

The background of the cover is a close-up photograph of three ripe pears hanging from a branch. The pears are yellowish-green with some red blushing. The leaves are dark green and have some small holes, suggesting insect activity. A large, semi-transparent brown triangle is in the top-left corner, containing the title text. In the bottom-left corner, there are overlapping abstract shapes in yellow, blue, and red.

Zonificación Agroecológica del cultivo de Peral de altura

en condiciones naturales en el Ecuador continental

2021

Memoria técnica

Cartografía escala 1:25.000

Ministerio de
Agricultura y Ganadería

**Gobierno**
del Encuentro

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 PERAL
(*Pyrus communis* L.) DE ALTURA 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 PERAL (*Pyrus communis* L.) DE ALTURA 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 peral de altura 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.....	15
8.	ANEXOS.....	17

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

El peral (*Pyrus communis* L.), es una especie frutal caducifolia de las más cultivadas en el mundo. En el Ecuador, este cultivo se lo puede encontrar en las provincias del Azuay y Tungurahua, entre los 2,400 a 3,400 msnm (INIAP, 1994).

Para el año 2020, de acuerdo a la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) existió 229 ha de superficie plantada de peral, con una producción de 845 toneladas métricas, siendo Azuay y Tungurahua las provincias productoras. La producción de la fruta es destinada primordialmente al consumo nacional según datos del Banco Central.

Según el Banco Central de Ecuador, en el 2020 se importaron 13,522 toneladas de peras, principalmente provenientes de Chile, y en menor proporción de Argentina, Estados Unidos y España lo que representó 12.43 millones de dólares.

El peral es un fruto muy apetecido a nivel nacional y por su baja distribución, este cultivo puede ser mejor dispuesto de acuerdo a las condiciones naturales existentes, razón por la cual se realiza la presente zonificación, con el propósito de conocer los lugares potencialmente aptos y las limitaciones que se pueden presentar para su instalación de manera natural.

La zonificación agroecológica 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 peral (*Pyrus communis* L.) de altura 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.

