

ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DEL CULTIVO DE BANANO

en condiciones naturales en el Ecuador continental

2020

MEMORIA TÉCNICA
ESCALA 1:25.000

Ministerio de Agricultura y Ganadería



República
del Ecuador



Juntos
lo logramos

REPÚBLICA DEL ECUADOR

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

Dirección de Generación de Geoinformación Agropecuaria

MEMORIA TÉCNICA

**"ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DEL CULTIVO DE BANANO (*Musa
paradisiaca* var. *sapientum*) EN CONDICIONES NATURALES EN EL
ECUADOR CONTINENTAL"
ESCALA 1:25.000**

2020

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 BANANO (*Musa
paradisiaca* var. *sapientum*) EN CONDICIONES NATURALES EN EL ECUADOR
CONTINENTAL A ESCALA 1:25.000

Ing. Johanna Rosaura Morales Naspud

Coordinadora General de Información Nacional Agropecuaria

Ing. María Natalia Rumazo Chiriboga

Directora 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

Ing. Marco Andrés Andrade Espinel

**Director Ejecutivo del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias -
INIAP**

Equipo técnico del INIAP, responsables de los cultivos

Estación Experimental Tropical Pichilingue

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	OBJETIVO	6
3.	MARCO CONCEPTUAL	6
4.	METODOLOGÍA	6
4.1.	Parámetros cartográficos.....	6
4.2.	Insumos	7
4.3.	Esquema metodológico.....	7
4.4.	Procedimiento ZAE	8
5.	RESULTADOS	11
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	16
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
8.	ANEXOS	20

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
MAAE	Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura 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 cultivo de banano (*Musa paradisiaca* var. *sapientum*), constituye la actividad agrícola de mayor importancia para la economía del Ecuador, siendo el primer rubro de exportación del sector privado del país. El volumen de fruta exportada representa la tercera parte de la exportación mundial, cifra que representa el 32% del Comercio Mundial del Banano, el 2.5% del PIB total y el 23% de las exportaciones privadas del país (INIAP, 2014).

A nivel nacional existe una superficie plantada de 166,576 hectáreas de banano, distribuidos en las provincias Los Ríos, Guayas, El Oro en la región costa y Cotopaxi, Cañar en la región sierra (MAG-CGINA, 2019). Según el ESPAC en el año 2019, se cosecharon 163,908 hectáreas de banano a nivel de país con una producción de 6,250,900 toneladas métricas, el cual representa un ingreso de 3,000 millones de dólares FOB. Siendo Los Ríos, Guayas y El Oro las provincias de mayor producción.

La demanda mundial de esta fruta con respecto al primer semestre de 2019 ha caído en 5.30%. Dentro de los principales países importadores de fruta que registran menores niveles de compra, Bélgica disminuyó su importación en 1.07%, Reino Unido en 0.64% y Korea en 12.95%. También existen disminuciones de exportación hacia EEUU en 10.8%; esto es un punto importante para considerar desde que la demanda general de banano por parte de EEUU en el semestre de 2020 incrementó en 5.44% en comparación al mismo periodo de 2019. (AEBE, 2020).

Sin embargo, en el Ecuador el nivel de exportación en 2020 no es significativamente distinto al nivel de exportación registrado en 2019, e incluso dentro de los destinos del banano ecuatoriano, existen crecimientos importantes como el norte de la Unión Europea con un incremento del 12.6%, Europa este con 16.6% y África con 105.9%, así Europa, Rusia y Medio Oriente son los principales destinos de la fruta ecuatoriana en este periodo y acumulan el 54% de la exportación total del Ecuador. (AEBE, 2020).

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 banano (*Musa paradisiaca* var. *sapientum*) 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 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
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 de estimación de superficie plantada del cultivo de banano, escala 1:25.000. (MAG-CGINA, 2019).
- Cartografía del área potencial 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.

