

APTITUD FÍSICA DE TIERRAS PARA USO AGRÍCOLA Y PECUARIO. CASO DE ESTUDIO: SECTORES JAJÍ Y SANTO DOMINGO, PARROQUIA JAJÍ, MUNICIPIO CAMPO ELÍAS, ESTADO MÉRIDA.

PHYSICAL LAND SUITABILITY FOR AGRICULTURAL AND LIVESTOCK USE. CASE STUDY: JAJÍ AND SANTO DOMINGO SECTORS, JAJÍ PARISH, CAMPO ELÍAS MUNICIPALITY, MÉRIDA STATE.

Vielma José.

Instituto de Geografía y Conservación de los Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes, Mérida - Venezuela. ORCID ID: 0009-0004-0727-1169.

E-mail: armandovielma0@gmail.com

Fecha de inicio: 09/2022

Fecha de finalización: 11/2023

DOI: <https://doi.org/10.53766/AGRIANDI/2024.24.e.05>

RESUMEN

En esta investigación, se evaluó la aptitud física de la tierra en dos sectores de la parroquia Jají. Fueron empleados los criterios propuestos en el Reglamento Parcial de la Ley de Tierras y Desarrollo Agrario para clasificar los suelos y determinar la aptitud física de la tierra a partir del Esquema de Evaluación de Tierras de la FAO (1976). Fueron identificadas tres clases de suelo (IV, VI y VII). Las áreas con suelos Clase IV calificaron altamente aptos para los cultivos de café y tomate, y moderadamente aptos para maíz y usos pecuarios. Las Clases VI y VII mostraron niveles altos y moderados de aptitud para el café, pero para otros cultivos resultaron marginalmente aptos y no aptos debido a riesgos de erosión y acidez del suelo. El cultivo de caña de azúcar se consideró no apto en el 93,56% debido a riesgos de erosión, carácter ácido del suelo, altitud y condiciones climáticas. El 25,51% del área califica como no apta para el pasto guinea, al no recomendarse en pisos altitudinales superiores a los 1800 msnm.

Palabras Clave: Evaluación de tierras; clases de suelos; aptitud física de la tierra.

ABSTRACT

In this study, the physical suitability of the land in two sectors of the Jají parish was assessed. The criteria proposed in the Partial Regulation of the Land and Agrarian Development Law were employed to classify soils and determine land suitability based on the FAO Land Evaluation Scheme (1976). Three soil classes (IV, VI, and VII) were identified. Areas with Class IV soils were highly suitable for coffee and tomato crops, and moderately suitable for corn and livestock uses.

Classes VI and VII showed high and moderate levels of suitability for coffee, but for other crops, they were marginally suitable and unsuitable due to soil erosion and acidity risks. Sugarcane cultivation was considered unsuitable in 93.56% of the area due to erosion risks, soil acidity, altitude, and climatic conditions. About 25.51% of the area was deemed unsuitable for guinea grass, especially not recommended at altitudes above 1800 meters above sea level.

Key words: Land evaluation, soil classes, physical land suitability

INTRODUCCIÓN

La evaluación de tierras es un procedimiento de gran importancia para la identificación y agrupación de unidades homogéneas del espacio geográfico que poseen características propicias tanto para actividades agrícolas como no agrícolas. Este proceso se encarga de integrar variables de naturaleza biofísica y/o socioeconómica esenciales para la clasificación de tierras. Dentro de este contexto los levantamientos de suelos en conjunto con el análisis de variables climáticas, topográficas, de vegetación, socioeconómicas, entre otras, se constituyen como los elementos fundamentales para la aplicación de estos procedimientos de evaluación de tierras.

La parroquia Jají del municipio Campo Elías, en el estado Mérida, es un área que históricamente ha sido reconocida por su actividad agrícola y pecuaria, siendo una zona rural casi en su totalidad. A pesar de esto, las comunidades Jají y Santo Domingo, áreas seleccionadas para el estudio, carecen de investigaciones referentes a estudios de suelos y acerca de la clasificación de tierras, esto ha generado una limitación en el conocimiento respecto a las condiciones biofísicas de la zona y las potencialidades reales de las tierras, lo cual ha conducido a prácticas inadecuadas y a un manejo poco eficiente de los recursos naturales.

La falta de información técnica y científica sobre las cualidades y características de las tierras se constituye en un problema que dificulta la planificación y gestión adecuada de los recursos, conllevando a la degradación y a la recurrente disminución de la productividad agrícola y pecuaria de las tierras, además, la carencia de información sobre las características de los suelos ha limitado la capacidad de establecer medidas adecuadas para la conservación y manejo de los mismos, afectando negativamente otros elementos del medio físico, como el recurso hídrico y la cobertura vegetal.

En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo principal evaluar las tierras para uso agrícola y pecuario en los sectores Jají y Santo Domingo de la parroquia Jají, mediante un levantamiento de suelos y una clasificación de los mismos según las normativas del Reglamento Parcial del Decreto con Fuerza de Ley de Tierras y Desarrollo Agrario 2005 (RPLTDA, 2005) y el Esquema de Evaluación de Tierras de la FAO (1976) con el fin de determinar su aptitud física para diferentes usos tradicionales en este entorno. Los resultados obtenidos permiten conocer las potencialidades y limitaciones físicas del área de estudio para algunos rubros agrícolas comunes en la zona como el café y la caña de azúcar, además de algunos pastos utilizados para la ganadería bovina como el estrella y el guinea. Esto permite sentar las bases para establecer recomendaciones y medidas necesarias para el manejo y conservación de las tierras tomando en cuenta la productividad de cada rubro, contribuyendo a la planificación y ordenación del territorio en la zona y promoviendo un uso sostenible de los recursos naturales.

METODOLOGÍA

1. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO: El área de estudio se encuentra en la parroquia Jají, perteneciente al municipio Campo Elías del Estado Mérida, en los sectores Jají y Santo Domingo, situada entre las coordenadas: 950138 mN – 240830 mE y 946231 mN – 242506 mE en dirección Norte – Sur; entre las coordenadas 948205 mN – 243929 mE y 948388 mN – 240478 mE en dirección Este – Oeste. Esta área abarca una superficie de 459,56 hectáreas, que ocupan una parte significativa del sur de la parroquia Jají, en la zona media de la cuenca de la Quebrada La Sucia (Figura 1).

Esta zona se encuentra en pisos altitudinales entre los 1300 y 1900 msnm, con dos tipos climáticos según Silva (2010): fresco y poco lluvioso en áreas con altitudes inferiores a 1700 msnm, con precipitación anual media entre 800 y 1200 mm anuales y temperaturas promedio entre 18 y 22,9 °C; y un clima templado y poco lluvioso en áreas con altitud superior a los 1700 msnm, con el mismo rango de precipitación pero temperaturas más bajas, las cuales se encuentran entre 13 y 17,9 °C.