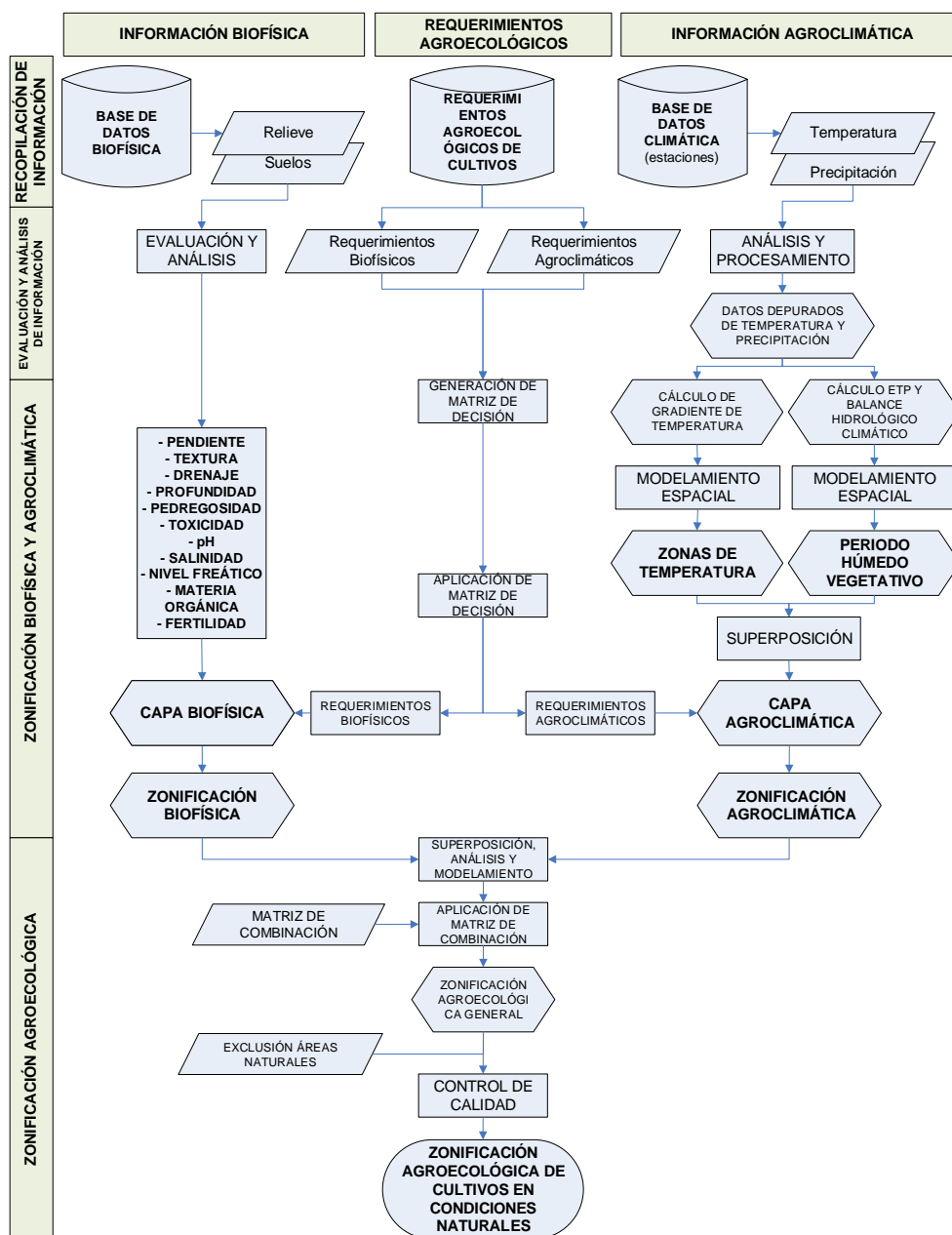


Figura 1. Esquema metodológico para la ZAE

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 peral (*Pyrus communis* L.) de altura 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 peral en condiciones naturales

MATRIZ DE DECISIÓN DEL CULTIVO DE PERAL (<i>Pyrus communis</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 DEL SUELO	Franco, franco arenoso, franco limoso, franco arcilloso, franco arcillo-arenoso, arcillo-arenoso	Areno francoso, franco arcillo-limoso, arcilloso, arcillo limoso	Limoso	Arena, arcilla pesada
	PROFUNDIDAD EFECTIVA (cm)	Moderadamente profundo (51-100), profundo (>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	Bueno, moderado	Excesivo, mal drenado	---
	PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO (cm)	Profundo (>100), medianamente profundo (51-100), sin evidencia	Profundo (>100), medianamente profundo (51-100), sin evidencia	Poco profundo (21-50)	Superficial (11-20), muy superficial (0-10)
	pH DEL SUELO	Ligeramente ácido (6.0-6.5), prácticamente neutro (6.5-7.5), neutro (7)	Medianamente ácido (5.5-6.0), ligeramente alcalino (7.5-8.0)	Medianamente alcalino (8.0-8.5)	Muy ácido (<4.5), ácido (4.5-5.5), 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)	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)	12-14	14-15	11-12	<11 y >15
	*PERÍODO HÚMEDO VEGETATIVO (días)	180-240	150-180	240-270	<150 >270
INFORMACIÓN ADICIONAL**	PRECIPITACIÓN (mm)	700-800	500-700 y 800-1000	1000-1200	<500 y >1200
	ALTITUD (m.s.n.m.)	2500-2700	2400-2500 y 2700-2850	2800-3000	<2400 y >3000
* 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).					
**Las variables de precipitación y altitud se analizaron de manera implícita en el período húmedo vegetativo y en temperatura.					
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).					
Fuente: Adaptado de varios autores.			Validación: INIAP Programa de Fruticultura		
Elaboración: MAGAP/CGSIN/DIGDM, 2017.					
OBSERVACIONES:					

