



Memoria técnica
Información escala 1:25.000

ESTIMACIÓN DE SUPERFICIE PLANTADA DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR INDUSTRIAL 2022



EL NUEVO
ECUADOR

Ministerio de
Agricultura y Ganadería

PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

Daniel Noboa Azín

MINISTRO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

Danilo Palacios Márquez

COORDINADORA GENERAL DE INFORMACIÓN NACIONAL AGROPECUARIA

Ángela Vásconez Vásconez

DIRECTOR DE GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN AGROPECUARIA

Fabrizio Carrera Martínez

EQUIPO TÉCNICO

José Collaguazo Sanguña

Mercy Enríquez Ruiz

Daysi Leiva Moreta

Francisco Palacios Nolivos

Blanca Simbaña Chorlango

Wladimir Villarreal Narváez

Rafael Yepez Heredia

Magaly Zurita Pozo

DISEÑO

Fabián Luna López

Primera Edición, septiembre 2023

© 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.....	5
2. ANTECEDENTES	5
3. OBJETIVO	6
4. MARCO CONCEPTUAL	6
5. METODOLOGÍA	7
5.1 Parámetros cartográficos	7
5.2 Área de estudio y período de monitoreo.....	7
5.3 Insumos utilizados.....	8
5.4 Esquema metodológico	8
5.5 Procedimiento metodológico	9
6. RESULTADOS.....	10
6.1 Caña de azúcar industrial.....	10
6.2 Análisis Climatológico.....	13
7. CONCLUSIONES.....	15
8. RECOMENDACIONES	15
9. BIBLIOGRAFÍA.....	16
ANEXOS	17

SIGLAS

CGINA	Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria
CINCAE	Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador
CONALI	Comité Nacional de Límites Internos
DGGA	Dirección de Generación de Geoinformación Agropecuaria
ESA	Agencia Espacial Europea
IEE	Instituto Espacial Ecuatoriano
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
SENPLADES	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo
SIG	Sistema de Información Geográfica
SIGTIERRAS	Sistema Nacional de Información de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica
UTM	Universal Transverse Mercator
WGS84	World Geodetic System 1984

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura es una de las actividades productivas más relevantes del país, donde el cultivo de caña de azúcar industrial es uno de los productos más significativos, ya que se constituye como la principal materia prima para la producción de azúcar. El proceso productivo de este cultivo se presenta como la base de la economía de un gran número de productores, en mayor proporción al este de la provincia del Guayas. En este contexto, es de prioridad para el Ministerio de Agricultura y Ganadería, realizar un monitoreo constante de la superficie plantada del cultivo indicado en las provincias de Guayas, Cañar, Imbabura, Los Ríos, Loja y Carchi.

La zona de estudio fue determinada de acuerdo a su importancia económica, teniendo como base los registros de volúmenes y aportes a la producción nacional; en este sentido, el estudio se enfoca de acuerdo a la superficie plantada y en las zonas donde la producción de este cultivo con fines industriales es representativa.

El monitoreo satelital de la zona de estudio permite realizar un análisis periódico del sector agrícola, y este depende solamente de las condiciones climáticas. Las imágenes satelitales, así como su frecuencia de obtención permitieron determinar la superficie plantada del cultivo de caña de azúcar industrial, con un cierto nivel de incertidumbre debido a la presencia de nubosidad y al tamaño del pixel.

Las herramientas de teledetección, sensores remotos e imágenes satelitales proporcionan información de la superficie de la tierra en forma periódica y precisa; optimizando el uso de recursos humanos y económicos en la obtención de información.

2. ANTECEDENTES

La Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria (CGINA), a través de la Dirección de Generación de Geoinformación Agropecuaria (DGGA) desde el año 2018 genera la “Estimación de superficie plantada de los cultivos de banano, palma aceitera y caña de azúcar industrial”, este estudio se realiza a nivel nacional en todas las provincias productoras de los rubros; mediante el uso, análisis e interpretación de imágenes satelitales.

Desde el año 2018, la estimación periódica de superficies de cultivos permanentes pasa a formar parte de las actividades planificadas de la DGGA, y tiene como objetivo identificar las zonas de producción de los cultivos de palma aceitera, banano y caña de azúcar industrial; cuantificando la superficie plantada anualmente. Esto permite principalmente, entre otros aspectos, analizar su situación agro-económica y a su vez, brindar las bases para la estructura y formulación de las políticas, en razón de su importancia en términos de superficie y de aspectos socio-económicos de los agricultores involucrados en este cultivo.

Desde finales del año 2019, el MAG identifica la superficie plantada del cultivo de caña de azúcar industrial a través de la descarga, procesamiento y uso de imágenes satelitales gratuitas y de libre acceso, como Sentinel-2 de 10 metros de resolución y mosaicos mensuales PlanetScope de 4.77 metros de resolución de las plataformas Copernicus facilitada por la Agencia Espacial Europea (ESA) y Planet respectivamente.

La estimación de superficie plantada del cultivo de caña de azúcar industrial, es fundamental en razón de su importancia en términos de superficie y de aspectos socio-económicos de los agricultores involucrados en este cultivo.