La litología que constituye el material parental de los suelos en esta zona está representada por la Formación del Jurásico La Quinta, cuyas rocas

predominantes son areniscas, limolitas y conglomerados, derivando en suelos de texturas medias, con bajos contenidos de materia orgánica, además de tres Formaciones del Cretácico: Colón, Capacho y La Luna, caracterizadas por rocas como lutitas y calizas de altos contenidos de materia orgánica y siendo factor explicativo de las texturas finas del suelo que derivan de estas formaciones (PDVSA, 2003).

El relieve está caracterizado por ser complejo y montañoso, marcado por la alta presencia de rasgos geológicos estructurales, con predominio de vertientes, colinas y áreas de depósitos aluviales de altas pendientes como es frecuente en los Andes de Venezuela.

La actividad pecuaria está representada por aproximadamente un 26,51% de la superficie total del área de estudio, ocupando pastizales y algunas áreas boscosas, lo cual equivale a unas 121,87 hectáreas dedicadas a la ganadería bovina para producción de leche. La actividad agrícola que ocupa un 13,70% del área de estudio se caracteriza por cultivos tropicales de importante tradición en la zona, predominando el café y la caña de azúcar, con más de 60 hectáreas destinada a estos rubros, siendo la ganadería y la agricultura los pilares fundamentales de la generación de ingresos para la población local.

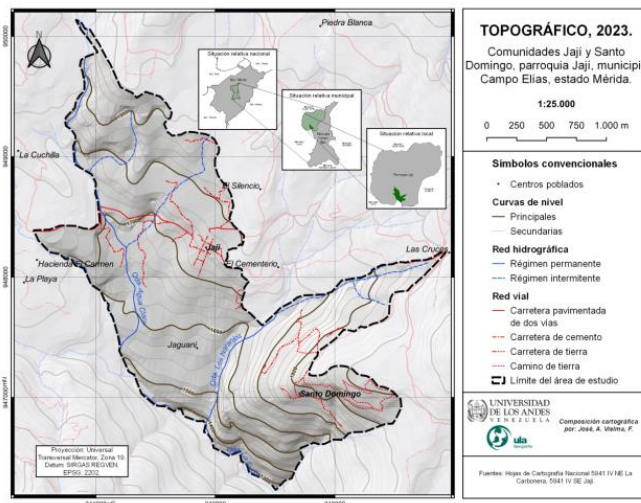


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

2. BASE CARTOGRÁFICA: Para el procesamiento de la base cartográfica se utilizó un Sistema de Información Geográfica (SIG), específicamente el QGIS

3.16.4. La cartografía base del área de estudio se obtuvo a partir de la georreferenciación y digitalización de las hojas de Cartografía Nacional 5941 IV NE La Carbonera y 5941 IV SE Jají a escala 1:25.000, siendo esta la escala del estudio. Para la representación espacial de las variables biofísicas requeridas por el estudio (clima, geología, pendiente del terreno, formas del terreno y cobertura de la tierra). Se llevó a cabo una recopilación de recursos cartográficos e información de las estaciones meteorológicas cercanas al área:

- Mapa Geológico del sector Tabay – Estanques, estado Mérida. Hoja 2. Fecha: 1995. Escala: 1:25.000.
- Imagen satelital Sentinel 2A Fecha: 15 de enero, 2022. Resolución espacial: 10 metros. Sentinel 2A
- Google Earth Pro. Fecha: Fecha: 04 de noviembre, 2021. Resolución espacial: 1 metro.
- Registros de las estaciones meteorológicas adyacentes al área de estudio (Tabla 1). Los registros de precipitación y temperatura anual fueron representados en una capa vectorial de puntos en el SIG, para posteriormente llevar a cabo un proceso de interpolación y obtener los tipos climáticos del área según Silva (2010).

Tabla 1. Estaciones meteorológicas utilizadas para la obtención de datos climáticos.

Serial	Estación	Lat. N.	Long. O.	Altitud (msnm)	Pp. media (mm)	Temp. Media (°C)	Periodo registrado
3170	San Juan de Lagunillas	8°30'40"	71°21'14"	1050	573.82	22.40	1970-1997
8057	Tostós	8°25'36"	71°20'22"	2400	50.35	13.52	1970-1993
8049	La Punta	8°33'49"	71°11'20"	1300	1236.33	15.55	1975-2001
3047	Mérida Aeropuerto	8°36'00"	71°17'06"	1479	1706.54	19.50	1920-2017
3042	Mesa de Ejido	8°33'00"	71°17'06"	1520	919.21	19.24	1948-1998
3040	La Cuchilla	8°38'00"	71°21'10"	2280	1478.16	15.55	1963-1997
3053	Chiguará	8°30'25"	71°34'30"	1078	850.38	22.10	1970-1998

Fuente: MINEC, (s/f)

3. LEVANTAMIENTO DE SUELOS: El levantamiento de suelos adoptó un modelo semidetallado a escala 1:25,000, siguiendo los criterios de Jaramillo (2002) que sugieren 9 a 10 observaciones de comprobación por cada 100

hectáreas. Se seleccionaron 44 puntos de muestreo que abarcaban la superficie total del área de estudio (Figura 2). Seguidamente se tomó en cuenta la relación suelos - paisaje, analizando los factores y procesos que influyen en la formación del suelo como resultado de las condiciones biofísicas del área. Velásquez et al. (2004) sugieren este enfoque paisajístico, ya que permite clasificar la superficie terrestre mediante una identidad areal, aprovechando ampliamente el análisis de mapas y datos provenientes de sensores remotos. Este enfoque sugiere la superposición de los mapas temáticos mencionados utilizando el criterio de intersección o unión en un SIG. La superposición de mapas utilizando la herramienta vectorial de intersección en el QGIS 3.16.4 permitió delimitar 8 unidades homogéneas de tierra, detallando el predominio y variabilidad espacial de las condiciones biofísicas en cada una (Tabla 2).

Se diseñó un muestreo aleatorio proporcional para distribuir los 44 puntos entre las unidades, garantizando un recubrimiento uniforme del área de estudio. Las muestras de suelo se obtuvieron con barrenos y se realizaron en laboratorio análisis de textura, carbono orgánico, pH y conductividad eléctrica. Además, se realizaron observaciones en campo sobre la profundidad efectiva del suelo, pedregosidad, drenaje interno y externo, procesos de erosión, y riesgos de inundación.