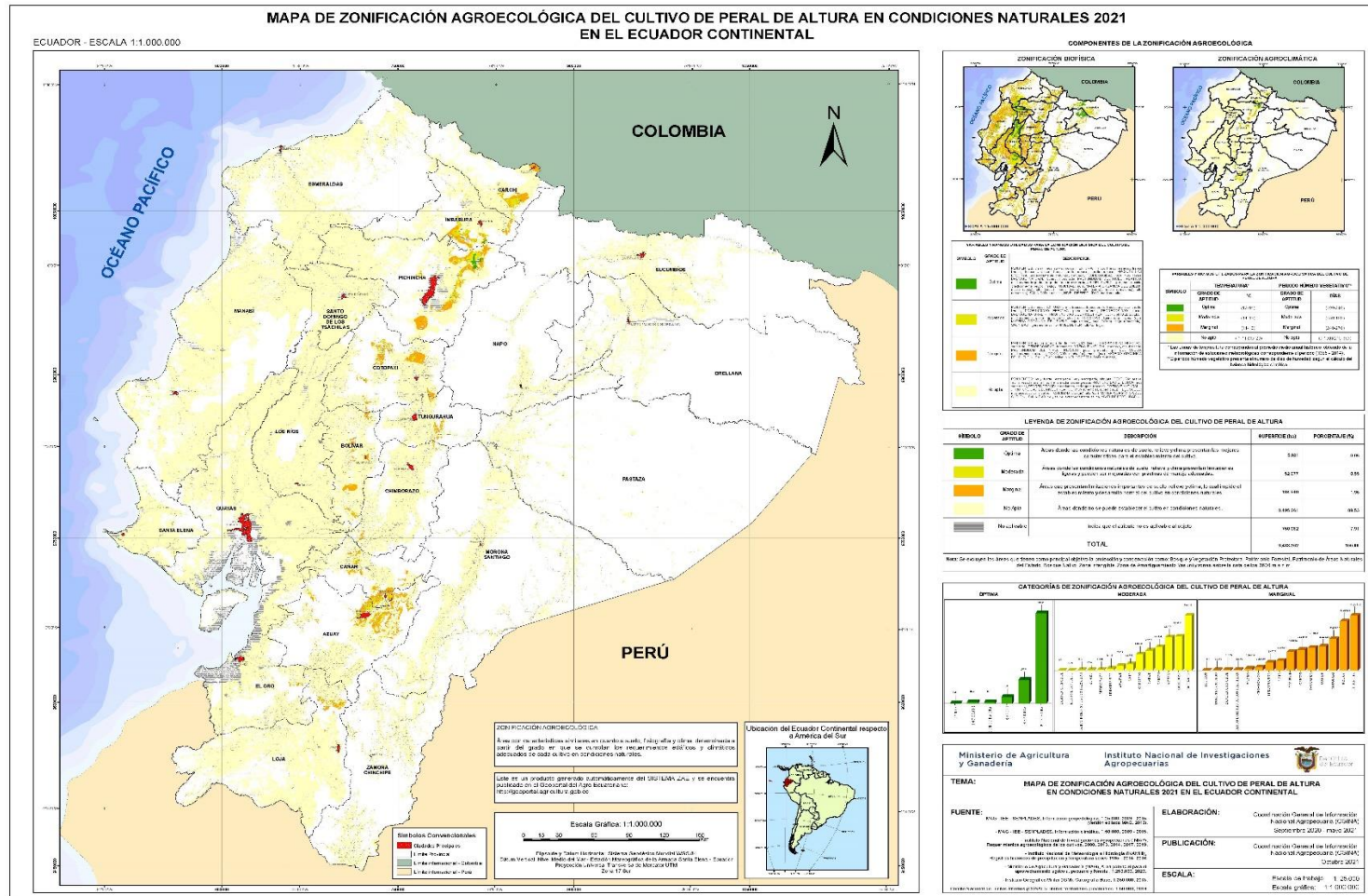


Figura 2. Mapa de zonificación agroecológica del cultivo de peral de altura

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

PROVINCIA	SUPERFICIE (ha) SEGÚN CATEGORÍAS DE ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA				NO APLICABLE (ha)	TOTAL (ha)
	ÓPTIMA	MODERADA	MARGINAL	NO APTA		
AZUAY		8,828	37,095	262,427	27,062	335,412
BOLÍVAR		1,230	13,998	280,033	15,563	310,825
CAÑAR	3	5,286	18,211	145,616	14,194	183,309
CARCHI	319	6,235	15,546	138,052	3,937	164,090
CHIMBORAZO		174	2,226	332,836	26,061	361,297
COTOPAXI	62	4,290	23,659	269,031	32,564	329,607
EL ORO		77	1,396	298,774	67,900	368,147
ESMERALDAS				640,499	40,478	680,977
GUAYAS				1,011,645	171,330	1,182,975
IMBABURA	1,127	9,093	17,031	217,590	16,312	261,152
ISLA				8	156	164
LOJA		1,686	7,319	640,628	18,039	667,672
LOS RÍOS			1	610,283	25,339	635,623
MANABÍ				1,126,465	48,004	1,174,468
MORONA SANTIAGO		13	219	433,018	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	4,343	14,626	41,362	411,120	48,111	519,560
SANTA ELENA				215,767	18,732	234,499