Estos hitos en las actividades de la Dirección de Generación de Geoinformación Agropecuaria, dan pie para continuar con el monitoreo de los diferentes cultivos y, en consecuencia, generar propuestas desde el gobierno, expresadas en acciones y políticas públicas en beneficio de este sector del agro ecuatoriano.

La cartografía de superficie del cultivo indicado, proporciona una imagen de la estructura territorial nacional y permite el diagnóstico de la dinámica temporal y territorial del mismo, así como el análisis de sus necesidades y potencialidades.

3. OBJETIVO

Estimar la superficie plantada del cultivo de caña de azúcar industrial del año 2022, a escala 1:25.000, en las provincias de: Guayas, Cañar, Imbabura, Los Ríos, Loja y Carchi mediante el usos y análisis de imágenes satelitales.

4. MARCO CONCEPTUAL

COBERTURA

La cobertura de la tierra se define como "los diferentes rasgos que cubren la tierra, tales como: agua, bosque, otros tipos de vegetación, rocas desnudas o arenas, estructuras hechas por el hombre, etc." (IGAC, 1997). En general estos son los rasgos que pueden ser directamente observados en las fotografías aéreas y frecuentemente en las imágenes de satélite.

USO DE LA TIERRA

El uso de la tierra "se aplica al empleo que el hombre da a los diferentes tipos de cobertura, cíclica o permanente para satisfacer sus necesidades" (Vargas, 1992).

TELEDETECCIÓN

Según Chuvieco (1996), "la Teledetección o Percepción Remota es la ciencia de adquirir y procesar información de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales, gracias a la interacción de energía electromagnética que existe entre el sensor y la tierra".

FOTOGRAFÍA AÉREA E IMAGEN SATELITAL

Es una matriz (bidimensional) discretizada en niveles de grises (valor radiométrico o digital) con una expresión, por celda (cada celda/elemento de la matriz se denomina pixel). Cada pixel representa un valor de la radiación electromagnética total reflejada por cada pixel en un instante dado (Arozarena, 2009).

RESOLUCIÓN ESPACIAL

Se refiere al objeto más pequeño que puede ser registrado por un sensor y posteriormente detectado en una imagen por el intérprete (Vargas, 1992).

5. METODOLOGÍA

La estimación de la superficie plantada del cultivo de caña de azúcar industrial, comprende el monitoreo satelital agrícola anual en función de la dinámica de siembra-producción de este cultivo en el país, priorizando las zonas en donde se concentra la mayor producción.

5.1 Parámetros cartográficos

Sistema de referencia: WGS84. Zona: 17 Sur.

Sistema de coordenadas: Planas, proyección cartográfica UTM.

Escala: 1: 25.000.

Unidad mínima de mapeo: 0.5 hectáreas.

5.2 Área de estudio y período de monitoreo

La zona de estudio para el monitoreo del cultivo de caña de azúcar industrial del año 2022 se visualiza en la Figura 1, y corresponde a las provincias de Guayas, Cañar, Imbabura, Los Ríos, Loja y Carchi. Para el caso de este cultivo se realiza el monitoreo de forma anual.



Figura 1. Principales provincias para el monitoreo de caña de azúcar industrial, año 2022

5.3 Insumos utilizados

Los principales insumos para el desarrollo del presente estudio fueron:

- Imágenes satelitales: Sentinel-2 de resolución espacial de 10 metros, resolución espectral de 13 bandas, frecuencia de barrido de 5 días. Mosaicos mensuales PlanetScope de resolución espacial de 4.77 metros, resolución espectral de 4 bandas, frecuencia de barrido de un día. Como apoyo, imágenes Landsat 8-9 de 30 metros de resolución espacial, resolución temporal 8 días y resolución espectral de 11 bandas.

La información secundaria comprende:

- Mapa de estimación de superficie plantada de los cultivos de banano, caña de azúcar industrial y palma aceitera, año 2021, generado por la CGINA/DGGA.
- Mapa de cobertura y uso de la tierra generado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), proyecto “Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio, a Nivel Nacional a escala 1:25.000”, durante los años 2009-2015.
- Información generada por el MAG a escala 1:5.000 de: catastro bananero, catastro camaronero, mapas temáticos, estadísticas, entre otros.
- Ortofotos, MAG, Sistema Nacional de Información de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica (SIGTIERRAS), años 2009-2013.
- Límites territoriales y organización territorial del Estado, Comité Nacional de Límites Internos (CONALI), escalas 1:50.000 y 1:5.000, año 2023.

Paquetes informáticos utilizados:

- ArcGIS (versiones 10.x) y QGIS (versiones 3.x).

5.4 Esquema metodológico

La metodología utilizada para determinar la superficie plantada del cultivo de caña de azúcar industrial se presenta en la Figura 2.

