

2021

Zonificación Agroecológica del cultivo de Mango

en condiciones naturales en el Ecuador continental

Memoria técnica
Cartografía escala 1:25.000

Ministerio de
Agricultura y Ganadería



GUILLERMO LASSO
PRESIDENTE

REPÚBLICA DEL ECUADOR

**COORDINACIÓN GENERAL DE INFORMACIÓN
NACIONAL AGROPECUARIA
(CGINA)**

Dirección de Generación de Geoinformación Agropecuaria

MEMORIA TÉCNICA

**"ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DEL CULTIVO DE MANGO
(*Mangifera indica* L.) EN CONDICIONES NATURALES EN EL
ECUADOR CONTINENTAL"
ESCALA 1:25.000**

2021

QUITO - ECUADOR

Ministerio de Agricultura y Ganadería

Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria - CGINA

Dirección de Generación de Geoinformación Agropecuaria - DGGA

Estudio

ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DEL CULTIVO DE MANGO (*Mangifera indica* L.) EN CONDICIONES NATURALES EN EL ECUADOR CONTINENTAL A ESCALA 1:25.000

Ing. Ángela Elvira Vásconez Vásconez, MSc.

Coordinadora General de Información Nacional Agropecuaria

Ing. César Trajano Yugcha Paucarima

Director de Generación de Geoinformación Agropecuaria

Equipo técnico CGINA - DGGA

Ing. Agr. Ana Belén Pijal, Ing. Geóg. Blanca Simbaña, Ing. Geóg. David Jácome,

Ing. Agr. Magaly Zurita, Ing. RNR. Mercy Enríquez, Ing. Agr. Mónica Galéas,

Ing. Geóg. Rafael Yépez, Ing. Agr. Wladimir Villarreal

Equipo técnico coordinador CGINA - DGGA

Mat. Víctor Hugo Bucheli León, Ing. Geóg. Viviana Carolina Ruiz Villafuerte

(Período septiembre 2020 - mayo 2021)

Diseño de portada

Tnlgo. Diego Cando

Dr. Walter Oswaldo Reyes Borja

Director Ejecutivo del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP

Equipo técnico del INIAP, responsables de los cultivos

Programa de Fruticultura

Cita de referencia:

Ministerio de Agricultura y Ganadería (2021). Mapa de Zonificación agroecológica del cultivo de mango en condiciones naturales 2021 en el Ecuador continental, escala 1:25.000, Memoria técnica. Quito, Ecuador: Ministerio de Agricultura y Ganadería - Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria.

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	OBJETIVO.....	1
3.	MARCO CONCEPTUAL.....	2
4.	METODOLOGÍA	2
4.1.	Parámetros cartográficos	2
4.2.	Insumos	2
4.3.	Esquema metodológico	3
4.4.	Procedimiento ZAE.....	4
5.	RESULTADOS	7
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	13
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14
8.	ANEXOS.....	16

ACRÓNIMOS

CGINA	Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria
CGSIN	Coordinación General del Sistema de Información Nacional
CONALI	Comité Nacional de Límites Internos
DGAC	Dirección General de Aviación Civil
DGGA	Dirección de Generación de Geoinformación Agropecuaria
DIGDM	Dirección de Investigación y Generación de Datos Multisectoriales
FAO	Food and Agriculture Organization
ESPAC	Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua
IDEA	Instituto de Estrategias Agropecuarias
IEE	Instituto Espacial Ecuatoriano
IGM	Instituto Geográfico Militar
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
INPOFOS	Instituto de la Potasa y Fósforo
MAE	Ministerio del Ambiente del Ecuador
MAATE	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca
SENPLADES	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo
SIGTIERRAS	Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica
UTM	Universal Transversal de Mercator
ZAE	Zonificación Agroecológica

1. INTRODUCCIÓN

Mangifera indica L., más conocido como mango, tiene su origen hace 4000 mil años en el sudoeste de Asia en lo que hoy comprende los países de la India, Bangladesh, Myanmar. El árbol de mango es siempre verde que puede crecer hasta una altura de 25m con una copa redondeada y muy densa, con tronco de corteza gruesa (Parrotta, 2000). El mango se cultiva en países de clima cálido y en algunos de clima templado, se ha demostrado que es un cultivo aventajado debido a que no requiere de riego y rechaza incendios. En el Ecuador, su comercialización a mercados internacionales coincide con la cosecha local que comprende entre octubre a enero (Guerrero G, 2018).

Según la ESPAC en el año 2020 se cosecharon 15,435 ha del cultivo de mango a nivel nacional, siendo Guayas la provincia con más producción (14,607 ha).

Según datos de Estadísticas de Comercio Exterior del Banco Central del Ecuador, en el 2020 se exportaron 61,915 toneladas de mango, principalmente a países como Estados Unidos, Países Bajos (Holanda) y Canadá lo que representó un ingreso de 46.3 millones de dólares.

Entendiendo que el mango es un fruto apetecido tanto a nivel nacional como internacional, este cultivo puede ser mejor distribuido de acuerdo a las condiciones naturales existentes, razón por la cual se realizó la presente zonificación, con el propósito de conocer los lugares potencialmente aptos y las limitaciones que pueden presentar para la instalación de este cultivo de manera natural.

La zonificación de cultivos consiste en la delimitación de áreas biofísicas y agroclimáticas homogéneas, en función de las condiciones agroecológicas del cultivo; que puedan responder a un uso determinado del suelo, con prácticas de manejo similares, bajo condiciones naturales.

La zonificación agroecológica (ZAE) es una herramienta de análisis que se utiliza en la toma de decisiones para una adecuada planificación de la producción agrícola, el uso de la tierra, mediante el fomento y extensión de un cultivo determinado.

2. OBJETIVO

Generar la zonificación agroecológica del cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) en condiciones naturales, en el Ecuador continental a escala 1:25.000, mediante el análisis cartográfico de variables de suelos, relieve y clima, como herramienta para una adecuada planificación agrícola, el ordenamiento territorial y el mejoramiento de la productividad del cultivo.

3. MARCO CONCEPTUAL

Zonificación es el proceso de delimitación de áreas homogéneas en sus elementos constitutivos, de tal manera que se obtenga de ellas, similar respuesta en productividad, al ser tratadas bajo un mismo sistema de manejo. Se señala para estas áreas, su uso más adecuado, tomando en cuenta las condiciones ambientales y la actividad humana que se realiza en cada una de ellas (IDEA, 1988, s.p.).

La **zonificación agroecológica** de cultivos, de acuerdo con los criterios de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), define zonas en base a combinaciones de suelo, fisiografía y características climáticas. Los parámetros se centran en los requerimientos climáticos y edáficos de los cultivos y en los sistemas de manejo bajo los que éstos se desarrollan. Cada zona tiene una combinación similar de limitaciones y potencialidades para el uso de la tierra y sirve como punto de referencia de las recomendaciones diseñadas para mejorar la situación existente de uso de tierras, ya sea incrementando la producción o limitando la degradación de los recursos (FAO, 1997, p.12).

4. METODOLOGÍA

Este trabajo se basa en la metodología de Zonificación Agroecológica de la FAO (1997) modificada, que define zonas homogéneas con base en combinaciones de suelos, fisiografía y clima. Los parámetros usados se centran en los requerimientos edáficos, de relieve y climáticos de los cultivos en condiciones naturales.

4.1. Parámetros cartográficos

La información geográfica se presenta bajo los siguientes parámetros:

Escala:	1:25.000 (semidetalle)
Sistema de referencia:	World Geodetic System 1984
Proyección Cartográfica:	Universal Transversa de Mercator (UTM)
Zona cartográfica:	17 Sur

4.2. Insumos

Información:

- Cartografía temática biofísica (Geopedología y Geomorfología), escala 1:25.000. (MAG-IEE-SENPLADES, 2009-2015). Versión editada MAG 2019.
- Información climática (precipitación y temperatura), serie 1985-2014.
- Requerimientos agroecológicos del cultivo en condiciones naturales.

- Cartografía de áreas naturales de: Bosque y Vegetación Protectora, Patrimonio Forestal del Estado, Patrimonio de Áreas Naturales del Estado, Bosque Nativo, Áreas del Programa Socio Bosque, Zonas Intangibles, Zona de Amortiguamiento Yasuní.
- División Político Administrativa del Ecuador, escala 1:50.000. (CONALI, 2019).
- Cartografía del área para el aprovechamiento agrícola, pecuario y forestal, escala 1:250.000. (MAG-CGINA, 2020).

Software:

- Sistema de Información Geográfica: ArcGIS.
- Sistema ZAE.

4.3. Esquema metodológico

El esquema metodológico relaciona las variables de suelos, relieve y clima con los requerimientos agroecológicos del cultivo, donde se destaca la disponibilidad de la información geográfica y la manera de interrelacionar las diferentes capas temáticas hasta obtener un mapa de zonificación agroecológica del cultivo. Los procesos se presentan en la Figura 1.

