

ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DEL CULTIVO DE CACAO

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 CACAO
(*Theobroma cacao* L.) 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 CACAO
(*Theobroma cacao* L.) 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

Equipo técnico del Proyecto de Reactivación del Café y Cacao Nacional

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.....	5
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.....	17
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, 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

La producción de cacao y la exportación de sus granos ha sido una actividad económica de significativa tradición e importancia para diversas zonas de la costa ecuatoriana. Aunque en la actualidad su magnitud es menor a la que tuvo a inicios del siglo pasado, continúa representando un cultivo destacado en la producción agrícola del país, contando además con un producto altamente posicionado en el mercado internacional. (Industria de Cacao, 2016). En cuanto a los parámetros de máxima producción los tiene durante los meses de febrero a mayo (INIAP, s.f.).

De acuerdo al mapa de cobertura y uso de la tierra (MAG-IEE-SENPLADES, 2009-2015), escala 1:25.000, a nivel nacional existía una superficie total de 529,585 hectáreas de cacao, siendo las provincias de Manabí, Los Ríos y Guayas las de mayor superficie plantada. Según la ESPAC en el año 2019 se cosechó 525,435 hectáreas de cacao a nivel nacional con una producción de 283,680 toneladas métricas, las provincias con mayor superficie fueron en el siguiente orden Guayas, Los Ríos y Manabí.

Según datos del Banco Central del Ecuador, en 2019 se exportaron 270,939 toneladas de cacao, principalmente a países como Indonesia, Malasia y Estados Unidos, lo que representó un ingreso de 657,255 miles de dólares.

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 cacao (*Theobroma cacao* L.) en condiciones naturales, en el Ecuador continental a escala 1:25.000, mediante el análisis cartográfico de variables de suelos, relieve y clima, como herramienta para una adecuada planificación agrícola, el ordenamiento territorial y 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).

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 cobertura y uso del cultivo de cacao, escala 1:25.000. (MAG-IEE-SENPLADES, 2009-2015).
- 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.

