



Resumen ejecutivo
Información escala 1:25.000

ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DEL CULTIVO DE ARÁNDANO (*Vaccinium ssp.*)

EN CONDICIONES NATURALES EN EL ECUADOR CONTINENTAL



EL NUEVO
ECUADOR

Ministerio de
Agricultura y Ganadería



PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

Daniel Noboa Azín

MINISTRO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

Danilo Palacios Márquez

**COORDINADOR GENERAL DE INFORMACIÓN
NACIONAL AGROPECUARIA**

Marco Vinicio Jiménez

**DIRECTOR DE GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN
AGROPECUARIA**

Fabrizio Carrera Martínez

EQUIPO TÉCNICO

José Collaguazo Sanguña

Blanca Simbaña Chorlango

Wladimir Villarreal Narváez

Magaly Zurita Pozo

Darwin Sánchez Rodríguez

Mercy Enríquez Ruiz

DISEÑO

Fabián Luna López

Primera Edición, 2024

© Ministerio de Agricultura y Ganadería

Av. Amazonas y Av. Eloy Alfaro, Quito 170516. Piso 5to.

www.agricultura.gob.ec

La reproducción parcial o total de esta publicación, en cualquier forma y por cualquier medio mecánico o electrónico, está permitida siempre y cuando sea autorizada por los editores y se cite correctamente la fuente.

**DISTRIBUCIÓN GRATUITA
PROHIBIDA SU VENTA**



EL NUEVO
ECUADOR

Ministerio de
Agricultura y Ganadería

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 metodológico	4
5. RESULTADOS.....	7
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	14
7. BIBLIOGRAFÍA.....	15
ANEXOS	16

SIGLAS

BCE	Banco Central del Ecuador
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
ESPAC	Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua
FAO	Food and Agriculture Organization
FEPEXA	Federación Ecuatoriana de Productores y Exportadores de Arándano
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
MAATE	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca
SENPLADES	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo
SIGTIERRAS	Sistema Nacional de Información de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica
UTM	Universal Transverse Mercator
ZAE	Zonificación Agroecológica

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de arándano (*Vaccinium ssp*) es un arbusto de la familia de las ericáceas del género *Vaccinium*. Su fruto tiene una gran demanda y rentabilidad a nivel internacional dentro de la producción agrícola, debido a los beneficios que tiene para la salud y la economía. En Ecuador, la producción del cultivo es muy favorable debido a las condiciones climáticas. Se cultiva en la Sierra y Costa, en zonas de altas temperaturas por el día y bajas en las noches.

Según Agrocalidad (2022), el arándano es considerado un súper alimento debido a su alto contenido de fibra, vitaminas, minerales y sobre todo antioxidantes. En Ecuador se cultiva en 10 provincias y al momento es exportado a aproximadamente 40 destinos alrededor del mundo.

El cultivo de arándano inició en el país en 2015, con un pequeño grupo de emprendedores según la Federación Ecuatoriana de Productores y Exportadores de Arándano (FEPEXA). En el año 2022, según el Banco Central del Ecuador (BCE) se exportaron 220.4 toneladas de arándano fresco, principalmente a Países Bajos, Estados Unidos, Singapur y España.

Entendiendo que el arándano es un fruto apetecido tanto a nivel nacional como internacional y es un producto no tradicional con potencial de exportación, se realizó la presente zonificación, con el propósito de conocer los lugares potencialmente aptos y las limitaciones que pueden presentar para la instalación de este cultivo de manera natural, debido a que al momento se lo realiza en sustratos sin aprovechamiento del suelo en sus condiciones naturales.

La producción de arándano en el país se enfrenta al desafío de encontrar suelos adecuados para su cultivo. Si bien el uso de sustrato es una alternativa viable, esto conlleva mayor inversión para el productor, razón por lo cual es importante determinar las zonas del país donde el cultivo pueda desarrollarse en condiciones naturales. Esto permitiría optimizar los recursos y reducir los costos de producción a largo plazo.

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

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

2. OBJETIVO

Generar la zonificación agroecológica del cultivo de Arándano (*Vaccinium ssp*) 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 modificada de Zonificación Agroecológica de la FAO (1997), 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

Sistema de referencia:	WGS84
Sistema de coordenadas:	planas, proyección cartográfica UTM
Zona:	17 Sur
Escala:	1:25.000

4.2 Insumos

Información:

- Cartografía temática biofísica de Geopedología, 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.
- Áreas bajo conservación y manejo sostenible, varias escalas. (MAATE, 2022)
- Trazado de límites territoriales internos, escala 1:50.000 y 1:5.000. (CONALI, 2021).
- Cartografía del área para el aprovechamiento agrícola, pecuario y forestal, escala 1:250.000. (MAG, 2022).
- Límite político internacional, escala 1:500.000 Ministerio de Relaciones Exteriores y Movilidad Humana, 2012.

Paquetes informáticos utilizados:

- Sistemas de Información Geográfica
- 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.

