los niveles alto y muy alto se trataron como A3, por tratarse de una probabilidad de ocurrencia.

Limitantes Legales Para el Uso del Territorio. Con el objetivo de mantener la conservación y protección de los recursos naturales y la asignación de territorios colectivos se realizó un análisis que permitió la discriminación de dichos territorios como áreas de exclusión por su carácter legal, importancia ecológica u oferta de bienes y servicios ambientales.

En cuanto a las áreas que se encuentran en condición protección de recursos naturales o territorios colectivos se tomaron las Reservas Nacionales Forestales, los Parques Nacionales Naturales, los territorios colectivos indígenas o afrocolombianos y áreas de manejo especial.

Adamas de las exclusiones legales se tuvieron en cuenta las áreas que por su carácter de ecosistemas estratégicos presentan una relación con la oferta de bienes y servicios ambientales como lo son los páramos, las rondas hídricas, nacimientos de agua, bosques y humedales.

Por último se excluyeron otras áreas que legalmente pueden representar obstáculo para el establecimiento de futuros proyectos como lo son las áreas concesionadas para el desarrollo de proyectos minero energéticos.

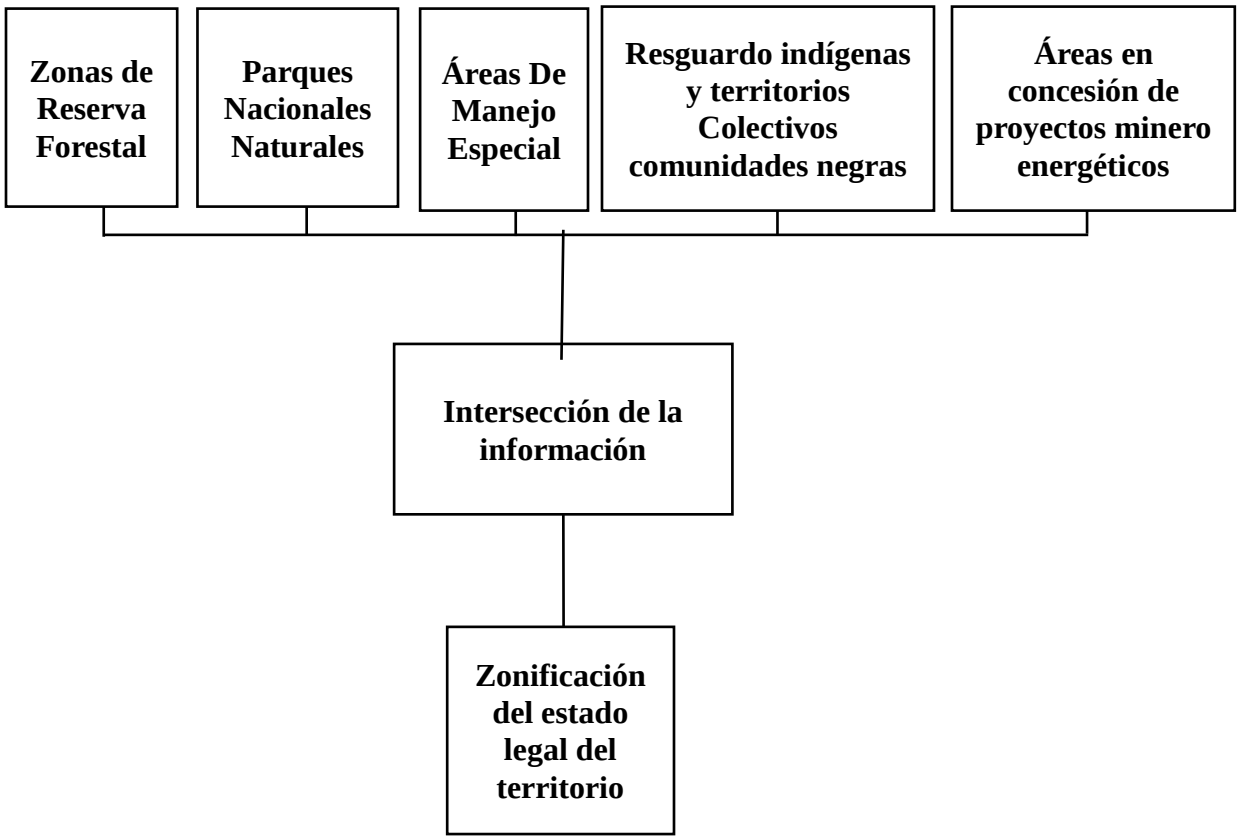

Figura 2. Condicionantes legales del territorio que limitan uso productivo.
Adaptado de: (UPRA, 2014)

Capítulo 3

Descripción y análisis de resultados.