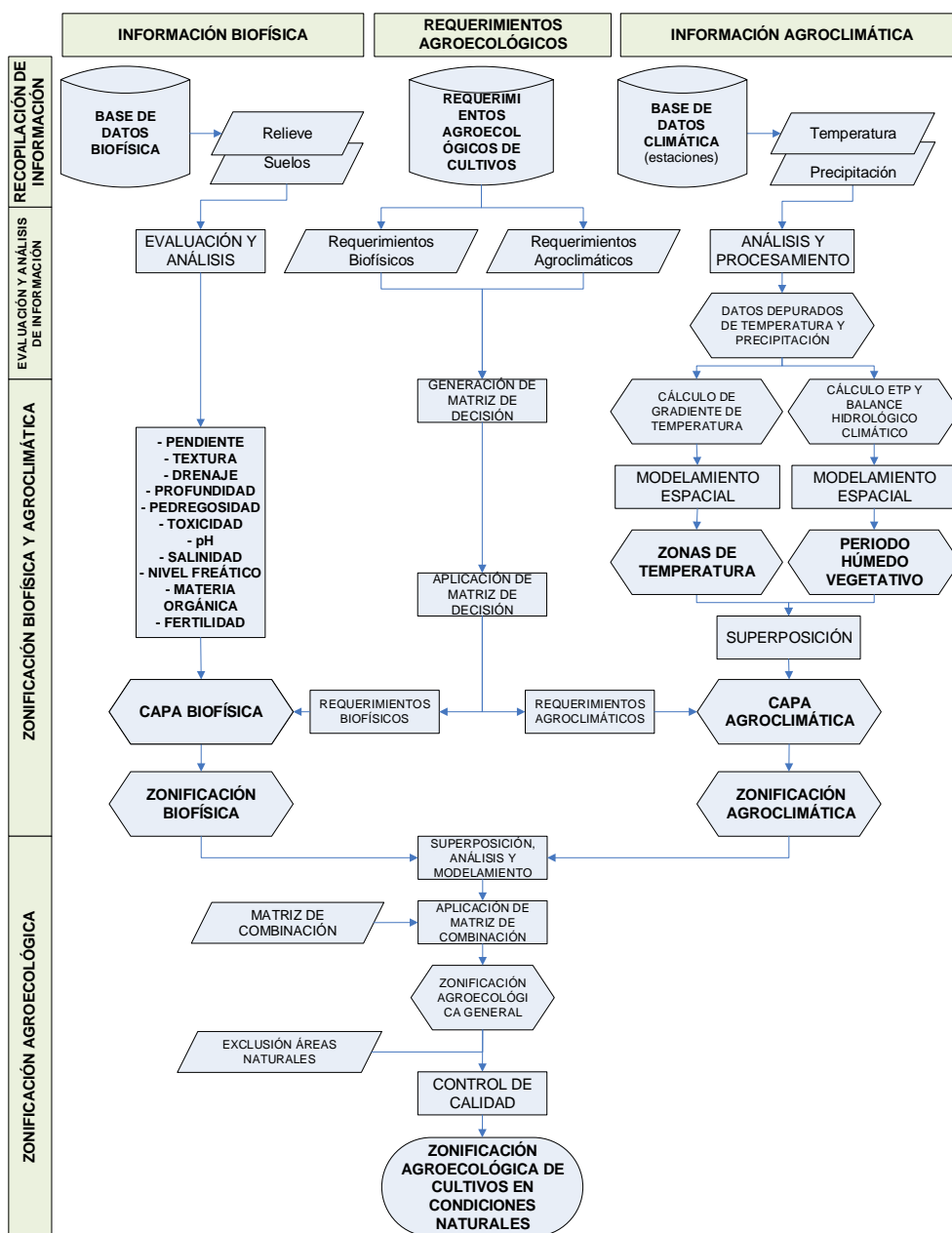


Figura 1. Esquema metodológico para la ZAE

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 cacao (*Theobroma cacao* L.) en condiciones naturales se presentan en el cuadro 1, la leyenda biofísica y agroclimática en el anexo 1, el mapa de zonificación agroecológica del área 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 cacao (*Theobroma cacao* L.) en condiciones naturales

MATRIZ DE DECISIÓN DEL CULTIVO DE CACAO (<i>Theobroma cacao</i> L.)						OBSERVACIONES
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)	Marginal / no apta para condiciones naturales, más esto puede cambiarse si se realizan mejoras tecnológicas: conservación de suelos
	TEXTURA SUPERFICIAL DEL SUELO	Franco, franco-arcilloso, Franco arenoso, franco arcillo-arenoso	Franco-limoso, arcillo arenoso, arcillo limoso, franco arcillo limoso	Areno francoso, limoso	Arcilla pesada, arena, arcilloso	Aplicación de mejoradores
	PROFUNDIDAD EFECTIVA (cm)	Profundo (>100)	Moderadamente profundo (51-100)	Poco profundo (21-50)	Superficial (11-20), muy superficial (0-10)	Aplicación de materia orgánica
	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	Establecer drenajes artificiales
	PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO (cm)	Profundo (>100), sin evidencia	Medianamente profundo (51-100)	Poco profundo (21-50)	Superficial (11-20), muy superficial (0-10)	Establecer drenajes artificiales
	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)	Enmiendas
	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)	Enmiendas

	MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO (%)	Alto - Costa (>2), alto - Sierra (>5.0), alto - Amazonía (6.0)	Medio - Costa (1.0-2.0), medio - Sierra (3.0-5.0), medio - Amazonía (3.0-6.0)	Bajo - Costa (<1.0), bajo - Sierra (<3.0), bajo - Amazonía (1.5-3.0)	---	Aplicación de materia orgánica
	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)	Cultivares tolerantes, lavado de sales, enmiendas
	NIVEL DE FERTILIDAD DEL SUELO	Alta	Media	Baja, muy baja	---	Fertilización
AGROCLIMÁTICO	TEMPERATURA (°C)	24-26	21-24	18-21	<18 y >26	Cultivo bajo sombra con exceso de temperatura
	*PERÍODO HÚMEDO VEGETATIVO (días)	210-270	180-210 / 270-300	160-180 / 300-365	<160	Establecer sistemas de riego o sistemas de drenaje, cultivos bajo sombra según aplique
INFORMACIÓN ADICIONAL**	PRECIPITACIÓN (mm)	1800-2600	2600-3200 / 1500-1800	1200-1500 / 3200-3800	<1200, >3800	Establecer sistemas de riego o sistemas de drenaje, cultivos bajo sombra según aplique
	ALTITUD (m.s.n.m.)	0-500	500-1000	1000-1500	>1500	
<p>* Período húmedo vegetativo: define el número de días de humedad que necesita la planta. Para cultivos de ciclo corto comprende los días desde la siembra hasta antes de la cosecha, mientras que, para los cultivos permanentes comprende los días desde el comienzo hasta finalización de la actividad biológica visible (inicio de la floración hasta el desarrollo del fruto).</p> <p>**Las variables de precipitación y altitud se analizaron de manera implícita en el período vegetativo y en temperatura.</p>						
Nota: Los requerimientos del cultivo son referenciales para el Ecuador continental.						
Fuente: Adaptado de varios autores.			Validación: INIAP EETP 2019.			
Elaboración: MAGAP/CGSIN/DIGDM, 2017.						
OBSERVACIONES: 1) En cuanto a la precipitación los valores son relativos, no importa tener menos de 1000 mm por ejemplo si se puede suplir con riego.						