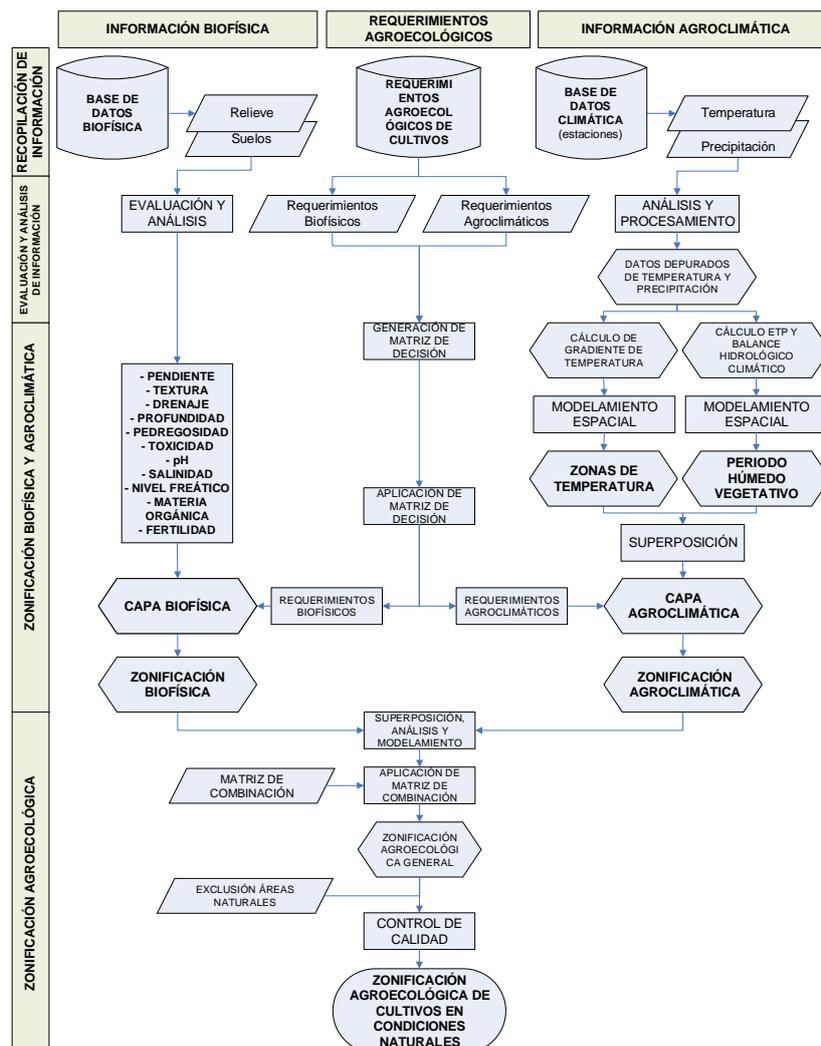


Figura 1. Esquema metodológico para la ZAE
Elaboración: MAGAP/CGSIN/DIGDM, 2016

4.4 Procedimiento metodológico

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, 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 elaborada por el INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) en el año 2023.

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 zonificación 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 1) Relieve: pendiente y 2) Edáficos: 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 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 espacios 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:

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

- 2) **MODERADA (M):** Áreas donde las condiciones naturales de suelo, relieve y clima presentan ligeras limitaciones y pueden ser mejoradas con prácticas de manejo adecuadas.
- 3) **MARGINAL (m):** Áreas que presentan importantes limitaciones de suelo, relieve y clima, lo cual impide el establecimiento y desarrollo normal del cultivo en condiciones naturales.
- 4) **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 que tienen como principal objetivo la protección y conservación: Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Patrimonio Forestal del Estado, Programa Socio Bosque, Áreas de Protección Hídrica, Zonas Intangibles y sus áreas de amortiguamiento, Ecosistemas Frágiles como Bosque Nativo, Manglar y Páramo, y zonas sobre la cota de los 3600 m.s.n.m., 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

El cultivo de arándano en Ecuador se puede producir durante todo el año, por estar ubicado en la línea ecuatorial donde, la radiación hace que sea favorable para el desarrollo del cultivo. En este sentido, el sabor tiende a ser más dulce y la planta crece de manera más óptima. La modalidad de cultivo se lo realiza a campo abierto, invernaderos y macro túneles, por lo que los siguientes resultados muestran las zonas donde se puede establecer el cultivo tanto a campo abierto como bajo invernadero.

Los requerimientos agroecológicos del cultivo de arándano (*Vaccinium ssp*) en condiciones naturales se presentan en el Cuadro 1, la leyenda biofísica y agroclimática en el anexo 1, el mapa de zonificación agroecológica en la figura 2 y las superficies por provincia en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Requerimientos agroecológicos del cultivo de arándano en condiciones naturales

COMPONENTE	PARÁMETRO	REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS DEL CULTIVO DE ARÁNDANO (<i>Vaccinium ssp</i>)			
		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), Muy escarpada (100-150), Muy escarpada (150-200), abrupta (>200)
	TEXTURA DEL SUELO (50 cm)	Areno francoso, Franco arenoso	Franco, Franco arcilloso, Franco limoso, Franco limo arenoso	Limoso, Franco arcillo limoso, Arenoso	Arcilloso, Arcillo limoso
	PROFUNDIDAD EFECTIVA (cm)	Profundo>60 cm	Moderadamente profundo 50-60 cm	Poco Profundo 20-49 cm, + camellón >30 cm	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)	Sin evidencia, Profundo >70 - <150 cm	Moderadamente profundo 61-70 y 150 -160 cm	Poco profundo 50-60 cm y 161-170 cm	<50 y >171 cm
	pH DEL SUELO	Muy Ácido (4.5-4.9), Ácido (5.0-5.5)	Medianamente ácido (5.51-6.0) Ligeramente ácido (6.1-6.5)	Prácticamente neutro (6.51-7.5) (enmiendas); Extremadamente ácido (4.0-4.4) (enmiendas)	<4.0->7.5
	TOXICIDAD (AC: Ácidos - meq/100 ml); (CAR: Carbonatos - %)	Ligera - AC (<0.5), ligera - CAR (0-3)	Ligera - AC (<0.5), ligera - CAR (0-3)	Media - AC (0.5-1.5), media - CAR (3-25)	Alta - AC (>25), alta - CAR (>25)
	MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO (%)	>2%	>2%	1-<2 %	<1%
	SALINIDAD (ds/m)	No salino<1.0	Ligeramente salino 1.0-1.5	Salino 1.51-2.0	>2.0

	NIVEL DE FERTILIDAD DEL SUELO	Alta, Mediana	Baja	Muy baja	
AGROCLIMÁTICO	TEMPERATURA (°C)	>15-25	>12-15; >25-28	>10-12; >28-30	<10; >30
	*PERÍODO HÚMEDO VEGETATIVO (días)	150-180 (Emeral-Biloxi)	120-150; 180-210	90-120; 210-240	<90 ->240
INFORMACIÓN ADICIONAL**	Precipitaciones. Requerimiento hídrico flor-cosecha (ETc) (mm) (150 a 180 días)	600-800	500 - <600; >800-900	400 - <500; >900-1000	<400; >1000
	ALTITUD (m.s.n.m.)	>2200-2600	20-2200; 2601-2800	2801-3000	>3000
	***Heliofanía (horas)	Mayor o igual 1 500 h sol año ⁻¹	Mayor o igual 1 200 y menor 1 500	Mayor o igual 900 y menor 1 200	Menor 900 h sol año ⁻¹
<p>* Período húmedo vegetativo: define el número de días de humedad que necesita la planta. Para cultivos de ciclo corto comprende los días desde la siembra hasta antes de la cosecha, mientras que, para los cultivos permanentes comprende los días desde el comienzo hasta finalización de la actividad reproductiva visible (inicio de la floración hasta el desarrollo del fruto).</p> <p>**Las variables de precipitación y altitud se analizaron de manera implícita en el período vegetativo y en temperatura. *** Heliofanía se refiere al tiempo de duración del brillo solar. Se mide en horas.</p> <p>Nota: Los requerimientos del cultivo son referenciales para el Ecuador continental. Se excluyeron las áreas que tienen como principal objetivo la protección y conservación como: Sistema Nacional de Áreas protegidas, Patrimonio Forestal del Estado, Bosque y Vegetación Protectores, Área Bajo Conservación - Programa Socio Bosque, Zona Intangible, Área de Amortiguamiento (Zona Intangible Tagaeri Taromenane), Humedal RAMSAR, Cobertura de manglar y Marino Costero, Páramo y Bosque Nativo, Área Protegida Privada Ichubamba Yasepan”, Ampliación del Parque Nacional Río Negro Sopladora y el Área de Protección Hídrica. (MAATE, 2019).</p> <p>Fuente: Hancock et al., 2008; Williamson et al., 2006; Keen y Slavich, 2011; Lobos et al., 2015</p>					
Elaboración: Ing. Pablo Viteri; Ing. Paúl Mejía Programa Fruticultura-INIAP			Validación:		
<p>OBSERVACIONES: calidad del agua de riego pH 4,5-5 y conductividad eléctrica 0.8-1.0 dS m⁻¹. Se deben evitar suelos con contenido superior a 337 kg ha⁻¹ de Fósforo y 1011 kg ha⁻¹ de Calcio, debido a posibles efectos adversos sobre el pH (Ca) y toxicidades (P, pH ácido).</p>					
Bibliografía:					
Lobos, G. A., & Hancock, J. F. (2015). Breeding blueberries for a changing global environment: a review. <i>Frontiers in plant science</i> , 6, 782.					
Hancock, J. F., Lyrene, P., Finn, C. E., Vorsa, N., & Lobos, G. A. (2008). Blueberries and cranberries. In <i>Temperate fruit crop breeding: Germplasm to genomics</i> (pp. 115-150). Dordrecht: Springer Netherlands.					
Williamson, J., Krewer, G., Pavlis, G., & Mainland, C. M. (2006). Blueberry soil management, nutrition and irrigation. <i>Blueberries for growers, gardeners and promoters</i> . EO, Gainesville, FL, 60-74.					
Keen, B., & Slavich, P. (2011). Comparison of irrigation scheduling strategies for achieving water use efficiency in highbush blueberry. <i>New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science</i> , 40(1), 3–20. https://doi.org/10.1080/01140671.2011.599398 .					

