

**2021**

# Zonificación Agroecológica del cultivo de Fréjol voluble

en condiciones naturales en el Ecuador continental

**Memoria técnica**  
**Cartografía escala 1:25.000**

Ministerio de  
Agricultura y Ganadería



**GUILLERMO LASSO**  
PRESIDENTE



**REPÚBLICA DEL ECUADOR**

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

**Dirección de Generación de Geoinformación Agropecuaria**

**MEMORIA TÉCNICA**

**"ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DEL CULTIVO DE FRÉJOL  
VOLUBLE (*Phaseolus vulgaris* L.) EN CONDICIONES NATURALES  
EN EL ECUADOR CONTINENTAL"  
ESCALA 1:25.000**

**2021**

**QUITO - ECUADOR**

**Ministerio de Agricultura y Ganadería**

Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria - CGINA

Dirección de Generación de Geoinformación Agropecuaria - DGGA

**Estudio**

ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DEL CULTIVO DE FRÉJOL VOLUBLE  
(*Phaseolus vulgaris* L.) EN CONDICIONES NATURALES EN EL ECUADOR  
CONTINENTAL A ESCALA 1:25.000

Ing. Ángela Elvira Vásconez Vásconez, MSc.

**Coordinadora General de Información Nacional Agropecuaria**

Ing. César Trajano Yugcha Paucarima

**Director de Generación de Geoinformación Agropecuaria**

**Equipo técnico CGINA - DGGA**

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

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

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

**Equipo técnico coordinador CGINA - DGGA**

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

(Período septiembre 2020 - mayo 2021)

**Diseño de portada**

Tnlgo. Diego Cando

Dr. Walter Oswaldo Reyes Borja

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

**Equipo técnico del INIAP, responsables de los cultivos**

**Programa de Leguminosas y Granos Andinos**

Ing. Ángel Murillo

**Cita de referencia:**

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

## CONTENIDO

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

## ACRÓNIMOS

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

## 1. INTRODUCCIÓN

El fréjol como especie alimenticia de la población ecuatoriana, especialmente de la población rural es un cultivo muy extendido en las Zonas tropical, subtropical y templada de Ecuador, se cultiva bajo un sinnúmero de modelos o sistemas de producción, que dependen de la variedad. Las variedades trepadoras están adaptadas a sistemas mixtos de producción, utilizando como tutor a plantas de maíz; aunque en algunos casos también pueden aparecer en parcelas de monocultivo con tutores; de todas formas, el cultivo de fréjol es parte de fincas biodiversas, es decir convive muy bien con sistemas productivos que fomentan la diversidad inter específica y en cuanto a la variabilidad dentro de la especie también es prolifera (FAO, 2016).

Según la ESPAC en el año 2020 se cosechó 6,920 hectáreas de fréjol tierno con una producción de 12,152 toneladas métricas a nivel nacional, la mayor superficie sembrada fue en la provincia de Imbabura seguido de Chimborazo y Azuay en la región Sierra mientras que en la Costa la mayor superficie sembrada se registra en Los Ríos seguido de Guayas.

Para el caso de fréjol seco la ESPAC muestra que en el año 2020 se cosechó 17,964 hectáreas de fréjol seco con una producción de 11,873 toneladas métricas a nivel nacional, la mayor superficie sembrada fue en la provincia de Bolívar seguido de Chimborazo, Imbabura y Cotopaxi. En esta encuesta no se investiga el cultivo diferenciándolo en arbustivo y voluble.

Según datos del Banco Central del Ecuador, en el 2020 se exportaron 10,817 toneladas de fréjol en sus diferentes presentaciones, principalmente a países como Colombia, Estados Unidos, Perú y República Dominicana lo que representó un ingreso de 15.4 millones de dólares.

Con el propósito de mejorar la distribución de las zonas de producción del cultivo, se realizó la presente zonificación, a fin de conocer los lugares potencialmente aptos y las limitaciones que pueden presentar para la instalación de este cultivo de manera natural.

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

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

## 2. OBJETIVO

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

## 3. MARCO CONCEPTUAL

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

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

## 4. METODOLOGÍA

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



#### 4.1. Parámetros cartográficos

La información geográfica se presenta bajo los siguientes parámetros:

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

#### 4.2. Insumos

##### Información:

- Cartografía temática biofísica (Geopedología y Geomorfología), escala 1:25.000. (MAG-IEE-SENPLADES, 2009-2015). Versión editada MAG 2019.
- Información climática (precipitación y temperatura), serie 1985-2014.
- Requerimientos agroecológicos del cultivo en condiciones naturales.
- Cartografía de áreas naturales de: Bosque y Vegetación Protectora, Patrimonio Forestal del Estado, Patrimonio de Áreas Naturales del Estado, Bosque Nativo, Áreas del Programa Socio Bosque, Zonas Intangibles, Zona de Amortiguamiento Yasuní.
- División Político Administrativa del Ecuador, escala 1:50.000. (CONALI, 2019).
- Cartografía del área para el aprovechamiento agrícola, pecuario y forestal, escala 1:250.000. (MAG-CGINA, 2020).