Cuadro 2: Superficie según categorías de zonificación por provincia

PROVINCIA	SUPERFICIE (ha) SEGÚN CATEGORÍAS DE ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA				NO APLICABLE (ha)	Total (ha)
	OPTIMA	MODERADA	MARGINAL	NO APTA		
AZUAY		778	5,867	301,704	27,062	335,412
BOLIVAR		23,956	64,698	206,608	15,563	310,825
CANAR		1,663	34,640	132,812	14,194	183,309
CARCHI		256	29,702	130,195	3,937	164,090
CHIMBORAZO		3,376	4,071	327,789	26,061	361,297
COTOPAXI		30,178	52,484	214,381	32,564	329,607
EL ORO		4,814	39,039	256,393	67,900	368,147
ESMERALDAS	194	73,975	304,350	261,980	40,478	680,977
GUAYAS		40,118	192,104	779,424	171,330	1,182,975
IMBABURA		1,543	49,235	194,061	16,312	261,152
ISLA				8	156	164
LOJA			17,705	631,927	18,039	667,672
LOS RIOS	2,117	155,245	217,118	235,804	25,339	635,623
MANABI		75,277	390,691	660,496	48,004	1,174,468
MORONA SANTIAGO			223,686	209,565	39,358	472,608
NAPO			64,934	60,448	17,944	143,326
ORELLANA			152,809	74,564	23,750	251,123
PASTAZA			84,606	59,487	19,056	163,149
PICHINCHA		7,197	161,503	302,750	48,111	519,560
SANTA ELENA				215,767	18,732	234,499
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS		106,442	188,999	16,510	14,901	326,852
SUCUMBIOS			167,590	122,461	24,085	314,136
TUNGURAHUA			1,652	120,612	16,216	138,480
ZAMORA CHINCHIPE		66	83,281	164,493	20,970	268,809
TOTAL ÁREA POTENCIAL AGRÍCOLA	2,310	524,884	2,530,767	5,680,239	750,062	9,488,262

Fuente: MAG/CGINA/DGGA, 2020.