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

PROVINCIA	SUPERFICIE (ha) SEGÚN CATEGORÍAS DE ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA				NO APLICABLE	TOTAL (ha)
	OPTIMA	MODERADA	MARGINAL	NO APTA		
AZUAY		723.25	17,717.73	194,137.87	11,244.97	223,823.83
BOLÍVAR		3,283.97	39,151.82	294,413.80	16,744.53	353,594.12
CAÑAR		792.86	9,212.33	119,031.26	6,677.98	135,714.42
CARCHI		2,488.12	15,695.83	263,641.28	4,857.51	286,682.73
CHIMBORAZO		3,781.00	26,638.26	330,073.91	26,224.53	386,717.69
COTOPAXI		4,607.76	56,916.33	298,138.14	37,856.75	397,518.98
EL ORO		683.44	58,426.66	294,644.29	13,819.54	367,573.93
ESMERALDAS		676.81	145,661.69	967,416.10	25,466.71	1,139,221.31
GUAYAS		27,654.58	340,016.46	769,942.06	30,523.91	1,168,137.01
IMBABURA		3,963.64	31,683.29	323,956.67	12,431.32	372,034.92
LOJA		501.85	7,267.08	286,833.63	7,319.31	301,921.87
LOS RÍOS		40,815.06	315,017.06	310,337.89	8,096.97	674,266.98
MANABÍ		67,744.57	608,607.36	1,082,311.70	23,828.41	1,782,492.04
MORONA SANTIAGO		16.06	489.88	1,696,921.60	71,075.68	1,768,503.22
NAPO				29,006.79	2,920.61	31,927.39
ORELLANA				117,230.62	1,656.23	118,886.85
PASTAZA				1,127,986.20	37,959.67	1,165,945.87
PICHINCHA		5,963.96	45,363.08	371,359.13	6,300.79	428,986.96
SANTA ELENA			12,542.10	293,346.84	4,886.22	310,775.17
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS		11.74	23,183.59	331,998.60	8,352.06	363,545.99
SUCUMBÍOS				798,841.60	6,177.44	805,019.04
TUNGURAHUA		958.50	13,391.75	139,089.75	11,267.58	164,707.58
ZAMORA CHINCHIPE			3.59	190,060.47	6,968.62	197,032.67
TOTAL ÁREA AGRÍCOLA	0	164,667.15	1,766,985.90	10,630,720.19	382,657.34	12,945,030.58

Fuente: MAG/CGINA/DGGA, 2024.

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

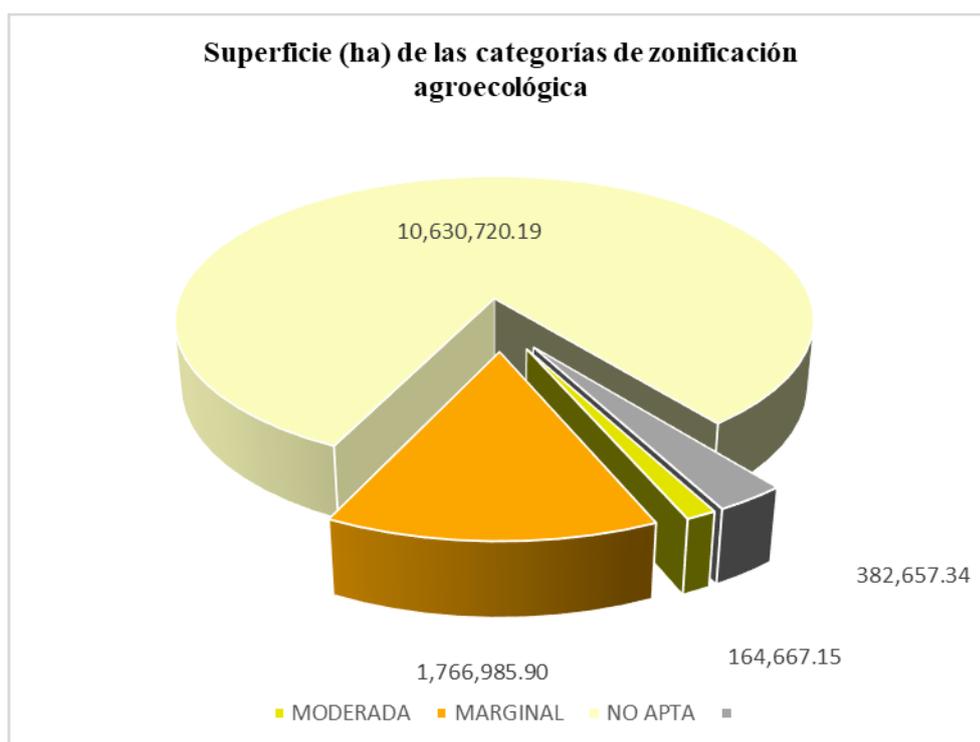


Figura 3. Superficie por categorías de zonificación agroecológica

De acuerdo a los requerimientos edafoclimáticos que necesita el arándano para desarrollarse, no se encontraron condiciones óptimas de relieve, suelo y clima en nuestro territorio, debido a que condiciones específicas de suelo, como el pH ácido con la ausencia de toxicidad son las principales limitantes para el desarrollo del cultivo. Ante estas condiciones, los productores han optado por utilizar sustrato para garantizar la productividad del cultivo.



