

ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DEL CULTIVO DE AGUACATE EN REGIONES TEMPERADAS

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 AGUACATE
(*Persea americana* Mill) EN REGIONES TEMPERADAS 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 AGUACATE (*Persea
americana* Mill) EN REGIONES TEMPERADAS 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

Programa de Fruticultura

Ing. Pablo Viteri

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

El cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill) se presenta como una gran alternativa de producción y exportación para el país, toda vez que existe un potencial mercado en Estados Unidos y países cercanos como el chileno y colombiano; a diferencia de otros países el Ecuador puede producir aguacate todo el año, con picos de producción y cosecha plenamente definidos de febrero a marzo y de agosto a septiembre, mientras otras naciones producen en un lapso de solamente 4 a 5 meses del año (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 3,581 hectáreas de aguacate, siendo las provincias de Carchi, Imbabura y Pichincha las de mayor producción. Según la ESPAC en el año 2019 se cosecharon 4,415 hectáreas de aguacate a nivel nacional con una producción de 26,408 toneladas métricas, las provincias con mayor superficie fueron en el siguiente orden Pichincha, Tungurahua, Carchi e Imbabura.

Según datos del Banco Central del Ecuador, en 2019 se exportaron 1258 toneladas de aguacate, principalmente a países como Estados Unidos y España, lo que representó un ingreso de 3553 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 aguacate (*Persea americana* Mill) en regiones templadas y 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 en base a 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 aguacate, 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.