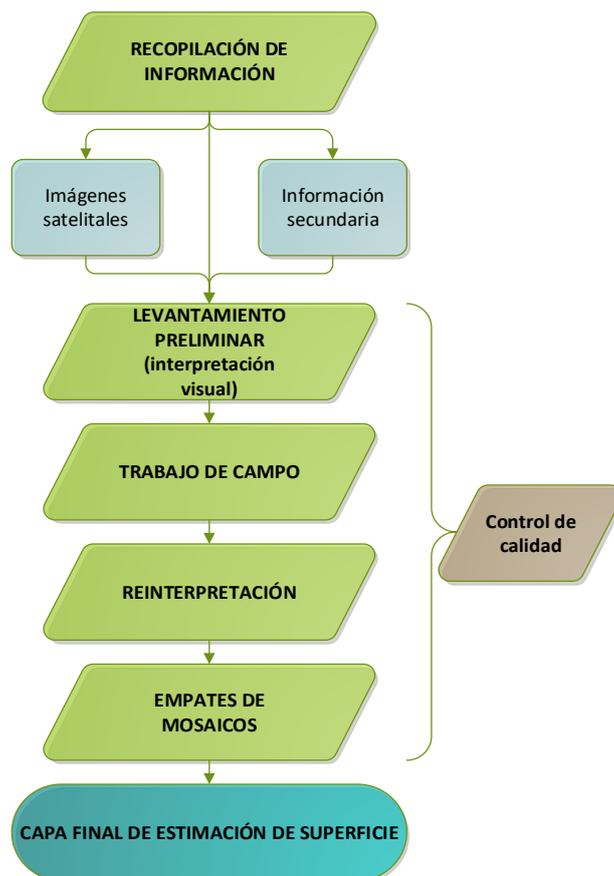


Figura 2. Esquema metodológico

5.5 Procedimiento metodológico

El proceso para identificar la superficie plantada del cultivo de caña de azúcar industrial, mediante la utilización de imágenes satelitales, consistió en la interpretación visual.

La interpretación visual de imágenes satelitales se basa en la delimitación de zonas de cultivos que presentan características similares en cuanto a tono, textura, estructura, forma, color, sitio, entre otros (Vargas, 1992), identificadas en la imagen sobre la pantalla de la computadora y, validadas con información secundaria y de campo. En la Figura 2, se muestra de manera general las diferentes fases aplicadas en este estudio hasta determinar la superficie estimada del cultivo.

El proceso inició con la recopilación de información de los diferentes insumos primarios y secundarios descritos en el numeral anterior. Para las imágenes Sentinel-2, previas al proceso de interpretación visual, se realizó un procesamiento digital en el software SIG denominado layer stacking (apilamiento de bandas) que consiste en unir las bandas a utilizar en un solo archivo, por cada imagen a usar.

Para la interpretación visual de las imágenes satelitales Sentinel-2 se empleó una combinación de las bandas 8-5-4 y 8-11-4, la cual realza los colores de la vegetación cultivada de la caña de azúcar industrial. Para las imágenes PlanetScope se utilizó combinaciones de bandas

4-2-3. Estas combinaciones favorecen la discriminación de coberturas vegetales en sus diferentes estados fenológicos, definición clara de cuerpos de agua y variaciones en el suelo cuando se encuentra en uso agrícola o no.

El trabajo de campo tiene como objetivo principal validar la capa preliminar de estimación (IGAC, 1997). En el año 2022 no se realizó la comprobación de campo para este cultivo debido a la falta de recursos.

La fase de reinterpretación consiste en ajustar los polígonos de cultivos en función del análisis de los datos recolectados en campo.

Posteriormente, se estructuró la base de datos de acuerdo al catálogo de objetos del MAG y se formó los empates de mosaicos; es decir, se realizó la coincidencia exacta tanto geométrica como temática de la información entre los diferentes cantones.

Finalmente, se obtuvo la capa y estadísticas de superficie sembrada para el cultivo de caña de azúcar industrial a nivel de provincia y cantón.

Con el propósito de obtener un producto de calidad, durante todo el proceso de producción de la cartografía de estimación se realizó el control de calidad; “la calidad de un producto, es el nivel de cumplimiento de los estándares de acuerdo a los requeridos por el usuario para un determinado uso” (Ruano, 2008). La norma ISO 19157 (2013) establece los principios para describir la calidad de los datos geográficos, la misma que define los componentes (elementos de calidad), las medidas y los procedimientos de evaluación de la calidad de los datos de la información geográfica. Los componentes de calidad para evaluar los productos geográficos de estimación fueron: completitud (presencia o ausencia de objetos), consistencia lógica, exactitud posicional y exactitud temática.

6. RESULTADOS

Los resultados expuestos a continuación, se presentan tanto desde la perspectiva de la estimación de superficie del cultivo como desde los factores climáticos registrados en una de las estaciones meteorológicas del área del cultivo.