A partir de fuentes de información secundaria se extrajo la información necesaria de los criterios seleccionados para el análisis, con lo cual se generó cartografía que permitió apreciar la oferta del territorio en relación a los requerimientos de los usos analizados.

Una vez realizado el análisis multicriterio, la evaluación de aptitud de tierra identificó que en la subregión Norte del Departamento del Huila, del total de la superficie evaluada, (937.503,93 Ha), la menor proporción presenta aptitud al cultivo de Maracuyá y Cholupa, se identificaron 91.632,60 Ha de Tierras aptas para la producción de Maracuyá y 94.720,62 Ha de Tierras aptas para la producción de Cholupa, lo cual equivale al 9% y 10% del área bajo estudio respectivamente, en contraste con el área no apta que representa cerca del 90 % del área bajo estudio.

De estos porcentajes aptos, el análisis espacial identificó que para la Cholupa el 1,19% corresponde a tierras con aptitud alta A1, 7,15 % corresponden a tierras A2 y 1,76 % equivalen a tierras con aptitud marginal A3 (Ver Tabla 7), y para el caso de la Maracuyá, el 0,75% corresponde a tierras con aptitud alta A1, 8,03 % corresponde a tierras A2 y 1% corresponde a tierras con aptitud marginal A3 (Ver Tabla 6), mostrando en ambos casos una predominancia de tierras A2 que a nivel técnico en sus condiciones biofísica y socioeconómica, pueden ser aprovechadas por ser aptas, implementando acciones de manejo para suplir las limitantes que se presenten para su uso sostenible,así mismo,

aunque las tierras altamente aptas tienen baja representatividad (11.167,66Ha para Cholupa y 6.996,83 Ha para Maracuyá) su área es considerable en relación al área sembrada en la subregión, que equivale a 146,3 Ha en Cholupa y 612 Ha en Maracuyá, según datos de la (2014).

Tabla7. Resultados del mapa de zonificación de aptitud para maracuyá.

Categoría		***Descripción***	***Área (Ha)***	***%***
	A1	Muy Apto	6.996,83	0,75 %
	A2	Moderadamente apto	75.303,6	8,03 %
	A3	Marginalmente apto	9.332,16	1 %
	Subtotal		91.632,60	9,77 %
	N1	No apto Técnico	353.268,55	37,68 %
	N2	Exclusión Legal	492.602,78	52,54 %
	Subtotal		845.871,33	90.23 %
	Total		937.503,93	100 %

Tabla8. Resultados del mapa de zonificación de aptitud para Cholupa.

Categoría		***Descripción***	***Área (Ha)***	***%***
	A1	Muy Apto	11.167,66	1,19 %
	A2	Moderadamente apto	67.070,87	7,15 %
	A3	Marginalmente apto	16.482,09	1,76 %
	Subtotal		94.720,62	10,10 %
	N1	No apto Técnico	350.109,29	37,34 %
	N2	Exclusión Legal	492.674,03	52,55 %
	Subtotal		842.783,31	89,90 %
	Total		937.503,93	100 %

A nivel municipal, se puede ver que las áreas más favorables (A1) para el desarrollo del cultivo de Cholupa se encuentran concentradas en los municipios de Neiva (3.571,07 Ha), Palermo (5.882,49 Ha), Aipe (367,76 Ha), Rivera (582,94 Ha) y Campoalegre (504,87 Ha), siendo estos dos últimos lo mayores productores de la región

según los datos más recientes de la gobernación del Huila;Baraya por otra parte participa con 193 Ha, mientras que en los demás municipios se presentan áreas que no superan las 64 Ha, por lo que tienen baja representatividad en esta clase de aptitud.