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

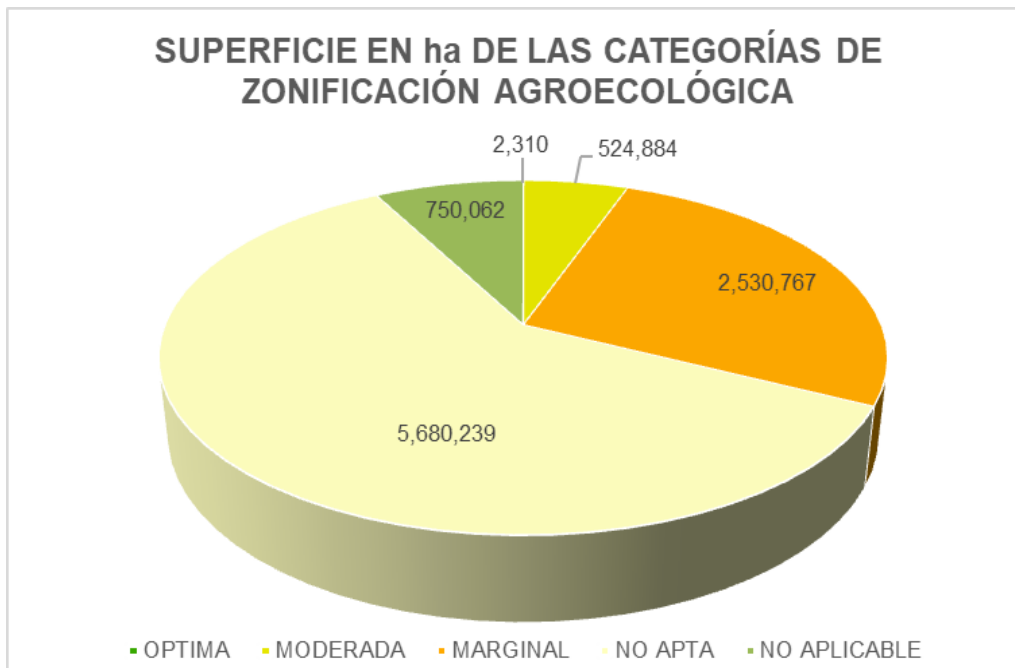


Figura 3. Superficie por categorías de zonificación agroecológica

De los resultados de este estudio se desprende que las zonas agroecológicas óptimas o ideales para el cultivo de cacao ocupan alrededor de 2,310 hectáreas a nivel nacional de las cuales la mayor parte se localizan en la provincia de Los Ríos con 2,117 hectáreas.

Las zonas agroecológicas moderadas cubren un área de 524,884 hectáreas, la mayoría están localizadas en la provincia de Los Ríos con 155,245 hectáreas, principalmente en los cantones Mocache, Ventanas y Quevedo. Santo Domingo de los Tsachilas presenta una superficie de 160,442 hectáreas ubicadas principalmente al centro norte y centro sur del cantón Santo Domingo.

Las zonas agroecológicas marginales ocupan una superficie de 2,530,767 hectáreas a nivel nacional, siendo la provincia de Manabí la de mayor superficie con 390,691 hectáreas, seguido de Esmeraldas y Morona Santiago con 304,350 y 223,686 hectáreas respectivamente y Los Ríos con 217,118 hectáreas.

Las zonas agroecológicas no aptas ocupan una superficie de 5,680,239 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 cacao en condiciones naturales son: Los Ríos y Santo Domingo de los Tsáchilas.
- 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

- Banco Central del Ecuador. (2019). *Estadísticas de comercio exterior*. Quito, Ecuador: Banco Central del Ecuador. Recuperado de <https://sintesis.bce.fin.ec/BOE/OpenDocument/2109181649/OpenDocument/opendoc/openDocument.faces?logonSuccessful=true&shareId=0>
- Comité Nacional de Límites Internos, CONALI. (2019). *Trazado de límites territoriales internos*. Escala 1:50.000 y 1:5.000.
- De La Rosa, D. (2008). *Evaluación agro ecológica de suelos*. Madrid, España: Ediciones Mundi Prensa.
- ESPAC. (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.
- Industria de Cacao (2016), *Estudios industriales, orientación estratégica para la toma de decisiones*. Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- 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 de cobertura y uso de la tierra*. Escala 1:25.000.
- 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 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.
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.

CATEGORÍA	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
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

CATEGORÍA	SÍMBOLO	DEFINICIÓN / DESCRIPCIÓN
		escaza.
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	AI	>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.

CATEGORÍA	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
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 área 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 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.
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. Periodo 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
40 - 45
45 - 50
50 - 55

RANGO (DÍAS)
55 - 60
60 - 65
65 - 70
70 - 75
75 - 80
80 - 85
85 - 90
90 - 95
95 - 100
100 - 105
105 - 110

RANGO (DÍAS)
110 - 115
115 - 120
120 - 125
125 - 130
130 - 135
135 - 140
140 - 145
145 - 150
150 - 155
155 - 160
160 - 165

RANGO (DÍAS)
165 - 170
170 - 175
175 - 180
180 - 185
185 - 190
190 - 195
195 - 200
200 - 205
205 - 210
210 - 215
215 - 220