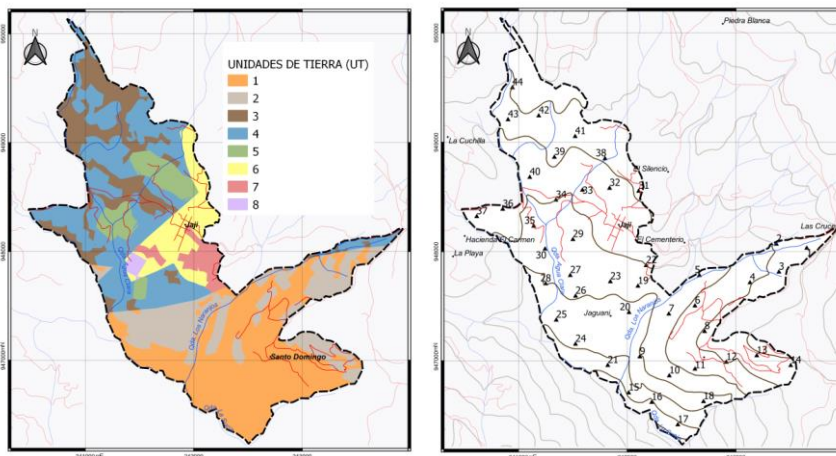


Figura 2. Unidades homogéneas de tierra y distribución de los puntos de muestreo.

Tabla 2. Unidades homogéneas de tierra (UT) resultantes de la intersección de variables biofísicas.

UT	Formación geológica	Pendiente	Forma del terreno (%)	Cobertura de la tierra (%)	Características climáticas	Superficie (ha)
UT1	Fm. JIq	>30%	Vertientes 80,14% Vega del río 9,94% Abanico 8,18% Colinas 1,74%	Arbustal 65,42% Bosques 17,39% Cultivos 3,94% Pastizal 12,28% Cuerpo de agua 0,97%	Precipitación: 800 – 1200mm Temperatura: 16 – 23 °C	144,19
UT2	Fm. JIq	12 – 30%	Vertientes 51,93% Abanico 36,41% Colinas 7,14% Vega del río 4,52%	Arbustal 31,44% Bosques 24,77% Cultivos 33% Pastizal 10,42% Cuerpo de agua 0,37%	Precipitación: 800 – 1200mm Temperatura: 16 – 23 °C	68,59
UT3	Fm. Kc	>30%	Colinas 73,13% Vega del río 15,68% Abanico 11,19%	Bosques 75,21% Pastizal 19,35% Construcciones 2,70% Cultivos 1,42% Cuerpo de agua 1,32%	Precipitación: 800 – 1200mm Temperatura: 16 – 23 °C	65,58
UT4	Fm. Kc	12 – 30%	Colinas 57,78% Abanico 29,91% Vegas del río 12,33%	Bosques 58,17% Pastizal 29,25% Cultivos 12,07% Construcciones 0,41% Cuerpo de agua 0,10%	Precipitación: 800 – 1200mm Temperatura: 16 – 23 °C	105,29
UT5	Fm. Kc	8 – 12%	Colinas 61,35% Abanico 27,54% Vegas del río 11,11%	Bosques 54,14% Pastizal 37,07% Cultivos 8,79%	Precipitación: 800 – 1200mm Temperatura: 16 – 23 °C	22,77
UT6	Fm. Kcp	12 – 30%	Colinas 94,20%	Bosques 45,33%	Precipitación: 800 – 1200mm	37,4
	61,04%		Abanico 5,8%	Pastizal 25,11%	Temperatura: 16 – 23 °C	
	Fm. KI			Cultivos 15,58%		
	38,85%		Construcciones 13,98%			
UT7	Fm. Kcp	>30%	Colinas 96,23%	Cultivo 68,29%	Precipitación: 800 – 1200mm	12,48
	Fm. KI		Abanico 3,77%	Bosques 27%	Temperatura: 16 – 23 °C	
				Construcciones 4,68%		
UT8	Fm. KI	8 – 12%	Abanico 100%	Cultivos 100%	Precipitación: 800 – 1200mm Temperatura: 18 – 23 °C	3,26

Leyenda: Fm. JIq: Jurásico Formación La Quinta; Fm. Kc: Cretácico Formación Colón; Fm. Kcp: Cretácico Formación Capacho; Fm. KI: Cretácico Formación La Luna.

4. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS: Se emplearon los criterios expresados en el Artículo 21 del RPLTDA 2005, los cuales fueron utilizados anteriormente por algunos autores como Peña et al. (2006) y Muñoz et al. (2014), mediante estos lineamientos se pueden identificar las clases de los suelos según sus características y cualidades, permitiendo recomendar determinados usos de la tierra según las condiciones de las mismas (Tabla 3). De esta forma se logran representar sistemáticamente las potencialidades y limitaciones de cada una de las unidades de tierra.

Tabla 3. Caracterización de las clases de suelos venezolanos (RPLTDA, 2005).

Clases de suelo	Profundidad efectiva del suelo (cm)	Características principales							
		Topografía (%)	Erosión	Suelos			Drenaje		
				Textura	Pedregosidad	Fertilidad (pH)	Interno	Externo	Inundaciones
I Agrícola	80	Plana de 0 a 3%	Ligera	F-Fa-FA.a y FL-FAL-FA-L	Ligera	Neutro (pH = 6,6 - 7)	Moderado	Moderado	No tiene
II Agrícola	80	Plana de 0 a 3%	Ligera	F-Fa-FA.a y FL-FAL-FA-L	Ligera	Ligeramente ácida (pH = 6 - 6,5)	Moderado	Lento y moderado	No tiene
III Agrícola	50 - 80	Ondulaciones muy espaciadas de 3 a 8%	Moderada	a-aF / F-Fa-FA.a y FL-FAL-FA-L	Moderada	Moderada a fuerte acidez (pH 4,5 - 5,9)	Lento, moderado y rápido	Lento, moderado y rápido	1 cada 5 años
IV Agrícola	50 - 80	Ondulaciones espaciadas y/o pendientes 8 a 12%	Moderada	a-aF / F-Fa-FA.a / FL-FAL-FA-L y AL-Aa-A	Moderada	Moderadam ente alcalino (pH = 7,5 - 8,3)	Lento, moderado y rápido	Lento, moderado y rápido	1 cada 5 años
V Pecuario	25 - 50	Ondulaciones espaciadas y/o pendientes 8 a 12%	Moderada	a-aF / F-Fa-FA.a / FL-FAL-FA-L y AL-Aa-A	Moderada	Moderadam ente alcalino (pH = 7,5 - 8,3)	Lento, moderado y rápido	Lento, moderado y rápido	1 cada 5 años
VI Pecuario	25 - 50	Ondulaciones espaciadas y pendientes 12 a 30%	Fuerte	a-aF / F-Fa-FA.a / FL-FAL-FA-L y AL-Aa-A	Fuerte	Extremadam ente ácido (pH = 3,5 - 4,5)	Muy lento, lento, moderado y rápido	Muy lento, lento, moderado y rápido	Frecuente (de 2 a 3 años)
VII Forestal	0 - 25	Quebradizo con pendientes mayores de 30%	Severa	a-aF / F-Fa-FA.a / FL-FAL-FA-L y AL-Aa-A	Severa	Extremadam ente ácido (pH = 3,5 - 4,5)	Muy lento, lento, moderado y rápido	Muy lento, lento, moderado y rápido	Frecuente (de 2 a 3 años)
VIII Forestal	0 - 25	Quebradizo con pendientes mayores de 30%	Severa	a-aF / F-Fa-FA.a / FL-FAL-FA-L y AL-Aa-A	Severa	Fuerte a extremadam ente alcalino (pH 8, 4 a 9) y menores de 3,5	Muy lento, lento, moderado y rápido	Muy lento, lento, moderado y rápido	Muy frecuente (cada año)