##### Software:

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

#### 4.3. Esquema metodológico

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

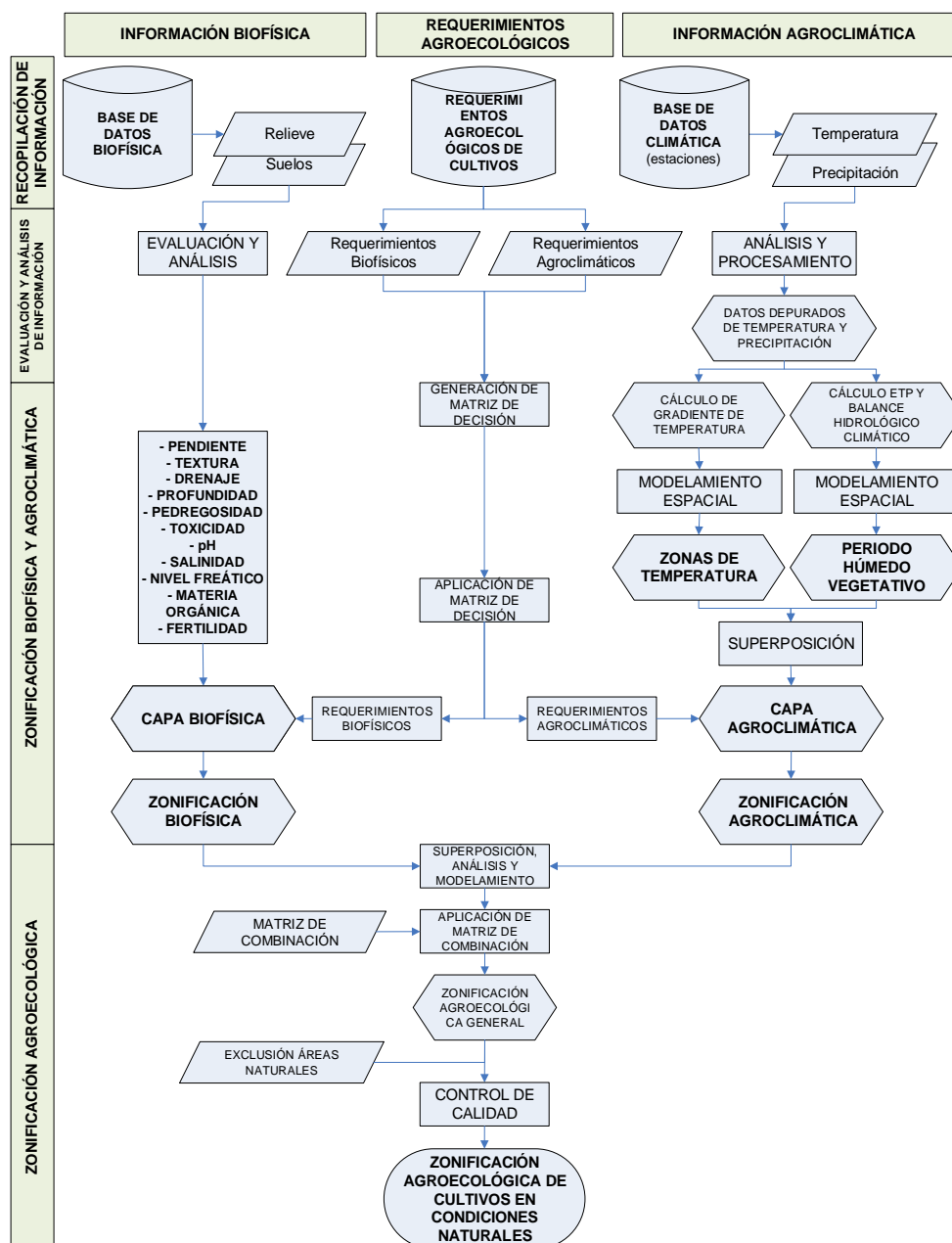


Figura 1. Esquema metodológico para la ZAE

Elaboración: MAGAP/CGSIN/DIGDM, 2016

#### 4.4. Procedimiento ZAE

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

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

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

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

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

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

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

La **zonificación agroecológica** realiza la superposición de información biofísica y agroclimática. Las unidades cartográficas resultantes, producto de la aplicación de

la matriz de combinación, son las zonas agroecológicas que tienen una combinación única de suelos, pendiente, zonas de temperatura y período húmedo vegetativo.

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

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

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

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

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

Es importante mencionar que 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 mismo, conductividad eléctrica, aplicación de materia orgánica, elaboración de terrazas o drenajes, aplicación de riego, entre otros. Sin embargo, cualquiera de estos procesos supone una intervención humana para alterar las condiciones naturales de la zona para favorecer el desarrollo del cultivo.

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

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

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

La ZAE se basa en una serie de procedimientos lógicos que permite determinar diferentes zonas agroecológicas. La metodología descrita se adapta al 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 fréjol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones naturales se presentan en el Cuadro 1, la leyenda biofísica y agroclimática en el anexo 1, el mapa de zonificación agroecológica del área agrícola, pecuaria y forestal en la figura 2 y las superficies por provincia en el Cuadro 2.