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

RANGO (DÍAS)
260 - 265
265 - 270
270 - 275
275 - 280
280 - 285
285 - 290
290 - 295
295 - 300

RANGO (DÍAS)
300 - 305
305 - 310
310 - 315
315 - 320
320 - 325
325 - 330
330 - 335
335 - 340

RANGO (DÍAS)
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	778		5,867	301,704	27,062	335,412
CAMILO PONCE ENRIQUEZ	778		1,695	2,279	714	5,467
CHORDELEG				4,360	350	4,710
CUENCA			3,326	94,392	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			2	397	236	634
SAN FERNANDO				6,808	257	7,065
SANTA ISABEL			656	41,298	4,389	46,343
SEVILLA DE ORO			189	7,405	812	8,406
SIGSIG				31,693	774	32,467
BOLIVAR	23,956		64,698	206,608	15,563	310,825
CALUMA	3,254		4,982	7,325	586	16,147
CHILLANES	283		8,588	41,844	2,706	53,421
CHIMBO	523		5,878	17,256	782	24,439
ECHEANDIA	6,323		8,722	8,245	915	24,204

GUARANDA	6,808	24,322	90,945	8,414	130,488
LAS NAVES	6,766	7,021	260	702	14,750
SAN MIGUEL		5,185	40,733	1,459	47,376
CANAR	1,663	34,640	132,812	14,194	183,309
AZOGUES		1	31,741	3,075	34,817
BIBLIAN			8,620	669	9,289
CANAR	1,440	13,415	69,618	6,737	91,211
DELEG			4,996	245	5,242
EL TAMBO			3,580	636	4,216
LA TRONCAL	222	21,086	9,940	2,285	33,533
SUSCAL		140	4,317	546	5,002
CARCHI	256	29,702	130,195	3,937	164,090
BOLIVAR			28,312	1,127	29,439
ESPEJO	176	2,562	17,437	400	20,575
MIRA	80	11,691	22,438	646	34,855
MONTUFAR			21,528	512	22,040
SAN PEDRO DE HUACA			4,657	107	4,763
TULCAN		15,449	35,823	1,145	52,417
CHIMBORAZO	3,376	4,071	327,789	26,061	361,297
ALAUSI	14	849	69,294	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	3,362	3,222	3,281	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			11,871	1,835	13,706
RIOBAMBA			52,172	7,137	59,310
COTOPAXI	30,178	52,484	214,381	32,564	329,607
LA MANA	15,669	23,938	3,228	2,563	45,399
LATACUNGA			84,721	10,978	95,699
PANGUA	14,126	20,602	15,481	3,826	54,036
PUJILI	361	3,864	46,788	5,823	56,835
SALCEDO			26,847	3,716	30,562
SAQUISILI			12,969	1,290	14,260
SIGCHOS	22	4,080	24,347	4,368	32,817
EL ORO	4,814	39,039	256,393	67,900	368,147
ARENILLAS		6	44,183	5,214	49,403
ATAHUALPA		4,111	10,949	700	15,760
BALSAS	2	3,288	1,861	100	5,251
CHILLA		495	10,688	690	11,872
EL GUABO	4,183	5,830	18,584	10,010	38,606
HUAQUILLAS			2,084	4,459	6,543
LAS LAJAS		1,745	21,301	569	23,615
MACHALA			19,638	13,780	33,418
MARCABELI		8,126	2,957	192	11,275
PASAJE		12	24,096	3,186	27,294
PINAS	41	6,966	17,612	2,360	26,979
PORTOVELO	546	5,111	11,293	1,027	17,978
SANTA ROSA		83	36,569	23,001	59,653
ZARUMA	42	3,267	34,577	2,613	40,500