Así mismo, los municipios de Neiva, Palermo y Aipe acumulan la mayor cantidad de tierras moderadamente aptas (A2) seguidos por Tello, Baraya, Campoalegre, Hobó, Villavieja y Rivera en orden descendente; Colombia, Tello, Villavieja y Algeciras poseen tierras marginalmente aptas (A3) que podrían ser aprovechadas con medidas de manejo adecuadas y sujetas a una evaluación económicas de detalle de su aptitud para un proyecto de inversión.

De los municipios mencionados Baraya, Campoalegre y Riera han aumentado su producción el periodo comprendido entre 2011 y 2015.

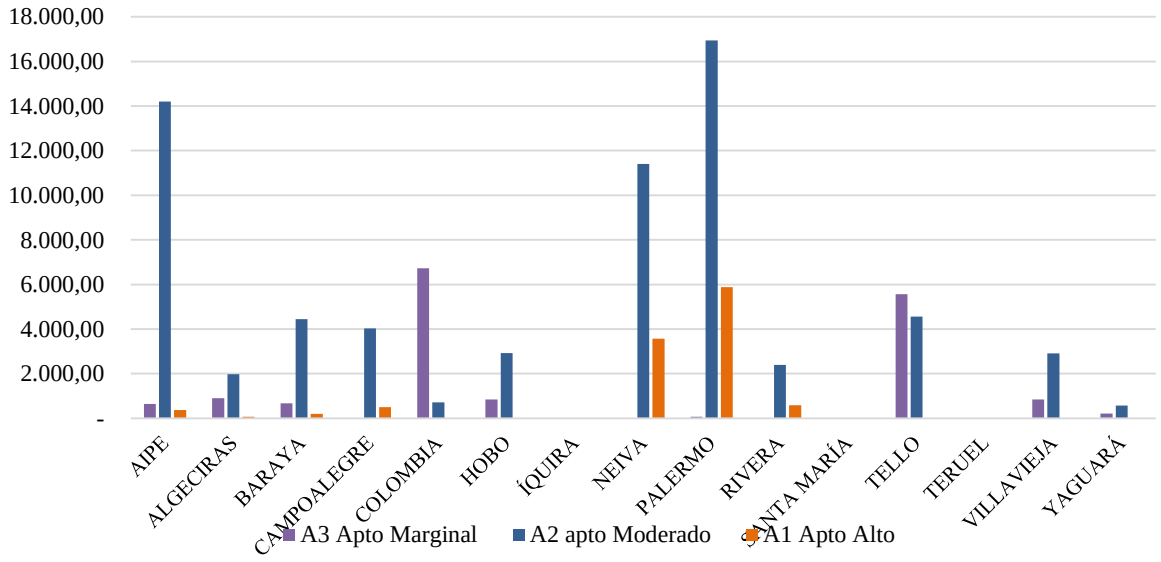

Figura 3. Distribución De La Aptitud Municipal – Cholupa.