6.1 Caña de azúcar industrial

La estimación de superficie plantada del cultivo de caña de azúcar industrial a nivel nacional durante el año 2022 fue de 97,342 hectáreas; de este valor total, la provincia de Guayas cubre la mayor superficie nacional con 78,986 hectáreas correspondiente al 81%, seguido de la provincia de Cañar con una superficie de 9,182 ha (9%), Imbabura y Loja con 4,076 hectáreas (4%) y 2,442 hectáreas (2%) respectivamente, representando en conjunto el 97% de la producción nacional en cuanto a superficie. Dos provincias restantes completan en porcentajes menores la superficie nacional del cultivo de la siguiente manera: 2.26% en la provincia de Los Ríos y 0.47 % en Carchi (Ver Cuadro 1 y Figura 3).

Cuadro 1. Estimación de superficie plantada del cultivo de caña de azúcar industrial por provincia y cantón, año 2022

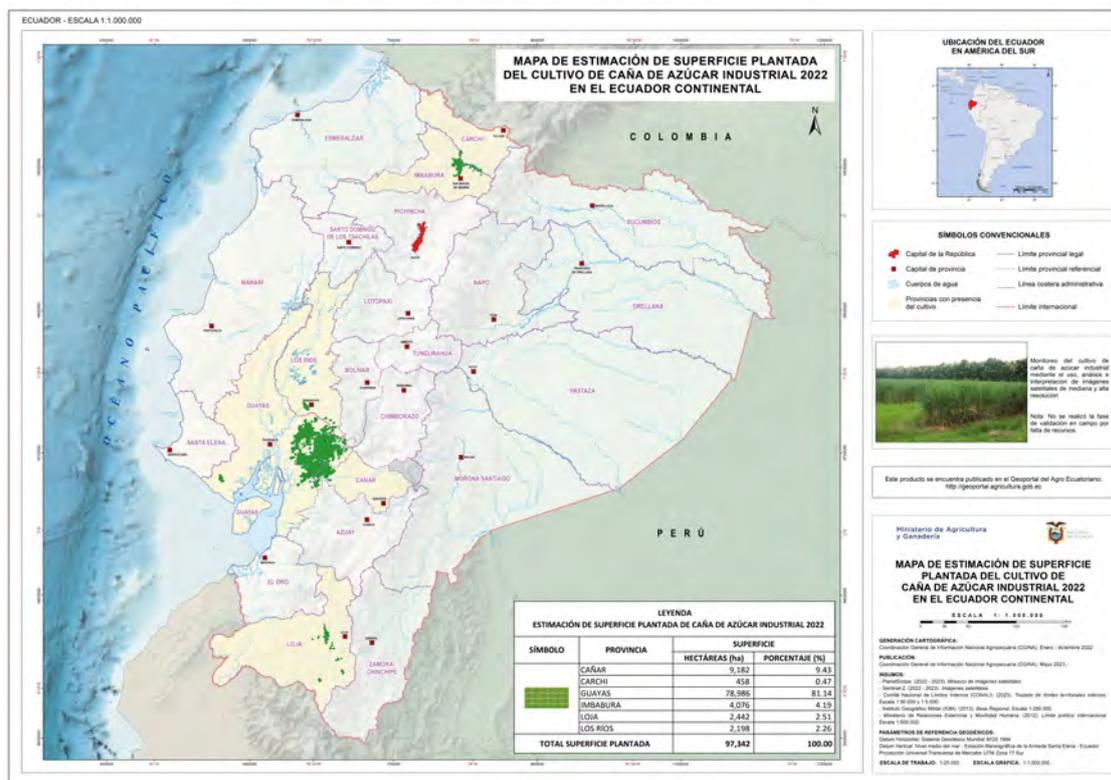
PROVINCIA	CANTÓN	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE PROVINCIAL (%)	PORCENTAJE NACIONAL (%)
CAÑAR	CAÑAR	225	2.45	0.23
	LA TRONCAL	8,957	97.55	9.20
Total CAÑAR		9,182	100	9.43
CARCHI	BOLÍVAR	222	48.40	0.23
	MIRA	236	51.60	0.24
Total CARCHI		458	100	0.47
GUAYAS	ALFREDO BAQUERIZO MORENO (JUAN)	1,678	2.12	1.72
	CORONEL MARCELINO MARIDUEÑA	13,333	16.88	13.70
	DURÁN	277	0.35	0.28
	EL TRIUNFO	13,424	17.00	13.79
	GENERAL ANTONIO ELIZALDE	866	1.10	0.89
	GUAYAQUIL	1,295	1.64	1.33
	MILAGRO	12,244	15.50	12.58
	NARANJAL	16,158	20.46	16.60
	NARANJITO	10,760	13.62	11.05
	SAN JACINTO DE YAGUACHI	6,684	8.46	6.87
SIMÓN BOLÍVAR	2,266	2.87	2.33	
Total GUAYAS		78,986	100	81.14
IMBABURA	ANTONIO ANTE	43	1.06	0.04
	IBARRA	2,887	70.81	2.97
	PIMAMPIRO	43	1.05	0.04
	SAN MIGUEL DE URCUQUÍ	1,104	27.08	1.13
Total IMBABURA		4,076	100	4.19
LOJA	CATAMAYO	1,595	65.32	1.64
	ESPÍNDOLA	259	10.61	0.27
	GONZANAMÁ	328	13.42	0.34
	LOJA	260	10.65	0.27
Total LOJA		2,442	100	2.51
LOS RÍOS	BABAHOYO	2,198	100	2.26
Total LOS RÍOS		2,198	100	2.26
Total GENERAL		97,342		100