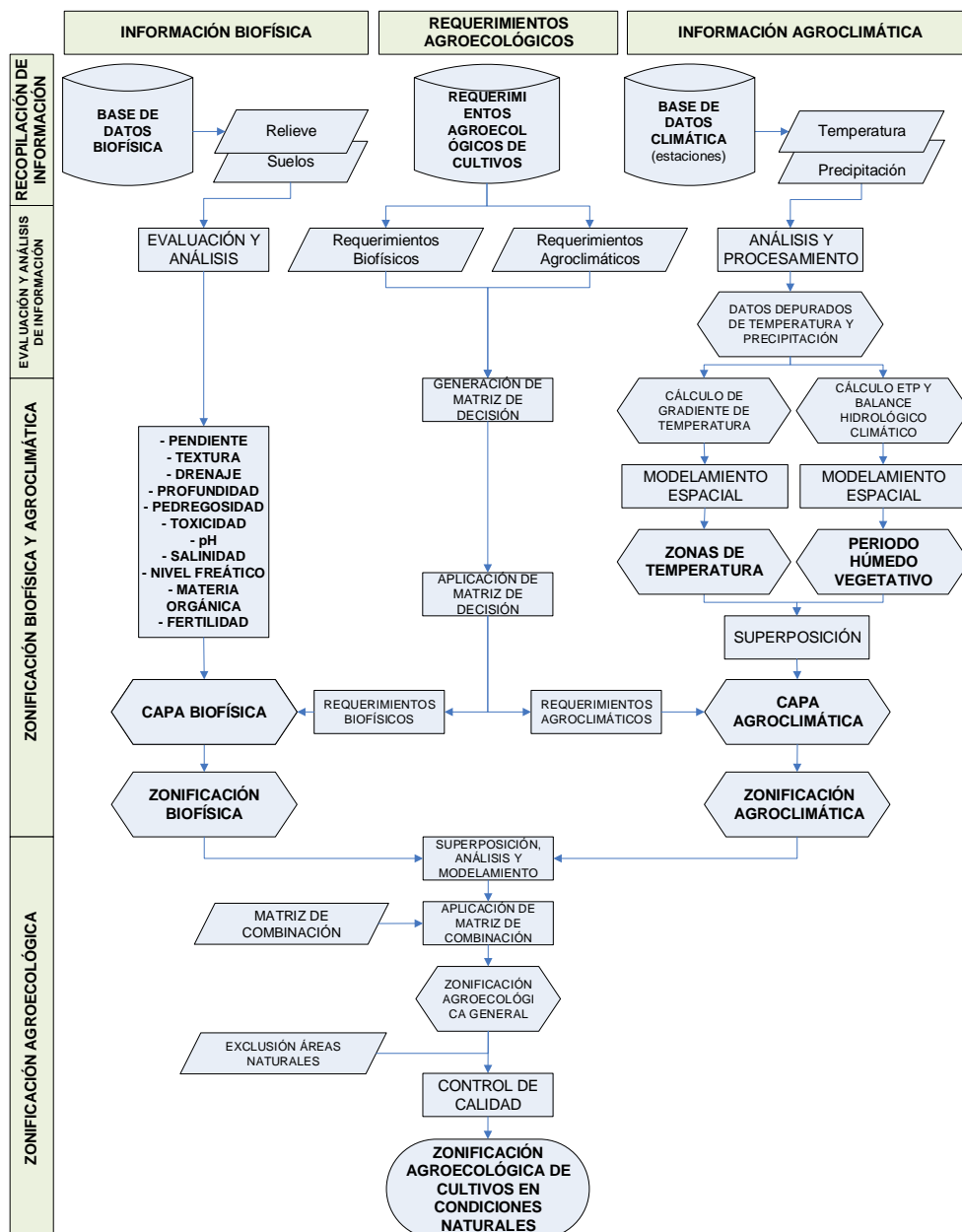


Figura 1. Esquema metodológico para la ZAE
Elaboración: MAGAP/CGSIN/DIGDM, 2016

4.4. Procedimiento ZAE

El proceso metodológico de la ZAE se inicia con la **recopilación de información** de los diferentes insumos primarios y secundarios. Se selecciona y procesa la información climática, suelos y relieve disponibles en las diferentes instituciones relacionadas con cada temática (INAMHI, DGAC, IEE, SIGTIERRAS, IGM, MAATE, otros), ya sean en: mapas, bases de datos, gráficos, tablas o texto, en el

ámbito local, seccional y regional. En cuanto a los requerimientos agroecológicos de cultivos, esta información fue proporcionada por el INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) durante los años 2017 a 2020.

En la fase de **evaluación y análisis de información**, los datos e información recopilada son evaluados a través de la utilización de procedimientos y métodos estadísticos. El análisis de la información existente tiene el propósito de, detectar la carencia de información actualizada para identificar lo que se precisa complementar. Se requiere entonces comparar la calidad, el alcance y la actualidad de la información disponible.

La zonificación agroecológica consta de tres componentes fundamentales que son: **los requerimientos agroecológicos del cultivo, zonificación biofísica y agroclimática**, los mismos que se describen a continuación:

Los **requerimientos agroecológicos del cultivo** indican las necesidades particulares del cultivo en cuanto a parámetros biofísicos como agroclimáticos, estos parámetros se establecen en una tabla (matriz de decisión Cuadro 1) que reúne los datos de las condiciones naturales favorables o desfavorables para su desarrollo.

La **zonificación biofísica** crea unidades homogéneas basadas en las condiciones de relieve y edáficas, tendiente a la agrupación de las zonas con similares características para un determinado cultivo. Los parámetros utilizados fueron el Relieve: pendiente y Edáficas: textura, drenaje, profundidad efectiva, pedregosidad, toxicidad, pH, salinidad, profundidad del nivel freático, materia orgánica y fertilidad. Posteriormente se aplicó la matriz de decisión (Cuadro 1 requerimiento agroecológico) y se obtuvo las zonas biofísicas homogéneas del cultivo (MAG, 2019).

La **zonificación agroclimática** define zonas homogéneas de acuerdo a las características de temperatura y período de crecimiento (período húmedo vegetativo) de las plantas. A través de la aplicación de la matriz de decisión se obtuvo las zonas agroclimáticas homogéneas del cultivo. El estudio agroclimático analiza la adaptación de los cultivos agrícolas a los climas y de la influencia de los factores y elementos sobre la fenología de cultivos y plagas agrícolas, por lo que, la zonificación agroclimática se representa como zonas fisiográficas, es decir, el conjunto de localidades que presentan el mismo cuadro climatológico en relación con una determinada especie vegetal.

La **zonificación agroecológica** realiza la superposición de información biofísica y agroclimática. Las unidades cartográficas resultantes, producto de la aplicación de la matriz de combinación, son las zonas agroecológicas que tienen una combinación única de suelos, pendiente, zonas de temperatura y período húmedo vegetativo.

Como resultado se obtuvo cuatro categorías de zonificación agroecológica: óptima, moderada, marginal y no apta; cuyas características son las siguientes:

ÓPTIMA (O).- Áreas donde las condiciones naturales de suelo, relieve y clima presentan las mejores características para el establecimiento del cultivo.

MODERADA (M).- Áreas donde las condiciones naturales de suelo, relieve y clima presentan limitaciones ligeras y pueden ser mejoradas con prácticas de manejo adecuadas.

MARGINAL (m).- Áreas que presentan limitaciones importantes de suelo, relieve y clima, lo cual impide el establecimiento y desarrollo normal del cultivo en condiciones naturales.

NO APTA (N).- Áreas donde no se puede establecer el cultivo en condiciones naturales (limitaciones muy severas).

Es importante mencionar que en las zonas con categoría No Apta no significa que el cultivo no se puede desarrollar, por el contrario, pueden quedar excluidas zonas que actualmente se cultivan pero en cuyas propiedades se han realizado trabajos adicionales para lograr la adaptación del cultivo a las mismas, por ejemplo, enmiendas de suelos para mejorar pH del suelo, conductividad eléctrica, aplicación de materia orgánica, elaboración de terrazas o drenajes, aplicación de riego, entre otros. Sin embargo, cualquiera de estos procesos supone una intervención humana para alterar las condiciones naturales de la zona para favorecer el desarrollo del cultivo.

En la zonificación agroecológica se excluyeron las áreas naturales (Bosque y Vegetación Protector, Patrimonio de Áreas Naturales del Estado, Patrimonio Forestal del Estado, Bosque Nativo, Zonas Intangibles y Zona de Amortiguamiento Yasuní) cuya competencia es el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), por ser consideradas zonas de protección y conservación.

Se aplicaron varios procesos de control de calidad a la información generada en la ZAE, siendo estos: lógico (base de datos y elementos geográficos) y temático.

Finalmente, se elaboró el mapa definitivo de zonificación agroecológica del cultivo según los requisitos mínimos de información marginal para cartografía temática establecidos por la Secretaría Nacional de Planificación (anteriormente SENPLADES).

La ZAE se basa en una serie de procedimientos lógicos que permite determinar diferentes zonas agroecológicas. La metodología descrita se adapta el uso de los SIG, en este sentido se desarrolló un sistema que permite manipular una gran cantidad de datos. Este software se denominó SISTEMA ZAE, el cual incorpora bases de datos relacionadas con sistemas de información geográfica y con modelos computacionales, alcanzando aplicaciones para la gestión de los recursos naturales como: zonificaciones biofísicas, zonificaciones agroclimáticas, reportes de requerimientos agroecológicos de cultivos, estadísticas de categorías ZAE, entre otros.

5. RESULTADOS

Los requerimientos agroecológicos del cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) en condiciones naturales se presentan en el Cuadro 1, la leyenda biofísica y agroclimática en el anexo 1, el mapa de zonificación agroecológica del área agrícola, pecuaria y forestal en la figura 2 y las superficies por provincia en el Cuadro 2.