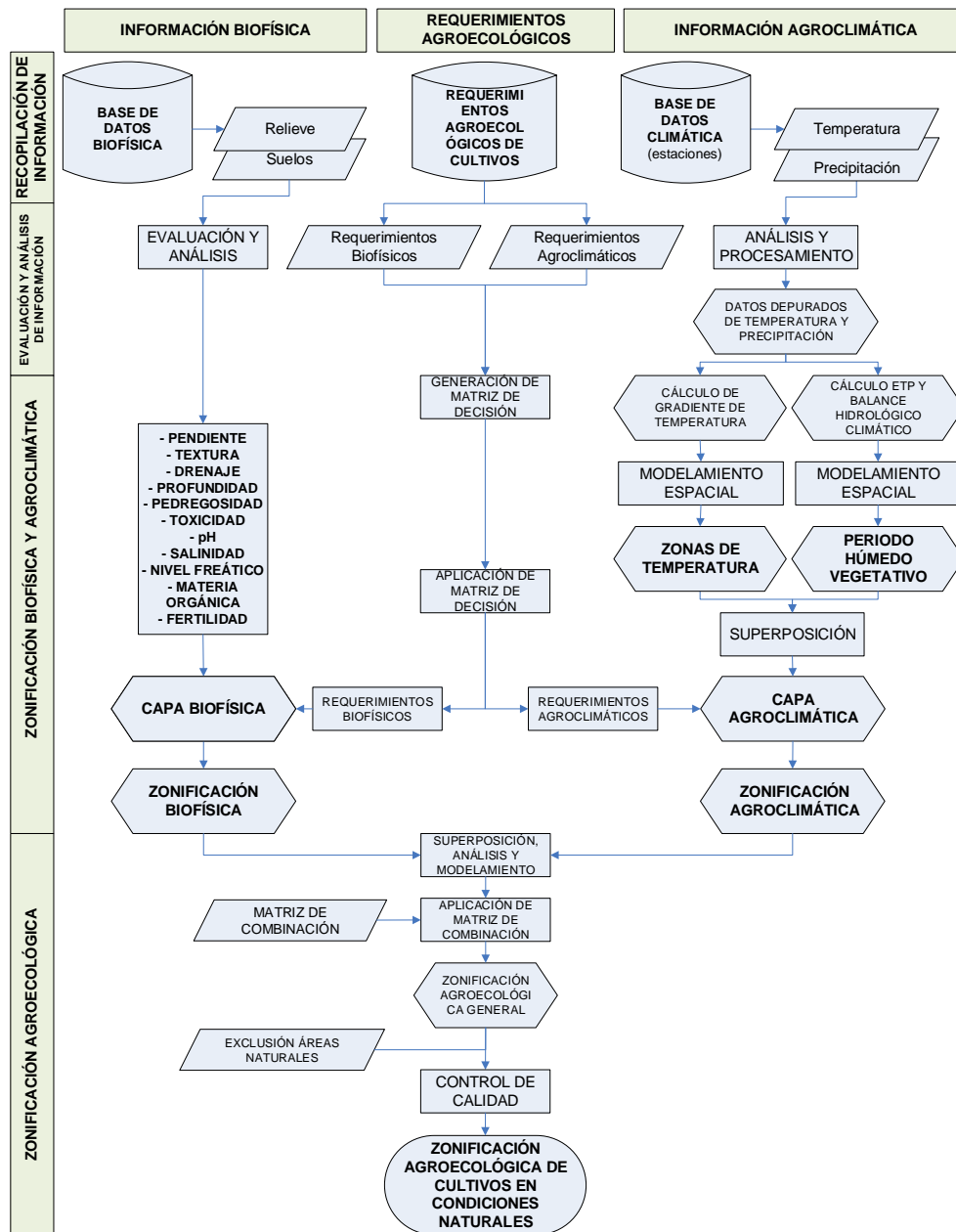


Figura 1. Esquema metodológico para la ZAE

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 aguacate (*Persea americana* Mill) en regiones templadas y 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 aguacate en condiciones naturales

MATRIZ DE DECISIÓN DEL CULTIVO DE AGUACATE (<i>Persea americana</i> Mill.) EN REGIONES TEMPERADAS					
COMPONENTE	PARÁMETRO	CATEGORÍAS DE LA ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DEL CULTIVO			
		ÓPTIMA	MODERADA	MARGINAL	NO APTA
BIOFÍSICO	PENDIENTE (%)	Plana (0-2) , muy suave (2-5), suave (5-12)	media (12-25), media a fuerte (25-40)	Fuerte (40-70)	Muy fuerte (70-100), escarpada (100-150),Muy escarpada (150-200), abrupta (>200)
	TEXTURA SUPERFICIAL DEL SUELO	Franco, franco arenoso, franco arcilloso, franco arcillo-arenoso	Areno francoso, franco limoso, franco arcillo-limoso, arcillo-arenoso	Arena	Arcilloso, arcilla pesada, limoso, arcillo-limoso
	PROFUNDIDAD EFECTIVA (cm)	Profundo (>100)	Moderadamente profundo (51-100)	Poco profundo (21-50)	Superficial (11-20), muy superficial (0-10)
	PEDREGOSIDAD (%)	Nula (no posee fragmentos), muy pocas (<10), pocas (10-25)	Frecuentes (25-50)	Abundantes (50-75)	Pedregoso - rocoso (>75)
	DRENAJE NATURAL	Bueno	Moderado	Excesivo	Mal drenado
	PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO (cm)	Profundo (>100), sin evidencia	Medianamente profundo (51-100)	Poco profundo (21-50)	Superficial (11-20), muy superficial (0-10)
	pH DEL SUELO	Ligeramente ácido (6.0-6.5), prácticamente neutro (6.5-7.5), neutro (7)	Medianamente ácido (5.5-6.0), ligeramente alcalino (7.5-8.0)	Medianamente alcalino (8.0-8.5)	Muy ácido (<4.5), ácido (4.5-5.5), alcalino (>8.5)
	TOXICIDAD (AC: Ácidos - meq/100 ml); (CAR: Carbonatos - %)	Nula	Ligera - AC (<0.5), ligera - CAR (0-10)	Media - AC (0.5-1.5), media - CAR (11-25)	Alta - AC (>25), alta - CAR (>25)

	MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO (%)	Medio - Sierra (3.0-5.0), alto - Sierra (>5.0)	Bajo - Sierra (<3.0)	Medio - Sierra (3.0-5.0), alto - Sierra (>5.0), Bajo - Sierra (<3.0)	Bajo - Costa (<1.0), Medio - Costa (1.0-2.0), alto - Costa (>2), medio - Amazonia (3.0-6.0), alto - Amazonia (6.0) bajo - Amazonía (1.5- 3.0)
	SALINIDAD (ds/m)	No salino (<2.0)	Ligeramente salino (2.0-4.0)	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, Mediana	Baja	Muy baja	Alta, Mediana, Baja, Muy baja
AGROCLIMÁTICO	TEMPERATURA (°C)	16-20	15-16 y 20-21	14-15 y 21-22	<14 y >22
	*PERÍODO HÚMEDO VEGETATIVO (días)	150-180	120-150 y 180-200	40-120 y 200-220	<40 y >220
INFORMACIÓN ADICIONAL**	PRECIPITACIÓN (mm)	800-1000	600-800	400-600	<400 y >1000
	ALTITUD (m.s.n.m.)	1800-2300	2300-2400	2400-2500	<1800 y >2500
* 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. El periodo húmedo vegetativo para las categorías Moderada y Marginal indica el déficit y exceso de humedad, los cuales pueden ser subsanados con la aplicación de riego o con el establecimiento de sistemas de drenaje.					
Nota: Los requerimientos del cultivo son referenciales para el Ecuador continental.					
Fuente: Adaptado de varios autores.			Validación: INIAP-Programa de Fruticultura (Ing. Pablo Viteri).		
Elaboración: MAGAP/CGSIN/DIGDM, 2018.					

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	53	2,170	43,338	262,790	27,062	335,412
BOLÍVAR		4,534	13,197	277,531	15,563	310,825
CAÑAR		1,886	8,421	158,808	14,194	183,309
CARCHI	1	1,483	11,513	147,155	3,937	164,090
CHIMBORAZO		1,671	28,281	305,284	26,061	361,297
COTOPAXI		377	14,571	282,094	32,564	329,607
EL ORO		278	13,922	286,047	67,900	368,147
ESMERALDAS				640,499	40,478	680,977
GUAYAS				1,011,645	171,330	1,182,975
IMBABURA	25	4,553	31,375	208,886	16,312	261,152
ISLA				8	156	164
LOJA		1,315	25,190	623,127	18,039	667,672
LOS RÍOS				610,284	25,339	635,623
MANABÍ				1,126,465	48,004	1,174,468
MORONA SANTIAGO				433,250	39,358	472,608
NAPO				125,382	17,944	143,326
ORELLANA				227,373	23,750	251,123
PASTAZA				144,093	19,056	163,149
PICHINCHA	5	8,318	31,409	431,718	48,111	519,560
SANTA ELENA				215,767	18,732	234,499
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS				311,952	14,901	326,852
SUCUMBÍOS				290,051	24,085	314,136
TUNGURAHUA	37	1,215	23,525	97,487	16,216	138,480
ZAMORA CHINCHIPE		318	9,531	237,991	20,970	268,809
TOTAL ÁREA POTENCIAL AGRÍCOLA	121	28,119	254,273	8,455,687	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.