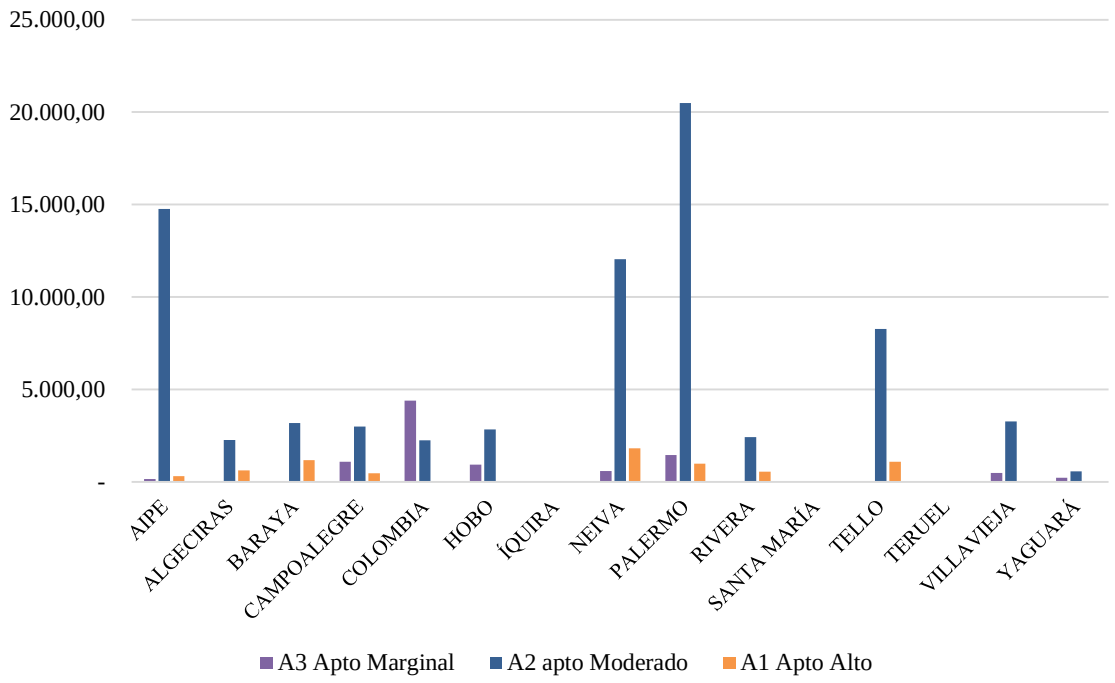

Figura 4. Distribución De La Aptitud Municipal – Maracuyá.

Para el caso del cultivo de Maracuyá las áreas más favorables (A1) se concentran en orden descendente en los municipios de Neiva (1.815,63 Ha), Baraya (1.166,39 Ha), Tello (1.083,46 Ha) y Palermo (983,83 Ha), seguidos de Algeciras (622,60 Ha) y Rivera (545,78 Ha) (Anexo 1), siendo estos dos últimos los mayores productores de la subregión, según los datos más recientes de la Gobernación del Huila.

Así mismo, el comportamiento de las tierras es similar al caso de la Cholupa en las tierras moderadamente aptas (A2), los municipios de Neiva, Palermo y Aipe concentran la mayor cantidad de área en esta clase de aptitud, seguidos de Tello, Villavieja, Baraya y Campoalegre, HobóAlgeciras y Rivera; hay municipios que tienen baja representatividad

como Teruel, Santa María e Iquira que no son aptos; los demás municipios presentan una distribución similar que llegan hasta las 2200 Ha (Anexo 2).

Capítulo 4

Evaluación y cumplimiento de los objetivos de la pasantía.

Tabla9. Matriz de evaluación de cumplimiento de objetivos.

Objetivos	***Descripción***	***Productos Obtenidos***	***Cumplimiento (%)***
Identificar los requerimientos ecofisiológicos de las especies Maracuyá (Passiflora edulis Sims.) y Cholupa (Passiflora maliformis L.)	Para el cumplimiento de este objetivo se desarrollaron tablas de correspondencia entre las valores límite de los requerimientos de los cultivos y los grados de aptitud establecidos previamente	- Tabla de correspondencia Cholupa - Tabla de correspondencia Maracuyá	100 %
Generar cartografía temática del área de estudio según los grados de aptitud.	La Fundación Planeta Vivo Bta ejerce derechos de autor sobre la información cartográfica desarrollada en este proyecto.	Veinticuatro (24) mapas temáticos por criterio y dimensión de análisis	100 %
Evaluar la aptitud biofísica y socioeconómica del área de estudio para su utilización en la producción de Maracuyá y Cholupa.	Para el cumplimiento de este objetivo se desarrolló una evaluación multicriterio que permitió contrastar la oferta del territorio con los requerimientos de las especie	- Evaluación de aptitud de tierras para el cultivo de Cholupa. - Evaluación de aptitud de tierras para el cultivo de Maracuyá	100 %
Excluir las áreas que por sus condiciones ambientales y legales son no aptas para la implementación del proyecto productivo.	Para el cumplimiento de este objetivo se integró en el análisis espacial las áreas que por su condición legal están restringidas para su uso en proyectos productivos.	- Zonificación del estado legal del territorio.	100 %

Capítulo 5

Conclusiones y recomendaciones.

Conclusiones.