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS		73	520	311,359	14,901	326,852
SUCUMBÍOS				290,051	24,085	314,136
TUNGURAHUA	68	461	5,847	115,889	16,216	138,480
ZAMORA CHINCHIPE		7	511	247,322	20,970	268,809
TOTAL ÁREA AGRÍCOLA	5,921	52,077	184,940	8,495,261	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.

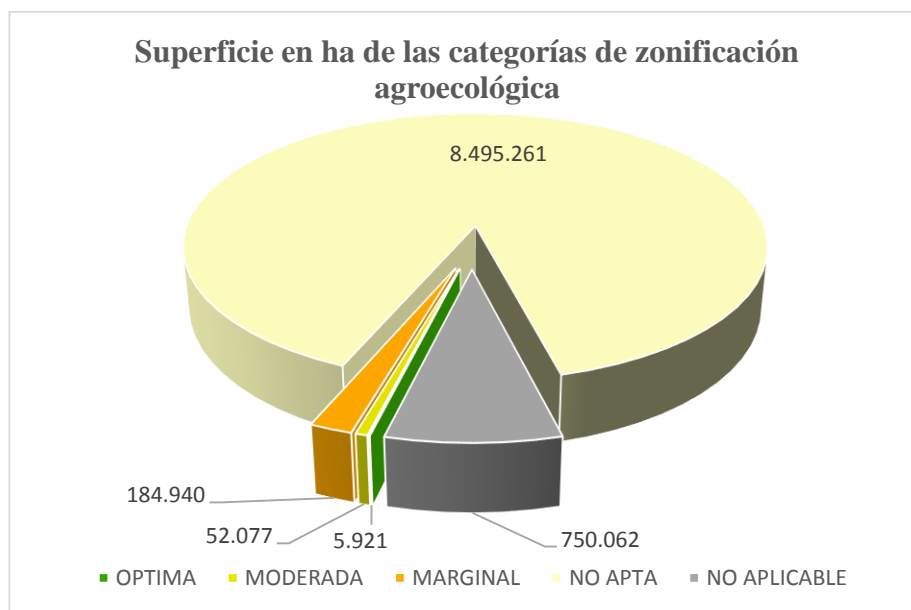


Figura 3. Superficie por categorías de zonificación agroecológica

De acuerdo a los resultados de la zonificación agroecológica, el área de la categoría óptima es de 5,921 ha, las mejores para la implementación del cultivo de peral de altura en condiciones naturales. La mayor parte (4,343 ha) se localizan en la provincia del Pichincha entre los cantones Pedro Moncayo y Cayambe, en los sectores de Tabacundo, Tupigachi y Cangahua e Isidro Ayora; en menor proporción se puede encontrar áreas sin limitaciones en la provincia de Imbabura, en Angochagua, cantón Ibarra, pero también se puede encontrar, en menor superficie, en las provincias de Carchi, Tungurahua, Cotopaxi y Cañar.