**Cuadro 1:** Requerimientos agroecológicos del cultivo de fréjol voluble en condiciones naturales

MATRIZ DE DECISIÓN DEL CULTIVO DE FRÉJOL VOLUBLE ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )					
COMPONENTE	PARÁMETRO	CATEGORÍAS DE LA ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DEL CULTIVO			
		ÓPTIMA	MODERADA	MARGINAL	NO APTA
BIOFÍSICO	PENDIENTE (%)	>5-12%, >12-25%	0 - 2%, >2-5%, >25-40%	>40-70%,	>70-100%, >100-150%, >150-200%, >200%
	TEXTURA SUPERFICIAL	Franco limoso, franco arcilloso, franco arcillo limoso	Areno francoso, Franco, franco arenoso, franco arcillo arenoso	Arena fina, arena media, limoso, arcilloso, arcillo arenoso	Arena, arena muy fina, arena gruesa, arcillo limoso, arcilla pesada
	PROFUNDIDAD EFECTIVA (cm)	Profundo, Moderadamente profundo	Poco profundo	Profundo, Moderadamente profundo, Poco profundo	Superficial, muy superficial
	PEDREGOSIDAD (%)	Sin, Muy pocas	Pocas	Frecuentes	Abundantes, pedregoso o rocoso
	DRENAJE NATURAL	Bueno	Moderado	Bueno, Moderado	Mal drenado, Excesivo
	PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO (cm)	Sin evidencia, Profundo,	Poco profundo, Medianamente profundo	Superficial	Muy superficial
	pH DEL SUELO	Ligeramente ácido, prácticamente neutro, Neutro	Medianamente ácido	Ligeramente alcalino	Medianamente alcalino, alcalino, ácido, muy ácido
	TOXICIDAD (AC: Ácidos - meq/100 ml); (CAR: Carbonatos - %)	Sin o Nula,	Ligera-AC, Ligera-CAR	Media-AC, Media-CAR	Alta-AC, Alta-CAR
	MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO (%)	Alto(Costa), Alto(Sierra)	Medio(Costa), Medio(Sierra),	Bajo(Costa), Bajo(Sierra),	Alto(Amazonía), Medio(Amazonía), Bajo(Amazonía)

	<b>SALINIDAD (ds/m)</b>	No salino	No salino	Ligeramente salino	Muy salino, Salino, extremadamente salino
	<b>NIVEL DE FERTILIDAD DEL SUELO</b>	Alta,	Media	Baja, Muy Baja	---
<b>AGROCLIMÁTICO</b>	<b>TEMPERATURA (°C)</b>	14°C -18°C	12°C - 14°C y 18°C-20°C	10 °C a 12 °C	<10°C y >20°C
	<b>*PERÍODO HÚMEDO VEGETATIVO (días)</b>	150 -170	140 - 150 y 170 -180	130 - 140 y 180 -200	<130 y > 200
<b>*INFORMACIÓN ADICIONAL</b>	<b>PRECIPITACIÓN (mm)</b>	600 -800	500 - 600 y 800 -900	400 - 500 y 900 - 1000	<400 y >1000
	<b>ALTITUD (m.s.n.m.)</b>	2200 - 2600	2000 - 2200 y 2600 -2800	1800 - 2000 y 2800 - 3000	<1800 y >3000
* Período húmedo vegetativo: define el número de días de humedad que necesita la planta. Para cultivos de ciclo corto comprende los días desde la siembra hasta antes de la cosecha, mientras que, para los cultivos permanentes comprende los días desde el comienzo hasta finalización de la actividad biológica visible (inicio de la floración hasta el desarrollo del fruto).					
**Las variables de precipitación y altitud se analizaron de manera implícita en el período húmedo vegetativo y en temperatura.					
<b>Nota:</b> Los requerimientos del cultivo son referenciales para el Ecuador continental. Se excluyeron las áreas que tienen como principal objetivo la protección y conservación como: Bosque y Vegetación Protectora, Patrimonio Forestal del Estado y sus áreas restauradas, Patrimonio de Áreas Naturales del Estado, Bosque Nativo (incluida las áreas del Programa Socio Bosque), Zonas Intangibles, Zona de Amortiguamiento Yasuní (MAE, 2015) y zonas sobre la cota de los 3600 m.s.n.m. (MAE, 2014).					
<b>Fuente:</b> Adaptado de varios autores.					
<b>Elaboración:</b> MAGAP/CGSIN/DIGDM, 2017.			<b>Validación:</b> INIAP DGCC 2019		
<b>OBSERVACIONES:</b> Las principales zonas de producción son: Pallatanga, Intag y provincia de Bolívar.					