Cuadro 1: Requerimientos agroecológicos del cultivo de Mango en condiciones naturales

MATRIZ DE DECISIÓN DEL CULTIVO DE MANGO (<i>Mangifera indica</i> L.)					
COMPONENTE	PARÁMETRO	CATEGORÍAS DE LA ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DEL CULTIVO			
		ÓPTIMA	MODERADA	MARGINAL	NO APTA
BIOFÍSICO	PENDIENTE (%)	Plana (0-2) , muy suave (2-5), suave (5-12)	Media (12-25)	Media a fuerte (25-40)	Fuerte (40-70), muy fuerte (70-100), escarpada (100-150), muy escarpada (150-200), abrupta (>200)
	TEXTURA SUPERFICIAL	Franco, franco arenoso, franco limoso, franco arcilloso, franco arcillo-arenoso, franco arcillo-limoso, arcillo arenoso	Arcilloso, arcillo limoso	Areno francoso, limoso, arcilla pesada	Arena
	PROFUNDIDAD EFECTIVA (cm)	Profundo (>100)	Moderadamente profundo (51-100)	Poco profundo (21-50)	Superficial (11-20), muy superficial (0-10)
	PEDREGOSIDAD (%)	Nula (no posee fragmentos), muy pocas (<10), pocas (10-25)	Frecuentes (25-50)	Abundantes (50-75)	Pedregoso - rocoso (>75)
	DRENAJE NATURAL	Bueno, moderado	Excesivo	Mal drenado	---
	PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO (cm)	Profundo (>100), sin evidencia	Medianamente profundo (51-100)	Poco profundo (21-50)	Superficial (11-20), muy superficial (0-10)
	pH DEL SUELO	Medianamente ácido (5.5-6.0), Ligeramente ácido (6.0-6.5)	Prácticamente neutro (6.5-7.5), neutro (7)	Ácido (4.5-5.5), ligeramente alcalino (7.5-8.0)	Muy ácido (<4.5), medianamente alcalino (8.0-8.5), alcalino (>8.5)

	TOXICIDAD (AC: Ácidos - meq/100 ml); (CAR: Carbonatos - %)	Nula	Ligera - AC (<0.5)	Ligera - CAR (0-10), media - AC (0.5-1.5), media - CAR (11-25)	Alta - AC (>25), alta - CAR (>25)
	MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO (%)	Medio - Costa (1.0-2.0), alto - Costa (>2), medio - Sierra (3.0-5.0), alto - Sierra (>5.0), medio - Amazonia (3.0-6.0), alto - Amazonia (6.0)	Medio - Costa (1.0-2.0), alto - Costa (>2), medio - Sierra (3.0-5.0), alto - Sierra (>5.0), medio - Amazonia (3.0-6.0), alto - Amazonia (6.0)	Bajo - Costa (<1.0), bajo - Sierra (<3.0), bajo - Amazonía (1.5-3.0)	---
	SALINIDAD (ds/m)	No salino (<2.0)	Ligeramente salino (2.0- 4.0)	Salino (4.0-8.0)	Muy salino (8.0-16.0), extremadamente salino (>16.0)
	NIVEL DE FERTILIDAD DEL SUELO	Mediana, alta	Baja	Muy baja	---
AGROCLIMÁTICO	TEMPERATURA (°C)	24-26	22-24	20-22	<20
	*PERÍODO HÚMEDO VEGETATIVO (días)	150-210	210-270	120-150	<120
INFORMACIÓN ADICIONAL**	PRECIPITACIÓN (mm)	600-1500	1500-1800	1800-2000	>2000
	ALTITUD (m.s.n.m.)	0-800	800-1200	1200-1500	>1500
<p>* Período húmedo vegetativo: define el número de días de humedad que necesita la planta. Para cultivos de ciclo corto comprende los días desde la siembra hasta antes de la cosecha, mientras que, para los cultivos permanentes comprende los días desde el comienzo hasta finalización de la actividad biológica visible (inicio de la floración hasta el desarrollo del fruto).</p> <p>**Las variables de precipitación y altitud se analizaron de manera implícita en el período húmedo vegetativo y en temperatura.</p>					
<p>Nota: Los requerimientos del cultivo son referenciales para el Ecuador continental. Se excluyeron las áreas que tienen como principal objetivo la protección y conservación como: Bosque y Vegetación Protectora, Patrimonio Forestal del Estado y sus áreas restauradas, Patrimonio de Áreas Naturales del Estado, Bosque Nativo (incluida las áreas del Programa Socio Bosque), Zonas Intangibles, Zona de Amortiguamiento Yasuní (MAE, 2015) y zonas sobre la cota de los 3 600 m.s.n.m (MAE, 2014).</p>					
Fuente: Adaptado de varios autores.					
Elaboración: MAGAP/CGSIN/DIGDM, 2017.			Validación: INIAP-Programa de Fruticultura		
OBSERVACIONES:					

Cuadro 2: Superficie según categorías de zonificación del cultivo de mango por provincia

PROVINCIA	SUPERFICIE (ha) SEGÚN CATEGORÍAS DE ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA				NO APLICABLE (ha)	TOTAL (ha)
	ÓPTIMA	MODERADA	MARGINAL	NO APTA		
AZUAY		4,163	5,510	298,678	27,062	335,412
BOLIVAR	126	19,383	15,268	260,485	15,563	310,825
CANAR		3,125	28,019	137,971	14,194	183,309
CARCHI		66	1,065	159,021	3,937	164,090
CHIMBORAZO		3,252	1,493	330,491	26,061	361,297
COTOPAXI		28,945	11,173	256,924	32,564	329,607
EL ORO		13,942	49,484	236,820	67,900	368,147
ESMERALDAS		95,423	194,128	350,948	40,478	680,977
GUAYAS	246	103,581	489,092	418,726	171,330	1,182,975
IMBABURA		517	3,566	240,757	16,312	261,152
ISLA				8	156	164
LOJA		208	6,356	643,069	18,039	667,672
LOS RIOS	2,251	249,046	225,547	133,441	25,339	635,623
MANABI	350	115,128	456,377	554,609	48,004	1,174,468
MORONA SANTIAGO				433,250	39,358	472,608
NAPO				125,382	17,944	143,326
ORELLANA				227,373	23,750	251,123
PASTAZA				144,093	19,056	163,149
PICHINCHA		801	2,636	468,013	48,111	519,560
SANTA ELENA			1	215,766	18,732	234,499
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS		70,176	30,506	211,269	14,901	326,852
SUCUMBIOS				290,051	24,085	314,136
TUNGURAHUA				122,264	16,216	138,480
ZAMORA CHINCHIPE		19	6,111	241,710	20,970	268,809
TOTAL ÁREA AGRÍCOLA	2,974	707,774	1,526,333	6,501,119	750,062	9,488,262

Fuente: MAG/CGINA/DGGA, 2021.

En la figura 3 se presenta las superficies por categorías de zonificación agroecológica en condiciones naturales del área agrícola, pecuaria y forestal.

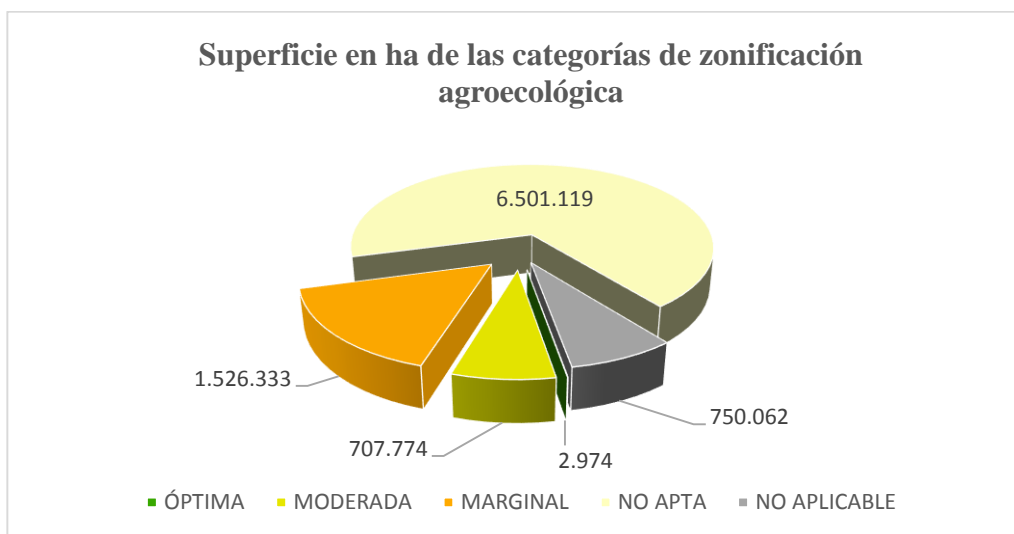


Figura 3. Superficie por categorías de zonificación agroecológica

De los resultados de este estudio muestra que las zonas agroecológicas óptimas o ideales para el cultivo de mango son disminuidas, con 2,974 hectáreas a nivel nacional de las cuales la mayor parte se localiza en la provincia de Los Ríos con 2,251 ha específicamente en el cantón Babahoyo. Los limitantes principales que hace que no existan mucha superficie con la categoría óptima son pendiente, profundidad efectiva, potencial hidrogeno y período húmedo vegetativo, es decir, el número de días de humedad que necesita la planta.

Las zonas agroecológicas moderadas representan una superficie de 707,774 ha a nivel nacional, la mayoría se encuentran en la provincia de Los Ríos con 249,046 ha, estas se localizan en las poblaciones del norte de Valencia con 52,334 ha, en el sur de la provincia está Babahoyo con 36,461 ha, Palenque en el centro posee 33,862 ha de zonas moderadas y Mocache contiene 30,462 ha. Seguido en superficie de zonas agroecológicas moderadas se encuentra Manabí con una superficie de 115,128 ha distribuidos al norte de la provincia en El Carmen con 55,187 ha, 11,895 ha corresponden al cantón Flavio Alfaro, Pichincha tiene 8,491 ha, el cantón Paján incluye 6,485 ha, Pedernales con 5,834 ha de zonas moderadas, entre otros. Continúa la provincia de Guayas con 103,581 hectáreas, éstas se encuentran en los cantones de El Empalme con 22,112 ha, Simón Bolívar con 17,956 ha, Naranjito tiene 11,992 ha y el cantón Milagro contribuye con 10,243 ha de zonas moderadas. La provincia de Esmeraldas contiene 95,423 ha de zonas agroecológicas moderadas, la mayoría se encuentra en el cantón Quinindé con 75,533 ha. La moderada profundidad efectiva del suelo y el período húmedo vegetativo definen estas zonas principalmente.