Legenda: Clases texturales: arena (a), arenofrancoso (aF), francoarenoso (Fa), Francoarcilloarenoso (FAa), franco (F), francoarcilloso (FA), francolimoso (FL), francoarcillolimoso (FAL), limoso (L), arcillolimoso (AL), arcilloarenoso (Aa), arcillosos (A). pH= potencial de Hidrógeno. Profundidad efectiva: Capacidad de penetración de las raíces, sin impedimento de la roca madre, de un horizonte muy endurecido, mesa de agua o nivel freático

5. EVALUACIÓN DE LA APTITUD FÍSICA DE LA TIERRA: En esta etapa se utilizaron los criterios de la FAO (1976), con el fin de integrar las variables geográficas, en este caso biofísicas, logrando definir la idoneidad de las tierras para determinados usos agrícolas o pecuarios a ser seleccionados.

5.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE TIERRA (UT): Se refiere a las unidades espaciales seleccionadas para el estudio, en este caso las unidades homogéneas delimitadas a partir de las variables biofísicas.

5.2. CUALIDADES DE LA TIERRA (CT) Y CARACTERÍSTICAS DE LA TIERRA (CaT): Las cualidades de la tierra son aquellos atributos complejos que se comportan de manera diferente en función de los aspectos biofísicos del entorno, y las características de la tierra son las propiedades de la misma que pueden ser medidas y estimadas de manera directa para determinar las cualidades de la tierra a ser evaluadas (Tabla 4).

5.3. TIPOS DE USO DE LA TIERRA (TUT): Corresponde al tipo de cultivo seleccionado para el estudio, los TUT agrícolas a evaluar son: café, tomate, maíz y caña de azúcar; y los TUT pecuarios son: pasto estrella y brachiaria (evaluados en simultáneo por sus requerimientos similares) y pasto guinea. Todos los TUT fueron evaluados en condiciones de secano.

Tabla 4. Cualidades (CT) y características de la Tierra (CaT) seleccionadas

Características de la tierra (CaT)	Cualidad de la Tierra (CT)
Profundidad del suelo (cm) Pedregosidad (clases)	Condición de enraizamiento
Textura del suelo (clases) Drenaje (clases)	Humedad disponible
Reacción del suelo (pH) Carbono orgánico (%)	Nutrientes disponibles
Textura del suelo (clases)	Retención de nutrientes
Pendiente (%) Textura del suelo (clases)	Riesgo de erosión
Pedregosidad (clases)	Capacidad de laboreo
Pendiente (%) Pedregosidad (clases)	Posibilidades de mecanización

Fuente: FAO, (1976)

5.4. REQUERIMIENTOS DE USO DE LA TIERRA (RUT): Reúne las cualidades y características de la tierra necesarias para cada TUT, además se consideran requerimientos climáticos como la altitud, precipitación y temperatura. Se realizó una consulta bibliográfica de los requerimientos de cada cultivo:

CIREN (1989), Pineda et al., (2002), Ruiz, et al., (2013), Camacho et al., (2014), Gutiérrez et al., (2018). Para cada TUT es necesario tabular los RUT según los autores consultados, se expone como ejemplo la sistematización de los requerimientos del cultivo de café (Tabla 5).

Tabla 5. RUT para el cultivo de café en seco.

CaT	Altamente apto	Moderadamente apto	Marginalmente apto	No apto
Profundidad del suelo (cm)	>100	80-100	60-80	<60
Pedregosidad	Baja	Moderada	Alta	Muy alta
Textura del suelo	F, FA, FL	FAa, FAL, AL, Fa	aF, Aa, A y FA	A, a
Drenaje	Bien drenado	Moderadamente drenado	Ligeramente drenado	Mal drenado
Altitud (msnm)	900 - 1200	1000 - 2800	-	-
Precipitación (mm/año)	1400-2000	1000-1400	800-1000	<800
		2000 - 2500	2500-3000	>3000
Temperatura (°C)	16-22	-	-	<14
Pendiente (%)	0-45	45-60	60-90	>90
Carbono Orgánico (%)	>1.5	1.0-1.5	0.75-1.0	<0.75
pH	4 - 6,6	2,8 - 4	1,6 - 2,8	<1,6
		6,6 - 7,4	7,4 - 7,8	>7,8
Conductividad eléctrica (dS/m)	<2	-	-	-

Fuente: FAO (1976) y Ruiz, et al. (2013)

5.5. DETERMINACIÓN DE LA APTITUD FÍSICA: Cada UT tiene características climáticas y edafológicas predominantes, determinadas mediante las clases de suelos definidas en el RPLTDA 2005, por esta razón, en función del TUT a ser evaluado por unidad de tierra se siguen algunos criterios para definir el grado de aptitud física (Tabla 6).

Tabla 6. Criterios para la determinación de la aptitud física de cada UT.

Clase de aptitud	Criterio
Altamente apto (A1)	<ul style="list-style-type: none"> - Cuando la UT presenta el calificador A1 en todas sus características. - Cuando la UT presenta al menos nueve características A1 y todas las restantes sean A2.
Moderadamente apto (A2)	<ul style="list-style-type: none"> - Cuando la UT presenta el calificador A2 en todas sus características. - Cuando la UT presenta tres características A1 y las restantes sean A2. - Cuando la UT presenta nueve características A2 y las restantes sean A3 (excepto la pendiente).
Marginalmente apto (A3)	<ul style="list-style-type: none"> - Cuando la UT presenta el calificador A3 en la pendiente. - Cuando la UT presenta nueve características con calificador A3.
No apto (N)	<ul style="list-style-type: none"> - Cuando la UT presenta el calificador N en cualquiera de las características.