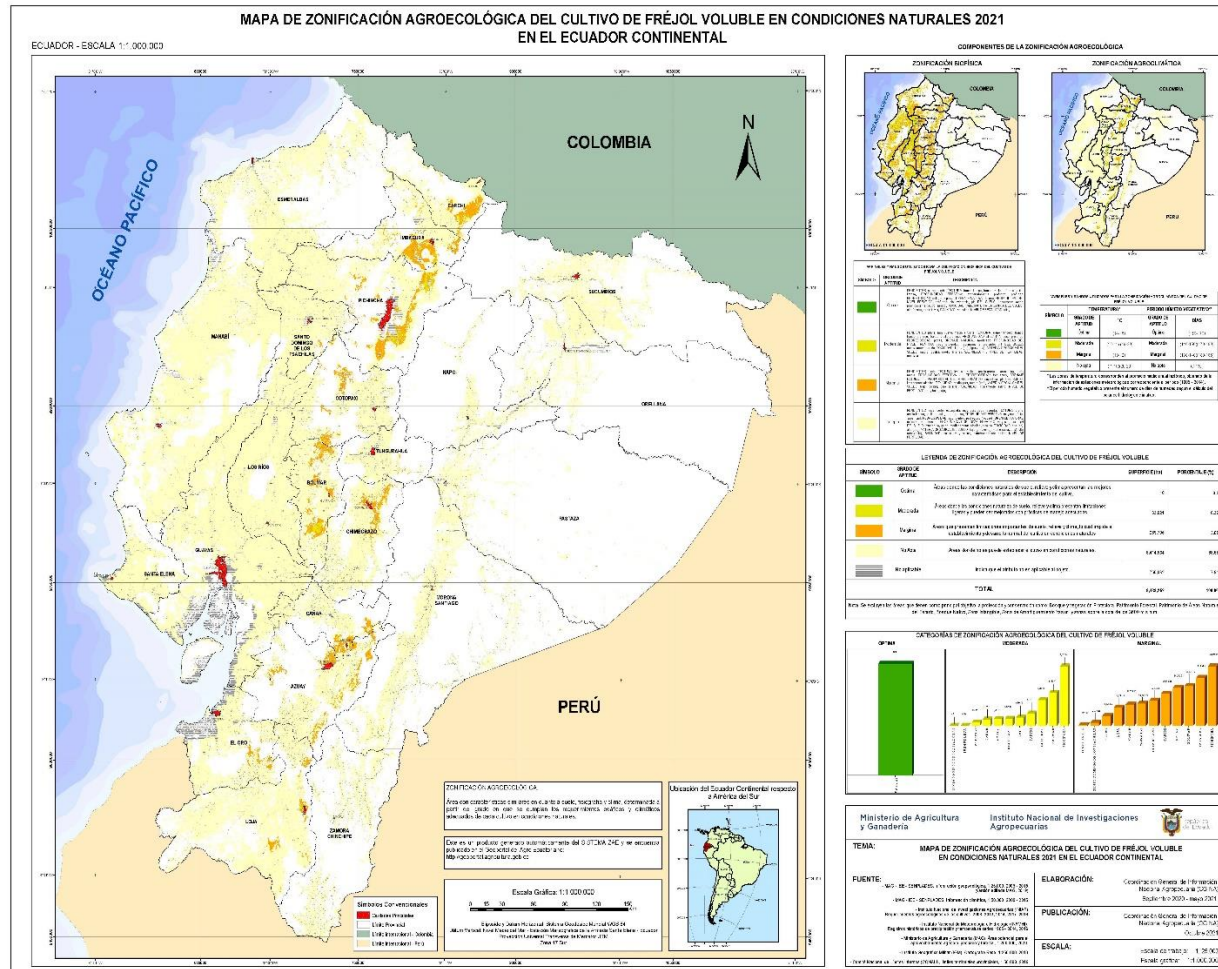


Figura 2. Mapa de zonificación agroecológica del cultivo de fréjol voluble

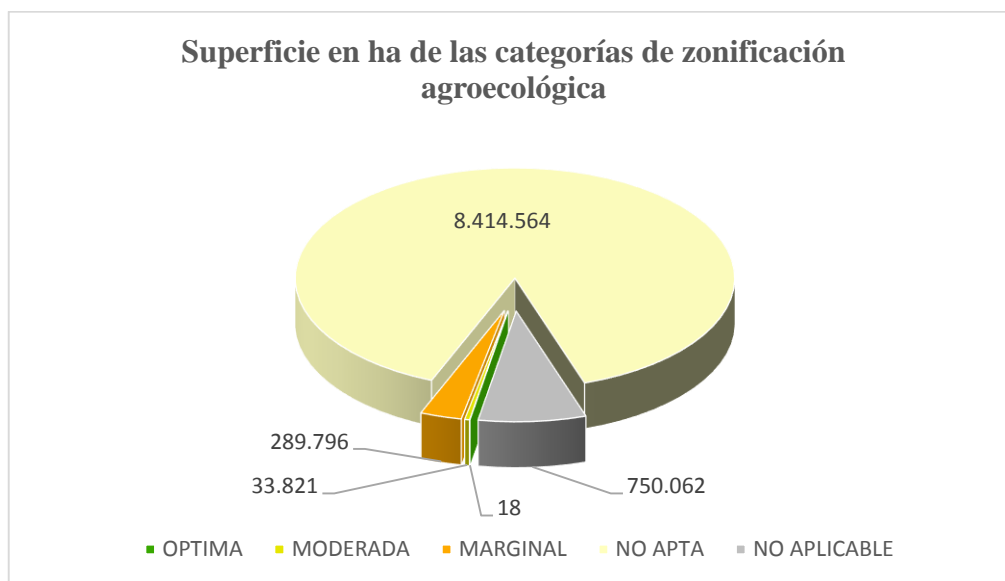


**Cuadro 2:** Superficie según categorías de zonificación del cultivo de fréjol  
voluble por provincia

PROVINCIA	SUPERFICIE (ha) SEGÚN CATEGORÍAS DE ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA				NO APLICABLE (ha)	TOTAL (ha)
	ÓPTIMA	MODERADA	MARGINAL	NO APTA		
AZUAY		1,427	34,786	272,137	27,062	335,412
BOLÍVAR		6,869	36,295	252,098	15,563	310,825
CAÑAR		1,318	19,237	148,560	14,194	183,309
CARCHI	18	2,584	29,126	128,425	3,937	164,090
CHIMBORAZO		1,504	22,955	310,776	26,061	361,297
COTOPAXI		726	20,227	276,089	32,564	329,607
EL ORO			8,923	291,324	67,900	368,147
ESMERALDAS				640,499	40,478	680,977
GUAYAS				1,011,645	171,330	1,182,975
IMBABURA		5,316	43,855	195,669	16,312	261,152
ISLA				8	156	164
LOJA		1,700	16,538	631,395	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		12,358	54,349	404,743	48,111	519,560
SANTA ELENA				215,767	18,732	234,499
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS		2	2,737	309,213	14,901	326,852
SUCUMBÍOS				290,051	24,085	314,136
TUNGURAHUA		17	767	121,479	16,216	138,480
ZAMORA CHINCHIPE				247,839	20,970	268,809
<b>TOTAL ÁREA AGRÍCOLA</b>	<b>18</b>	<b>33,821</b>	<b>289,796</b>	<b>8,414,564</b>	<b>750,062</b>	<b>9,488,262</b>

Fuente: MAG/CGINA/DGGA, 2021.

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



**Figura 3.** Superficie por categorías de zonificación agroecológica

De los resultados de este estudio se desprende que las zonas agroecológicas óptimas o ideales para el cultivo de fréjol voluble son muy puntuales, alrededor de 18 ha a nivel nacional ubicadas en la provincia de Carchi en el cantón Montúfar, en las zonas aledañas, la principal limitante son las características propias del suelo como la profundidad efectiva, textura superficial y fertilidad.

Las zonas agroecológicas moderadas representan una superficie de 33,821 ha a nivel nacional, la mayoría se encuentran en la provincia de Pichincha con 12,358 hectáreas en los cantones Quito, Cayambe, Rumiñahui y Pedro Moncayo. Seguido se encuentra la Provincia de Bolívar principalmente en el cantón San Miguel con 5,757 hectáreas. La provincia de Imbabura también es representativa con 5,316 hectáreas en donde el cantón Ibarra es el más importante. La categoría presenta como principales limitaciones la pendiente, textura superficial, fertilidad, temperatura y período húmedo vegetativo.

Las zonas agroecológicas marginales ocupan una superficie de 289,796 hectáreas a nivel nacional, siendo la provincia de Pichincha la de mayor superficie con 54,349 ha, éstas se localizan en los cantones Quito y Mejía principalmente. Seguido se encuentra la provincia de Imbabura con 43,855 ha distribuidos en casi la totalidad de los cantones Otavalo e Ibarra. En orden de importancia sigue la provincia de Bolívar con 36,295 ha en los cantones de Guaranda y San Miguel. Las principales limitantes en estas zonas son la pendiente, textura superficial, fertilidad, temperatura y período húmedo vegetativo.