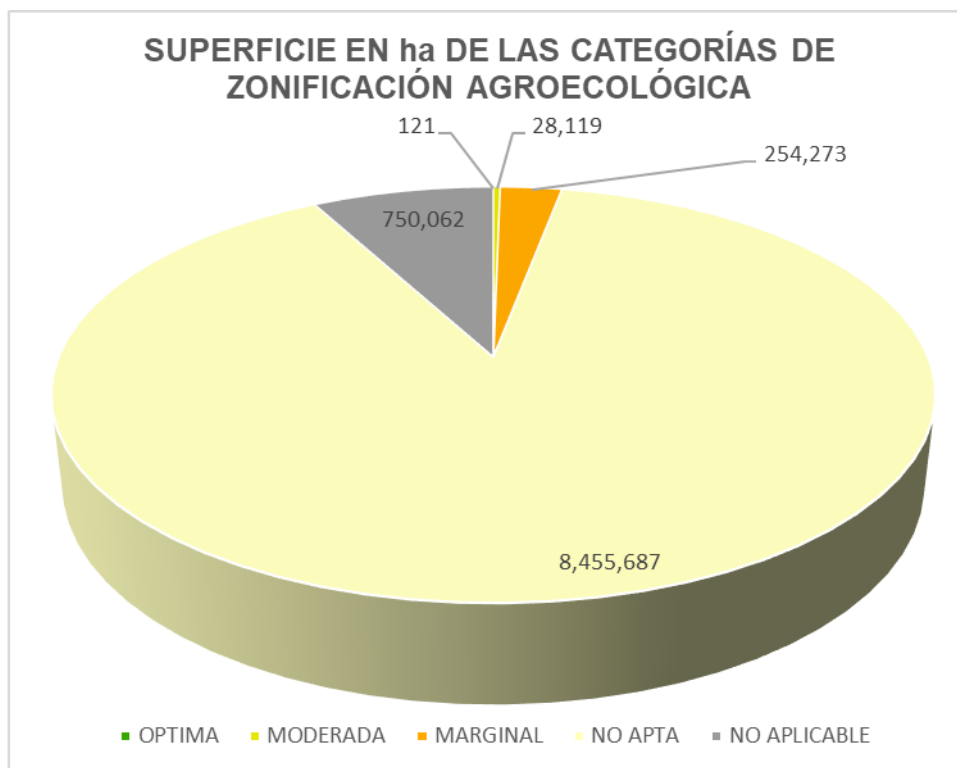


Figura 3. Superficie por categorías de zonificación agroecológica

De los resultados de este estudio se desprende que las zonas agroecológicas óptimas o ideales para el cultivo de aguacate son muy reducidas, alrededor de 121 ha a nivel nacional de las cuales la mayor parte se localiza en la provincia del Azuay con 53 ha e Imbabura con 25 hectáreas.

Las zonas agroecológicas moderadas representa una superficie de 28,119 ha y la mayoría está localizada en la provincia de Pichincha con 8,318 hectáreas, principalmente cercano a las poblaciones de Tababela, Pifo, Checa, El Quinche, Azcáubi, Otón, Zámbez y Nanegalito. Imbabura presenta una superficie de 4,553 ha y se localiza en los sectores de Cotacahi, Imantag, Atuntaqui y San Roque, mientras que la provincia de Bolívar presenta 4,534 hectáreas cerca de Régulo de Mora.

Las zonas agroecológicas marginales ocupa una superficie de 254,273 ha a nivel nacional, siendo la provincia de Azuay la de mayor superficie con 43,338 ha, seguido de Pichincha e Imbabura con 31,409 y 31,375 hectáreas respectivamente.

Las zonas agroecológicas no aptas ocupa una superficie de 8,455,687 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 aguacate en regiones templadas y en condiciones naturales son: Pichincha, Imbabura y Bolívar.
- 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/pendoc/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.
- 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. (s.f.). *Aguacate*. Quito, Ecuador: Instituto nacional de investigaciones agropecuarias. Recuperado de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/>
- 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, nutrimentos 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 nutrimentos 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 S; exceso de Co, Cu, Fe, Mn, Zn. Suelos sin carbonato cálcico. Actividad microbiana escasa.
Medianamente ácido	MeAc	>5.5 a 6.0: Baja solubilidad del P y regular disponibilidad de Ca y Mg; algunos cultivos como las leguminosas requieren encalamiento.

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

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

2.7. Salinidad

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

Conforme se produce el incremento de las sales en el suelo, se hace más difícil para las raíces de las plantas absorber agua. Muchos cultivos sensibles 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.

CATEGORÍA	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Muy salino	MS	> 8.0 a 16.0 dS/m. Nivel de sales muy tóxico en los cultivos.
Extremadamente salino	ES	> 16.0 dS/m. Nivel de sales extremadamente tóxico en los cultivos.
Sin suelo	Sin	Roca, afloramientos rocosos.
No aplicable	NA	Se considera todas las áreas que no son suelo como: centros poblados, ríos dobles o con características similares a estas al representarlas o cartografiarlas.

dS/m = unidades de conductividad eléctrica

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

2.8. Profundidad del nivel freático

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

Tabla 9. Categorías de profundidad del nivel freático del suelo

CATEGORÍA	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Muy superficial	Ms	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 areno 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.
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.