ESMERALDAS	194	73,975	304,350	261,980	40,478	680,977
ATACAMES		5,867	15,532	11,451	3,103	35,953
ELOY ALFARO		1,959	26,862	48,103	4,913	81,836
ESMERALDAS		3,758	28,771	34,949	9,340	76,817
MUISNE	194	6,087	19,389	15,543	9,527	50,739
QUININDE		45,143	161,260	66,208	8,491	281,103
RIOVERDE		11,047	37,245	34,774	1,777	84,843
SAN LORENZO		115	15,292	50,952	3,326	69,685
GUAYAS		40,118	192,104	779,424	171,330	1,182,975
ALFREDO BAQUERIZO MORENO (JUJAN)			2,163	20,473	205	22,840
BALAO		188	11,358	22,873	8,241	42,659
BALZAR		25	43,794	58,989	1,701	104,509
COLIMES			17,890	40,062	2,384	60,336
CORONEL MARCELINO MARIDUENA		1,017	15,942	6,508	1,534	25,002
DAULE				45,720	2,398	48,118
DURAN				21,567	8,573	30,141
EL EMPALME		22,597	29,452	5,988	1,664	59,702
EL TRIUNFO		4,087	20,202	27,288	1,889	53,466
GENERAL ANTONIO ELIZALDE		3,146	3,730	4,418	645	11,939
GUAYAQUIL		69	6,653	102,625	106,173	215,521
ISIDRO AYORA			332	24,975	475	25,782
LOMAS DE SARGENTILLO				6,666	485	7,151
MILAGRO			1,897	36,261	1,746	39,904
NARANJAL			5,452	90,622	17,656	113,730
NARANJITO		3,231	8,197	10,576	1,047	23,052
NOBOL				10,096	378	10,474

PALESTINA		35	17,576	302	17,913
PEDRO CARBO		5,919	62,464	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		5,604	23,965	722	30,292
SIMON BOLIVAR	5,758	13,483	9,393	414	29,047
IMBABURA	1,543	49,235	194,061	16,312	261,152
ANTONIO ANTE			6,881	643	7,524
COTACACHI	1,251	31,514	41,097	1,453	75,314
IBARRA	293	16,765	66,271	3,257	86,585
OTAVALO		194	32,110	2,688	34,992
PIMAMPIRO			16,465	1,526	17,990
SAN MIGUEL DE URCUQUI		763	31,238	6,747	38,747
ISLA			8	156	164
ISLA			8	156	164
LOJA		17,705	631,927	18,039	667,672
CALVAS		1,714	56,886	551	59,151
CATAMAYO			55,100	851	55,951
CELICA			32,524	345	32,869
CHAGUARPAMBA		840	23,134	1,487	25,461
ESPINDOLA		3,483	27,290	273	31,045
GONZANAMA		2,592	50,811	366	53,769
LOJA		1,356	98,303	3,009	102,668
MACARA			20,010	893	20,903

OLMEDO				9,837	55	9,893
PALTAS			4,268	67,525	798	72,591
PINDAL				17,951	129	18,079
PUYANGO			157	44,390	954	45,502
QUILANGA			3,296	10,649	77	14,022
SARAGURO				67,767	6,286	74,053
SOZORANGA				17,446	118	17,564
ZAPOTILLO				32,304	1,849	34,152
LOS RIOS	2,117	155,245	217,118	235,804	25,339	635,623
BABA				36,681	925	37,605
BABAHOYO		5,777	47,159	48,009	3,325	104,270
BUENA FE	16	23,284	13,270	684	2,778	40,033
MOCACHE	7	34,186	17,112	3,747	1,044	56,096
MONTALVO		34	15,575	17,429	928	33,966
PALENQUE		4,715	15,278	34,914	1,861	56,768
PUEBLOVIEJO		0	9,052	5,254	519	14,825
QUEVEDO		17,970	16,277	611	3,023	37,881
QUINSALOMA		17,784	8,025	2,118	961	28,888
URDANETA		446	23,107	13,467	587	37,608
VALENCIA	1,705	43,690	32,646	1,402	6,711	86,155
VENTANAS	388	6,570	17,875	17,755	1,368	43,957
VINCES		787	1,743	53,733	1,310	57,572
MANABI		75,277	390,691	660,496	48,004	1,174,468
24 DE MAYO			23,515	13,978	947	38,439
BOLIVAR			3,870	10,621	233	14,725
CHONE		4,818	81,139	115,227	2,640	203,823

EL CARMEN	58,845	21,695	18,940	1,273	100,753
FLAVIO ALFARO	6,426	51,340	32,352	2,906	93,025
JAMA			30,803	2,293	33,096
JARAMIJO			4,671	370	5,041
JIPIJAPA		4,536	54,802	1,642	60,980
JUNIN		251	19,243	223	19,717
MANTA			12,115	4,312	16,428
MONTECRISTI			31,311	1,943	33,254
OLMEDO		18,822	4,458	326	23,607
PAJAN		45,048	33,870	1,336	80,253
PEDERNALES	4,275	64,232	40,450	14,172	123,130
PICHINCHA	913	35,688	3,251	489	40,341
PORTOVIEJO		71	52,161	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		40,484	24,278	542	65,304
SUCRE			47,969	2,710	50,679
TOSAGUA			34,823	2,607	37,430
MORONA SANTIAGO		223,686	209,565	39,358	472,608
GUALAQUIZA		36,856	29,786	3,819	70,462
HUAMBOYA		16,687	13,629	1,026	31,343
LIMON INDANZA		35,790	19,162	4,508	59,459
LOGRONO		7,187	4,719	1,113	13,019
MORONA		50,535	14,769	6,077	71,380
PABLO SEXTO		6,971	1,057	736	8,764