Las zonas agroecológicas no aptas ocupan una superficie de 8,414,564 hectáreas y se extiende por todo el territorio nacional. Estas zonas pueden ser utilizadas si las limitaciones son corregidas.

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

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Para el establecimiento del cultivo de fréjol voluble son viables en forma óptima espacios muy reducidos de la provincia de Carchi, mientras que los cantones San Miguel, Quito y Cayambe principalmente presentan condiciones naturales moderadas.
- Para las categorías marginal y no apta pueden variar las condiciones naturales, si se realizan mejoras tecnológicas, buenas prácticas de conservación de suelos, enmiendas, implementación de sistemas de riego y sistemas de drenaje, materia orgánica, fertilización, entre otros.
- Existen zonas con excelentes características biofísicas que en la zonificación agroecológica salen marginales o no aptas, esto se debe a que se encuentran en zonas agroclimáticas no favorables para el establecimiento del cultivo.
- La zonificación agroecológica no es útil para el análisis a nivel de predio, por lo que se recomienda usar esta información de manera referencial, debido a la escala de los insumos empleados.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BCE. (2020). *Reporte de Coyuntura Sector Agropecuario*. Quito, Ecuador: Banco central del Ecuador. Recuperado de: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc201904.pdf>
- De La Rosa, D. (2008). *Evaluación agro-ecológica de suelos*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Comité Nacional de Límites Internos, CONALI. (2019). *Trazado de límites territoriales internos*. Escala 1:50.000 y 1:5.000.
- ESPAC. (2020). *Estadísticas Agropecuarias*. Quito, Ecuador: Instituto nacional de estadísticas y censos.
- Espinosa, J. (1998). *Memorias del seminario internacional de fertirrigación*. Quito, Ecuador: INPOFOS, SECS.
- FAO. (2016). Informe nacional sobre el estado de la Biodiversidad para la alimentación y la Agricultura en el Ecuador. Quito, Ecuador. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/CA3493ES/ca3493es.pdf>
- 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.
- INPOFOS. (1997). *Manual internacional de fertilidad de suelos*. Norcross, USA: Potash & Phosphate Institute.
- Luzuriaga, C. y Mendoza, E. (2001). *Curso de edafología general*. Quito, Ecuador: Instituto agropecuario superior andino, facultad de ciencias agrícolas.
- MAG-IEE-SENPLADES. (2009-2015). Mapa Geopedológico del Ecuador continental (versión editada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería en 2019). Escala 1:25.000.