Fuente: FAO, (1976)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el levantamiento de información en campo se logró observar una homogeneidad en las condiciones de drenaje del suelo, caracterizadas por un drenaje interno y externo de carácter moderado, exento de complicaciones relacionadas con la retención de agua o la formación de encharcamientos. No se identifican indicios significativos de erosión, a excepción de algunos surcos localizados en áreas de la Formación La Quinta. Asimismo, se destaca la ausencia de superficies pedregosas excepto en los márgenes de la Quebrada La Sucia. La profundidad del suelo se mantiene superior a los 80 cm, salvo en UT con pendientes superiores al 30%, donde oscila entre 50 y 80 cm. Los análisis de conductividad eléctrica sugieren que los suelos no tienen presencia de sales solubles, indicando la ausencia de salinidad derivada de factores como aridez o uso excesivo de productos agroquímicos. Posteriormente fueron definidas, cartografiadas y sistematizadas las clases del suelo (ver Figura 3 y Tabla 7).

Los suelos de Clase IV (UT 5 y 8) abarcan el 5,66% del área, con topografía levemente plana y un nivel de pH entre moderadamente ácido y ligeramente ácido, la acidez del suelo en estas áreas de los Andes deriva de las características del material parental y de las condiciones fisiográficas (Ochoa et al. 2004), (Velázquez et al., 2004). Estos suelos poseen altos contenidos de materia orgánica y un predominio de texturas franco arcillosas, siendo sugeridos para actividades agrícolas.

Las UT 2, 4 y 6 tienen suelos de Clase VI, ocupando el 45,97% del área, siendo propicias para actividades pecuarias. Con pendientes entre 12% y 30%, niveles moderados y ligeros de acidez, alto contenido de carbono orgánico y texturas variadas. La topografía irregular limita su uso agrícola debido a los riesgos de erosión, por lo cual la RPLTDA 2005 los califica como Clase VI.

Las UT 1, 3 y 7 presentan suelos Clase VII, representando un 48,37% del área, con limitaciones severas para la agricultura y la ganadería debido a las pendientes superiores al 30% y extremos niveles de acidez, siendo recomendadas para uso forestal o agroforestal.

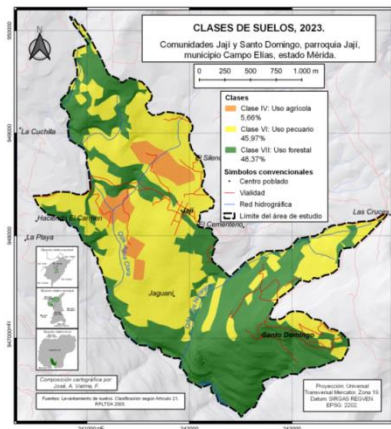


Figura 3. Clases de suelos del área de estudio.

Tabla 7. Clases de suelo por unidad de tierra y sus características predominantes.

UT	Clase	Clase textural (%)	Acidez del suelo (pH)	Carbono orgánico (%)	Conductividad eléctrica	Sup. (ha)
UT 1	VII	Fa: 27,84% FAa: 27,17% F: 31,71% FA: 9,91% A: 3,37%	Fuerte: 36,81% Moderada: 52,08% Ligera: 11,05%	Medio: 53,91% Alto: 41,34% Muy alto: 4,75%	Baja: 13,15% Media: 53,66% Alta: 33,19%	144,19
UT 2	VI	FAa: 29,26% FA: 28,39% F: 22,32% A: 14,05% Fa: 5,97%	Fuerte: 31,53% Moderada: 47,15% Ligera: 21,32%	Medio: 7,81% Alto: 60,87% Muy alto: 31,32%	Baja: 18,33% Media: 23,57% Alta: 58,09%	68,59
UT 3	VII	FA: 77,32% A: 15,90% FAa: 6,78%	Fuerte: 26,70% Moderada: 37,22% Ligera: 36,08%	Medio: 35,85% Alta: 64,15%	Baja: 4,07% Media: 48,25% Alta: 47,68%	65,58
UT 4	VI	FA: 70,48% A: 17,66% FAa: 11,86%	Fuerte: 11,50% Moderada: 45,09% Ligera: 43,41%	Medio: 39,79% Alto: 64,76% Muy alto: 4,44%	Baja: 4,15% Media: 37,31% Alta: 58,54%	105,29
UT 5	IV	FA: 85,91% A: 14,09%	Moderada: 26,84% Ligera: 73,16%	Medio: 8,45% Alto: 81,55%	Media: 37,18% Alta: 62,82%	22,77
UT 6	VI	A: 71,11% FA: 28,89%	Moderada: 96,69% Ligera: 3,31%	Medio: 33,05% Alto: 69,95%	Media: 65,83% Alta: 34,17%	37,40

UT 7	VII	FA: 86,38% A: 13,62%	Fuerte: 29,26% Moderada: 70,74%	Medio: 43,30% Alto: 56,70%	Media: 8,82% Alta: 91,18%	12,48
UT 8	IV	FA: 100%	Moderada: 74,19 % Ligera: 25,81%	Alto: 100%	Media: 12,87% Alta: 87,13%	3,26

Tomando en cuenta las clases obtenidas, es observable que la topografía y el relieve imponen desafíos significativos para el desarrollo de actividades agrícolas en el área de estudio, tanto por los riesgos de erosión como por la imposibilidad de mecanización de cultivos y técnicas modernas, por ende, al considerar las clases de suelos obtenidas se evaluaron algunos TUT y así poder contrastarlas con los niveles de aptitud de la tierra.

En el caso específico de los TUT propuestos para las prácticas agrícolas, el TUT café en seco se destaca como uno de los usos con los niveles más altos de aptitud, ya que un 31,29% del área de estudio se considera altamente apto, específicamente en las UT 4, 5, 7 y 8, mientras que un 68,71% se clasifica como moderadamente apto en las UT restantes. Las áreas altamente aptas cumplen con las condiciones de suelo ideales para el cultivo de café, ya que no representan problemas de pedregosidad y profundidad para el enraizamiento, tienen una buena retención de humedad y buena fertilidad. Por otro lado, las áreas moderadamente aptas también ofrecen condiciones de fertilidad adecuadas para el cultivo de café, pero presentan una matriz textural compuesta principalmente por F, FAa y Fa, texturas que califican como A2 al tener menor capacidad para retener humedad y nutrientes, además de la UT6 en la cual un 71,11% de los suelos son arcillosos. Este TUT presenta como principales limitaciones el piso altitudinal, cuyo rendimiento óptimo se encuentra entre los 900 y 1200 msnm, junto con la precipitación promedio anual que se sugiere debe estar sobre los 1400 mm anuales para este cultivo (Ver Figura 4).