Fuente: MAG/CGINA/DGGA, abril 2023

De manera general, la superficie plantada de caña de azúcar industrial a nivel país del año 2022 es muy similar a la superficie del año 2021 (97,707 ha), ver Anexo3, en razón de que el cultivo se ubica en tres espacios muy definidos del país, los cuales son: las áreas circundantes al límite entre Guayas y Cañar, el límite entre Carchi e Imbabura con una importante participación del cantón Ibarra y la provincia de Loja principalmente los cantones de Catamayo y Loja. En estas tres concentraciones del cultivo, se observa que existe un pequeño cambio del área dedicada a

este cultivo por otros cultivos y, por otro lado, se han incorporado nuevas áreas de caña de azúcar en las cercanías de las ya existentes, por lo cual, la superficie de este cultivo entre los años 2021 y 2022 no tiene un cambio significativo.

En suma, la reducción en términos absolutos de la superficie plantada de caña de azúcar industrial entre los años 2021 y 2022 fue de 365 hectáreas.



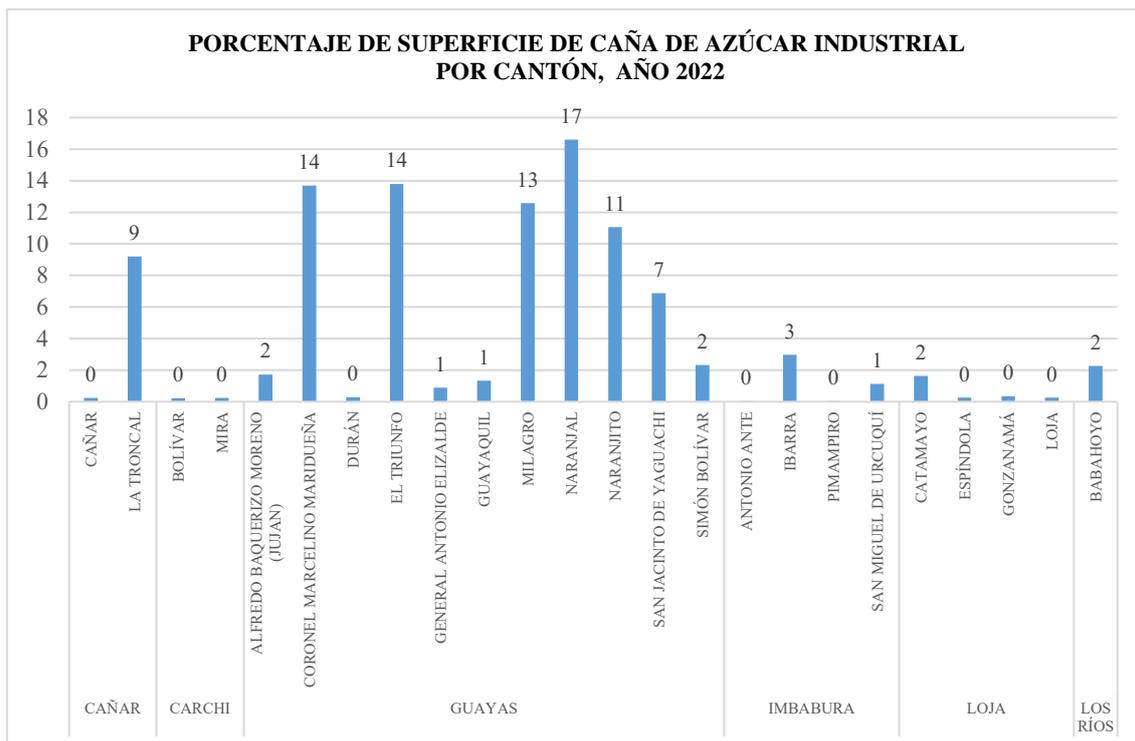
Fuente: MAG/CGINA/DGGA, mayo 2023

Figura 3. Mapa de estimación de superficie plantada de caña de azúcar industrial del año 2022

La mayor superficie plantada de caña de azúcar industrial a nivel nacional (90%), se ubica en Guayas y Cañar, justamente donde las condiciones de precipitación (1,000 – 2,000 mm por año) cumplen los requerimientos hídricos de este cultivo, lo cual favorece el desarrollo del cultivo de caña de azúcar industrial.

Las estadísticas a nivel cantonal nos muestran dónde se ubican los territorios más representativos tanto de Guayas y Cañar, de la siguiente manera: Naranjal 16,158 ha (17%), El Triunfo 13,424 ha (14%), Coronel Marcelino Maridueña 13,333 ha (14%), Milagro 12,244 ha (13%), Naranjito 10,760 ha (11%), La Troncal 8,957 ha (9%) y San Jacinto de Yaguachi con 6,684 ha (7%), que sumados contribuyen con el 84% del total nacional para este año.