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

## 8. ANEXOS

### ANEXO 1: Leyenda Geopedológica y Agroclimática

#### 1. Parámetro de relieve

##### 1.1. Pendiente

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

**Tabla 1.** Clases de pendiente

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

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

#### 2. Parámetros edáficos

##### 2.1. Textura

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

**Tabla 2.** Clases de textura

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

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

## 2.2. Drenaje

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

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

**Tabla 3.** Clases de drenaje en los suelos

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

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

### 2.3. Profundidad efectiva

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

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

**Tabla 4.** Categorías de profundidad efectiva de los suelos

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



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

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

#### 2.4. Pedregosidad

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

Tabla 5. Categorías de pedregosidad superficial de los suelos

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

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

#### 2.5. Toxicidad

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

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

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

**Tabla 6.** Categorías de toxicidad de los suelos

CATEGORÍA	SÍMBOLO	RANGO	DESCRIPCIÓN
Sin o nula	S	-	Ausencia de acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable aplicable tanto para la Costa como para la Sierra. Ausencia de carbonatos, sin reacción al HCl.
Ligera (ac <sup>1</sup> )	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 <sup>2</sup> )	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.

<sup>1</sup>ac= acidez. <sup>2</sup>car= 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<sup>+</sup> (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<sup>+</sup> y se expresa en términos logarítmicos. El significado práctico de la expresión logarítmica del pH indica que por cada cambio de una unidad de pH hay un cambio de una magnitud diez veces mayor en la acidez o alcalinidad del suelo. (INIAP, 2008, p.33).

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

**Tabla 7.** Rangos de pH de los suelos

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

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

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

## 2.7. Salinidad

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

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

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

Tabla 8. Categorías de salinidad de los suelos

CATEGORÍA	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
No salino	NS	< 2.0 dS/m. Nivel de sales que no limitan el rendimiento.

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

dS/m = unidades de conductividad eléctrica

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

## 2.8. Profundidad del nivel freático

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

Tabla 9. Categorías de profundidad del nivel freático del suelo

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

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

## 2.9. Materia orgánica

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

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

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

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

### 3. Parámetros agroclimáticos

#### 3.1. Temperatura (°C)

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

RANGO (°C)	RANGO (°C)	RANGO (°C)	RANGO (°C)
0 - 1	7 - 8	14 - 15	21 - 22
1 - 2	8 - 9	15 - 16	22 - 23
2 - 3	9 - 10	16 - 17	23 - 24
3 - 4	10 - 11	17 - 18	24 - 25
4 - 5	11 - 12	18 - 19	25 - 26
5 - 6	12 - 13	19 - 20	
6 - 7	13 - 14	20 - 21	

#### 3.2. Período húmedo vegetativo (días)

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

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

#### Período húmedo vegetativo anual

RANGO (DÍAS)	RANGO (DÍAS)	RANGO (DÍAS)	RANGO (DÍAS)
0 - 5	40 - 45	80 - 85	120 - 125
5 - 10	45 - 50	85 - 90	125 - 130
10 - 15	50 - 55	90 - 95	130 - 135
15 - 20	55 - 60	95 - 100	135 - 140
20 - 25	60 - 65	100 - 105	140 - 145
25 - 30	65 - 70	105 - 110	145 - 150
30 - 35	70 - 75	110 - 115	150 - 155
35 - 40	75 - 80	115 - 120	155 - 160