Las zonas con categoría moderada, donde ya presentan limitaciones para la instalación del cultivo, abarcan un área de 52,077 ha, siendo la provincia de Pichincha con mayor superficie (14,626 ha), específicamente en la zona norte, en los cantones Pedro Moncayo y Cayambe. En la provincia de Imbabura, 9,093 ha corresponden a la categoría moderada, concentrado principalmente en Cotacachi y Otavalo y en la provincia del Azuay existen 8,828 ha distribuidas en Cuenca y Gualaceo. Otras de las provincias dentro de esta categoría son: Carchi, Cañar, Bolívar, Loja, entre otras. Las principales limitaciones que se encontraron son: pendiente, textura superficial, profundidad efectiva, período húmedo vegetativo, entre otros.

Las zonas agroecológicas marginales ocupan una superficie de 184,940 hectáreas a nivel nacional, siendo la provincia de Pichincha con mayor superficie (41,362 ha), distribuidos en los cantones de Cayambe, suroriente de Quito y Mejía, seguido por la provincia de Azuay (37,095 ha), en los cantones orientales, tales como: Sevilla de Oro, El Pan, Paute, Guachapala, Gualaceo, Cuenca, Sigsig y finalmente en todos

los cantones de la provincia de Cotopaxi (23,659 ha), son consideradas las provincias con superficie relevante en esta categoría, pero a nivel nacional se presenta en todas las provincias de la Sierra y adicionalmente en el este de las provincias costeras de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Oro y en las partes altas de las provincias orientales de Morona Santiago y Zamora Chinchipe. Esta categoría presenta importantes limitaciones que hacen que exista mayor dificultad para instalar el cultivo de peral de altura, dentro de las cuales están: pendiente, fertilidad, textura superficial, pedregosidad, pH, temperatura, período húmedo vegetativo, entre otras.

Las zonas agroecológicas no aptas ocupan una superficie de 8,495,261 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

- De acuerdo a la zonificación agroecológica, toda la región Sierra y además las provincias de El Oro y Santo Domingo de los Tsáchilas en la Costa y Morona Santiago y Zamora Chinchipe en la Amazonía, tienen características en las que se puede desarrollar el cultivo de peral de altura en condiciones naturales, presentando algunas de ellas más limitaciones que otras.
- En la provincia de Pichincha es donde se presenta la mayor superficie con mejores condiciones para la instalación del cultivo de peral de la altura en condiciones naturales, sin presentar limitaciones, teniendo 4,343 ha en la categoría de óptima.
- Las provincias de Pichincha, Imbabura y Azuay son las que tienen áreas relevantes en la categoría moderada de la zonificación agroecológica de peral de altura; presentando limitaciones con respecto a pendiente, textura superficial, profundidad efectiva, período húmedo vegetativo, etc.
- La categoría marginal es la que ocupa mayor superficie dentro de la zonificación agroecológica del peral de altura, con 184,940 ha, distribuidas en la región Sierra, principalmente en Pichincha, Azuay y Cotopaxi, pero además esta categoría también se presenta al este de las provincias costeras de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Oro y en las partes altas de las provincias orientales de Morona Santiago y Zamora Chinchipe, siendo las principales limitaciones la pendiente, fertilidad, textura superficial, pedregosidad, pH, temperatura, período húmedo vegetativo, entre otras.