Figura 4. Cultivo de arándano en sustrato, parroquia Yaruquí



Figura 5. Cultivo de arándano a campo abierto, sector Guayllabamba

Las zonas agroecológicas con condiciones moderadas representan una superficie de 164,667.08 hectáreas a nivel nacional, siendo Manabí la provincia con mayor representatividad en esta categoría con 67,744.55 hectáreas, localizadas principalmente en los cantones: Pichincha, Chone

y Flavio Alfaro. Por su parte, la provincia de Los Ríos ocupa 40,815.06 ha, seguido de Guayas con 27,654.58 ha, las cuales se ubican concentradas en los cantones Mocache y El Empalme, respectivamente.

Los principales parámetros edafoclimáticos que se constituyen como limitantes para el desarrollo del cultivo en la categoría moderada son el pH y la textura del suelo, así como la temperatura y la duración del periodo húmedo vegetativo.

Las zonas agroecológicas con condiciones naturales marginales, que presentan limitaciones severas, ocupan una superficie de 1,766,985.90 hectáreas a nivel nacional (el 83% de toda el área de intervención). Nuevamente, la provincia de Manabí es donde se encuentra la mayor superficie con estas condiciones con 608,607.36 ha y se ubican principalmente en los cantones Chone, El Carmen y Pedernales; seguido por la provincia de Guayas y Los Ríos con 340,016.46 y 316,017.06 hectáreas respectivamente.

Los principales factores edafoclimáticos limitantes en la categoría marginal son pendiente, pH, textura superficial y profundidad efectiva, además de temperatura y el período húmedo vegetativo.

Las zonas agroecológicas no aptas ocupan una superficie de 10,630,720.19 hectáreas y se extienden por todo el territorio nacional. Es importante mencionar que puede existir áreas actuales ocupadas por el cultivo de arándano y que en el presente estudio (zonificación agroecológica) se encuentran en zonas no aptas, esto se debe a que son áreas en las que se ha realizado fuertes adecuaciones como implementación de sistemas de riego, modificación de la pendiente, alto uso de fertilizantes y sobre todo el uso de sustrato, entre otros. Estas actividades se las debe tener presente, ya que conllevan una alta inversión, acaparamiento de las fuentes de agua pues este cultivo es muy exigente en este recurso, como se puede apreciar en la Figura 6.



Figura 6. Inversión de tecnología para cultivo de arándano

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

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Si bien el Ecuador continental no presenta las condiciones agroclimáticas óptimas para el cultivo de arándano, la implementación de tecnología y la mejora de las condiciones del suelo han demostrado ser un camino viable para establecer este cultivo en nuestro territorio.
- La provincia de Manabí es la que tiene mayor extensión con condiciones moderadas para la implementación del arándano en condiciones naturales, destacándose principalmente el cantón Pichincha, que ocupa 20,466.08 ha; seguido por las provincias de Guayas y Los Ríos. Sin embargo, factores como el pH, la textura superficial, temperatura y la duración del período húmedo vegetativo representan limitaciones que deben considerarse para optimizar la producción.
- El 83% del área evaluada para el cultivo de arándano en Ecuador se clasifica como marginal, predominando en las provincias de Manabí, Guayas y Los Ríos. Las limitaciones en estas tierras, como la pendiente, el pH, la textura superficial y la profundidad efectiva, así como la temperatura y la duración del período húmedo, afectan negativamente el crecimiento de las plantas y la productividad del cultivo.
- Para las categorías marginal y no apta, pueden variar las condiciones naturales, si se realizan mejoras tecnológicas, buenas prácticas de conservación de suelos, implementación de sistemas de riego y sistemas de drenaje.
- Existen zonas con buenas 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 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.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Agrocalidad. (2022). *Arándanos ecuatorianos ya conquistan el mercado de Estados Unidos*. Recuperado de <https://www.agrocalidad.gob.ec/arandanos-ecuatorianos-ya-conquistan-el-mercado-de-estados-unidos/>
- FAO. (1997). *Zonificación agroecológica, guía general*. Roma, Italia: Food and agriculture organization. Recuperado de <http://www.fao.org>.
- 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.
- 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 (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.

ANEXOS

ANEXO 1: Leyenda Geopedológica y Agroclimática

1. Parámetro de relieve

1.1. Pendiente (en la base de datos campos o columnas pen y pen_desc)

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

SIMBOLOGÍA	ETIQUETA	DEFINICIÓN / DESCRIPCIÓN
1	Plana	0 - 2%
2	Muy suave	> 2 - 5%
3	Suave	> 5 - 12%
4	Media	> 12 - 25%
5	Media a fuerte	> 25 - 40%
6	Fuerte	> 40 - 70%
7	Muy fuerte	> 70 - 100%
8	Escarpada	> 100 - 150%
9	Muy escarpada	> 150 - 200%
10	Abrupta	> 200%
NA	No aplicable	Indica que el atributo no es aplicable al objeto.

Fuente: MAG, 2024.

2. Parámetros edáficos

2.1. Textura (txs)

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). Textura predominante en espesor y que se encuentra dentro de los 20 cm de profundidad del suelo.

Tabla 2. Clases de textura

SIMBOLOGÍA	ETIQUETA	DESCRIPCIÓN
A	Arena	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.
AFi	Arena fina	
AM	Arena media	
AG	Arena gruesa	
AF	Areno francoso	

SIMBOLOGÍA	ETIQUETA	DESCRIPCIÓN
F	Franco	Clase determinada según el triángulo de texturas de suelos, muestran mayor aptitud agrícola.
FA	Franco arenoso	
FL	Franco limoso	
FY	Franco arcilloso	
FYA	Franco arcillo-arenoso	
FYL	Franco arcillo-limoso	
L	Limoso	Son texturas que dan una sensación harinosa (como polvo del talco). Tienen velocidad de infiltración baja, almacenamiento de nutrientes medio.
Y	Arcilloso	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.
YA	Arcillo-arenoso	
YL	Arcillo-limoso	
YP	Arcilla pesada	Clase determinada según el triángulo de texturas de suelos. Esta clase tiene más del 60% de arcilla.
NA	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: Modificado de MAG, 2024.

2.2. Drenaje natural (ndr)

"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

SIMBOLOGÍA	ETIQUETA	DEFINICIÓN / DESCRIPCIÓN
E	Excesivo	Eliminación rápida del agua en relación al aporte por la lluvia. Suelos generalmente de texturas gruesas. Normalmente ningún horizonte permanece saturado durante varios días después de un aporte de agua.
B	Bueno	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.