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

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

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

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

**Período húmedo vegetativo época lluviosa**

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

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

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

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

**Período húmedo vegetativo época seca**

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

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

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

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

**ANEXO 2: Estadísticas a nivel de cantón**

PROVINCIA/CANTÓN	SUPERFICIE (ha) SEGÚN CATEGORÍAS DE ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA				NO APLICABLE (ha)	TOTAL (ha)
	ÓPTIMA	MODERADA	MARGINAL	NO APTA		
<b>AZUAY</b>		<b>1,427</b>	<b>34,786</b>	<b>272,137</b>	<b>27,062</b>	<b>335,412</b>
CAMILO PONCE ENRIQUEZ				4,753	714	5,467
CHORDELEG	97	1,394		2,870	350	4,710
CUENCA	361	10,977		86,380	11,230	108,948
EL PAN	167	2,658		1,134	154	4,113
GIRON				20,617	1,244	21,861
GUACHAPALA				2,717	186	2,903
GUALACEO			1,389	17,407	1,293	20,089
NABON	61	3,396		33,520	3,218	40,195
ONA			2,003	10,494	704	13,201
PAUTE			3,077	14,432	1,500	19,009
PUCARA			0	398	236	634
SAN FERNANDO				6,808	257	7,065
SANTA ISABEL			1,848	40,106	4,389	46,343
SEVILLA DE ORO	14	2,182		5,398	812	8,406
SIGSIG	728	5,862		25,103	774	32,467
<b>BOLIVAR</b>		<b>6,869</b>	<b>36,295</b>	<b>252,098</b>	<b>15,563</b>	<b>310,825</b>
CALUMA			60	15,500	586	16,147
CHILLANES	22	2,357		48,337	2,706	53,421
CHIMBO	14	1,781		21,863	782	24,439
ECHEANDIA			13	23,276	915	24,204
GUARANDA	1,076	21,936		99,062	8,414	130,488



LAS NAVES				14,047	702	14,750
SAN MIGUEL		5,757	10,149	30,012	1,459	47,376
<b>CANAR</b>		<b>1,318</b>	<b>19,237</b>	<b>148,560</b>	<b>14,194</b>	<b>183,309</b>
AZOGUES		907	13,027	17,808	3,075	34,817
BIBLIAN		405	3,491	4,724	669	9,289
CANAR				84,473	6,737	91,211
DELEG		6	2,720	2,270	245	5,242
EL TAMBO				3,580	636	4,216
LA TRONCAL				31,248	2,285	33,533
SUSCAL				4,456	546	5,002
<b>CARCHI</b>	<b>18</b>	<b>2,584</b>	<b>29,126</b>	<b>128,425</b>	<b>3,937</b>	<b>164,090</b>
BOLIVAR		1,097	3,601	23,614	1,127	29,439
ESPEJO		18	3,715	16,442	400	20,575
MIRA		9	586	33,614	646	34,855
MONTUFAR	18	1,460	12,998	7,053	512	22,040
SAN PEDRO DE HUACA			3,304	1,353	107	4,763
TULCAN			4,922	46,349	1,145	52,417
<b>CHIMBORAZO</b>		<b>1,504</b>	<b>22,955</b>	<b>310,776</b>	<b>26,061</b>	<b>361,297</b>
ALASI			29	70,129	6,226	76,383
CHAMBO		401	2,651	3,319	1,018	7,389
CHUNCHI				18,442	684	19,126
COLTA			126	45,497	1,887	47,510
CUMANDA				9,865	1,192	11,058
GUAMOTE		232	1,657	61,963	2,394	66,245
GUANO		8	2,854	33,101	1,836	37,799
PALLATANGA				20,919	1,853	22,772



PENIPE	281	3,901	7,688	1,835	13,706
RIOBAMBA	583	11,737	39,853	7,137	59,310
<b>COTOPAXI</b>	<b>726</b>	<b>20,227</b>	<b>276,089</b>	<b>32,564</b>	<b>329,607</b>
LA MANA		280	42,556	2,563	45,399
LATACUNGA	43	430	84,248	10,978	95,699
PANGUA	365	5,904	43,940	3,826	54,036
PUJILI	42	2,343	48,626	5,823	56,835
SALCEDO			26,847	3,716	30,562
SAQUISILI			12,969	1,290	14,260
SIGCHOS	276	11,270	16,902	4,368	32,817
<b>EL ORO</b>		<b>8,923</b>	<b>291,324</b>	<b>67,900</b>	<b>368,147</b>
ARENILLAS			44,189	5,214	49,403
ATAHUALPA		3,179	11,881	700	15,760
BALSAS			5,151	100	5,251
CHILLA		933	10,249	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		288	24,331	2,360	26,979
PORTOVELO			16,951	1,027	17,978
SANTA ROSA			36,652	23,001	59,653
ZARUMA		4,522	33,364	2,613	40,500
<b>ESMERALDAS</b>			<b>640,499</b>	<b>40,478</b>	<b>680,977</b>

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
<b>GUAYAS</b>	<b>1,011,645</b>	<b>171,330</b>	<b>1,182,975</b>
ALFREDO BAQUERIZO MORENO (JUAN)	22,636	205	22,840
BALAO	34,419	8,241	42,659
BALZAR	102,808	1,701	104,509
COLIMES	57,952	2,384	60,336
CORONEL MARCELINO MARIDUENA	23,468	1,534	25,002
DAULE	45,720	2,398	48,118
DURAN	21,567	8,573	30,141
EL EMPALME	58,038	1,664	59,702
EL TRIUNFO	51,577	1,889	53,466
GENERAL ANTONIO ELIZALDE	11,294	645	11,939
GUAYAQUIL	109,347	106,173	215,521
ISIDRO AYORA	25,307	475	25,782
LOMAS DE SARGENTILLO	6,666	485	7,151
MILAGRO	38,158	1,746	39,904
NARANJAL	96,074	17,656	113,730
NARANJITO	22,005	1,047	23,052
NOBOL	10,096	378	10,474