CATEGORÍA	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
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	53	2,170	43,338	262,790	27,062	335,412
CAMILO PONCE ENRIQUEZ				4,753	714	5,467
CHORDELEG		421	1,398	2,540	350	4,710
CUENCA	32	975	14,913	81,798	11,230	108,948
EL PAN			43	3,916	154	4,113
GIRON			3,819	16,799	1,244	21,861
GUACHAPALA	11	55	561	2,090	186	2,903
GUALACEO		359	1,932	16,505	1,293	20,089
NABON			3,719	33,258	3,218	40,195
ONA			3,019	9,478	704	13,201
PAUTE	10	142	3,595	13,763	1,500	19,009
PUCARA			1	397	236	634
SAN FERNANDO			889	5,918	257	7,065
SANTA ISABEL		96	5,110	36,748	4,389	46,343
SEVILLA DE ORO				7,594	812	8,406
SIGSIG		122	4,337	27,234	774	32,467
BOLIVAR		4,534	13,197	277,531	15,563	310,825
CALUMA			1,424	14,137	586	16,147
CHILLANES		515	4,427	45,773	2,706	53,421
CHIMBO		36	1,909	21,712	782	24,439

ECHEANDIA				23,290	915	24,204
GUARANDA			272	121,802	8,414	130,488
LAS NAVES				14,047	702	14,750
SAN MIGUEL		3,983	5,165	36,770	1,459	47,376
CANAR		1,886	8,421	158,808	14,194	183,309
AZOGUES		883	1,664	29,194	3,075	34,817
BIBLIAN				8,620	669	9,289
CANAR		494	4,993	78,987	6,737	91,211
DELEG		221	1,090	3,685	245	5,242
EL TAMBO			7	3,574	636	4,216
LA TRONCAL				31,248	2,285	33,533
SUSCAL		287	667	3,501	546	5,002
CARCHI	1	1,483	11,513	147,155	3,937	164,090
BOLIVAR		1,025	5,156	22,131	1,127	29,439
ESPEJO		1	280	19,894	400	20,575
MIRA	1	432	5,843	27,933	646	34,855
MONTUFAR		24	234	21,269	512	22,040
SAN PEDRO DE HUACA				4,657	107	4,763
TULCAN				51,272	1,145	52,417
CHIMBORAZO		1,671	28,281	305,284	26,061	361,297
ALAUSI		960	6,661	62,537	6,226	76,383
CHAMBO			1,354	5,017	1,018	7,389
CHUNCHI			1,514	16,928	684	19,126
COLTA		167	706	44,750	1,887	47,510
CUMANDA		11	1,430	8,424	1,192	11,058
GUAMOTE				63,852	2,394	66,245

GUANO		841	35,123	1,836	37,799
PALLATANGA	220	6,949	13,750	1,853	22,772
PENIPE	313	3,508	8,049	1,835	13,706
RIOBAMBA		5,318	46,854	7,137	59,310
COTOPAXI	377	14,571	282,094	32,564	329,607
LA MANA	10	586	42,240	2,563	45,399
LATACUNGA		2,458	82,263	10,978	95,699
PANGUA			50,210	3,826	54,036
PUJILI	2	1,247	49,763	5,823	56,835
SALCEDO		7,260	19,586	3,716	30,562
SAQUISILI			12,969	1,290	14,260
SIGCHOS	366	3,020	25,063	4,368	32,817
EL ORO	278	13,922	286,047	67,900	368,147
ARENILLAS			44,189	5,214	49,403
ATAHUALPA	128	2,850	12,083	700	15,760
BALSAS			5,151	100	5,251
CHILLA	0	1,706	9,476	690	11,872
EL GUABO			28,596	10,010	38,606
HUAQUILLAS			2,084	4,459	6,543
LAS LAJAS			23,046	569	23,615
MACHALA			19,638	13,780	33,418
MARCABELI			11,083	192	11,275
PASAJE			24,108	3,186	27,294
PINAS	74	14	24,531	2,360	26,979
PORTOVELO	14	3,197	13,740	1,027	17,978
SANTA ROSA			36,652	23,001	59,653