PALORA		28,526	8,577	3,589	40,692
SAN JUAN BOSCO		14,058	9,386	1,190	24,634
SANTIAGO		12,210	24,007	2,602	38,819
SUCUA		7,894	25,166	2,260	35,321
TAISHA		1,290	45,131	8,959	55,380
TIWINTZA		5,680	14,176	3,478	23,334
NAPO		64,934	60,448	17,944	143,326
ARCHIDONA		16,923	10,355	2,099	29,376
CARLOS JULIO AROSEMENA TOLA		5,337	6,128	936	12,401
EL CHACO		3,053	4,580	2,058	9,690
QUIJOS		131	9,607	1,171	10,909
TENA		39,491	29,777	11,681	80,949
ORELLANA		152,809	74,564	23,750	251,123
AGUARICO		11	33	987	1,031
FRANCISCO DE ORELLANA		62,824	44,756	13,359	120,939
LA JOYA DE LOS SACHAS		74,911	2,828	6,007	83,746
LORETO		15,062	26,947	3,397	45,407
PASTAZA		84,606	59,487	19,056	163,149
ARAJUNO		6,833	10,192	1,410	18,435
MERA		9,421	4,255	3,029	16,705
PASTAZA		56,701	43,034	13,894	113,629
SANTA CLARA		11,651	2,006	723	14,380
PICHINCHA	7,197	161,503	302,750	48,111	519,560
CAYAMBE			48,934	2,704	51,638
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO	1,273	28,443	142,789	34,118	206,623
MEJIA		3,482	39,389	2,268	45,139

PEDRO MONCAYO			25,223	684	25,906
PEDRO VICENTE MALDONADO		41,822	13,318	758	55,898
PUERTO QUITO	5,924	36,547	23,938	2,777	69,186
RUMINAHUI			7,399	3,786	11,185
SAN MIGUEL DE LOS BANCOS		51,209	1,761	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	106,442	188,999	16,510	14,901	326,852
LA CONCORDIA	21,999	7,814	932	1,373	32,119
SANTO DOMINGO	84,443	181,185	15,578	13,528	294,734
SUCUMBIOS		167,590	122,461	24,085	314,136
CASCALES		16,108	9,849	3,259	29,216
CUYABENO		8,389	8,726	821	17,936
GONZALO PIZARRO		11,282	2,269	1,525	15,077
LAGO AGRIO		58,864	71,309	8,864	139,037
PUTUMAYO		884	15,595	5,161	21,640
SHUSHUFINDI		72,062	14,706	4,442	91,210
SUCUMBIOS		1	6	13	20
TUNGURAHUA		1,652	120,612	16,216	138,480
AMBATO			42,758	8,293	51,050
BANOS DE AGUA SANTA		1,652	9,464	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	66	83,281	164,493	20,970	268,809
CENTINELA DEL CONDOR		2,947	11,686	1,237	15,870
CHINCHIPE	66	17,755	30,443	4,005	52,270
EL PANGUI		8,402	13,091	1,106	22,600
NANGARITZA		2,035	13,361	1,267	16,663
PALANDA		22,986	23,341	3,833	50,160
PAQUISHA		1,776	5,456	966	8,198
YACUAMBI		7,381	17,493	1,872	26,746
YANTZAZA		10,217	22,382	2,714	35,313
ZAMORA		9,781	27,239	3,969	40,989
	2,310	524,884	2,530,767	5,680,239	750,062

Fuente: MAG/CGINA/DGGA, 2020.



@AgriculturaEcuador



@agricultura.ec



@AgriculturaEc

Ministerio de Agricultura y Ganadería



República
del Ecuador



Gobierno
del Encuentro

Juntos
lo logramos