- Se dio cumplimiento al objetivo de determinar el comportamiento de la aptitud de las tierras de la subregión Norte del departamento del Huila para su uso en el cultivo de Maracuyá y Cholupa, cumpliendo con las expectativas de la fundación planeta vivo.
- Los resultados obtenidos permiten dar una visión global de la favorabilidad del territorio como insumo técnico para la formulación de proyectos de inversión con criterios de sostenibilidad ambiental.
- Se identificaron un total de 6.996,83 Ha de tierra con alta aptitud para el cultivo de maracuyá concentradas principalmente en los municipios de Neiva, Baraya, Tello y Palermo. Y un total de 11.167,66 Ha de tierra con alta aptitud para el cultivo de maracuyá concentradas principalmente en los municipios de Neiva, Palermo, Aipe, Rivera y Campoalegre.
- Se determinó que el 52,54 % que corresponde a 492.602,78 ha del área de estudio presenta restricciones de carácter legal y ambiental para su uso en proyectos agrícolas.
- Las áreas con aptitud alta se encuentran categorizadas por los Planes de Ordenamiento de cada uno de los municipios como áreas para la producción agrícola, pecuaria y forestal, donde los usos recomendados y compatibles corresponden a la

agricultura tradicional y semi mecanizada, a excepción de las veredas el Venado y Centro Sur en Neiva que posen categorías de uso en suelo de expansión urbana.

Recomendaciones.

- Se recomienda el levantamiento de información primaria para las áreas que como resultado de este estudio se identificaron favorables para su aprovechamiento en la producción de maracuyá y cholupa.
- Actualmente la denominación de origen es manejada por medio de la Cooperativa de chalupa del Huila, por consiguiente se recomienda a la Fundación Planeta Vivo Btá generar asociaciones estratégicas, que permitan un encadenamiento productivo.
- En la medida en que el proyecto avance en su formulación se recomienda la inclusión de nuevas variables de tipo logístico y financiero
- Se recomienda adelantar una evaluación económica cuantitativa de las áreas de interés identificadas, con valores económicos definidos tales como el VPN, la TIR o relación costo beneficio que complemente lo resultados obtenidos.

Bibliografía

Alarcón, J. C., & Pabón, J. D. (2013). El cambio climático y la distribución espacial de las formaciones vegetales en colombia. colombia forestal, 16(2), 171-185. http://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2013.2.a04.

Aranda, V., Calero, J., Martín-García, J. M., Montejo, A., & Serrano, J. M. (s. f.). Práctica: Evaluación de tierras para el cultivo del olivo. Recuperado 5 de agosto de 2016, a partir de http://www4.ujaen.es/~jschica/web-pid/evalcultivo/guion.html#.

CORNARE. (2012). Zonificación de Riesgo Por Movimientos En masa inundación y avenidas torrenciales. Atención de áreas afectadas por eventos desastrosos. (TECNICO). San Rafael: Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro – Nare (CORNARE).

Fadda, G. S. (s. f.). Cartografía del suelo. Facultad de agronomía y zootecnia Universidad Nacional de Tucumán. Recuperado a partir dehttp://www.edafologia.com.ar/ Descargas/Cartillas/Cartografia.pdf.

FAO. (1976). A framework for land evaluation (Boletín de Suelos No. 32). Roma, Italia. Recuperado a partir de http://www.fao.org/docrep/X5310E/x5310e00.htm# Contents.

FAO. (2007). Land evaluation. Towards a revised framework. FAO Land and Water Discussion Paper 6, Roma.

Flores, E., & Parra, A. (1998). El Sistema de la F.A.O. para evaluación de tierras sustentado en sistemas de información geográfica, 187-199.

García, M. (2002). Guía técnica cultivo de maracuyá amarillo. Arce: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Gobernación del Huila. (2014). Evaluación Agropecuaria del Huila año 2014. Gobernacion de huila, Secretaria de agricultura y minería. Recuperado a partir de http://www.sirhuila.gov.co/index.php/anuarios-agropecuarios

IDEAM. (2005). Parte II Distribución las variables del clima. Atlas Climatológico Nacional. (21-110). Bogotá: Ideam

IDEAM. (2014). Régimen térmico en colombia. En Atlas Interactivo Climatológico. Bogotá: Ideam.

INMLCF. (2013). Comportamiento del homicidio. Forensis, 79-125.