- Para las categorías moderada y marginal se pueden mejorar las condiciones naturales si se realizan mejoras tecnológicas, buenas prácticas de conservación de suelos, enmiendas, implementación de sistemas de riego y, materia orgánica, fertilización, control de plagas, entre otros.
- 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. (2020). *Reporte de Coyuntura Sector Agropecuario*. Quito, Ecuador: Banco central del Ecuador. Recuperado de: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc201904.pdf>
- De La Rosa, D. (2008). *Evaluación agro-ecológica de suelos*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Comité Nacional de Límites Internos, CONALI. (2019). *Trazado de límites territoriales internos*. Escala 1:50.000 y 1:5.000.
- ESPAC. (2020). *Estadísticas Agropecuarias*. 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.
- 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. (1994). *Validación del manejo agronómico del cultivo de pera (Pyrus communis L.) en la provincia de Tungurahua*. Quito, Ecuador: Instituto nacional de investigaciones agropecuarias.
- 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.
- 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% ($\tan 45^\circ = 1 * 100$). 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 S; exceso de Co, Cu, Fe, 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).

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 el 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).

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 nutrimentos 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		8,828	37,095	262,427	27,062	335,412
CAMILO PONCE ENRIQUEZ				4,753	714	5,467
CHORDELEG		194	1,072	3,094	350	4,710
CUENCA		6,080	16,567	75,071	11,230	108,948
EL PAN		38	1,812	2,108	154	4,113
GIRON				20,617	1,244	21,861
GUACHAPALA		77	518	2,122	186	2,903
GUALACEO		1,924	7,310	9,562	1,293	20,089
NABON				36,977	3,218	40,195
ONA			1	12,496	704	13,201
PAUTE		405	6,458	10,647	1,500	19,009
PUCARA				398	236	634
SAN FERNANDO				6,808	257	7,065
SANTA ISABEL			206	41,748	4,389	46,343
SEVILLA DE ORO			253	7,341	812	8,406
SIGSIG		109	2,900	28,685	774	32,467
BOLIVAR		1,230	13,998	280,033	15,563	310,825
CALUMA			322	15,238	586	16,147
CHILLANES		626	1,720	48,369	2,706	53,421
CHIMBO			653	23,004	782	24,439
ECHEANDIA				23,290	915	24,204
GUARANDA		64	6,035	115,975	8,414	130,488

LAS NAVES				14,047	702	14,750
SAN MIGUEL		541	5,267	40,110	1,459	47,376
CANAR	3	5,286	18,211	145,616	14,194	183,309
AZOGUES	3	2,377	7,298	22,064	3,075	34,817
BIBLIAN		50	2,918	5,652	669	9,289
CANAR		328	5,027	79,118	6,737	91,211
DELEG		1,809	2,269	919	245	5,242
EL TAMBO				3,580	636	4,216
LA TRONCAL				31,248	2,285	33,533
SUSCAL		722	700	3,034	546	5,002
CARCHI	319	6,235	15,546	138,052	3,937	164,090
BOLIVAR	1	2,535	2,481	23,296	1,127	29,439
ESPEJO	5	440	1,157	18,573	400	20,575
MIRA		9	73	34,127	646	34,855
MONTUFAR	314	3,251	7,326	10,636	512	22,040
SAN PEDRO DE HUACA			1	4,655	107	4,763
TULCAN			4,507	46,765	1,145	52,417
CHIMBORAZO		174	2,226	332,836	26,061	361,297
ALAUSI			616	69,541	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		9	776	9,081	1,192	11,058
GUAMOTE				63,852	2,394	66,245
GUANO				35,963	1,836	37,799
PALLATANGA				20,919	1,853	22,772

PENIPE		165	834	10,871	1,835	13,706
RIOBAMBA				52,172	7,137	59,310
COTOPAXI	62	4,290	23,659	269,031	32,564	329,607
LA MANA			156	42,680	2,563	45,399
LATACUNGA	40	1,457	11,469	71,756	10,978	95,699
PANGUA			1,129	49,081	3,826	54,036
PUJILI	11	191	945	49,864	5,823	56,835
SALCEDO	0	115	1,966	24,765	3,716	30,562
SAQUISILI			112	12,858	1,290	14,260
SIGCHOS	11	2,527	7,883	18,027	4,368	32,817
EL ORO		77	1,396	298,774	67,900	368,147
ARENILLAS				44,189	5,214	49,403
ATAHUALPA			39	15,021	700	15,760
BALSAS				5,151	100	5,251
CHILLA			413	10,770	690	11,872
EL GUABO				28,596	10,010	38,606
HUAQUILLAS				2,084	4,459	6,543
LAS LAJAS				23,046	569	23,615
MACHALA				19,638	13,780	33,418
MARCABELI				11,083	192	11,275
PASAJE				24,108	3,186	27,294
PINAS				24,619	2,360	26,979
PORTOVELO			149	16,802	1,027	17,978
SANTA ROSA				36,652	23,001	59,653
ZARUMA		77	795	37,014	2,613	40,500
ESMERALDAS				640,499	40,478	680,977