PALESTINA			17,611	302	17,913
PEDRO CARBO			68,383	2,325	70,708
PLAYAS			11,297	3,106	14,404
SALITRE			38,029	1,276	39,304
SAMBORONDON			29,078	4,853	33,931
SAN JACINTO DE YAGUACHI			51,915	1,136	53,051
SANTA LUCIA			29,570	722	30,292
SIMON BOLIVAR			28,633	414	29,047
<b>IMBABURA</b>	<b>5,316</b>	<b>43,855</b>	<b>195,669</b>	<b>16,312</b>	<b>261,152</b>
ANTONIO ANTE	671	2,671	3,539	643	7,524
COTACACHI	1,125	12,312	60,424	1,453	75,314
IBARRA	2,366	9,651	71,311	3,257	86,585
OTAVALO	942	13,026	18,337	2,688	34,992
PIMAMPIRO	212	6,041	10,212	1,526	17,990
SAN MIGUEL DE URCUQUI	0	154	31,847	6,747	38,747
<b>ISLA</b>			<b>8</b>	<b>156</b>	<b>164</b>
ISLA			8	156	164
<b>LOJA</b>	<b>1,700</b>	<b>16,538</b>	<b>631,395</b>	<b>18,039</b>	<b>667,672</b>
CALVAS		759	57,841	551	59,151
CATAMAYO			55,100	851	55,951
CELICA			32,524	345	32,869
CHAGUARPAMBA			23,975	1,487	25,461
ESPINDOLA		495	30,277	273	31,045
GONZANAMA	143	3,998	49,261	366	53,769
LOJA	1,557	6,957	91,145	3,009	102,668
MACARA			20,010	893	20,903

OLMEDO		9,837	55	9,893
PALTAS		71,793	798	72,591
PINDAL		17,951	129	18,079
PUYANGO		44,547	954	45,502
QUILANGA	867	13,078	77	14,022
SARAGURO	3,461	64,306	6,286	74,053
SOZORANGA		17,446	118	17,564
ZAPOTILLO		32,304	1,849	34,152
<b>LOS RIOS</b>		<b>610,284</b>	<b>25,339</b>	<b>635,623</b>
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
<b>MANABI</b>		<b>1,126,465</b>	<b>48,004</b>	<b>1,174,468</b>
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
<b>MORONA SANTIAGO</b>	<b>433,250</b>	<b>39,358</b>	<b>472,608</b>
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
<b>NAPO</b>			<b>125,382</b>	<b>17,944</b>	<b>143,326</b>
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
<b>ORELLANA</b>			<b>227,373</b>	<b>23,750</b>	<b>251,123</b>
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
<b>PASTAZA</b>			<b>144,093</b>	<b>19,056</b>	<b>163,149</b>
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
<b>PICHINCHA</b>	<b>12,358</b>	<b>54,349</b>	<b>404,743</b>	<b>48,111</b>	<b>519,560</b>
CAYAMBE	4,016	8,009	36,908	2,704	51,638
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO	4,146	25,438	142,920	34,118	206,623



MEJIA		13,749	29,122	2,268	45,139
PEDRO MONCAYO	1,712	3,337	20,173	684	25,906
PEDRO VICENTE MALDONADO			55,140	758	55,898
PUERTO QUITO			66,409	2,777	69,186
RUMINAHUI	2,484	2,278	2,638	3,786	11,185
SAN MIGUEL DE LOS BANCOS		1,538	51,432	1,016	53,986
<b>SANTA ELENA</b>			<b>215,767</b>	<b>18,732</b>	<b>234,499</b>
LA LIBERTAD			1,223	1,305	2,528
SALINAS			4,578	1,971	6,549
SANTA ELENA			209,967	15,456	225,423
<b>SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS</b>	<b>2</b>	<b>2,737</b>	<b>309,213</b>	<b>14,901</b>	<b>326,852</b>
LA CONCORDIA			30,746	1,373	32,119
SANTO DOMINGO	2	2,737	278,467	13,528	294,734
<b>SUCUMBIOS</b>			<b>290,051</b>	<b>24,085</b>	<b>314,136</b>
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
<b>TUNGURAHUA</b>	<b>17</b>	<b>767</b>	<b>121,479</b>	<b>16,216</b>	<b>138,480</b>
AMBATO			42,758	8,293	51,050
BANOS DE AGUA SANTA	15	497	10,605	1,474	12,591
CEVALLOS			1,652	226	1,878





MOCHA				4,095	315	4,410
PATATE	3	270		10,555	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
<b>ZAMORA CHINCHIPE</b>				<b>247,839</b>	<b>20,970</b>	<b>268,809</b>
CENTINELA DEL CONDOR				14,633	1,237	15,870
CHINCHIPE				48,265	4,005	52,270
EL PANGUI				21,493	1,106	22,600
NANGARITZA				15,396	1,267	16,663
PALANDA				46,327	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
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>33,821</b>	<b>289,796</b>	<b>8,414,564</b>	<b>750,062</b>	<b>9,488,262</b>

Fuente: MAG/CGINA/DGGA, 2021.





@AgriculturaEcuador

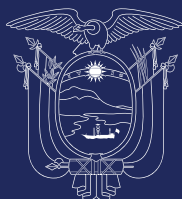


@agricultura.ec



@AgriculturaEc

## Ministerio de Agricultura y Ganadería



República  
del Ecuador