SIMBOLOGÍA	ETIQUETA	DEFINICIÓN / DESCRIPCIÓN
M	Moderado	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% equivalente entre 60 y 100 cm. Presencia de una capa de permeabilidad lenta, o un nivel freático alto (60-90 cm de profundidad).
X	Mal drenado	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 gleicos (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.
NA	No aplicable	Indica que el atributo no es aplicable al objeto.

Fuente: MAG, 2024.

2.3. Profundidad efectiva (pfe)

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

SIMBOLOGÍA	ETIQUETA	DEFINICIÓN / DESCRIPCIÓN
Ms	Muy superficial	De 0 a 10 cm de profundidad.
S	Superficial	De 11 a 20 cm de profundidad.
Pp	Poco profundo	De 21 a 50 cm de profundidad.
M	Moderadamente profundo	De 51 a 100 cm de profundidad.
P	Profundo	Mayor a 100 cm de profundidad.
NA	No aplicable	Indica que el atributo no es aplicable al objeto.

Fuente: MAG, 2024.

2.4. Pedregosidad (pdr)

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

SIMBOLOGÍA	ETIQUETA	DEFINICIÓN / DESCRIPCIÓN
S	Nula	No posee fragmentos gruesos.
M	Muy pocas	Menor a 10% de fragmentos gruesos, y no interfieren con el laboreo.
P	Pocas	10 a 25% de fragmentos gruesos, implica interferencia con el laboreo, es posible el cultivo de plantas de escarda.
F	Frecuentes	25 a 50% de fragmentos gruesos, implica dificultad para el laboreo, es posible la producción de pasto.
A	Abundantes	50 a 75% de fragmentos gruesos, no es posible el uso de maquinaria agrícola.
R	Pedregoso (rocoso)	Mayor a 75% de fragmentos gruesos en la superficie, excesivamente pedregoso como para ser cultivado.
NA	No aplicable	Indica que el atributo no es aplicable al objeto.

Fuente: MAG, 2024.

2.5. Toxicidad (txc)

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).

La importancia de conocer este parámetro radica en que los suelos con alta concentración de estos compuestos dificultan el crecimiento de las plantas.

Tabla 6. Categorías de toxicidad de los suelos

SIMBOLOGÍA	ETIQUETA	DEFINICIÓN / DESCRIPCIÓN
S	Nula	Ausencia de acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable. Ausencia de carbonatos, sin reacción al HCL. Aplicable tanto para la costa como para la sierra.
La	Ligera (AC ¹)	Menor a 0,50 meq/100 ml: Ligera acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable. Aplicable tanto para la costa como para la sierra.
Ma	Media (Ac)	0,50 a 1,5 meq/100 ml: Media acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable. Aplicable tanto para la costa como para la sierra.
Aa	Alta (Ac)	Mayor a 1,5 meq/100 ml: Alta acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable. Aplicable tanto para la costa como para la sierra.
Lc	Ligera (CAR)	0 a 10%: Reacción ligera al HCL, presencia de pequeñas burbujas. Contenido de carbonatos bajo y muy bajo.
Mc	Media (CAR ²)	11 a 25%: Reacción moderada al HCL, presencia de burbujas con espuma baja. Contenido de carbonatos normal.
Ac	Alta (Car)	Mayor a 25%: Reacción fuerte y extremadamente fuerte al HCL, presencia de efervescencia con burbujas y espuma alta. Contenido de carbonatos alto y muy alto.

SIMBOLOGÍA	ETIQUETA	DEFINICIÓN / DESCRIPCIÓN
NA	No aplicable	Indica que el atributo no es aplicable al objeto.

¹ac= acidez. ²car= carbonatos meq= miliequivalente químico

Fuente: MAG, 2024.

2.6. Potencial hidrógeno (pH) (en la base de datos phi)

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.

Tabla 7. Rangos de pH de los suelos

SIMBOLOGÍA	ETIQUETA	DEFINICIÓN / DESCRIPCIÓN
Mac	Muy ácido	Menor a 5,0 pH: condiciones desfavorables para los cultivos; posible toxicidad de Al y Mn; deficiencia de cationes divalentes intercambiables.
Ac	Ácido	5,0 a 5,5 pH: necesidad de encalar para la mayoría de los cultivos; deficiencia de P, Ca, K, Mg, Mo y N; exceso de Co, Cu, Fe, Na, Zn. Suelos sin carbonato cálcico. Actividad microbiana escasa.
MeAc	Medianamente ácido	5,5 a 6,0 pH: baja solubilidad del P y regular disponibilidad de Ca y Mg; algunos cultivos como las leguminosas requieren encalamiento.
Lac	Ligeramente ácido	6,0 a 6,5 pH: condición adecuada para el crecimiento de la mayoría de los cultivos.
PN	Prácticamente neutro	6,5 a 7,0 pH: buena disponibilidad de Ca y Mg; moderada disponibilidad de P; baja disponibilidad de los micro elementos con excepción del Mo.
N	Neutro	7,0 a 7,5 pH: condición adecuada para el crecimiento de la mayoría de los cultivos.
LAI	Ligeramente alcalino	7,5 a 8,0 pH: posible exceso de Ca, Mg y carbonatos; baja solubilidad del P y micro elementos con excepción del Mo. Posible necesidad de tratar el suelo con enmiendas como, por ejemplo, el yeso.
Mal	Medianamente alcalino	8,0 a 8,5 pH: 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.
Al	Alcalino	Mayor a 8,5 pH: exceso de sodio intercambiable (PSI > 15%); se inhibe el crecimiento de la mayoría de los cultivos; existiendo la necesidad de tratar el suelo con

SIMBOLOGÍA	ETIQUETA	DEFINICIÓN / DESCRIPCIÓN
		enmiendas. Presencia de MgCO ₃ en caso de no existir sodio intercambiable.
NA	No aplicable	Indica que el atributo no es aplicable al objeto.

Fuente: MAG, 2024.

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).

2.7. Salinidad (wcs)

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 achuruscadas. 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

SIMBOLOGÍA	ETIQUETA	DEFINICIÓN / DESCRIPCIÓN
NS	No salino	Menor a 2,0 dS/m: nivel de sales que no limitan el rendimiento.
LS	Ligeramente salino	2,0 a 4,0 dS/m: nivel de sales ligeramente tóxico con excepción de cultivos tolerantes.
S	Salino	4,0 a 8,0 dS/m: nivel de sales tóxico en mayoría de cultivos.
MS	Muy salino	8,0 a 16,0 dS/m: nivel de sales muy tóxico en los cultivos.
ES	Extremadamente salino	Mayor a 16,0 dS/m: nivel de sales extremadamente tóxico en los cultivos.
NA	No aplicable	Indica que el atributo no es aplicable al objeto.

dS/m = unidades de conductividad eléctrica

Fuente: MAG, 2024.