Las zonas agroecológicas marginales ocupan una superficie de 1,526,333 ha a nivel nacional, siendo la provincia de Guayas la de mayor superficie con 489,092 ha,

estas se localizan en la parte norte de la provincia en el cantón Balzar con 69,085 ha; también se halla estas zonas en el cantón Pedro Carbo con 50,154 ha y en el lado este de la provincia en el cantón de El Triunfo con un total de 42.702 ha. Al sur de El Triunfo se encuentra el cantón Naranjal que aporta 33,854 ha de zonas agroecológicas marginales. Seguido por el cantón Colimes con 28,230 ha. En orden de importancia sigue la provincia de Manabí con 456,377 ha, ocupando la parte norte están los cantones Chone, Pedernales, Flavio Alfaro con 118,977 ha, 72,121 ha y 39,074 ha respectivamente. Le sigue al sur el cantón Santa Ana con 41.088 ha y Paján con 37,435 ha. La provincia de Los Ríos ocupa 225,547 ha de las zonas marginales, la mayoría concentrándose en los cantones de Babahoyo y Urdaneta con 37,327 ha y 25,414 ha respectivamente. 25,274 ha de zonas marginales se encuentran en el cantón de Vinces, continuando con Ventanas con 18,082 ha. Las principales limitantes en estas zonas son la pendiente de medias a fuertes, la poca profundidad efectiva, potencial hidrogeno y el período húmedo vegetativo entre 120 a 150 días de humedad para el desarrollo del cultivo.

Las zonas agroecológicas no aptas ocupan una superficie de 6,501,119 hectáreas y se extiende por todo el territorio nacional.

En el anexo 2 se presenta las estadísticas a nivel de cantón.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Para el establecimiento del cultivo de mango, sectores de la provincia de Los Ríos presentan condiciones naturales óptimas, mientras que otros sectores de las provincias de Los Ríos, Manabí y Guayas presentan condiciones naturales moderadas.
- Para las categorías marginal y no apta pueden variar las condiciones naturales, si se realizan mejoras tecnológicas, buenas prácticas de conservación de suelos, enmiendas, implementación de sistemas de riego y sistemas de drenaje, materia orgánica, fertilización, entre otros.
- Existen zonas con excelentes características biofísicas que en la zonificación agroecológica salen marginales o no aptas, esto se debe a que se encuentran en zonas agroclimáticas no favorables para el establecimiento del cultivo.
- La zonificación agroecológica no es útil para el análisis a nivel de predio, por lo que se recomienda usar esta información de manera referencial, debido a la escala de los insumos empleados.
- El área para el aprovechamiento agrícola, pecuario y forestal del Ecuador Continental es de 9,488,262 hectáreas.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BCE. (2021). *Estadísticas de Comercio Exterior 2020*. Quito, Ecuador: Banco central del Ecuador. Recuperado de: <https://sintesis.bce.fin.ec/BOE/OpenDocument/2109181649/OpenDocument/opendoc/openDocument.faces?logonSuccessful=true&shareId=0>
- Comité Nacional de Límites Internos, CONALI. (2019). *Trazado de límites territoriales internos*. Escala 1:50.000 y 1:5.000.
- De La Rosa, D. (2008). *Evaluación agro-ecológica de suelos*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- ESPAC. (2021). *Estadísticas Agropecuarias 2020*. Quito, Ecuador: Instituto nacional de estadísticas y censos.
- Espinosa, J. (1998). *Memorias del seminario internacional de fertirrigación*. Quito, Ecuador: INPOFOS, SECS.
- FAO. (1997). *Zonificación agroecológica, guía general*. Roma, Italia: Food and agriculture organization. Recuperado de <http://www.fao.org>.
- Fuentes, J. (1999). *El suelo y los fertilizantes*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Guerrero, G. (2018). La Producción del Mango Ecuatoriano. *Perspectiva*, 8-15. Recuperado de: https://perspectiva.ide.edu.ec/investiga/wp-content/uploads/2018/06/Perspectiva-Junio-2018_1-P.pdf
- IDEA. (1988). *Memorias del seminario zonificación agroecológica para cultivos no tradicionales en la zona costanera central*. Quito, Ecuador: Instituto de estrategias agropecuarias.
- IEE-MAGAP. (2012). *Catálogo de Objetos. Componente 2: geopedología y amenazas geológicas*. Quito, Ecuador.
- INIAP. (2006). *Metodologías de: física de suelos*. Quito, Ecuador: Instituto nacional de investigaciones agropecuarias.
- INIAP. (2008). *Metodologías de: física de suelos*. Quito, Ecuador: Instituto nacional de investigaciones agropecuarias.
- INIAP. (2013). *Requerimientos agroecológicos de varios cultivos*. Quito, Ecuador: Instituto nacional de investigaciones agropecuarias.
- INPOFOS. (1997). *Manual internacional de fertilidad de suelos*. Norcross, USA: Potash & Phosphate Institute.
- Luzuriaga, C. y Mendoza, E. (2001). *Curso de edafología general*. Quito, Ecuador: Instituto agropecuario superior andino, facultad de ciencias agrícolas.
- MAG-IEE-SENPLADES. (2009-2015). Mapa Geopedológico del Ecuador continental (versión editada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería en 2019). Escala 1:25.000.

- Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG - Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria, CGINA. (2020). Área para el aprovechamiento agrícola, pecuario y forestal. Escala 1:250.000.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (2019). “*Metodología de zonificación agroecológica de cultivos en condiciones naturales para el Ecuador a escala 1:25.000*”. Quito, Ecuador: Ministerio de Agricultura y Ganadería - Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria.
- Narro, E. (1994). *Física de suelos: con enfoque agrícola*. (1ra. Ed.). México D.F., México: Editorial Trillas.
- Navarro, G. y Navarro, S. (2003). *Química Agrícola: el suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal*. (2da. Ed.). Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Padilla, W. (2007). *Fertilización del suelo y nutrición vegetal*. (4ta. Ed.). Quito, Ecuador: Agrobiolab.
- Parrotta, J. (2000). *Anacardiaceae Familia del anacardo*. EEUU: U.S. Forest Service Silvics of Forest Trees of the American Tropics.
- Porta, J. y López, M. (2005). *Agenda de campo*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Porta, J., López-Acevedo, M. y Poch, R. (2008). *Introducción a la edafología: uso y protección del suelo*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- RAE. (2016). *Diccionario de la lengua española*. Madrid, España: Real academia española.
- Villavicencio, A., y Vásquez, W. (Ed.). (2008). *Guía técnica de cultivos*. Quito, Ecuador: INIAP. (Manual No. 73).

8. ANEXOS

ANEXO 1: Leyenda Geopedológica y Agroclimática

1. Parámetro de relieve

1.1. Pendiente

La pendiente o inclinación de un terreno es la relación que existe entre el desnivel que se debe superar y la distancia horizontal que se debe recorrer. La distancia horizontal se mide en el mapa. Geométricamente la pendiente corresponde a la tangente del ángulo vertical medido desde el plano horizontal hacia el terreno. La pendiente se expresa principalmente en porcentaje (100 multiplicado por la tangente del ángulo, es así que un ángulo de 45° (sexagesimales) de inclinación le corresponde a una pendiente del 100% ($\tan 45^\circ = 1 \cdot 100$). La pendiente también se puede expresar en grados. Cuando se precisa en grados se refiere al ángulo que se forma entre el plano de las aguas y el plano horizontal.

Tabla 1. Clases de pendiente

CLASE	PENDIENTE	RANGO (%)	DESCRIPCIÓN
1	Plana	0 a 2	Corresponden principalmente a relieves completamente planos.
2	Muy suave	2 a 5	Corresponden principalmente a relieves casi planos.
3	Suave	5 a 12	Corresponden principalmente a relieves ligeramente ondulados.
4	Media	12 a 25	Corresponden principalmente a relieves medianamente ondulados.
5	Media a fuerte	25 a 40	Corresponden principalmente a relieves mediana a fuertemente disectados.
6	Fuerte	40 a 70	Corresponden principalmente a relieves fuertemente disectados.
7	Muy fuerte	70 a 100	Corresponden principalmente a relieves muy fuertemente disectados.
8	Escarpada	100 a 150	Corresponden principalmente a relieves escarpados.
9	Muy escarpada	150 a 200	Corresponden principalmente a relieves muy escarpados.
10	Abrupta	> a 200	Corresponden principalmente a relieves abruptos.
NA	No aplicable	No aplicable	Se consideran todas las áreas que no son suelo como: centros poblados, ríos dobles o con características similares a estas al representarlas o cartografiarlas.

Fuente: Catálogo de Objetos. IEE-MAGAP (CGSIN), 2012.

2. Parámetros edáficos

2.1. Textura

La textura se refiere al contenido de partículas del suelo de acuerdo a su tamaño y proporción en la que se encuentran. Para este estudio se considera la textura superficial (horizonte A).