En la Figura 4 se visualiza los porcentajes de superficie plantada de caña por cantón.



Fuente: MAG/CGINA/DGGA, septiembre 2023

Figura 4. Porcentaje de superficie plantada de caña de azúcar industrial por cantón, año 2022

En la Figura 4 se puede observar que la caña de azúcar industrial se concentra de manera importante en los cantones de Guayas y en el cantón La Troncal de la provincia de Cañar.

Así también, se identifican territorios que cuentan con superficies de producción reducidas, que, sumadas entre ellas, alcanzan apenas el 9% de la producción nacional. La primera de estas zonas se ubica en el límite provincial entre Carchi e Imbabura, la segunda, principalmente en el cantón Catamayo de la provincia de Loja, y, la tercera, en el cantón Babahoyo de la provincia de Los Ríos.

Las dos primeras zonas mencionadas, presentan precipitaciones medias anuales que se encuentran en el rango de 300 a 800 mm, lo cual indica que estas áreas no son idóneas para la caña de azúcar industrial de acuerdo a los requerimientos hídricos del cultivo. Esta situación denota la presencia de riego para el desarrollo óptimo de la gramínea.

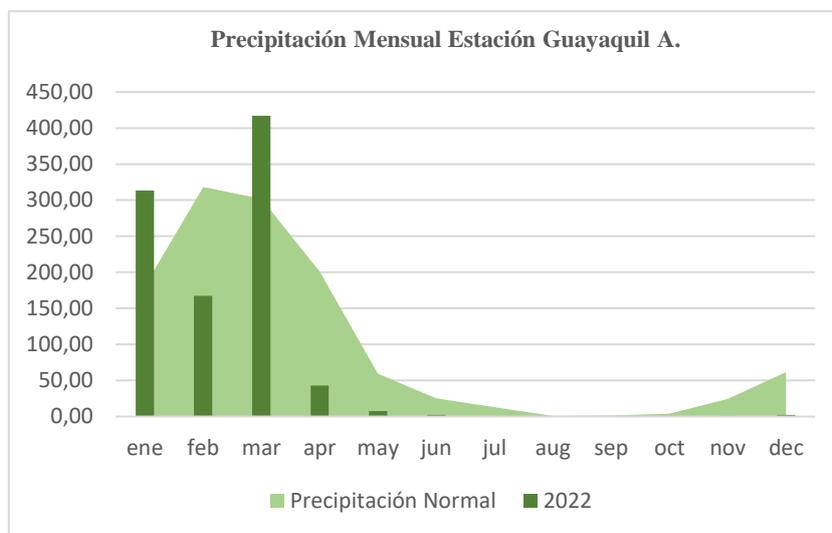
6.2 Análisis Climatológico

La temperatura y la humedad son dos factores que afectan directamente al desarrollo del cultivo de caña de azúcar. El rango óptimo de temperatura para el crecimiento se encuentra entre los 26 y 30°C, las temperaturas inferiores a los 2°C retardan el crecimiento de los tallos y conducen al aumento de sacarosa.

La disponibilidad de agua, es quizá el factor más importante que el agricultor debe atender.

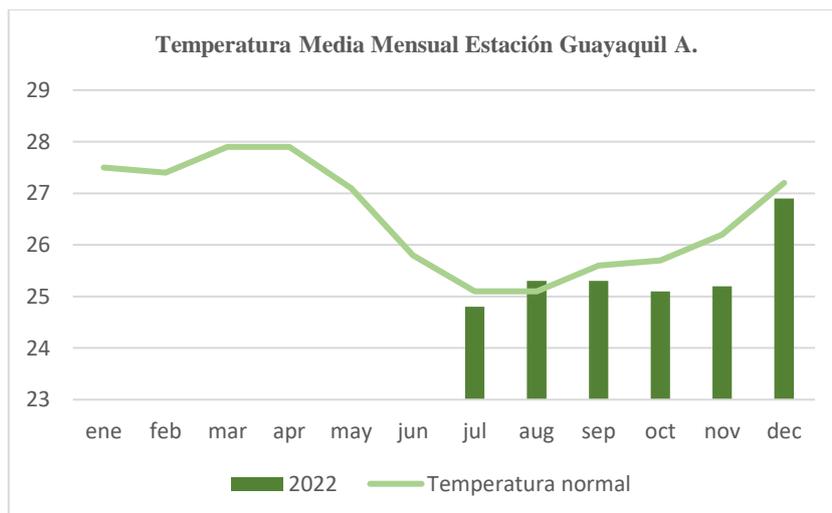
Su déficit o exceso pueden tener efectos perjudiciales en el cultivo; en algunos casos, la falta de humedad en el suelo puede afectar en forma significativa a la producción de biomasa; aunque, si se presenta en las últimas etapas del cultivo, afecta el desarrollo de la planta, pero incrementa el contenido de sacarosa en los tallos. Excesos de humedad detienen el crecimiento radicular, así como impiden una normal absorción de nutrientes básicos para la planta (CINCAE, 2004).