ZARUMA	63	6,156	31,668	2,613	40,500
ESMERALDAS			640,499	40,478	680,977
ATACAMES			32,850	3,103	35,953
ELOY ALFARO			76,923	4,913	81,836
ESMERALDAS			67,477	9,340	76,817
MUISNE			41,213	9,527	50,739
QUININDE			272,612	8,491	281,103
RIOVERDE			83,066	1,777	84,843
SAN LORENZO			66,358	3,326	69,685
GUAYAS			1,011,645	171,330	1,182,975
ALFREDO BAQUERIZO MORENO (JUJAN)			22,636	205	22,840
BALAO			34,419	8,241	42,659
BALZAR			102,808	1,701	104,509
COLIMES			57,952	2,384	60,336
CORONEL MARCELINO MARIDUENA			23,468	1,534	25,002
DAULE			45,720	2,398	48,118
DURAN			21,567	8,573	30,141
EL EMPALME			58,038	1,664	59,702
EL TRIUNFO			51,577	1,889	53,466
GENERAL ANTONIO ELIZALDE			11,294	645	11,939
GUAYAQUIL			109,347	106,173	215,521
ISIDRO AYORA			25,307	475	25,782
LOMAS DE SARGENTILLO			6,666	485	7,151
MILAGRO			38,158	1,746	39,904
NARANJAL			96,074	17,656	113,730
NARANJITO			22,005	1,047	23,052

NOBOL				10,096	378	10,474
PALESTINA				17,611	302	17,913
PEDRO CARBO				68,383	2,325	70,708
PLAYAS				11,297	3,106	14,404
SALITRE				38,029	1,276	39,304
SAMBORONDON				29,078	4,853	33,931
SAN JACINTO DE YAGUACHI				51,915	1,136	53,051
SANTA LUCIA				29,570	722	30,292
SIMON BOLIVAR				28,633	414	29,047
IMBABURA	25	4,553	31,375	208,886	16,312	261,152
ANTONIO ANTE	2	888	3,530	2,461	643	7,524
COTACACHI	12	2,723	5,270	65,855	1,453	75,314
IBARRA		42	10,511	72,776	3,257	86,585
OTAVALO	10	190	1,539	30,565	2,688	34,992
PIMAMPIRO		710	4,740	11,015	1,526	17,990
SAN MIGUEL DE URCUQUI		0	5,786	26,215	6,747	38,747
ISLA				8	156	164
ISLA				8	156	164
LOJA		1,315	25,190	623,127	18,039	667,672
CALVAS			1,826	56,774	551	59,151
CATAMAYO		1	535	54,564	851	55,951
CELICA				32,524	345	32,869
CHAGUARPAMBA				23,975	1,487	25,461
ESPINDOLA		442	1,482	28,849	273	31,045
GONZANAMA		74	5,447	47,882	366	53,769
LOJA		211	7,068	92,379	3,009	102,668

MACARA			20,010	893	20,903
OLMEDO		35	9,803	55	9,893
PALTAS		1,912	69,881	798	72,591
PINDAL			17,951	129	18,079
PUYANGO			44,547	954	45,502
QUILANGA	167	1,161	12,618	77	14,022
SARAGURO	421	5,725	61,621	6,286	74,053
SOZORANGA			17,446	118	17,564
ZAPOTILLO			32,304	1,849	34,152
LOS RIOS			610,284	25,339	635,623
BABA			36,681	925	37,605
BABAHOYO			100,945	3,325	104,270
BUENA FE			37,255	2,778	40,033
MOCACHE			55,053	1,044	56,096
MONTALVO			33,038	928	33,966
PALENQUE			54,907	1,861	56,768
PUEBLOVIEJO			14,306	519	14,825
QUEVEDO			34,858	3,023	37,881
QUINSALOMA			27,927	961	28,888
URDANETA			37,021	587	37,608
VALENCIA			79,443	6,711	86,155
VENTANAS			42,588	1,368	43,957
VINCES			56,262	1,310	57,572
MANABI			1,126,465	48,004	1,174,468
24 DE MAYO			37,493	947	38,439
BOLIVAR			14,492	233	14,725

CHONE	201,183	2,640	203,823
EL CARMEN	99,480	1,273	100,753
FLAVIO ALFARO	90,118	2,906	93,025
JAMA	30,803	2,293	33,096
JARAMIJO	4,671	370	5,041
JIPIJAPA	59,338	1,642	60,980
JUNIN	19,494	223	19,717
MANTA	12,115	4,312	16,428
MONTECRISTI	31,311	1,943	33,254
OLMEDO	23,281	326	23,607
PAJAN	78,917	1,336	80,253
PEDERNALES	108,958	14,172	123,130
PICHINCHA	39,852	489	40,341
PORTOVIEJO	52,233	3,910	56,143
PUERTO LOPEZ	4,192	524	4,716
ROCAFUERTE	22,252	682	22,934
SAN VICENTE	48,728	1,925	50,652
SANTA ANA	64,762	542	65,304
SUCRE	47,969	2,710	50,679
TOSAGUA	34,823	2,607	37,430
MORONA SANTIAGO	433,250	39,358	472,608
GUALAQUIZA	66,643	3,819	70,462
HUAMBOYA	30,317	1,026	31,343
LIMON INDANZA	54,951	4,508	59,459
LOGRONO	11,906	1,113	13,019
MORONA	65,303	6,077	71,380