Tabla 2. Clases de textura

ETIQUETA	SÍMBOLO FAO	SÍMBOLO MAG, 1974	DESCRIPCIÓN
Arena	A	A	Clase determinada según el triángulo de texturas de suelos, tiene un buen drenaje y se cultivan con facilidad, pero también se secan fácilmente y los nutrientes se pierden por lavado.
Arena muy fina	AMF	Amf	
Arena fina	AFi	Af	
Arena media	AM	Am	
Arena gruesa	AG	Ag	
Arena francoso	AF	AF	
Franco	F	F	Clase determinada según el triángulo de texturas de suelos, muestran mayor aptitud agrícola.
Franco arenoso	FA	FA	
Franco limoso	FL	FL	
Franco arcilloso	FY	FAC	
Franco arcillo-arenoso	FYA	FACa	
Franco arcillo-limoso	FYL	FACl	
Limoso	L	L	Son texturas que dan una sensación harinosa (como polvo del talco). Tienen velocidad de infiltración baja, almacenamiento de nutrientes medio.
Arcilloso	Y	Ac	Clase determinada según el triángulo de texturas de suelos, tienden a no drenar bien, se compactan con facilidad y se cultivan con dificultad y, a su vez, presentan una buena capacidad de retención de agua y nutrientes.
Arcillo-arenoso	YA	AcA	
Arcillo-limoso	YL	AcL	
Arcilla pesada	YP	Acp	Clase determinada según el triángulo de texturas de suelos. Esta clase tiene más del 60% de arcilla.
Sin Suelo	Sin	Sin	Roca, afloramientos rocosos.
No aplicable	NA	NA	Se considera todas las áreas que no son suelo como: centros poblados, ríos dobles o con características similares a estas al representarlas o cartografiarlas.

Fuente: Catálogo de Objetos. IEE-MAGAP (CGSIN), 2012.

2.2. Drenaje

"El drenaje de un suelo expresa la rapidez con que se elimina el agua sobrante en relación con las aportaciones" (Porta et al., 2005, p.146).

"La clase de drenaje es un atributo del suelo que viene determinado por un conjunto de propiedades (estructura, textura, porosidad, existencia de una capa impermeable, permeabilidad, posición del suelo en el paisaje y color)" (Porta et al., 2005, p.146).

Tabla 3. Clases de drenaje en los suelos

CATEGORÍA	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Excesivo	E	Eliminación rápida del agua en relación al aporte por la lluvia. Suelos de texturas gruesas. Normalmente ningún horizonte permanece saturado durante varios días después de un aporte de agua.
Bueno	B	Eliminación fácil del agua de precipitación, aunque no rápidamente. Suelos de textura media a fina. Algunos horizontes pueden permanecer saturados durante unos días después de un aporte de agua. Sin moteados en los 100 cm superiores o con menos de un 2%. El nivel freático se encuentra a profundidades mayores de 120 cm.
Moderado	M	Eliminación lenta del agua en relación al aporte. Suelos con un amplio intervalo de texturas. Algunos horizontes pueden permanecer saturados durante más de una semana después del aporte de agua. Moteados del 2 al 20% entre 60 y 100 cm. Presencia de una capa de permeabilidad lenta, o un nivel freático alto (60-90 cm de profundidad).
Mal drenado	Md	Eliminación muy lenta del agua en relación al suministro. Suelos con un amplio intervalo de texturas. Los horizontes permanecen saturados por agua durante varios meses. Rasgos gléicos (coloraciones oscuras, azulados y verdosos). Problemas de hidromorfismo. Estas características se observan por lo general en zonas deprimidas y con régimen de humedad ácuico. Los moteados se distinguen usualmente desde la superficie. El nivel freático está por lo general cerca de la superficie.
Sin Suelo	Sin	Roca, afloramientos rocosos.
No aplicable	NA	Se considera todas las áreas que no son suelo como: centros poblados, ríos dobles o con características similares a estas al representarlas o cartografiarlas.

Fuente: Catálogo de Objetos. IEE-MAGAP (CGSIN), 2012.

2.3. Profundidad efectiva

Se define como el espesor de las capas del suelo (superficiales y subsuelo) en las cuales las raíces pueden penetrar sin dificultad, en busca de agua, nutrientes y sostén. Su límite inferior está definido por capas u horizontes compactos, por la cantidad de elementos gruesos (grava, piedras y rocas), presencia de la capa freática alta (agua), concentraciones de minerales tóxicos (salinidad, carbonatos, aluminio), que impiden el desarrollo de las raíces, esta propiedad regula directa o indirectamente varias funciones de los suelos agrícolas en beneficio de las plantas (Narro, 1994).

La profundidad del suelo es un factor que incide en el desarrollo de las raíces, en las opciones de labranza, en la disponibilidad de humedad y nutrientes para las plantas.

Tabla 4. Categorías de profundidad efectiva de los suelos

CATEGORÍA	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Muy superficial	Ms	La profundidad efectiva del suelo se mide en centímetros de manera perpendicular a la superficie terrestre, siendo para esta clase de 0 a 10 cm.
Superficial	S	La profundidad efectiva del suelo se mide en centímetros de manera perpendicular a la superficie terrestre, siendo para esta clase de 11 a 20 cm.
Poco profundo	Pp	La profundidad efectiva del suelo se mide en centímetros de manera perpendicular a la superficie terrestre, siendo para esta clase de 21 a 50 cm.

CATEGORÍA	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Moderadamente profundo	M	La profundidad efectiva del suelo se mide en centímetros de manera perpendicular a la superficie terrestre, siendo para esta clase de 51 a 100 cm.
Profundo	P	La profundidad efectiva del suelo se mide en centímetros de manera perpendicular a la superficie terrestre, siendo para esta clase mayor a 100 cm.
Sin Suelo	Sin	Roca, afloramientos rocosos.
No aplicable	NA	Se considera todas las áreas que no son suelo como: centros poblados, ríos dobles o con características similares a estas al representarlas o cartografiarlas.

Fuente: Catálogo de Objetos. IEE-MAGAP (CGSIN), 2012.

2.4. Pedregosidad

Se refiere a la presencia o ausencia de fragmentos gruesos superficiales, que afecten a la mecanización y desarrollo de las plantas; están descritos en términos de porcentaje de cobertura. La pedregosidad es considerada un factor limitante para el uso de los suelos.

Tabla 5. Categorías de pedregosidad superficial de los suelos

CATEGORÍA	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Sin	S	No posee fragmentos gruesos.
Muy pocas	M	< 10% de fragmentos gruesos, y no interfieren con el laboreo.
Poca	P	10 a 25% de fragmentos gruesos, existe interferencia con el laboreo, es posible el cultivo de plantas de escarda (maíz, plantas con raíces útiles y tubérculos).
Frecuente	F	25 a 50% de fragmentos gruesos, existe dificultad para el laboreo, es posible la producción de pasto.
Abundantes	A	50 a 75% de fragmentos gruesos, no es posible el uso de maquinaria agrícola.
Pedregoso o rocoso	R	> 75% de fragmentos gruesos en la superficie, excesivamente pedregoso como para ser cultivado.
No aplicable	NA	Se considera todas las áreas que no son suelo como: centros poblados, ríos dobles o con características similares a estas al representarlas o cartografiarlas.

Fuente: Catálogo de Objetos. IEE-MAGAP (CGSIN), 2012.

2.5. Toxicidad

Se define como "el efecto negativo que producen los aniones y cationes sobre las plantas cuando se encuentran presentes en exceso en el suelo" (De La Rosa, 2008, p.208).

La toxicidad por acidez ocurre en los suelos minerales donde la hidrólisis del aluminio intercambiable es la fuente principal de iones hidrógeno, por lo que el grado de acidez del suelo está íntimamente relacionado con el aluminio intercambiable presente en el complejo coloidal (Espinosa, 1998, p.183).

Es importante conocer este parámetro ya que los suelos con alta concentración de estos compuestos dificultan el crecimiento de las plantas.

Tabla 6. Categorías de toxicidad de los suelos

CATEGORÍA	SÍMBOLO	RANGO	DESCRIPCIÓN
Sin o nula	S	-	Ausencia de acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable aplicable tanto para la Costa como para la Sierra. Ausencia de carbonatos, sin reacción al HCl.
Ligera (ac ¹)	La	< 0.50 meq/100 ml	Ligera acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable aplicable tanto para la Costa como para la Sierra.
Media (ac)	Ma	0.50-1.5 meq/100 ml	Media acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable aplicable tanto para la Costa como para la Sierra.
Alta (ac)	Aa	> 1.5 meq/100 ml	Alta acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable aplicable tanto para la Costa como para la Sierra.
Ligera (car)	Lc	0-10%	Reacción Ligera al HCl, presencia de pequeñas burbujas. Contenido de carbonatos muy bajo y bajo.
Media (car ²)	Mc	11 -25%	Reacción moderada al HCl, presencia de burbujas con espuma baja. Contenido de carbonatos normal.
Alta (car)	Ac	> 25%	Reacción fuerte y extremadamente fuerte al HCl, presencia de efervescencia con burbujas y espuma alta. Contenido de carbonatos alto y muy alto.
Sin suelo	Sin	-	Roca, afloramientos rocosos.
No aplicable	NA	-	Se considera todas las áreas que no son suelo como: centros poblados, ríos dobles o con características similares a estas al representarlas o cartografiarlas.

¹ac= acidez. ²car= carbonatos meq= miliequivalente químico

Fuente: Catálogo de Objetos. IEE-MAGAP (CGSIN), 2012.

2.6. Potencial hidrógeno (pH)

Se refiere a la concentración de iones H⁺ (Hidrógeno), en el suelo, proporciona características relacionadas con las propiedades ácidas o alcalinas y condiciones de toxicidad de elementos como el aluminio, carbonatos o sales, que regulan el funcionamiento, en cuanto a la utilización y solubilidad de los nutrientes.