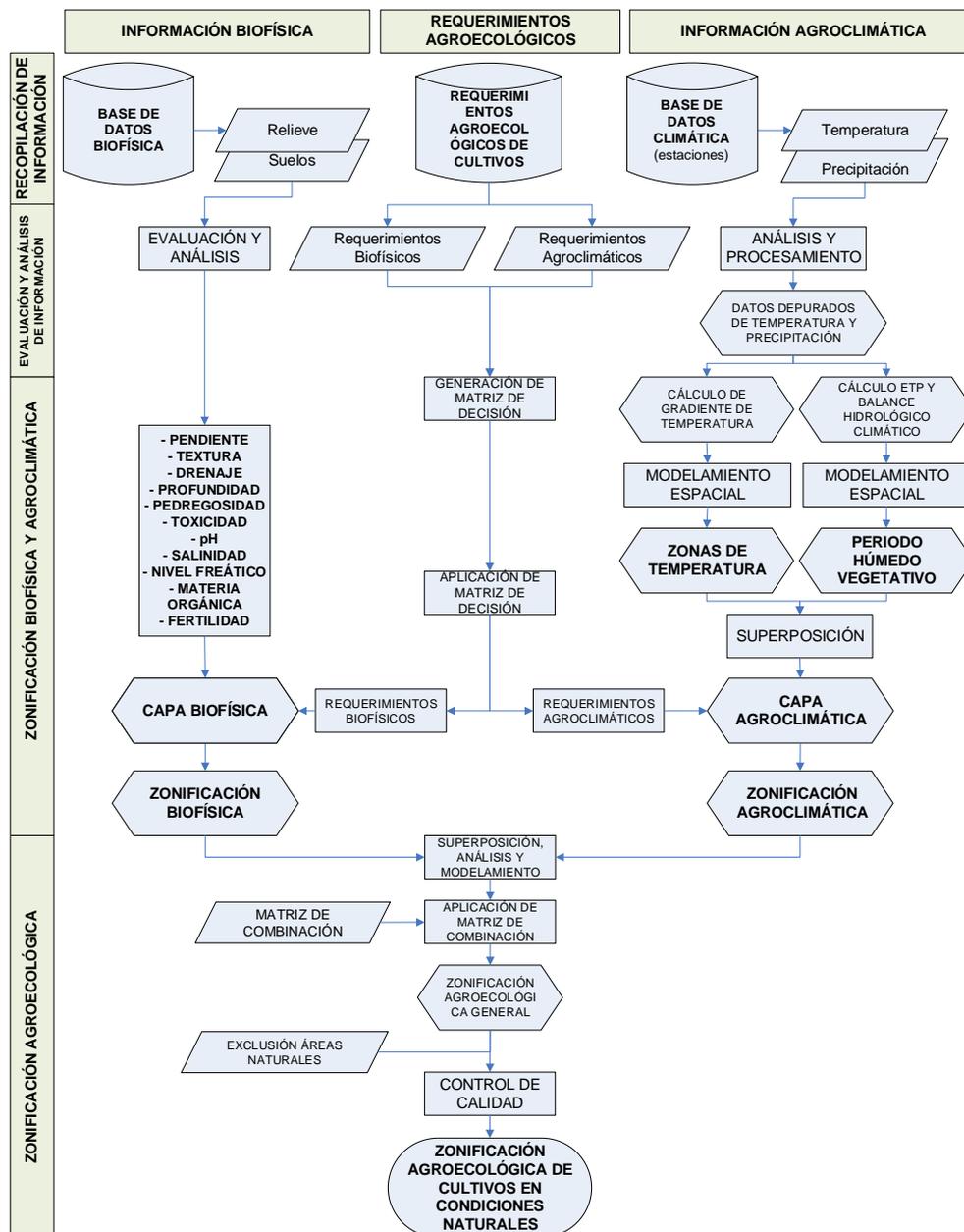


Figura 1. Esquema metodológico para la ZAE

Elaboración: MAGAP/CGSIN/DIGDM, 2016

4.4. Procedimiento ZAE

El proceso metodológico de la ZAE se inicia primero 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, MAAE,

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) 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 Edáficos: textura, drenaje, profundidad efectiva, pedregosidad, toxicidad, pH, salinidad, profundidad nivel freático, materia orgánica y fertilidad. Posteriormente se aplicó la matriz de decisión 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 de 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 y Agua del Ecuador (MAAE), 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 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.