2.8. Profundidad del nivel freático (pnf)

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

Símbolo	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
Ms	Muy superficial	0 a 10 cm: es muy superficial el nivel freático.
LS	Superficial	11 a 20 cm: es superficial el nivel freático.
S	Poco profundo	21 a 50 cm: es poco profundo el nivel freático.
MS	Medianamente profundo	51 a 100 cm: es medianamente profundo el nivel freático.
ES	Profundo	Mayor a 100 cm: es profundo el nivel freático.
NA	No aplicable	Indica que el atributo no es aplicable al objeto.

Fuente: MAG, 2024.

2.9. Materia orgánica (rmo)

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

SÍMBOLO	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
CoB	Bajo (costa)	Suelos de la costa con un contenido de materia orgánica menor a 1.0%.
CoM	Medio (costa)	Suelos de la costa con un contenido de materia orgánica entre 1.0-2.0%.
CoA	Alto (costa)	Suelos de la costa con un contenido de materia orgánica mayor a 2.0%.
SiB	Bajo (sierra)	Suelos de la sierra con un contenido de materia orgánica menor a 3.0%.
SiM	Medio (sierra)	Suelos de la sierra con un contenido entre 3.0-5.0%.
SiA	Alto (sierra)	Suelos de la sierra con un contenido de materia orgánica mayor a 5.0%.
AmB	Bajo (amazonía)	Suelos de la Amazonía con un contenido de materia orgánica menor a 3.0%.
AmM	Medio (amazonía)	Suelos de la Amazonía con un contenido de materia orgánica entre 3.0-6.0%.
AmA	Alto (amazonía)	Suelos de la Amazonía con un contenido de materia orgánica mayor a 6.0 %.
NA	No aplicable	Indica que el atributo no es aplicable al objeto.

Fuente: MAG, 2024.

2.10. Nivel de fertilidad (fld)

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

SIMBOLOGÍA	ETIQUETA	DESCRIPCIÓN
Mb	Muy baja	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.
B	Baja	Escasa capacidad de intercambio de cationes, baja disponibilidad de nutrientes y baja saturación de bases. Suelos con contenidos de materia orgánica bajos y de texturas arenosas a arena francosas.
M	Mediana	Moderada capacidad de intercambio catiónico, buena disponibilidad de nutrientes y mediana saturación de bases. Estos suelos presentan clases texturales variables de arcillosos a francos, con contenidos de materia orgánica medios.
A	Alta	Alta capacidad de intercambio catiónico, alta saturación de bases. Suelos con altos contenidos de materia orgánica y de texturas francas. Óptima disponibilidad de nutrientes.
NA	No aplicable	Indica que el atributo no es aplicable al objeto.

Fuente: MAG, 2024.

3. Parámetros agroclimáticos

3.1. Temperatura (°C) (en la base de datos rtm)

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).

La temperatura se encuentra dividida en 26 rangos con intervalos de 1°C cada uno, empezando en 0°C y terminando en 26°C.

3.2. Período húmedo vegetativo (días) (en la base de datos rpv)

"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).

El período húmedo vegetativo se encuentra dividido en 73 rangos con intervalos de 5 días cada uno, empezando en 0 días y terminando en 365 días.

- En la época lluviosa el período húmedo vegetativo se encuentra dividido en 37 rangos con intervalos de 5 días cada uno, empezando en 0 días y terminando en 185 días.
- En la época seca el período húmedo vegetativo se encuentra dividido en 37 rangos con intervalos de 5 días cada uno, empezando en 0 días y terminando en 185 días.

ANEXO 2: Estadísticas a nivel de cantón

PROVINCIA/CANTÓN	SUPERFICIE (ha) SEGÚN CATEGORÍAS DE ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA				NO APLICABLE	TOTAL (ha)
	OPTIMA	MODERADA	MARGINAL	NO APTA		
AZUAY	723,25034	17717,72927	194137,8725	11244,97497	223823,8271	
CAMILO PONCE ENRIQUEZ				1,01737	1,01737	
CHORDELEG	322,86	574,601	5572,2	470,096	6939,757	
CUENCA		5,26749	337,006	11,0753	353,34879	
EL PAN		541,243	9505,95	472,619	10519,812	
GIRÓN		0,253776	18,7528	17,178	36,184576	
GUACHAPALA	240,882	139,794	3464,75	28,3261	3873,7521	
GUALACEO	26,9273	4193,2	21228,8	1383,72	26832,6473	
NABÓN	61,8431	664,34	51985,1	3677,67	56388,9531	
OÑA		2182,75	15837,1	1124,09	19143,94	
PAUTE	66,4746	1475,29	21418,4	1034,53	23994,6946	
PUCARÁ			50,4187	61,4492	111,8679	
SANTA ISABEL			320,695	110,228	430,923	
SEVILLA DE ORO			23898,8	823,926	24722,726	
SIGSIG	4,26334	7940,99	40499,9	2029,05	50474,20334	
BOLÍVAR	3283,97077	39151,823	294413,8	16744,528	353594,1218	
CALUMA		3363,76	13424,4	327,373	17115,533	
CHILLANES	2573,44	7800,96	52346,1	3016,44	65736,94	
CHIMBO	5,20977	5261,59	20533,3	813,467	26613,56677	
ECHEANDÍA		21,625	23494,5	618,313	24134,438	
GUARANDA	494,054	6687,49	132740	9832,25	149753,794	
LAS NAVES		676,598	13555	315,905	14547,503	
SAN MIGUEL	211,267	15339,8	38320,5	1820,78	55692,347	
CAÑAR	792,858516	9212,325	119031,26	6677,976	135714,4195	
AZOGUES	0,751216	178,827	21114,8	827,157	22121,53522	