Según el registro climático del INAMHI para la estación meteorológica Guayaquil Aeropuerto, las precipitaciones en la zona se presentan desde finales de diciembre a mayo, mientras que, no se registran precipitaciones o son muy escasas durante los meses de junio a noviembre; por lo tanto, el cultivo de caña de azúcar en este período es completamente con riego. En cuanto a las temperaturas, la media mensual durante este año fue de 25.4 °C, en los siguientes gráficos se muestra la información de precipitación y temperatura.



Fuente: INAMHI, 2023

Gráfico 2. Precipitación mensual año 2022, estación meteorológica Guayaquil Aeropuerto



Fuente: INAMHI, 2023

Gráfico 3. Temperatura mensual año 2022, estación meteorológica Guayaquil Aeropuerto

7. CONCLUSIONES

- La superficie plantada del cultivo de caña de azúcar industrial se concentra en las provincias de Guayas con 78,986 ha y Cañar con 9,182 ha que representan a nivel país el 81% y 9% respectivamente. Por su parte, los cantones con mayor superficie plantada de caña de azúcar industrial son: Naranjal 16,158 ha (16.60%), El Triunfo 13,424 ha (13.79%), Coronel Marcelino Maridueña 13,333 ha (13.70%), Milagro 12,244 ha (12.58%), Naranjito 10,760 ha (11.05%), La Troncal 8,957 ha (9.20%), San Jacinto de Yaguachi 6,684 ha (6.87%) e Ibarra 2,887 ha (2.97%) que sumados contribuyen con el 87% del total nacional para este año.
- El cultivo de caña de azúcar industrial se concentra en tres áreas a nivel nacional. Las plantaciones existentes en Guayas, Cañar y Los Ríos aportan de forma significativa con el 93%, mientras que las otras dos áreas situadas en la provincia de Loja y en el límite entre Carchi e Imbabura suman el 7% restante. Tanto los cultivos de Loja como los del norte del país, están ubicados en valles interandinos secos donde las temperaturas medias anuales oscilan entre los 18 y 21 grados Celsius, lo cual bordea el límite inferior del requerimiento de temperatura que necesita el cultivo para su proceso de germinación, crecimiento y maduración.
- En referencia al requerimiento hídrico del cultivo, este necesita de 1,200 a 1,500 mm de precipitación al año (Duarte, 2019), con lo cual se puede señalar que las plantaciones de caña de azúcar industrial en Guayas y Cañar se encuentran en zonas donde la precipitación media anual incluso supera el requerimiento hídrico de la planta. Caso contrario sucede con las plantaciones ubicadas en Loja y Carchi-Imbabura, que al tener precipitaciones que oscilan entre los 300 – 800 mm al año, deben introducir sistemas de riego, para cubrir el déficit hídrico. Por su parte, Guayas y Cañar también cuentan con sistemas de riego para el cultivo debido a la presencia de meses secos (junio a noviembre) donde las precipitaciones son generalmente escasas.
- Las plantaciones situadas en los valles interandinos (Loja y Carchi-Imbabura) no cuentan con la precipitación necesaria que requiere el cultivo de caña, sin embargo, tienen la ventaja de poseer una mayor cantidad de horas sol, lo cual favorece el cultivo en sus diferentes etapas. Al recibir una alta intensidad y una duración amplia de irradiación solar, se favorece el macollamiento de la planta (Duarte, 2019).

8. RECOMENDACIONES

- Mantener el monitoreo satelital continuo del área de estudio, ya que permite evaluar y distinguir los cambios en la superficie del cultivo de caña de azúcar industrial, información importante para la toma de decisiones en beneficio del desarrollo de este y otros cultivos de relevancia para el país.
- Promover el monitoreo satelital agrícola utilizando la teledetección óptico - radar principalmente para zonas en donde las condiciones meteorológicas presentan nubosidad, lo cual dificulta el monitoreo con imágenes multiespectrales.