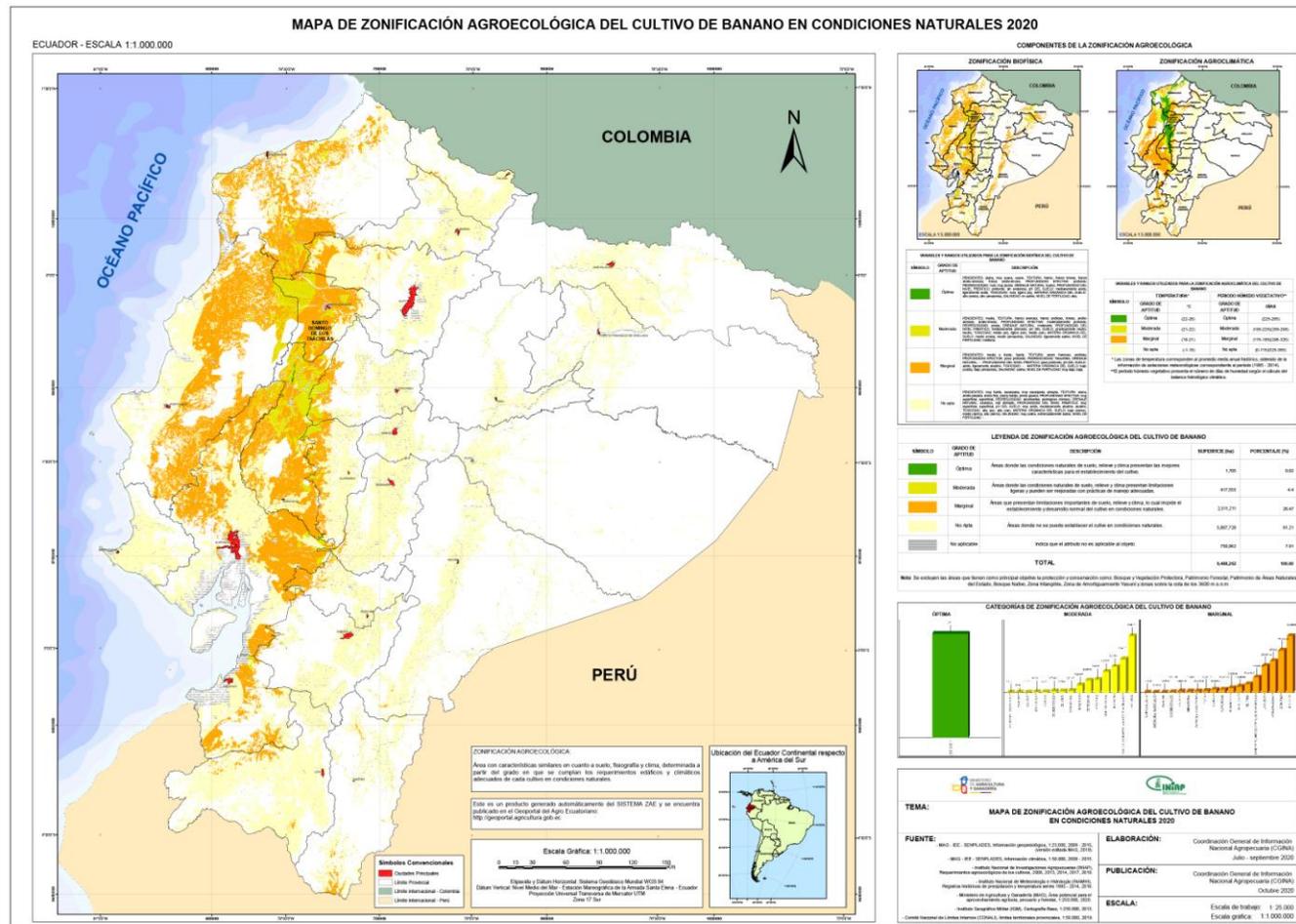
5. RESULTADOS

Los requerimientos agroecológicos del cultivo de banano (*Musa paradisiaca* var. *sapientum*) 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 potencial agrícola, pecuaria y forestal en la figura 2 y las superficies por provincia en el cuadro 2.