PABLO SEXTO				8,028	736	8,764
PALORA				37,103	3,589	40,692
SAN JUAN BOSCO				23,444	1,190	24,634
SANTIAGO				36,218	2,602	38,819
SUCUA				33,061	2,260	35,321
TAISHA				46,421	8,959	55,380
TIWINTZA				19,856	3,478	23,334
NAPO				125,382	17,944	143,326
ARCHIDONA				27,278	2,099	29,376
CARLOS JULIO AROSEMENA TOLA				11,465	936	12,401
EL CHACO				7,633	2,058	9,690
QUIJOS				9,738	1,171	10,909
TENA				69,268	11,681	80,949
ORELLANA				227,373	23,750	251,123
AGUARICO				44	987	1,031
FRANCISCO DE ORELLANA				107,581	13,359	120,939
LA JOYA DE LOS SACHAS				77,739	6,007	83,746
LORETO				42,010	3,397	45,407
PASTAZA				144,093	19,056	163,149
ARAJUNO				17,025	1,410	18,435
MERA				13,676	3,029	16,705
PASTAZA				99,735	13,894	113,629
SANTA CLARA				13,657	723	14,380
PICHINCHA	5	8,318	31,409	431,718	48,111	519,560
CAYAMBE		791	2,060	46,082	2,704	51,638
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO	5	6,999	23,768	141,731	34,118	206,623

MEJIA				42,871	2,268	45,139
PEDRO MONCAYO	528	5,580		19,115	684	25,906
PEDRO VICENTE MALDONADO				55,140	758	55,898
PUERTO QUITO				66,409	2,777	69,186
RUMINAHUI				7,399	3,786	11,185
SAN MIGUEL DE LOS BANCOS				52,970	1,016	53,986
SANTA ELENA				215,767	18,732	234,499
LA LIBERTAD				1,223	1,305	2,528
SALINAS				4,578	1,971	6,549
SANTA ELENA				209,967	15,456	225,423
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS				311,952	14,901	326,852
LA CONCORDIA				30,746	1,373	32,119
SANTO DOMINGO				281,206	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	37	1,215	23,525	97,487	16,216	138,480
AMBATO			6,863	35,895	8,293	51,050
BANOS DE AGUA SANTA	175	882		10,060	1,474	12,591
CEVALLOS		24		1,627	226	1,878
MOCHA				4,095	315	4,410

PATATE		441	4,769	5,618	768	11,597
QUERO			5	13,507	759	14,271
SAN PEDRO DE PELILEO	37	598	8,517	7,532	2,011	18,696
SANTIAGO DE PILLARO			2,465	14,590	2,118	19,173
TISALEO				4,563	252	4,814
ZAMORA CHINCHIPE		318	9,531	237,991	20,970	268,809
CENTINELA DEL CONDOR				14,633	1,237	15,870
CHINCHIPE		195	4,822	43,248	4,005	52,270
EL PANGUI				21,493	1,106	22,600
NANGARITZA				15,396	1,267	16,663
PALANDA		123	4,708	41,496	3,833	50,160
PAQUISHA				7,232	966	8,198
YACUAMBI				24,874	1,872	26,746
YANTZAZA				32,599	2,714	35,313
ZAMORA				37,020	3,969	40,989
TOTAL	121	28,119	254,273	8,455,687	750,062	9,488,262

Fuente: MAG/CGINA/DGGA, 2020.



@AgriculturaEcuador



@agricultura.ec



@AgriculturaEc

Ministerio de Agricultura y Ganadería



República
del Ecuador



Gobierno
del Encuentro

Juntos
lo logramos