En lo que respecta a los TUT tomate en seco (Figura 5) y maíz en seco (Figura 6) solo un 5,66% del área de estudio perteneciente a las UT 5 y 8, en las que los suelos son Clase IV, califica como altamente apta en el caso del tomate dadas sus condiciones climáticas, el piso altitudinal y la fertilidad del suelo que les favorecen; esta misma superficie califica como moderadamente apta para el cultivo de maíz, cuya diferencia principal es la precipitación como valor limitante,

ya que se recomienda que sea superior a los 1200 mm anuales para el cultivo de este rubro en seco. Por otra parte, se observa que un 45,97% y un 48,37% del área de estudio clasifican como marginalmente aptos y no aptos para estos dos TUT, en los suelos Clase VI y VII respectivamente, siendo sus limitantes la topografía y en menor medida la acidez de los suelos en áreas en las cuales el pH sea fuertemente ácido (inferior a 5,0).

El TUT agrícola con menor grado de aptitud es la caña de azúcar en seco (Figura 7), ya que presenta limitaciones significativas que se relacionan tanto con la topografía y el pH, como con las condiciones climáticas y altitudinales. En primer lugar, el cultivo de caña de azúcar se recomienda para pisos altitudinales bajos, con umbrales de productividad óptimos por debajo de los 1600 msnm, y el área de estudio se encuentra a altitudes más elevadas de las que tolera este TUT, lo que constituye una limitación significativa influyendo en las condiciones climáticas ideales para la caña de azúcar, las cuales son precipitaciones anuales que superen los 1500 mm y temperaturas que se sitúen en un rango de 22 a 32 °C. La acidez del suelo tiene valores que afectan la fertilidad para este cultivo, ya que el rango óptimo se encuentra entre 6,5 y 7,3 (pH neutro), y en el área de estudio predominan suelos fuerte y moderadamente ácidos. La topografía también juega un papel crucial, ya que el cultivo de caña de azúcar requiere suelos con profundidades superiores a 100 cm, y en las áreas más inclinadas del área de estudio, este requisito no se cumple, especialmente en la UT1 donde las profundidades están entre 50 y 80 cm. Como resultado, al valorar estas características y al superponerlas con la capa de pisos altitudinales, un 93,56% del área clasifica como no apto para este cultivo, debido a la incapacidad de cumplir con las condiciones óptimas de clima, pH y topografía. Solo un 6,44% se considera marginalmente apto al ubicarse por debajo de 1600 msnm, presentando suelos de moderada a ligera acidez y pendientes entre el 12 y 30%, condiciones que permitirían el cultivo pero con limitaciones de fertilidad y clima. Por ello, el TUT caña de azúcar en seco es poco recomendable en el área de estudio si se consideran los aspectos biofísicos, ya que hay muchas dificultades para alcanzar una productividad óptima que en el mejor de los casos podría lograrse con altas inversiones y planificación adecuada.

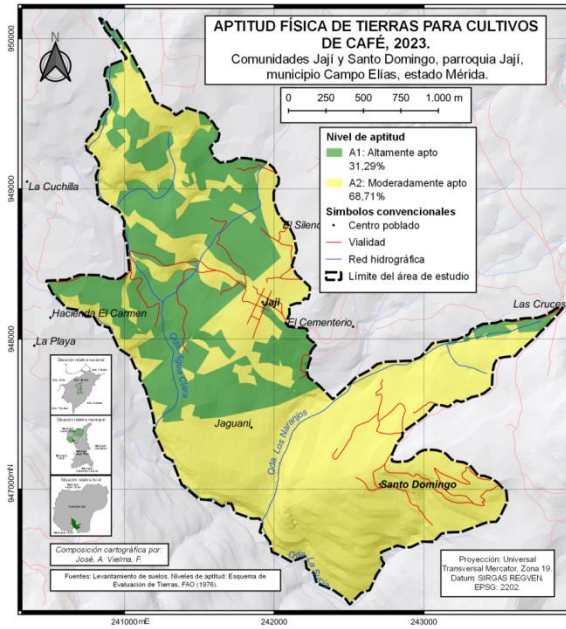


Figura 4. Aptitud física para el TUT café en seco.

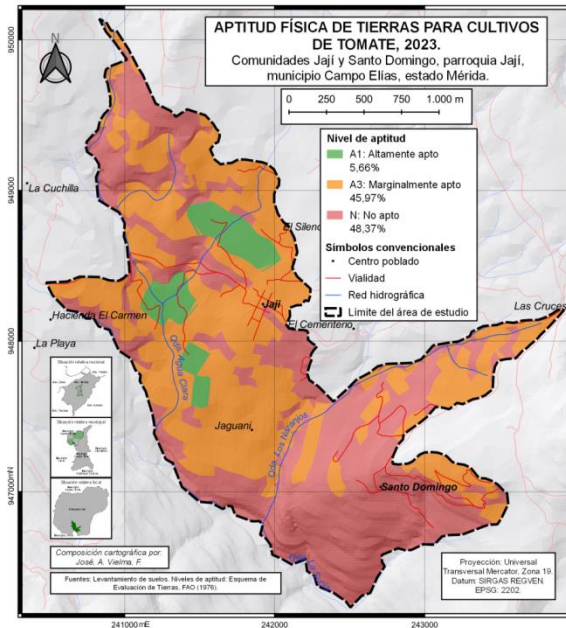


Figura 5. Aptitud física para el TUT tomate en seco.

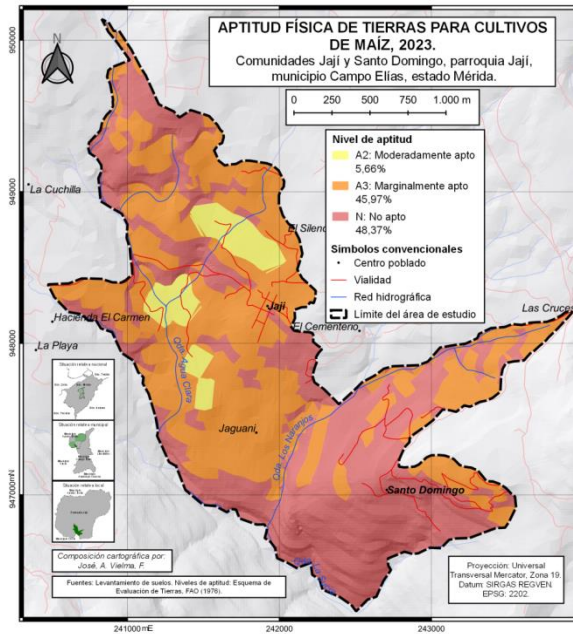


Figura 6. Aptitud física para el TUT maíz en seco.