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

MATRIZ DE DECISIÓN DEL CULTIVO DE BANANO (<i>Musa paradisiaca</i> var. <i>sapientum</i>)					
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 limoso, franco arcillo-arenoso, franco arcillo-limoso	Limoso, franco arcilloso, arcillo-limoso, arcillo-arenoso, franco arenoso	Areno francoso, arcilloso	Arena, arcilla pesada
	PROFUNDIDAD EFECTIVA (cm)	Profundo (>100)	Moderadamente profundo (51-100)	Poco profundo (21-50)	Superficial (11-20), muy superficial (0-10)
	PEDREGOSIDAD (%)	Sin, muy pocas (< 10)	Pocas (10-25)	Frecuentes (25-50)	Abundantes (50-75), pedregoso o rocoso (> 75)
	DRENAJE NATURAL	Bueno	Moderado	Bueno, Moderado	Excesivo, mal drenado
	PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO (cm)	Sin evidencia, profundo (>100)	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)	Media - AC (0,5-1,5), Ligera - CAR (0-10), Media - CAR (11-25)	Nula, Ligera - AC (<0.5), Media - AC (0,5-1,5), Ligera - CAR (0-10), Media - CAR (11-25)	Alta - AC (>25), alta - CAR (>25)
	MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO (%)	Alto - Costa (>2), alto - Amazonia (6.0)	Medio - Costa (1.0-2.0), medio - Amazonia (3.0-6.0)	Bajo - Costa (<1.0), bajo - Amazonía (1.5-3.0)	alto - Sierra (>5.0) , medio - Sierra (3.0-5.0), bajo - Sierra (<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	Alta	Media	Baja, muy baja	---
AGROCLIMÁTICO	TEMPERATURA (°C)	22-26	21-22	18-21	<18
	*PERÍODO HÚMEDO VEGETATIVO (días)	225-265	185-225 / 265-295	115-185 / 295-325	<115 y >325
INFORMACIÓN ADICIONAL**	PRECIPITACIÓN (mm)	1500-1600	1400-1500 / 1600-1800	1300-1400 / 1800-2000	<1300 y >2000
	ALTITUD (m.s.n.m.)	10-300	0-10 / 300-800	800-1200	>1200
* 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 vegetativo y en temperatura.					
Nota: Los requerimientos del cultivo son referenciales para el Ecuador continental.					
Fuente: Adaptado de varios autores.			Validación: INIAP-Estación Experimental Pichilingue.		
Elaboración: MAGAP/CGSIN/DIGDM, 2017.					
OBSERVACIONES:					



Cuadro 2: Superficie según categorías de zonificación por provincia

PROVINCIA	SUPERFICIE (ha) SEGÚN CATEGORÍAS DE ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA				NO APLICABLE (ha)	TOTAL (ha)
	ÓPTIMA	MODERADA	MARGINAL	NO APTA		
AZUAY		311	12,659	295,379	27,062	335,412
BOLÍVAR		17,667	75,860	201,735	15,563	310,825
CAÑAR		1,436	36,960	130,719	14,194	183,309
CARCHI		103	1,597	158,452	3,937	164,090
CHIMBORAZO		3,354	3,945	327,937	26,061	361,297
COTOPAXI		28,654	39,829	228,560	32,564	329,607
EL ORO		3,575	105,775	190,897	67,900	368,147
ESMERALDAS		50,235	387,421	202,843	40,478	680,977
GUAYAS		30,828	519,063	461,754	171,330	1,182,975
IMBABURA		835	15,101	228,904	16,312	261,152
ISLA				8	156	164
LOJA			22,691	626,941	18,039	667,672
LOS RÍOS	1,705	135,443	331,489	141,647	25,339	635,623
MANABÍ		61,514	694,990	369,961	48,004	1,174,468
MORONA SANTIAGO			1,256	431,994	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		4,071	57,426	409,952	48,111	519,560
SANTA ELENA			176	215,591	18,732	234,499
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS		79,508	188,670	43,774	14,901	326,852
SUCUMBÍOS				290,051	24,085	314,136
TUNGURAHUA				122,264	16,216	138,480
ZAMORA CHINCHIPE		22	16,300	231,518	20,970	268,809
TOTAL ÁREA POTENCIAL AGRÍCOLA	1,705	417,555	2,511,211	5,807,728	750,062	9,488,262

Fuente: MAG/CGINA/DGGA, 2020.