EL pH del suelo mide la actividad de los iones H⁺ y se expresa en términos logarítmicos. El significado práctico de la expresión logarítmica del pH indica que por cada cambio de una unidad de pH hay un cambio de una magnitud diez veces mayor en la acidez o alcalinidad del suelo (INIAP, 2008, p.33).

"La determinación del pH sirve de base para interpretar algunas características de los suelos relacionadas especialmente con sus propiedades ácidas o alcalinas y solubilidad de los nutrientes del suelo" (INIAP, 2006, p.18).

Tabla 7. Rangos de pH de los suelos

CATEGORÍA	SÍMBOLO	DEFINICIÓN / DESCRIPCIÓN
Muy ácido	Mac	0.0 a <5.0: Condiciones desfavorables para los cultivos; posible toxicidad de Al y Mn; deficiencia de cationes divalentes intercambiables.
Ácido	Ac	5.0 a 5.5: Necesidad de encalar para la mayoría de los cultivos; deficiencia de P, Ca, K, N, Mg, Mo y N; exceso de Co, Cu, Fe,

CATEGORÍA	SÍMBOLO	DEFINICIÓN / DESCRIPCIÓN
		Mn, Zn. Suelos sin carbonato cálcico. Actividad microbiana escasa.
Medianamente ácido	MeAc	>5.5 a 6.0: Baja solubilidad del P y regular disponibilidad de Ca y Mg; algunos cultivos como las leguminosas requieren encalamiento.
Ligeramente ácido	Lac	> 6.0 a 6.5: Condición adecuada para el crecimiento de la mayoría de los cultivos.
Prácticamente neutro	PN	> 6.5 a 7.5 (Excepto el 7): Buena disponibilidad de Ca y Mg; moderada disponibilidad de P; baja disponibilidad de los microelementos con excepción del Mo.
Neutro	N	7.0: Condición adecuada para el crecimiento de la mayoría de los cultivos.
Ligeramente alcalino	LAI	>7.5 a 8.0: Posible exceso de Ca, Mg y carbonatos; baja solubilidad del P y microelementos con excepción del Mo; posible necesidad de tratar el suelo con enmiendas como por ejemplo el yeso. Se inhibe el desarrollo de varios cultivos.
Medianamente alcalino	Mal	> 8.0 a 8.5: Posible exceso de sodio intercambiable; se inhibe el crecimiento de la mayoría de los cultivos; se tiene la necesidad de tratar el suelo con enmiendas.
Alcalino	Al	>8.5: Exceso de sodio intercambiable (PSI > 15%); se inhibe el crecimiento de la mayoría de los cultivos; existiendo la necesidad de tratar el suelo con enmiendas. Presencia de MgCO ₃ en caso de no existir sodio intercambiable. Problemas de clorosis férrica en las plantas por deficiencia de Fe en el suelo.
Sin suelo	Sin	Se considera áreas de afloramientos rocosos.
No aplicable	NA	Se considera todas las áreas que no son suelo como: centros poblados, ríos dobles o con características similares a esta sal representar las o cartografiarlas.

Fuente: Catálogo de Objetos. IEE-MAGAP (CGSIN), 2012.

2.7. Salinidad

Es una característica del suelo que se debe a su contenido excesivo de sales y en especial de sodio (Na), limita el crecimiento de los cultivos, debido a que las plantas no pueden absorber una cantidad suficiente de agua para funcionar adecuadamente (INPOFOS, 1997, p.1-6, 1-8).

Conforme se produce el incremento de las sales en el suelo, se hace más difícil para las raíces de las plantas absorber agua. Muchos cultivos sensitivos a las sales presentan síntomas de insuficiencia hídrica con sus hojas achurruscadas. Existe un decrecimiento progresivo en el desarrollo y rendimiento a medida que los índices salinos se incrementan (Padilla, 2007).

Este proceso puede tener lugar en ambientes áridos (régimen de humedad arídico) y semiáridos (régimen de humedad xérico), en llanuras costeras, estuarios y deltas donde los suelos acumulan sales procedentes del material original, así como también se puede presentar en zonas de cultivos por acción antrópica (Porta, 2008, p.241).

Tabla 8. Categorías de salinidad de los suelos

CATEGORÍA	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
No salino	NS	< 2.0 dS/m. Nivel de sales que no limitan el rendimiento.
Ligeramente salino	LS	2.0 a 4.0 dS/m. Nivel de sales ligeramente tóxico con excepción de cultivos tolerantes.
Salino	S	> 4.0 a 8.0 dS/m. Nivel de sales tóxico en mayoría de cultivos.
Muy salino	MS	> 8.0 a 16.0 dS/m. Nivel de sales muy tóxico en los cultivos.
Extremadamente salino	ES	> 16.0 dS/m. Nivel de sales extremadamente tóxico en los cultivos.
Sin suelo	Sin	Roca, afloramientos rocosos.
No aplicable	NA	Se considera todas las áreas que no son suelo como: centros poblados, ríos dobles o con características similares a estas al representarlas o cartografiarlas.

dS/m = unidades de conductividad eléctrica

Fuente: Catálogo de Objetos. IEE-MAGAP (CGSIN), 2012.

2.8. Profundidad del nivel freático

Es la distancia perpendicular considerada desde la superficie del suelo hasta el límite superior de la tabla de agua o nivel freático; es una variable limitante del desarrollo de las raíces de las plantas muy asociada a la profundidad efectiva.

Tabla 9. Categorías de profundidad del nivel freático del suelo

CATEGORÍA	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Muy superficial	Ms	Muy superficial si el nivel freático se encuentra entre el rango de (0 a 10 cm).
Superficial	s	Superficial si el nivel freático se encuentra entre el rango de (11 a 20 cm).
Poco profundo	Pp	Es poco profundo cuando el nivel freático se encuentra entre el rango de (21 a 50 cm).
Moderadamente profundo	M	Es medianamente profundo si el nivel freático se encuentra entre e rango de (51 a 100 cm).
Profundo	P	Es profundo el nivel freático si se encuentra entre el rango mayor a 100 cm.
Sin evidencia	Sin	Se categoriza sin evidencia cuando no se encuentra el nivel freático y se llega a una profundidad considerable.
No aplicable	NA	Se considera todas las áreas que no son suelo como: centros poblados, ríos dobles o con características similares a estas al representarlas o cartografiarlas.

Fuente: Catálogo de Objetos. IEE-MAGAP (CGSIN), 2012.

2.9. Materia orgánica

La materia orgánica está presente en el suelo por los residuos de plantas y animales en varios estados de descomposición, es decir, que su contenido varía según la tasa de mineralización, por existir relación inversa entre altitud y temperatura. Se ha encontrado correlación positiva entre el contenido de materia orgánica y la altura sobre el nivel del mar, el promedio de materia orgánica total aumenta unas dos a tres veces por cada 10°C de disminución de temperatura (INPOFOS, 1997, p.1-8; Navarro, 2003, p.58).

Mohr, estableció la temperatura de 25.4°C como límite de equilibrio de la descomposición y acumulación de la materia orgánica. Es decir, sobre esta temperatura la descomposición será mayor que la acumulación y bajo esta temperatura la acumulación será mayor que la descomposición de la materia orgánica. (Luzuriaga, 2001, p.34).

Tabla 10. Niveles de contenido de materia orgánica del suelo

CATEGORÍA	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Bajo (costa)	CoB	Suelos de la costa con un contenido de materia orgánica menor a 1.0%.
Medio (costa)	CoM	Suelos de la costa con un contenido de materia orgánica entre 1.0-2.0%.
Alto (costa)	CoA	Suelos de la costa con un contenido de materia orgánica mayor a 2.0%.
Bajo (sierra)	SiB	Suelos de la sierra con un contenido de materia orgánica menor a 3.0%.
Medio (sierra)	SiM	Suelos de la sierra con un contenido entre 3.0-5.0%.
Alto (sierra)	SiA	Suelos de la sierra con un contenido de materia orgánica mayor a 5.0%.
Bajo (amazonia)	AmB	Suelos de la amazonía con un contenido de materia orgánica menor a 3.0%.
Medio (amazonia)	AmM	Suelos de la amazonía con un contenido de materia orgánica entre 3.0-6.0%.
Alto (amazonia)	AmA	Suelos de la amazonía con un contenido de materia orgánica mayor a 6.0 %.
No aplicable	NA	Se considera todas las áreas que no son suelo como: centros poblados, ríos dobles o con características similares a estas al representarlas o cartografiarlas.

Fuente: Catálogo de Objetos. IEE-MAGAP (CGSIN), 2012.

2.10. Nivel de fertilidad

La fertilidad de un suelo se puede definir como la capacidad de éste para suministrar los nutrientes apropiados, en cantidades adecuadas y proporciones balanceadas para el crecimiento normal de las plantas, cuando otros factores abióticos como luz, temperatura y condiciones físicas y biológicas son favorables (Fuentes, 1999, p.176).

Un suelo es fértil cuando tiene una alta capacidad de intercambio catiónico, lo que le permite retener una apreciable cantidad de cationes, sin que sean lixiviados por el agua de percolación. Además, tiene que ocurrir que el porcentaje de saturación de bases sea alto; ya que la mayor parte de los cationes básicos son los realmente importantes, mientras que los cationes ácidos tienen efectos negativos. Es decir, la fertilidad potencial depende de la capacidad de intercambio catiónico, el nivel de nutrientes, el pH y el porcentaje de saturación de bases (Fuentes, 1999, p.133).