INMLCF. (2015). Forensis 2014 datos para la vida. Forensis Instituto Nacional de

Medicina Legal y Ciencias Forenses, 16(1), 565.

Rodriguez, M., Rubiano, Y., Beaulieu, N., & Muñoz, O. (1999). Guía para la cartografía de los niveles de restricción de los suelos, utilizando el sistema de información geográfica «map maker popular» y la hoja electronica excel.

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, & Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2014). Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales – Colombia escala 1:100.000 Memoria técnica, 254.

UPRA. (2013). Consolidación de la metodología general de evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios a nivel nacional. Colombia. Recuperado a partir de http://www.bancoldex.com/documentos/578_Evaluacioon_de_tierras_para_la_zonificacion_con_fines_agropecuarios-Baja-_03102014_104615.pdf

UPRA. (2014). Metodologia de evaluación de tierras 1:25.000. Bogotá.

Anexos

Anexo 1. Distribución de la aptitud municipal para el cultivo de Maracuyá

Municipio	***Nivel De Aptitud (ha)***					***Total General***
	N2	***N1***	***A3***	***A2***	***A1***	
Aipe	17.820,28	46.599,59	149,91	14.755,01	314,68	79.639,48
Algeciras	27.292,89	28.722,71	36,33	2.264,77	622,60	58.939,31
Baraya	25.452,95	48.821,41	-	3.179,00	1.166,39	78.619,75
Campoalegre	6.500,50	35.135,73	1.078,42	2.983,23	464,46	46.162,33
Colombia	108.450,38	43.377,49	4.384,89	2.241,79	-	158.454,56
Hobo	4.627,62	11.052,61	927,38	2.828,55	-	19.436,16
Íquira	35.604,59	-	-	-	-	35.604,59
Neiva	55.955,65	49.373,65	587,55	12.050,25	1.815,63	119.782,72
Palermo	34.528,67	31.063,59	1.453,03	20.485,53	983,83	88.514,64
Rivera	13.351,64	15.924,44	0,85	2.411,95	545,78	32.234,67
Santa María	33.849,83	8,32	-	-	-	33.858,15
Tello	19.338,35	24.462,41	8,42	8.264,68	1.083,46	53.157,32
Teruel	47.009,65	5,84	-	1,01	-	47.016,50
Villavieja	43.072,47	7.085,92	480,81	3.267,72	-	53.906,92
Yaguará	19.747,32	11.634,84	224,56	570,11	-	32.176,84
Total General	492.602,78	353.268,55	9.332,16	75.303,60	6.996,83	**937.503,93**

Anexo 2 Distribución de la aptitud municipal para el cultivo de Cholupa

Municipio	***Nivel De Aptitud (Ha)***					***Total General***
	N2	***N1***	***A3***	***A2***	***A1***	
Aipe	17.839,94	46.589,73	643,76	14.198,29	367,76	79.639,48
Algeciras	27.275,72	28.711,96	906,62	1.980,89	64,11	58.939,31
Baraya	25.482,63	47.828,54	674,84	4.439,78	193,95	78.619,75
Campoalegre	6.486,40	35.138,53		4.032,53	504,87	46.162,33
Colombia	108.465,68	42.547,54	6.721,08	720,26	-	158.454,56
Hobo	4.622,81	11.050,79	842,26	2.920,31	-	19.436,16
Íquira	35.604,59	-	-	-	-	35.604,59
Neiva	55.960,23	48.843,68	0,48	11.407,26	3.571,07	119.782,72
Palermo	34.558,22	31.055,67	73,56	16.944,71	5.882,49	88.514,64
Rivera	13.340,00	15.924,63	-	2.387,10	582,94	32.234,67
Santa María	33.849,83	8,32	-	-	-	33.858,15
Tello	19.360,80	23.681,15	5.557,39	4.557,97	-	53.157,32
Teruel	47.009,69	5,82	-	0,94	0,05	47.016,50
Villavieja	43.069,34	7.085,28	847,02	2.905,29	-	53.906,92
Yaguará	19.748,13	11.637,65	215,10	575,55	0,42	32.176,84
Total General	492.674,03	350.109,29	16.482,09	67.070,87	11.167,66	937.503,93