ATACAMES	32,850	3,103	35,953
ELOY ALFARO	76,923	4,913	81,836
ESMERALDAS	67,477	9,340	76,817
MUISNE	41,213	9,527	50,739
QUININDE	272,612	8,491	281,103
RIOVERDE	83,066	1,777	84,843
SAN LORENZO	66,358	3,326	69,685
GUAYAS	1,011,645	171,330	1,182,975
ALFREDO BAQUERIZO MORENO (JUAN)	22,636	205	22,840
BALAO	34,419	8,241	42,659
BALZAR	102,808	1,701	104,509
COLIMES	57,952	2,384	60,336
CORONEL MARCELINO MARIDUENA	23,468	1,534	25,002
DAULE	45,720	2,398	48,118
DURAN	21,567	8,573	30,141
EL EMPALME	58,038	1,664	59,702
EL TRIUNFO	51,577	1,889	53,466
GENERAL ANTONIO ELIZALDE	11,294	645	11,939
GUAYAQUIL	109,347	106,173	215,521
ISIDRO AYORA	25,307	475	25,782
LOMAS DE SARGENTILLO	6,666	485	7,151
MILAGRO	38,158	1,746	39,904
NARANJAL	96,074	17,656	113,730
NARANJITO	22,005	1,047	23,052
NOBOL	10,096	378	10,474
PALESTINA	17,611	302	17,913

PEDRO CARBO				68,383	2,325	70,708
PLAYAS				11,297	3,106	14,404
SALITRE				38,029	1,276	39,304
SAMBORONDON				29,078	4,853	33,931
SAN JACINTO DE YAGUACHI				51,915	1,136	53,051
SANTA LUCIA				29,570	722	30,292
SIMON BOLIVAR				28,633	414	29,047
IMBABURA	1,127	9,093	17,031	217,590	16,312	261,152
ANTONIO ANTE		490	87	6,305	643	7,524
COTACACHI	98	3,378	3,046	67,340	1,453	75,314
IBARRA	603	939	2,074	79,712	3,257	86,585
OTAVALO	425	4,035	8,474	19,370	2,688	34,992
PIMAMPIRO		201	3,129	13,135	1,526	17,990
SAN MIGUEL DE URCUQUI		51	222	31,728	6,747	38,747
ISLA				8	156	164
ISLA				8	156	164
LOJA		1,686	7,319	640,628	18,039	667,672
CALVAS				58,600	551	59,151
CATAMAYO				55,100	851	55,951
CELICA				32,524	345	32,869
CHAGUARPAMBA				23,975	1,487	25,461
ESPINDOLA				30,772	273	31,045
GONZANAMA			9	53,393	366	53,769
LOJA		62	587	99,010	3,009	102,668
MACARA				20,010	893	20,903
OLMEDO				9,837	55	9,893