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

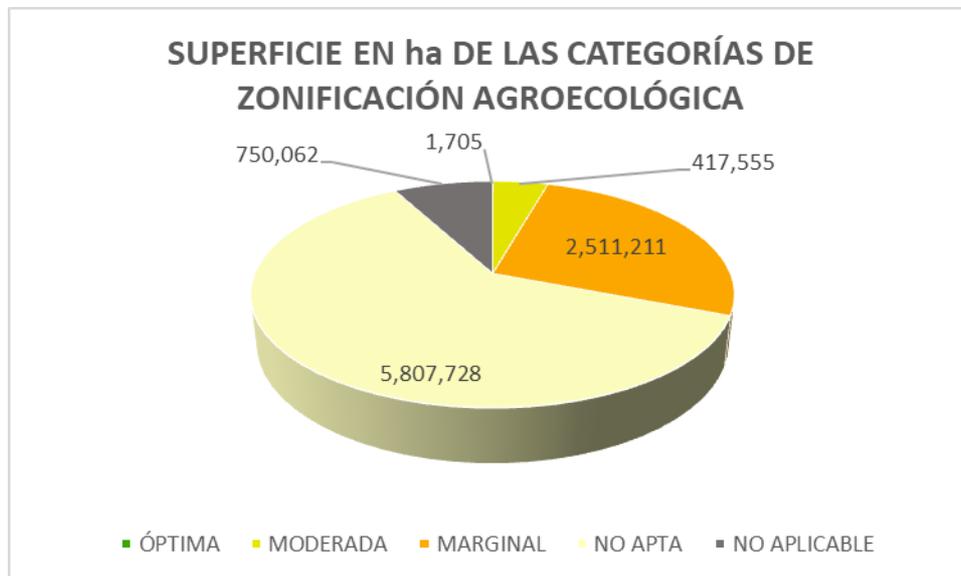


Figura 3. Superficie por categorías de zonificación agroecológica

De los resultados de este estudio se concluye que las zonas agroecológicas óptimas cultivo de banano son escasas, alrededor de 1,705 ha a nivel nacional, las cuales se localizan en la provincia de Los Ríos.

Las zonas agroecológicas moderadas representan 417,555 ha y la mayoría está localizada en la provincia de Los Ríos con 135,443 ha, principalmente en los cantones de Valencia, Mocache y Buena Fe. Santo Domingo de los Tsáchilas presenta una superficie de 79,508 ha y se localiza en sector de Santo Domingo, mientras que la provincia de Manabí presenta 61,514 hectáreas su mayoría en el cantón El Carmen.

Las zonas agroecológicas marginales ocupan una superficie de 2,511,211 ha a nivel nacional, siendo la provincia de Manabí la de mayor superficie con 694,990 ha, seguido de Guayas y Esmeraldas con 519,063 y 387,421 hectáreas respectivamente.

Las zonas agroecológicas no aptas ocupan una superficie de 5,807,728 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

- Las provincias con mayor vocación para el cultivo de banano en condiciones naturales son: Los Ríos, Santo Domingo de los Tsáchilas y Manabí.

- Para las categorías marginal y no apta pueden cambiarse las condiciones naturales, si se realizan mejoras tecnológicas, buenas prácticas de conservación de suelos, enmiendas, implementación de sistemas de riego y sistemas de drenaje, aplicación de mejoradores, materia orgánica, fertilización, entre otros.
- Los parámetros de precipitación y altitud para efectos de la zonificación agroecológica en condiciones naturales son solo referenciales.
- La presente zonificación agroecológica no es útil para análisis a nivel de predio, solo a nivel de semidetalle, debido a la escala de los insumos empleados.
- El área potencial para el aprovechamiento agrícola, pecuario y forestal del Ecuador Continental es de 9,488,262 hectáreas.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEBE. (2020). *Reporte de primer semestre 2020*. Guayaquil, Ecuador: Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador.
- 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. (2019). *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. (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.
- INIAP. (2014). *Banano*. Quito, Ecuador: Instituto nacional de investigaciones agropecuarias. Recuperado de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mmusa/rbanano>
- 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. (2019). *Estimación de superficie plantada del cultivo de banano*. Escala 1:25.000.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG - Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria, CGINA. (2020). *Área potencial 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% ($\tan 45^\circ = 1 \cdot 100$). 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	
Areno 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, 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

CATEGORÍA	SÍMBOLO	DEFINICIÓN / DESCRIPCIÓN
		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.