Tabla 11. Niveles de fertilidad natural

CATEGORÍA	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Muy baja	Mb	Baja capacidad de intercambiar los cationes, muy baja disponibilidad de nutrientes debido al bajo pH, muy baja saturación de bases, suelos con texturas arenosas y contenidos de materia orgánica muy bajos.
Baja	B	Escasa capacidad de intercambio de cationes, baja disponibilidad de nutrientes, baja saturación de bases, suelos con contenidos de materia orgánica bajos y de texturas arenosas a arena francoso.

CATEGORÍA	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Mediana	M	Moderada capacidad de intercambio catiónico, buena disponibilidad de nutrientes, mediana saturación de bases, estos suelos presentan clases texturales variables de arcillosos a francos, con contenidos de materia orgánica medios.
Alta	A	Alta capacidad de intercambio catiónico, alta saturación de bases; suelos con altos contenidos de materia orgánica, de texturas francas. Óptima disponibilidad de nutrientes.
No aplicable	NA	Se considera todas las áreas que no son suelo como: centros poblados, ríos dobles o con características similares a estas al representarlas o cartografiarlas.

Fuente: Catálogo de Objetos. IEE-MAGAP (CGSIN), 2012.

3. Parámetros agroclimáticos

3.1. Temperatura (°C)

La temperatura se define como "magnitud física que expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o del ambiente" (RAE, 2016, parr.1).

RANGO (°C)
0 - 1
1 - 2
2 - 3
3 - 4
4 - 5
5 - 6
6 - 7

RANGO (°C)
7 - 8
8 - 9
9 - 10
10 - 11
11 - 12
12 - 13
13 - 14

RANGO (°C)
14 - 15
15 - 16
16 - 17
17 - 18
18 - 19
19 - 20
20 - 21

RANGO (°C)
21 - 22
22 - 23
23 - 24
24 - 25
25 - 26

3.2. Período húmedo vegetativo (días)

"El período de crecimiento o vegetativo define la época del año en la que las condiciones de humedad y temperaturas son idóneas para la producción del cultivo" (FAO, 1997, p.16).

El rango de período húmedo vegetativo puede ser: anual de 0 a 365 días (enero a diciembre), para la época lluviosa de 0 a 182 días (diciembre a mayo) y para la época seca de 0 a 183 días (junio a noviembre).

Período húmedo vegetativo anual

RANGO (DÍAS)
0 - 5
5 - 10
10 - 15
15 - 20
20 - 25
25 - 30
30 - 35
35 - 40

RANGO (DÍAS)
40 - 45
45 - 50
50 - 55
55 - 60
60 - 65
65 - 70
70 - 75
75 - 80

RANGO (DÍAS)
80 - 85
85 - 90
90 - 95
95 - 100
100 - 105
105 - 110
110 - 115
115 - 120

RANGO (DÍAS)
120 - 125
125 - 130
130 - 135
135 - 140
140 - 145
145 - 150
150 - 155
155 - 160

RANGO (DÍAS)
160 - 165
165 - 170
170 - 175
175 - 180
180 - 185
185 - 190
190 - 195
195 - 200
200 - 205
205 - 210
210 - 215

RANGO (DÍAS)
215 - 220
220 - 225
225 - 230
230 - 235
235 - 240
240 - 245
245 - 250
250 - 255
255 - 260
260 - 265
265 - 270

RANGO (DÍAS)
270 - 275
275 - 280
280 - 285
285 - 290
290 - 295
295 - 300
300 - 305
305 - 310
310 - 315
315 - 320
320 - 325

RANGO (DÍAS)
325 - 330
330 - 335
335 - 340
340 - 345
345 - 350
350 - 355
355 - 360
360 - 365

Período húmedo vegetativo época lluviosa

RANGO (DÍAS)
0 - 5
5 - 10
10 - 15
15 - 20
20 - 25
25 - 30
30 - 35
35 - 40
40 - 45
45 - 50

RANGO (DÍAS)
50 - 55
55 - 60
60 - 65
65 - 70
70 - 75
75 - 80
80 - 85
85 - 90
90 - 95
95 - 100

RANGO (DÍAS)
100 - 105
105 - 110
110 - 115
115 - 120
120 - 125
125 - 130
130 - 135
135 - 140
140 - 145
145 - 150

RANGO (DÍAS)
150 - 155
155 - 160
160 - 165
165 - 170
170 - 175
175 - 180
180 - 185

Período húmedo vegetativo época seca

RANGO (DÍAS)
0 - 5
5 - 10
10 - 15
15 - 20
20 - 25
25 - 30
30 - 35
35 - 40
40 - 45
45 - 50

RANGO (DÍAS)
50 - 55
55 - 60
60 - 65
65 - 70
70 - 75
75 - 80
80 - 85
85 - 90
90 - 95
95 - 100

RANGO (DÍAS)
100 - 105
105 - 110
110 - 115
115 - 120
120 - 125
125 - 130
130 - 135
135 - 140
140 - 145
145 - 150

RANGO (DÍAS)
150 - 155
155 - 160
160 - 165
165 - 170
170 - 175
175 - 180
180 - 185

ANEXO 2: Estadísticas a nivel de cantón

PROVINCIA/CANTÓN	SUPERFICIE (ha) SEGÚN CATEGORÍAS DE ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA				NO APLICABLE (ha)	TOTAL (ha)
	ÓPTIMA	MODERADA	MARGINAL	NO APTA		
AZUAY		4,163	5,510	298,678	27,062	335,412
CAMILO PONCE ENRIQUEZ		1,251	1,960	1,542	714	5,467
CHORDELEG				4,360	350	4,710
CUENCA		1,892	2,549	93,277	11,230	108,948
EL PAN				3,959	154	4,113
GIRON				20,617	1,244	21,861
GUACHAPALA				2,717	186	2,903
GUALACEO				18,796	1,293	20,089
NABON				36,977	3,218	40,195
ONA				12,497	704	13,201
PAUTE				17,509	1,500	19,009
PUCARA		35	150	214	236	634
SAN FERNANDO				6,808	257	7,065
SANTA ISABEL		985	851	40,118	4,389	46,343
SEVILLA DE ORO				7,594	812	8,406
SIGSIG				31,693	774	32,467
BOLIVAR	126	19,383	15,268	260,485	15,563	310,825
CALUMA		3,288	1,345	10,928	586	16,147
CHILLANES	126	2,926	2,581	45,082	2,706	53,421
CHIMBO		734	1,014	21,909	782	24,439
ECHEANDIA		5,118	5,933	12,238	915	24,204
GUARANDA		163	1,714	120,198	8,414	130,488

LAS NAVES	6,883	1,470	5,694	702	14,750
SAN MIGUEL	271	1,210	44,436	1,459	47,376
CANAR	3,125	28,019	137,971	14,194	183,309
AZOGUES			31,741	3,075	34,817
BIBLIAN			8,620	669	9,289
CANAR	2,397	2,246	79,831	6,737	91,211
DELEG			4,996	245	5,242
EL TAMBO			3,580	636	4,216
LA TRONCAL	728	25,774	4,746	2,285	33,533
SUSCAL			4,456	546	5,002
CARCHI	66	1,065	159,021	3,937	164,090
BOLIVAR			28,312	1,127	29,439
ESPEJO	9	180	19,987	400	20,575
MIRA	57	886	33,266	646	34,855
MONTUFAR			21,528	512	22,040
SAN PEDRO DE HUACA			4,657	107	4,763
TULCAN			51,272	1,145	52,417
CHIMBORAZO	3,252	1,493	330,491	26,061	361,297
ALAUSI	3	318	69,837	6,226	76,383
CHAMBO			6,371	1,018	7,389
CHUNCHI			18,442	684	19,126
COLTA			45,623	1,887	47,510
CUMANDA	3,249	1,164	5,452	1,192	11,058
GUAMOTE			63,852	2,394	66,245
GUANO			35,963	1,836	37,799
PALLATANGA		11	20,908	1,853	22,772

PENIPE			11,871	1,835	13,706
RIOBAMBA			52,172	7,137	59,310
COTOPAXI	28,945	11,173	256,924	32,564	329,607
LA MANA	20,080	9,910	12,846	2,563	45,399
LATACUNGA			84,721	10,978	95,699
PANGUA	7,289	392	42,529	3,826	54,036
PUJILI	1,577	673	48,762	5,823	56,835
SALCEDO			26,847	3,716	30,562
SAQUISILI			12,969	1,290	14,260
SIGCHOS		199	28,249	4,368	32,817
EL ORO	13,942	49,484	236,820	67,900	368,147
ARENILLAS		9,325	34,864	5,214	49,403
ATAHUALPA	74	692	14,294	700	15,760
BALSAS	2	695	4,454	100	5,251
CHILLA		505	10,678	690	11,872
EL GUABO	13,255	9,801	5,540	10,010	38,606
HUAQUILLAS			2,084	4,459	6,543
LAS LAJAS	153	4,635	18,259	569	23,615
MACHALA		100	19,538	13,780	33,418
MARCABELI		2,879	8,205	192	11,275
PASAJE	153	9,812	14,143	3,186	27,294
PINAS	213	1,530	22,877	2,360	26,979
PORTOVELO	58	2,372	14,521	1,027	17,978
SANTA ROSA		5,620	31,032	23,001	59,653
ZARUMA	36	1,518	36,332	2,613	40,500
ESMERALDAS	95,423	194,128	350,948	40,478	680,977