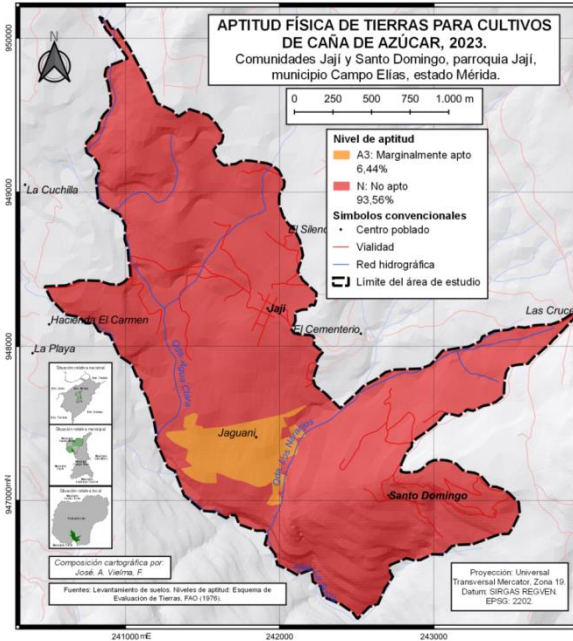


Figura 7. Aptitud física para el TUT caña de azúcar en seco.

El análisis de la aptitud física de la tierra para prácticas ganaderas abarca los pastos brachiaria (*Brachiaria Humidícola*), pasto estrella (*Cynodon Nlemfuensis*) y pasto guinea (*Panicum Maximum*). Los resultados destacan que las características de los suelos y del clima muestran condiciones favorables para los pastizales destinados a la ganadería, pero se requiere un manejo adecuado y pertinente para el control de los riesgos de erosión.

Las condiciones climáticas en el área de estudio son propicias para los pastos brachiaria y estrella, ya que requieren precipitaciones superiores a 900 mm anuales y toleran variaciones intensas de sequía o lluvias, así como temperaturas en el rango de 19 a 35 °C. Estos pastos exhiben adaptabilidad a diversas condiciones de suelo, incluyendo zonas con baja a moderada pedregosidad, características que coinciden favorablemente con el suelo en el área de estudio. Este presenta un pH dentro del rango óptimo (4,5 a 6,5), diversas texturas y niveles adecuados de carbono orgánico. No obstante, la principal limitación identificada es el riesgo de erosión. El 51,63% del área de estudio, constituido por suelos Clase IV y Clase VI, se considera moderadamente apto debido a pendientes que oscilan entre el 8% y el 30%, con riesgos moderados de procesos erosivos. El restante 48,37%, conformado por suelos Clase VII, se considera marginalmente apto debido a pendientes superiores al 30%, incrementando los riesgos de erosión y la acidez del suelo. Los resultados permiten recomendar el uso de estos pastos, especialmente en las unidades de tierra con suelos Clase IV y Clase VI, debido a sus beneficios nutricionales para el ganado, su capacidad de tolerar condiciones climáticas extremas y su resistencia a periodos cortos de encharcamiento y sequía. En las áreas con suelos Clase VII, se sugiere su uso en prácticas de agroforestería, permitiendo un uso mixto de la tierra que incluya la cobertura boscosa sin una alteración significativa, junto con la plantación de estos pastos. (Ver Figura 8).

En cuanto al pasto Guinea (Figura 9), el 37,48% del área de estudio es moderadamente apto (suelos Clase IV y VI), y el 37,01% es marginalmente apto (suelos Clase VII). Las limitaciones incluyen altas pendientes, riesgo de erosión y profundidad del suelo, ya que este pasto particularmente requiere más de 125 cm para rendimientos óptimos. A diferencia del brachiaria y estrella, el pasto guinea es recomendado para altitudes no superiores a 1800 msnm, y al superponer la capa de aptitud física para este pasto con la capa de pisos

altitudinales se obtuvo que un 25,51% del área de estudio califica como no apta por encontrarse sobre este piso altitudinal. Este tipo de pasto es ideal para pastoreo, corte, acarreo, heno y ensilaje, lo cual lo convierte en una excelente alternativa en periodos de sequía, además de ser altamente recomendable para el control de la erosión (Arellano et al., 2009), (Gutiérrez et al., 2018).

Con estos resultados, al comparar los porcentajes de aptitud (Tabla 8) se observa que el uso agrícola con niveles de aptitud más altos es el café en seco, al ser proporcionalmente el que más se adapta a las características biofísicas del entorno estudiado. En cuanto a los pastos evaluados, se tiene que los más adaptables a las condiciones del área son los pastos estrella y brachiaria, a diferencia del pasto guinea que califica no apto en gran proporción del área.

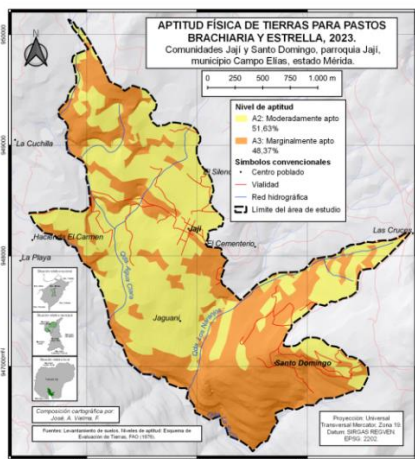


Figura 8. Aptitud física para pastos estrella y brachiaria.

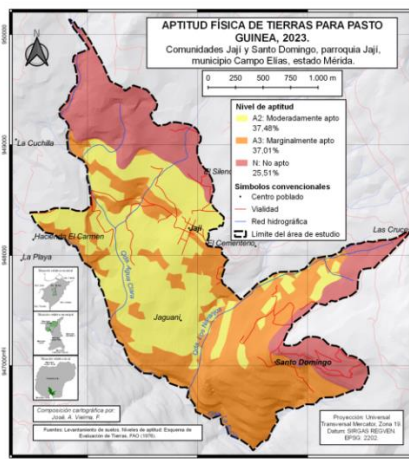


Figura 9. Aptitud física para el pasto guinea.