CATEGORÍA	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
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	Superficial si el nivel freático se encuentra entre al rango de (0 a 10 cm).
Superficial	s	Superficial si el nivel freático se encuentra entre al rango de (11 a 20 cm).
Poco profundo	Pp	Es poco profundo cuando el nivel freático se encuentra entre al rango de (21 a 50 cm).
Moderadamente profundo	M	Es medianamente profundo si el nivel freático se encuentra entre al rango de (51 a 100 cm).
Profundo	P	Es profundo el nivel freático si se encuentra entre al 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 arenoso franco.
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.

CATEGORÍA	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
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
7 - 8
8 - 9

RANGO (°C)
9 - 10
10 - 11
11 - 12
12 - 13
13 - 14
14 - 15
15 - 16
16 - 17
17 - 18

RANGO (°C)
18 - 19
19 - 20
20 - 21
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	311	12,659	295,379	27,062	335,412	
CAMILO PONCE ENRIQUEZ	311	3,470	972	714	5,467	
CHORDELEG			4,360	350	4,710	
CUENCA		6,351	91,367	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		262	136	236	634	
SAN FERNANDO			6,808	257	7,065	
SANTA ISABEL		2,577	39,377	4,389	46,343	
SEVILLA DE ORO			7,594	812	8,406	
SIGSIG			31,693	774	32,467	
BOLIVAR	17,667	75,860	201,735	15,563	310,825	
CALUMA	2,985	7,308	5,268	586	16,147	
CHILLANES	283	12,171	38,262	2,706	53,421	
CHIMBO	523	6,209	16,925	782	24,439	

ECHEANDIA	2,927	16,129	4,234	915	24,204
GUARANDA	4,667	21,235	96,172	8,414	130,488
LAS NAVES	6,283	6,152	1,612	702	14,750
SAN MIGUEL		6,656	39,262	1,459	47,376
CANAR	1,436	36,960	130,719	14,194	183,309
AZOGUES			31,741	3,075	34,817
BIBLIAN			8,620	669	9,289
CANAR	1,433	9,406	73,635	6,737	91,211
DELEG			4,996	245	5,242
EL TAMBO			3,580	636	4,216
LA TRONCAL	3	27,554	3,691	2,285	33,533
SUSCAL			4,456	546	5,002
CARCHI	103	1,597	158,452	3,937	164,090
BOLIVAR			28,312	1,127	29,439
ESPEJO	38	113	20,023	400	20,575
MIRA	65	1,467	32,678	646	34,855
MONTUFAR			21,528	512	22,040
SAN PEDRO DE HUACA			4,657	107	4,763
TULCAN		17	51,254	1,145	52,417
CHIMBORAZO	3,354	3,945	327,937	26,061	361,297
ALASI	14	764	69,380	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	3,340	2,891	3,634	1,192	11,058
GUAMOTE			63,852	2,394	66,245

GUANO			35,963	1,836	37,799
PALLATANGA		290	20,628	1,853	22,772
PENIPE			11,871	1,835	13,706
RIOBAMBA			52,172	7,137	59,310
COTOPAXI	28,654	39,829	228,560	32,564	329,607
LA MANA	15,637	21,040	6,159	2,563	45,399
LATACUNGA			84,721	10,978	95,699
PANGUA	12,635	14,848	22,727	3,826	54,036
PUJILI	360	3,668	46,984	5,823	56,835
SALCEDO			26,847	3,716	30,562
SAQUISILI			12,969	1,290	14,260
SIGCHOS	22	274	28,153	4,368	32,817
EL ORO	3,575	105,775	190,897	67,900	368,147
ARENILLAS		15,752	28,437	5,214	49,403
ATAHUALPA		1,618	13,442	700	15,760
BALSAS	2	996	4,153	100	5,251
CHILLA		1,375	9,807	690	11,872
EL GUABO	3,464	20,389	4,744	10,010	38,606
HUAQUILLAS			2,084	4,459	6,543
LAS LAJAS		10,565	12,481	569	23,615
MACHALA		669	18,969	13,780	33,418
MARCABELI		4,665	6,419	192	11,275
PASAJE		12,958	11,150	3,186	27,294
PINAS	41	13,748	10,830	2,360	26,979
PORTOVELO	26	6,385	10,540	1,027	17,978
SANTA ROSA		10,033	26,619	23,001	59,653