ATACAMES		928	10,325	21,597	3,103	35,953
ELOY ALFARO		859	9,670	66,394	4,913	81,836
ESMERALDAS		2,836	27,167	37,474	9,340	76,817
MUISNE		4,140	21,208	15,864	9,527	50,739
QUININDE		75,533	84,639	112,439	8,491	281,103
RIOVERDE		11,125	30,604	41,336	1,777	84,843
SAN LORENZO			10,514	55,844	3,326	69,685
GUAYAS	246	103,581	489,092	418,726	171,330	1,182,975
ALFREDO BAQUERIZO MORENO (JUJAN)		7,412	13,712	1,512	205	22,840
BALAO		7,331	18,480	8,608	8,241	42,659
BALZAR	0	2,967	69,085	30,756	1,701	104,509
COLIMES		5,656	28,230	24,066	2,384	60,336
CORONEL MARCELINO MARIDUENA		1,147	22,320		1,534	25,002
DAULE			24,805	20,915	2,398	48,118
DURAN			8,336	13,231	8,573	30,141
EL EMPALME	216	22,112	18,915	16,794	1,664	59,702
EL TRIUNFO		5,022	42,702	3,853	1,889	53,466
GENERAL ANTONIO ELIZALDE		6,076	4,110	1,108	645	11,939
GUAYAQUIL		353	13,719	95,276	106,173	215,521
ISIDRO AYORA		658	16,687	7,962	475	25,782
LOMAS DE SARGENTILLO			5,405	1,261	485	7,151
MILAGRO		10,243	27,307	609	1,746	39,904
NARANJAL		270	33,854	61,950	17,656	113,730
NARANJITO		11,992	6,905	3,107	1,047	23,052
NOBOL			5,750	4,346	378	10,474
PALESTINA		240	5,768	11,602	302	17,913

PEDRO CARBO		3,481	50,154	14,749	2,325	70,708
PLAYAS				11,297	3,106	14,404
SALITRE	30		4,805	33,194	1,276	39,304
SAMBORONDON			6,853	22,225	4,853	33,931
SAN JACINTO DE YAGUACHI		511	27,695	23,709	1,136	53,051
SANTA LUCIA		156	24,263	5,151	722	30,292
SIMON BOLIVAR		17,956	9,230	1,447	414	29,047
IMBABURA		517	3,566	240,757	16,312	261,152
ANTONIO ANTE				6,881	643	7,524
COTACACHI		470	2,545	70,846	1,453	75,314
IBARRA		47	995	82,286	3,257	86,585
OTAVALO			26	32,279	2,688	34,992
PIMAMPIRO				16,465	1,526	17,990
SAN MIGUEL DE URCUQUI				32,001	6,747	38,747
ISLA				8	156	164
ISLA				8	156	164
LOJA		208	6,356	643,069	18,039	667,672
CALVAS			684	57,915	551	59,151
CATAMAYO			2	55,098	851	55,951
CELICA				32,524	345	32,869
CHAGUARPAMBA		54	519	23,402	1,487	25,461
ESPINDOLA			1,502	29,271	273	31,045
GONZANAMA			23	53,380	366	53,769
LOJA			181	99,477	3,009	102,668
MACARA				20,010	893	20,903
OLMEDO			6	9,831	55	9,893

PALTAS		145	1,718	69,930	798	72,591
PINDAL				17,951	129	18,079
PUYANGO		9	1,334	43,205	954	45,502
QUILANGA			366	13,579	77	14,022
SARAGURO			20	67,747	6,286	74,053
SOZORANGA				17,446	118	17,564
ZAPOTILLO				32,304	1,849	34,152
LOS RIOS	2,251	249,046	225,547	133,441	25,339	635,623
BABA		1,707	16,778	18,195	925	37,605
BABAHOYO	1,492	36,461	37,327	25,666	3,325	104,270
BUENA FE		22,660	11,891	2,704	2,778	40,033
MOCACHE	39	30,462	20,939	3,613	1,044	56,096
MONTALVO		5,221	16,812	11,006	928	33,966
PALENQUE	398	33,862	15,330	5,317	1,861	56,768
PUEBLOVIEJO		5,521	6,822	1,963	519	14,825
QUEVEDO		20,979	13,291	588	3,023	37,881
QUINSALOMA		24,671	1,160	2,095	961	28,888
URDANETA		1,999	25,412	9,610	587	37,608
VALENCIA		52,334	16,428	10,681	6,711	86,155
VENTANAS	323	11,606	18,082	12,578	1,368	43,957
VINCES		1,563	25,274	29,425	1,310	57,572
MANABI	350	115,128	456,377	554,609	48,004	1,174,468
24 DE MAYO	174	3,486	21,628	12,206	947	38,439
BOLIVAR		2,932	6,615	4,945	233	14,725
CHONE		11,512	118,977	70,694	2,640	203,823
EL CARMEN	21	55,187	30,506	13,765	1,273	100,753



FLAVIO ALFARO		11,895	39,074	39,149	2,906	93,025
JAMA			4,322	26,481	2,293	33,096
JARAMIJO				4,671	370	5,041
JIPIJAPA		1,507	20,235	37,596	1,642	60,980
JUNIN		615	11,124	7,756	223	19,717
MANTA				12,115	4,312	16,428
MONTECRISTI				31,311	1,943	33,254
OLMEDO		2,950	7,284	13,047	326	23,607
PAJAN		6,485	37,435	34,997	1,336	80,253
PEDERNALES	156	5,834	72,121	30,847	14,172	123,130
PICHINCHA		8,491	17,992	13,369	489	40,341
PORTOVIEJO		344	12,373	39,515	3,910	56,143
PUERTO LOPEZ				4,192	524	4,716
ROCAFUERTE			6	22,246	682	22,934
SAN VICENTE			601	48,127	1,925	50,652
SANTA ANA		3,840	41,088	19,834	542	65,304
SUCRE			10,260	37,710	2,710	50,679
TOSAGUA		50	4,737	30,035	2,607	37,430
MORONA SANTIAGO				433,250	39,358	472,608
GUALAQUIZA				66,643	3,819	70,462
HUAMBOYA				30,317	1,026	31,343
LIMON INDANZA				54,951	4,508	59,459
LOGRONO				11,906	1,113	13,019
MORONA				65,303	6,077	71,380
PABLO SEXTO				8,028	736	8,764
PALORA				37,103	3,589	40,692



SAN JUAN BOSCO			23,444	1,190	24,634
SANTIAGO			36,218	2,602	38,819
SUCUA			33,061	2,260	35,321
TAISHA			46,421	8,959	55,380
TIWINTZA			19,856	3,478	23,334
NAPO			125,382	17,944	143,326
ARCHIDONA			27,278	2,099	29,376
CARLOS JULIO AROSEMENA TOLA			11,465	936	12,401
EL CHACO			7,633	2,058	9,690
QUIJOS			9,738	1,171	10,909
TENA			69,268	11,681	80,949
ORELLANA			227,373	23,750	251,123
AGUARICO			44	987	1,031
FRANCISCO DE ORELLANA			107,581	13,359	120,939
LA JOYA DE LOS SACHAS			77,739	6,007	83,746
LORETO			42,010	3,397	45,407
PASTAZA			144,093	19,056	163,149
ARAJUNO			17,025	1,410	18,435
MERA			13,676	3,029	16,705
PASTAZA			99,735	13,894	113,629
SANTA CLARA			13,657	723	14,380
PICHINCHA	801	2,636	468,013	48,111	519,560
CAYAMBE			48,934	2,704	51,638
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO	218	2,052	170,234	34,118	206,623
MEJIA			42,871	2,268	45,139
PEDRO MONCAYO			25,223	684	25,906

PEDRO VICENTE MALDONADO			55,140	758	55,898
PUERTO QUITO	582	583	65,244	2,777	69,186
RUMINAHUI			7,399	3,786	11,185
SAN MIGUEL DE LOS BANCOS			52,970	1,016	53,986
SANTA ELENA		1	215,766	18,732	234,499
LA LIBERTAD			1,223	1,305	2,528
SALINAS			4,578	1,971	6,549
SANTA ELENA		1	209,965	15,456	225,423
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS	70,176	30,506	211,269	14,901	326,852
LA CONCORDIA	24,961	2,098	3,687	1,373	32,119
SANTO DOMINGO	45,215	28,408	207,583	13,528	294,734
SUCUMBIOS			290,051	24,085	314,136
CASCALES			25,957	3,259	29,216
CUYABENO			17,115	821	17,936
GONZALO PIZARRO			13,552	1,525	15,077
LAGO AGRIO			130,173	8,864	139,037
PUTUMAYO			16,478	5,161	21,640
SHUSHUFINDI			86,768	4,442	91,210
SUCUMBIOS			7	13	20
TUNGURAHUA			122,264	16,216	138,480
AMBATO			42,758	8,293	51,050
BANOS DE AGUA SANTA			11,117	1,474	12,591
CEVALLOS			1,652	226	1,878
MOCHA			4,095	315	4,410
PATATE			10,828	768	11,597
QUERO			13,512	759	14,271



SAN PEDRO DE PELILEO			16,685	2,011	18,696
SANTIAGO DE PILLARO			17,055	2,118	19,173
TISALEO			4,563	252	4,814
ZAMORA CHINCHIPE	19	6,111	241,710	20,970	268,809
CENTINELA DEL CONDOR			14,633	1,237	15,870
CHINCHIPE		5,278	42,987	4,005	52,270
EL PANGUI			21,493	1,106	22,600
NANGARITZA			15,396	1,267	16,663
PALANDA		586	45,742	3,833	50,160
PAQUISHA			7,232	966	8,198
YACUAMBI	19	248	24,608	1,872	26,746
YANTZAZA			32,599	2,714	35,313
ZAMORA			37,020	3,969	40,989
Total general		2,974	707,774	1,526,333	6,501,119
				750,062	9,488,262

Fuente: MAG/CGINA/DGGA, 2021



@AgriculturaEcuador



@agricultura.ec



@AgriculturaEc

Ministerio de Agricultura y Ganadería



República
del Ecuador