PALTAS			71,793	798	72,591
PINDAL			17,951	129	18,079
PUYANGO			44,547	954	45,502
QUILANGA		0	13,945	77	14,022
SARAGURO	1,624	6,723	59,421	6,286	74,053
SOZORANGA			17,446	118	17,564
ZAPOTILLO			32,304	1,849	34,152
LOS RIOS		1	610,283	25,339	635,623
BABA			36,681	925	37,605
BABAHOYO			100,945	3,325	104,270
BUENA FE			37,255	2,778	40,033
MOCACHE			55,053	1,044	56,096
MONTALVO			33,038	928	33,966
PALENQUE			54,907	1,861	56,768
PUEBLOVIEJO			14,306	519	14,825
QUEVEDO			34,858	3,023	37,881
QUINSALOMA			27,927	961	28,888
URDANETA			37,021	587	37,608
VALENCIA		1	79,443	6,711	86,155
VENTANAS			42,588	1,368	43,957
VINCES			56,262	1,310	57,572
MANABI			1,126,465	48,004	1,174,468
24 DE MAYO			37,493	947	38,439
BOLIVAR			14,492	233	14,725
CHONE			201,183	2,640	203,823
EL CARMEN			99,480	1,273	100,753



FLAVIO ALFARO			90,118	2,906	93,025
JAMA			30,803	2,293	33,096
JARAMIJO			4,671	370	5,041
JIPIJAPA			59,338	1,642	60,980
JUNIN			19,494	223	19,717
MANTA			12,115	4,312	16,428
MONTECRISTI			31,311	1,943	33,254
OLMEDO			23,281	326	23,607
PAJAN			78,917	1,336	80,253
PEDERNALES			108,958	14,172	123,130
PICHINCHA			39,852	489	40,341
PORTOVIEJO			52,233	3,910	56,143
PUERTO LOPEZ			4,192	524	4,716
ROCAFUERTE			22,252	682	22,934
SAN VICENTE			48,728	1,925	50,652
SANTA ANA			64,762	542	65,304
SUCRE			47,969	2,710	50,679
TOSAGUA			34,823	2,607	37,430
MORONA SANTIAGO	13	219	433,018	39,358	472,608
GUALAQUIZA		131	66,511	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	13	87	65,202	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	4,343	14,626	41,362	411,120	48,111	519,560
CAYAMBE	2,628	4,313	12,186	29,806	2,704	51,638
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO	239	5,247	11,251	155,768	34,118	206,623
MEJIA			10,215	32,656	2,268	45,139
PEDRO MONCAYO	1,475	5,066	6,764	11,917	684	25,906



PEDRO VICENTE MALDONADO			55,140	758	55,898
PUERTO QUITO			66,409	2,777	69,186
RUMINAHUI		946	6,453	3,786	11,185
SAN MIGUEL DE LOS BANCOS			52,970	1,016	53,986
SANTA ELENA			215,767	18,732	234,499
LA LIBERTAD			1,223	1,305	2,528
SALINAS			4,578	1,971	6,549
SANTA ELENA			209,967	15,456	225,423
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS	73	520	311,359	14,901	326,852
LA CONCORDIA			30,746	1,373	32,119
SANTO DOMINGO	73	520	280,613	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	68	461	5,847	115,889	16,216
AMBATO			42,758	8,293	51,050
BANOS DE AGUA SANTA		0	1,373	9,744	1,474
CEVALLOS			1,652	226	1,878
MOCHA			4,095	315	4,410
PATATE		398	2,756	7,674	768
QUERO			13,512	759	14,271



SAN PEDRO DE PELILEO		48	508	16,129	2,011	18,696
SANTIAGO DE PILLARO	68	15	1,210	15,763	2,118	19,173
TISALEO				4,563	252	4,814
ZAMORA CHINCHIPE		7	511	247,322	20,970	268,809
CENTINELA DEL CONDOR				14,633	1,237	15,870
CHINCHIPE			172	48,092	4,005	52,270
EL PANGUI				21,493	1,106	22,600
NANGARITZA			4	15,392	1,267	16,663
PALANDA		1	171	46,155	3,833	50,160
PAQUISHA				7,232	966	8,198
YACUAMBI		6	163	24,706	1,872	26,746
YANTZAZA				32,599	2,714	35,313
ZAMORA				37,020	3,969	40,989
TOTAL		5,921	52,077	184,940	8,495,261	9,488,262

Fuente: MAG/CGINA/DGGA, 2020.



@AgriculturaEcuador



@agricultura.ec



@AgriculturaEc

Ministerio de Agricultura y Ganadería



República
del Ecuador