ZARUMA	42	6,624	31,219	2,613	40,500
ESMERALDAS	50,235	387,421	202,843	40,478	680,977
ATACAMES	872	25,617	6,360	3,103	35,953
ELOY ALFARO	959	27,312	48,652	4,913	81,836
ESMERALDAS	1,781	43,676	22,021	9,340	76,817
MUISNE	3,972	27,871	9,369	9,527	50,739
QUININDE	33,505	190,484	48,623	8,491	281,103
RIOVERDE	9,145	53,216	20,704	1,777	84,843
SAN LORENZO		19,245	47,113	3,326	69,685
GUAYAS	30,828	519,063	461,754	171,330	1,182,975
ALFREDO BAQUERIZO MORENO (JUJAN)		20,207	2,429	205	22,840
BALAO		26,271	8,148	8,241	42,659
BALZAR	23	66,894	35,891	1,701	104,509
COLIMES		22,663	35,289	2,384	60,336
CORONEL MARCELINO MARIDUENA	1,017	22,318	132	1,534	25,002
DAULE		8,077	37,643	2,398	48,118
DURAN		9,810	11,757	8,573	30,141
EL EMPALME	19,133	34,515	4,390	1,664	59,702
EL TRIUNFO	3,740	44,754	3,084	1,889	53,466
GENERAL ANTONIO ELIZALDE	3,146	3,442	4,706	645	11,939
GUAYAQUIL		17,626	91,721	106,173	215,521
ISIDRO AYORA		18,356	6,951	475	25,782
LOMAS DE SARGENTILLO		4,282	2,384	485	7,151
MILAGRO		32,919	5,239	1,746	39,904
NARANJAL		38,360	57,714	17,656	113,730
NARANJITO	1,979	12,575	7,451	1,047	23,052

NOBOL		4,459	5,637	378	10,474
PALESTINA		2,441	15,170	302	17,913
PEDRO CARBO		59,734	8,650	2,325	70,708
PLAYAS			11,297	3,106	14,404
SALITRE		1,312	36,717	1,276	39,304
SAMBORONDON		406	28,672	4,853	33,931
SAN JACINTO DE YAGUACHI		25,671	26,244	1,136	53,051
SANTA LUCIA		19,060	10,509	722	30,292
SIMON BOLIVAR	1,791	22,913	3,929	414	29,047
IMBABURA	835	15,101	228,904	16,312	261,152
ANTONIO ANTE			6,881	643	7,524
COTACACHI	642	13,479	59,741	1,453	75,314
IBARRA	193	1,478	81,657	3,257	86,585
OTAVALO		142	32,162	2,688	34,992
PIMAMPIRO			16,465	1,526	17,990
SAN MIGUEL DE URCUQUI		3	31,998	6,747	38,747
ISLA			8	156	164
ISLA			8	156	164
LOJA		22,691	626,941	18,039	667,672
CALVAS		446	58,154	551	59,151
CATAMAYO		378	54,722	851	55,951
CELICA			32,524	345	32,869
CHAGUARPAMBA		11,596	12,379	1,487	25,461
ESPINDOLA		1,477	29,295	273	31,045
GONZANAMA		2	53,401	366	53,769
LOJA		565	99,094	3,009	102,668