Tabla 8. Aptitud física de la tierra para cada TUT expresada en porcentaje.

TUT	A1	A2	A3	N
Café en seco	31,29%	68,71%		
Tomate en seco	5,66%		45,97%	48,37%
Maíz en seco		5,66%	45,97%	48,37%
Caña de azúcar en seco			6,44%	93,56%
Pastos estrella y brachiaria en seco		51,63%	48,37%	
Pasto guinea en seco		37,48%	37,01%	25,51%

CONCLUSIONES

- El área de estudio presenta un predominio de suelos Clase VI y VII, para uso pecuario y forestal respectivamente, esto a pesar de no presentar condiciones desfavorables asociadas a pedregosidad, profundidad efectiva o drenaje, siendo la topografía y la acidez del suelo lo que determina finalmente estas clases.
- Siendo la topografía y el carácter ácido de los suelos en esta zona las condiciones más desafiantes para los usos agrícolas y ganaderos, adquiere importancia tomar esto en cuenta al momento de plantearse llevar a cabo alguna plantación, en tal sentido, es importante realizar estudios de suelo a escala de mayor nivel de detalle y conocer con precisión el tipo y la cantidad de enmiendas o fertilizantes se deben aplicar.
- Considerando las condiciones climáticas del área y la idoneidad de los promedios de precipitación y temperatura para los TUT evaluados, la planificación de los cultivos debe llevarse a cabo también tomando en cuenta la estacionalidad de los periodos de lluvia o sequía característicos de estas zonas tropicales, recalcando que además la ocurrencia de fenómenos atmosféricos como El Niño o La Niña puede afectar los niveles de productividad, por lo cual la disponibilidad de datos climáticos actualizados es una necesidad inminente.
- Los bajos niveles de aptitud física de la tierra en el caso de algunos cultivos como el tomate, maíz y caña de azúcar, no significan estrictamente que las plantas no van a crecer, y tampoco se debe recurrir a los extremos de no plantar estos cultivos en un área de tradición agrícola, cuyo modo de vida depende en gran parte de estos rubros. Lo que este tipo de resultados demuestra es que las condiciones biofísicas del área imponen una alta demanda de inversión para alcanzar los niveles de productividad deseados y que estos cultivos sean viables en términos socioeconómicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arellano, R., Aular, M., Pineda, N., & Becerra, L. (2009). Aptitud física de las áreas cafetaleras de la microcuenca del río Monaquito, estado Trujillo-Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana*, 50(2).
- Camacho, Y., Sanabria, Y., Martínez, L., Restrepo, H., Mora-Motta, A., García,

- S., Buitrago, J., Páez, C., Gómez, D., Hermosa, M., Sarmiento, G., Díaz, C., Ramos, A. (2014). CONSOLIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE TIERRAS PARA ZONIFICACIÓN CON FINES AGROPECUARIOS A ESCALA SEMIDETALLADA (1:25.000). Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), Bogotá, Colombia.
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). (1989). Requerimientos de clima y suelos para chacras y hortalizas. Santiago, Chile. Publicación N°85.
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). (1989). Requerimientos de clima y suelos para cereales, cultivos industriales y flores. Santiago, Chile. Publicación N°86.
- FAO. (1976). A Framework for Land Evaluation. FAO Soils Bulletin 32. Rome, Italy.
- Ferrer, C., (1996): Mapa Geológico del sector Tabay- Estánques. Estado Mérida. Instituto de Geografía, Fac. de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- Gutiérrez JF., Hering J., Muñoz JJ., Enciso K., Bravo AM., Hincapié B., Sotelo M., Urrea JL., Burkart S. (2018). Establecimiento y manejo de pasturas mejoradas – Algunos aspectos clave a considerar. Publicación CIAT No. 471. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 20 p. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10568/96261>
- Jaramillo, D. F. (2002). Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.
- Ministerio de Ecosocialismo (MINEC). (s/f). Estaciones meteorológicas del estado Mérida. Diversos períodos de registro. Archivo digitalizado. Sistema Nacional De Información Hidrológica Y Meteorológica (SINAIHME), Caracas.
- Muñoz, L., Oballos, J., & Manrique, J. (2014). Aptitud de uso de la tierra. Caso de estudio: asentamientos campesinos, parroquias Cacute y Mucurubá, municipio Rangel, estado Mérida-Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana*, 55(1).
- Ochoa, G., Oballos, J., Jaimes., & Manrique, J. (2004). Relación entre el material parental y el pH de los suelos en los Andes venezolanos. *Revista Geográfica Venezolana*, 45(2), 281 – 288. *Recuperado de* <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/24623>
- Pineda, N., Jaimes, E., Elizalde, G., & Ochoa, G. (2002). Aptitud física de tres clases de suelos a tres pastos, en la planicie del Río Motatán, estado Trujillo, Venezuela. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad del Zulia*. XII (5), 394 – 404. Recuperado de <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/14870>
- Peña, C., & Pacheco, C. (2006). Clasificación de suelos con fines agrícolas, una propuesta metodológica para la aplicación del Reglamento Parcial de la Ley de Tierras y Desarrollo Rural. *Agricultura Andina. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Universidad de Los Andes*. 11(extraordinario), 9 – 27.
- Petróleos de Venezuela, S.A PDVSA, Comité Interfilial de Estratigrafía y Nomenclatura (CIEN). (2003). Código Geológico de Venezuela. www.pdvsa.com/lexico/lexico.htm
- REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. 2005. Reglamento Parcial del Decreto con Fuerza de Ley de Tierras y Desarrollo Agrario para la Determinación de la Vocación de uso de la Tierra Rural. Decreto N°

- 3.463, publicado en Gaceta Oficial N° 38.126 de fecha 14 de febrero de 2005. Caracas-Venezuela. 24.
- Ruiz C., J.A., G. Medina G., I. J. González A., H.E. Flores L., G. Ramírez O., C. Ortiz T., K.F. Byerly M. y R.A. Martínez P. (2013). Requerimientos agroecológicos de cultivos. Segunda Edición. Libro Técnico Núm. 3. INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias-CIRPAC-Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. 564 p.
- Silva León, G. A. (2010). Tipos y subtipos climáticos de Venezuela. (Trabajo de ascenso a la categoría de titular). Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
- Velásquez, J., Ochoa, G., Oballos, J., Manrique, J., & Santiago, J. (2004). Metodología para la Delineación Cartográfica de Suelos. Revista Forestal Latinoamericana, 019 (2) N° 36, 15 – 34. Recuperado de <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/24103>