CAÑAR	79,9263	8352,19	57767,3	4589,43	70788,8463
EL TAMBO			3504,24	463,964	3968,204
LA TRONCAL	561,582	190,802	32676,4	286,98	33715,764
SUSCAL	150,599	490,506	3968,52	510,445	5120,07
CARCHI	2488,1177	15695,831	263641,28	4857,5058	286682,7345
BOLÍVAR	1418,05	4608,36	22772,1	806,315	29604,825
ESPEJO	690,231	3738,2	34543,7	873,245	39845,376
MIRA	328,645	3788,27	50830	268,412	55215,327
MONTUFAR	51,1917	3250,78	21668,7	47,4038	25018,0755
SAN PEDRO DE HUACA			3959,78		3959,78
TULCÁN		310,221	129867	2862,13	133039,351
CHIMBORAZO	3780,999	26638,257	330073,91	26224,527	386717,693
ALAUÍS	505,697	3503,49	66778,4	6461,64	77249,227
CHAMBO	306,417	2167,12	5119,7	841,029	8434,266
CHUNCHI		479,318	21384,3	958,168	22821,786
COLTA	209,274	1343,31	49044,5	1288,32	51885,404
CUMANDÁ	1049,31	5977,89	6828,11	1380,67	15235,98
GUAMOTE		216,247	56805,7	1809,43	58831,377
GUANO		261,942	35061,1	1121,23	36444,272
PALLATANGA	168,251	3704,35	23862,5	2907,26	30642,361
PENIPE	1542,05	3955,18	15181,5	4577,94	25256,67
RIOBAMBA		5029,41	50008,1	4878,84	59916,35
COTOPAXI	4607,7615	56916,33	298138,14	37856,75	397518,9815
LA MANÁ	1290,48	17394,4	30159,7	2028,48	50873,06
LATACUNGA	1052,01	22292,7	63151,2	9326,54	95822,45
PANGUA			58569,4	3997,78	62567,18
PUJILÍ	175,787	4907,79	59491,5	7958,49	72533,567
SALCEDO	40,0845	4596,56	23267,5	3340,99	31245,1345
SAQUISILÍ		3492,46	8550,94	1132,97	13176,37
SIGCHOS	2049,4	4232,42	54947,9	10071,5	71301,22

EL ORO	683,4446	58426,6635	294644,285	13819,53571	367573,9288
ARENILLAS	65,0528	19524,2	40608,9	421,722	60619,8748
ATAHUALPA	30,2573	340,018	26049,8	1052,57	27472,6453
BALSAS		56,3066	6714,15	5,67218	6776,12878
CHILLA	46,0892	531,408	26022,8	1835,66	28435,9572
EL GUABO			5,75802	5,62763	11,38565
HUAQUILLAS			1946,03	48,8661	1994,8961
LAS LAJAS		12,2989	182,007	8,6919	202,9978
MACHALA		10014,1	7368,54	997,973	18380,613
MARCABELÍ		282,639	13848,9	48,1059	14179,6449
PASAJE	23,9284	6247,19	18521,7	1118,82	25911,6384
PIÑAS	24,0775	2905,01	53215,8	4096,34	60241,2275
PORTOVELO	65,0354	538,642	22791,5	1129,81	24524,9874
SANTA ROSA		17166	33126,5	281,107	50573,607
ZARUMA	429,004	808,851	44241,9	2768,57	48248,325
ESMERALDAS	676,8081	145661,69	967416,1	25466,709	1139221,307
ATACAMES	27,503	4785,54	39056,4	1892,14	45761,583
ELOY ALFARO		2080,81	242779	5542,04	250401,85
ESMERALDAS	587,01	19775,3	93012,4	6558,22	119932,93
MUISNE		3319	55622,3	6309,47	65250,77
QUININDÉ	62,2951	82956,9	240589	3280,43	326888,6251
RIOVERDE		30382,3	118164	352,619	148898,919
SAN LORENZO		2361,84	178193	1531,79	182086,63
GUAYAS	27654,57947	340016,46	769942,06	30523,91392	1168137,013
ALFREDO BAQUERIZO MORENO (JUJAN)		9982,12	12646,8		22628,92
BALZAR	1065,31	43660,1	70984,3	175,578	115885,288
COLIMES	4833,91	9369,58	58879,1	1939,66	75022,25
CORONEL MARCELINO MARIDUEÑA		16044,1	7712,74	755,669	24512,509
DAULE		681,121	47776,5	40,426	48498,047
DURÁN		5239,8	15224,7	1254,36	21718,86

EL EMPALME	15983,4	25840	18850,3	1169,86	61843,56
EL TRIUNFO	783,91	31834,2	20422,2	289,599	53329,909
GENERAL ANTONIO ELIZALDE	2,70678	6793,45	6610,21	59,9475	13466,31428
GUAYAQUIL	8,44009	35794,9	181984	19628,2	237415,5401
ISIDRO AYORA	1383,7	14249,6	32562,3	534,92	48730,52
LOMAS DE SARGENTILLO		2667,84	3955,74	9,13594	6632,71594
MILAGRO		29083,4	9029,15	0,001091	38112,55109
NARANJAL		17219	30047,6	1786,95	49053,55
NARANJITO	2054,66	11827,3	8119,92	101,05	22102,93
NOBOL	254,477	2930,82	9691,3	18,9956	12895,5926
PALESTINA	34,3546	316,338	17976,4	16,7196	18343,8122
PEDRO CARBO	1069,56	39414,2	50596,6	1629,81	92710,17
PLAYAS		20861,1	20861,1	648,544	21509,644
SALITRE		707,893	37318,4	400,85	38427,143
SAMBORONDÓN		405,658	28922,7	31,8373	29360,1953
SAN JACINTO DE YAGUACHI		6981,09	44550,5	0,070493	51531,66049
SANTA LUCÍA	180,151	9655,95	25932,3	31,7304	35800,1314
SIMÓN BOLÍVAR		19318	9287,2		28605,2
IMBABURA	3963,63539	31683,291	323956,67	12431,3205	372034,9169
ANTONIO ANTE	670,845	563,652	5643,27	14,0115	6891,7785
COTACACHI	1575,74	13246,8	127394	798,133	143014,673
IBARRA	904,735	7312,58	90379,3	1381,78	99978,395
OTAVALO	802,448	8470,5	27835,4	109,766	37218,114
PIMAMPIRO	9,86739	1577,98	22421,1	1937,3	25946,24739
SAN MIGUEL DE URQUQUÍ		511,779	50283,6	8190,33	58985,709
LOJA	501,845296	7267,083	286833,6299	7319,31123	301921,8695
CALVAS	0,004052	2365,16	81909,5	188,415	84463,07905
CATAMAYO	0,506959	1179,58	40026,3	164,783	41371,16996
CHAGUARPAMBA		128,747	28350,6	1538,5	30017,847
ESPÍNDOLA			3,55013	1,33432	4,88445