MACARA				20,010	893	20,903
OLMEDO			111	9,726	55	9,893
PALTAS			3,926	67,867	798	72,591
PINDAL				17,951	129	18,079
PUYANGO			4,029	40,518	954	45,502
QUILANGA			161	13,784	77	14,022
SARAGURO			0	67,767	6,286	74,053
SOZORANGA				17,446	118	17,564
ZAPOTILLO				32,304	1,849	34,152
LOS RIOS	1,705	135,443	331,489	141,647	25,339	635,623
BABA			10,170	26,510	925	37,605
BABAHOYO		5,329	66,732	28,884	3,325	104,270
BUENA FE		20,262	16,338	654	2,778	40,033
MOCACHE		25,920	25,612	3,521	1,044	56,096
MONTALVO		34	20,610	12,395	928	33,966
PALENQUE		95	44,095	10,717	1,861	56,768
PUEBLOVIEJO			12,041	2,265	519	14,825
QUEVEDO		17,584	16,663	611	3,023	37,881
QUINSALOMA		17,784	8,025	2,118	961	28,888
URDANETA		244	31,227	5,550	587	37,608
VALENCIA	1,705	41,836	30,531	5,371	6,711	86,155
VENTANAS		5,998	26,864	9,727	1,368	43,957
VINCES		358	22,583	33,322	1,310	57,572
MANABI		61,514	694,990	369,961	48,004	1,174,468
24 DE MAYO			30,674	6,819	947	38,439
BOLIVAR			11,075	3,417	233	14,725

CHONE	2,834	173,205	25,144	2,640	203,823
EL CARMEN	49,979	44,363	5,137	1,273	100,753
FLAVIO ALFARO	4,095	78,437	7,586	2,906	93,025
JAMA		8,086	22,717	2,293	33,096
JARAMIJO			4,671	370	5,041
JIPIJAPA		27,498	31,840	1,642	60,980
JUNIN		14,672	4,822	223	19,717
MANTA			12,115	4,312	16,428
MONTECRISTI			31,311	1,943	33,254
OLMEDO		17,637	5,644	326	23,607
PAJAN		62,595	16,322	1,336	80,253
PEDERNALES	4,604	87,320	17,034	14,172	123,130
PICHINCHA	2	31,136	8,714	489	40,341
PORTOVIEJO		24,944	27,288	3,910	56,143
PUERTO LOPEZ			4,192	524	4,716
ROCAFUERTE		1,902	20,350	682	22,934
SAN VICENTE		1,894	46,833	1,925	50,652
SANTA ANA		57,819	6,943	542	65,304
SUCRE		14,771	33,198	2,710	50,679
TOSAGUA		6,962	27,860	2,607	37,430
MORONA SANTIAGO		1,256	431,994	39,358	472,608
GUALAQUIZA		1,255	65,388	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		1	37,102	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		4,071	57,426	409,952	48,111
CAYAMBE			48,934	2,704	51,638
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO		7,886	164,618	34,118	206,623

MEJIA		76	42,795	2,268	45,139
PEDRO MONCAYO			25,223	684	25,906
PEDRO VICENTE MALDONADO		11,151	43,989	758	55,898
PUERTO QUITO	4,071	36,123	26,215	2,777	69,186
RUMINAHUI			7,399	3,786	11,185
SAN MIGUEL DE LOS BANCOS		2,189	50,781	1,016	53,986
SANTA ELENA		176	215,591	18,732	234,499
LA LIBERTAD			1,223	1,305	2,528
SALINAS			4,578	1,971	6,549
SANTA ELENA		176	209,791	15,456	225,423
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS	79,508	188,670	43,774	14,901	326,852
LA CONCORDIA	21,992	7,821	932	1,373	32,119
SANTO DOMINGO	57,515	180,849	42,842	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	22	16,300	231,518	20,970	268,809
CENTINELA DEL CONDOR			14,633	1,237	15,870
CHINCHIPE	22	12,187	36,056	4,005	52,270
EL PANGUI			21,493	1,106	22,600
NANGARITZA		244	15,152	1,267	16,663
PALANDA		1,967	44,360	3,833	50,160
PAQUISHA			7,232	966	8,198
YACUAMBI		1,876	22,998	1,872	26,746
YANTZAZA		25	32,574	2,714	35,313
ZAMORA			37,020	3,969	40,989
TOTAL	1,705	417,555	2,511,211	5,807,728	750,062

Fuente: MAG/CGINA/DGGA, 2020.



@AgriculturaEcuador



@agricultura.ec



@AgriculturaEc

Ministerio de Agricultura y Ganadería



República
del Ecuador



Juntos
lo logramos