GONZANAMÁ	1335,7	65875	133,893	67344,593
LOJA	0,081455	197,111	5,67831	209,226095
OLMEDO	400,391	10751,5	46,7388	11198,6298
PALTAS	9,16134	55,8842	15,6288	80,67434
QUILANGA	4,77833	18,5746		24,01476
SARAGURO	500,591	58873,5	5224,34	66435,641
SOZORANGA		772,11		772,11
LOS RÍOS	40815,055	310337,89	8096,9707	674266,9757
BABA	5722,29	32593,1	32,7299	38348,1199
BABAHOYO	8158,68	48107,5	222,517	101701,997
BUENA FE	29478,1	21319,4	218,163	51015,663
MOCACHE	33280,3	4286,69	466,309	55937,099
MONTALVO	8839,75	21992,9	366,087	34944,907
PALENQUE	3788,73	18467,3	1068,19	55829,32
PUEBLOVIEJO	2821,56	13060,6	592,302	25396,282
QUEVEDO	1392,03	32066	388,573	35031,083
QUINSALOMA		20628,2	180,093	28095,613
URDANETA	426,582	19004,2	40,2412	37912,4232
VALENCIA	237,383	60142	4167,82	93875,503
VENTANAS	2340,12	21959,4	288,091	49562,011
VINCES		20496,5	65,8546	66616,9546
MANABÍ	67744,572	1082311,7	23828,40601	1782492,039
24 DE MAYO	2408,49	25136	751,749	54326,939
BOLÍVAR	2625,2	19020,3	534,611	49893,111
CHONE	16306	128571	3438,15	299094,15
EL CARMEN	5000,72	69518,7	1947,08	162825,3
FLAVIO ALFARO	7914,36	36663,3	4940,32	133577,28
JAMA	261,841	11815,1	942,6	53334,641
JARAMIJÓ		8469,8	210,22	8680,02
JIPIUAPA	504,712	22335,7	410,498	129745,91

JUNÍN	885,369	6864,11	18205	0,000006	25954,47901
MANTA			19554,9	589,365	20144,265
MONTECRISTI		1047,24	60401,3	884,054	62332,594
OLMEDO	1706,65	8901,32	14707,1	191,647	25506,717
PAJÁN	3519,64	44611	59464,6	1354,17	108949,41
PEDERNALES	2252,42	69492,7	65845,1	5287,13	142877,35
PICHINCHA	20466,1	25607	54240,9	1001,71	101315,71
PORTOVIEJO	1046,84	26530,7	62997,3	347,59	90922,43
PUERTO LÓPEZ		1,45116	16604	130,389	16735,84016
ROCAFUERTE		1754,85	25284,1	105,92	27144,87
SAN VICENTE		15648,5	53367,5	137,531	69153,531
SANTA ANA	2846,23	63565,8	34229,4	171,608	100813,038
SUCRE		21770,1	42021,9	339,308	64131,308
TOSAGUA		9752,49	25167,9	112,756	35033,146
MORONA SANTIAGO	16,0581	489,8804	1696921,6	71075,682	1768503,221
GUALAQUIZA	16,0581	457,87	181376	10297,5	192147,4281
HUAMBOYA			60781,6	2406,26	63187,86
LIMÓN INDANZA			131858	11896,3	143754,3
LOGROÑO			98437	4820,63	103257,63
MORONA		32,0104	309516	12018,4	321566,4104
PABLO SEXTO			16539	720,702	17259,702
PALORA			63583,6	2804,27	66387,87
SAN JUAN BOSCO			68380,7	3272,83	71653,53
SANTIAGO			75928,5	4173,2	80101,7
SUCÚA			70138,2	1086,06	71224,26
TAISHA			537823	12441,7	550264,7
TIWINTZA			82560	5137,83	87697,83
NAPO			29006,789	2920,60577	31927,39477
ARCHIDONA			12828,4	2298,76	15127,16
CARLOS JULIO AROSEMENA TOLA			755,159	151,478	906,637

EL CHACO				4,07877	4,07877	
QUIJOS		7704,09		174,513	7878,603	
TENA		7719,14		291,776	8010,916	
ORELLANA		11720,62		1656,23338	118886,8534	
FRANCISCO DE ORELLANA		4744,62		242,012	4986,632	
LA JOYA DE LOS SACHAS		112486		1413,12	113899,12	
LORETO				1,10138	1,10138	
PASTAZA		1127986,2		37959,671	1165945,871	
ARAJUNO		113682		3330,38	117012,38	
NERA		32617,6		2266,35	34883,95	
PASTAZA		952279		31723,8	984002,8	
SANTA CLARA		29407,6		639,141	30046,741	
PICHINCHA		5963,96	45363,08236	6300,7907	428986,9631	
CAYAMBE		1850,14	14941,6	641,625	45339,065	
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO		1503,43	19013,6	1204,31	98743,14	
MEJÍA			84918,4	2400,59	87318,99	
PEDRO MONCAYO		2610,39	11407,7	231,516	26176,506	
PEDRO VICENTE MALDONADO			47931,6	65,0361	47996,6361	
PUERTO QUITO			66586,6	1316,99	67903,59	
RUMIÑAHUI			0,18236	45,2046	7867,61696	
SAN MIGUEL DE LOS BANCOS			47245,9	395,519	47641,419	
SANTA ELENA		12542,1	293346,843	4886,224753	310775,1678	
LA LIBERTAD			848,393	0,946453	849,339453	
SALINAS			2803,45	15,3783	2818,8283	
SANTA ELENA			12542,1	4869,9	307107	
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS		11,7411	23183,59	8352,059	363545,9901	
LA CONCORDIA			3808,29	253,369	31082,259	
SANTO DOMINGO		11,7411	19375,3	8098,69	332463,7311	
SUCUMBIOS			798841,597	6177,442	805019,039	
CASCALES			80501,2	1841,52	82342,72	

CUYABENO	49703,7	169,863	49873,563
GONZALO PIZARRO	18698,2	835,926	19534,126
LAGO AGRIO	274445	1701,07	276146,07
PUTUMAYO	240092	528,323	240620,323
SHUSHUFINDI	134884	1100,74	135984,74
SUCUMBÍOS	517,497		517,497
TUNGURAHUA	958,4957	13391,7526	11267,581
			164707,5803
AMBATO	40322,8	3529,78	43898,6476
BAÑOS DE AGUA SANTA	52,4217	3060,5	43075,8857
CEVALLOS	728,386	134,519	1781,056
MOCHA	119,098	229,287	4394,865
PATATE	114,71	858,259	15500,329
QUERO	169,799	544,874	13862,773
SAN PEDRO DE PELILEO	286,559	1105	18012,959
SANTIAGO DE PÍLLARO	504,805	1769,16	19832,865
TISALEO	485,978	36,202	4348,2
ZAMORA CHINCHIPE	3,59194	6968,617831	197032,675
CENTINELA DEL CÓNDOR	23991,5	1265,94	25257,44
EL PANGUI	56739,8	1115,99	57855,79
NANGARITZA	10,8279	4,17643	15,00433
PAQUISHA	21125	773,158	21898,158
YACUAMBI	304,517	0,203471	308,312411
YANTAZA	87803,7	3807,68	91611,38
ZAMORA	85,1203	1,46993	86,59023
Total general	164667,1526	1766985,901	382657,3363
			12945030,58



EL NUEVO
ECUADOR 

**Ministerio de
Agricultura y Ganadería**



@AgriculturaEcuador



@agricultura.ec



@AgriculturaEc

www.agricultura.gob.ec