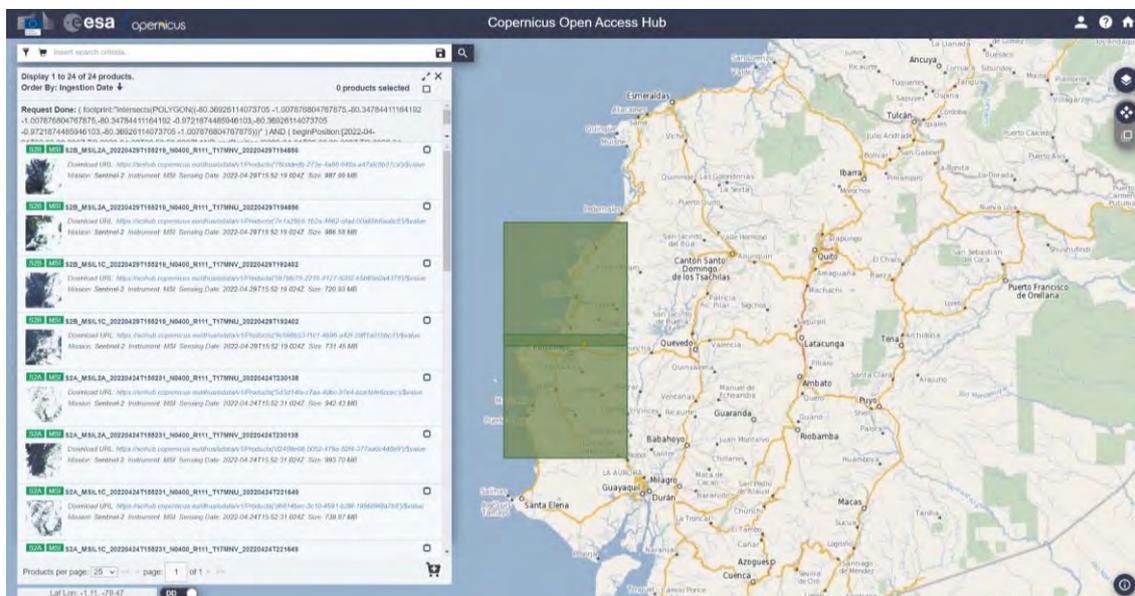
- Desarrollar investigación que permita incorporar nuevos procesos dentro de la estimación de superficie plantada, buscando optimizar el tiempo de respuesta y alternativas para reducir la dependencia de insumos libres que presentan nubosidad reiterada.
- Realizar trabajo de campo en los cantones que presentan mayores inconvenientes de interpretación por presencia continua de nubes en las imágenes satelitales.

9. BIBLIOGRAFÍA

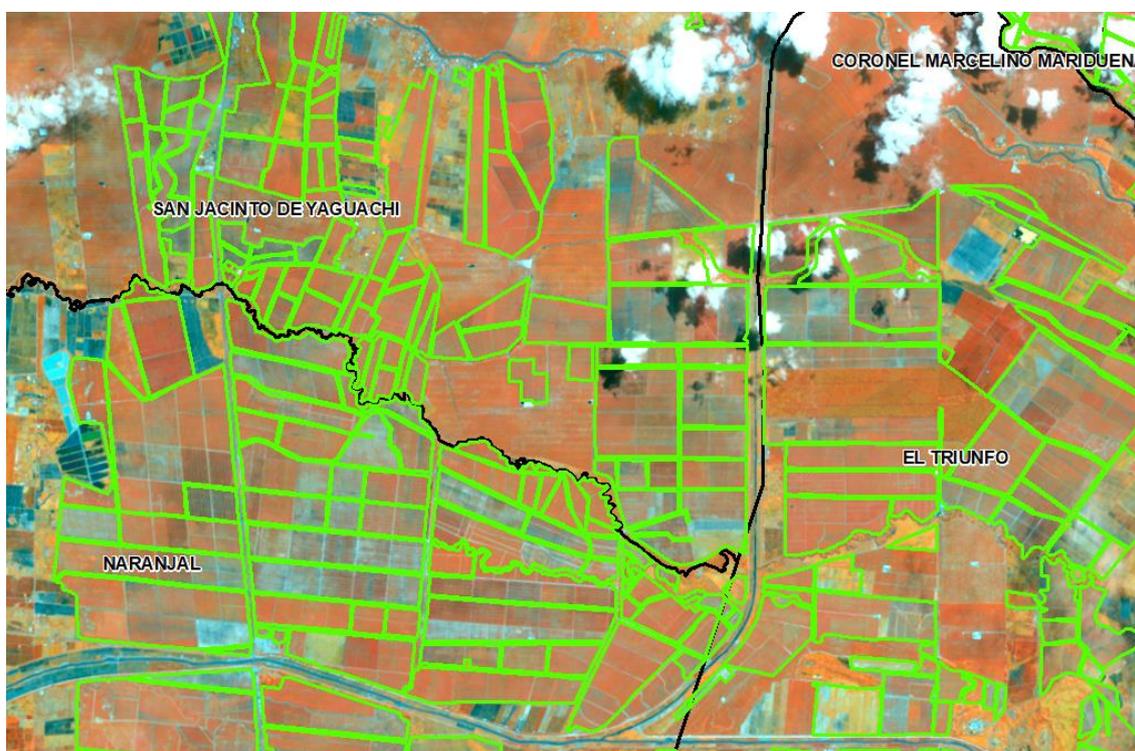
- Arozarena, A. (2009). *Teledetección y sistemas de tratamiento digital de imágenes*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid.
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador. (2004). *Fisiología, Floración y Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Ecuador*. Publicación Técnica Numero 3. Duran, Ecuador: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE).
- Chuvieco, E. (1996). *Fundamentos de teledetección espacial* (1ra. Ed.). Madrid, España: Rialp, S.A.
- Duarte, Oscar y González, Jorge. (2019). *Guía técnica cultivo de caña de azúcar*. San Lorenzo, Paraguay: Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de Asunción.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (1997). *Bases conceptuales y guía metodológica para la formulación del plan de ordenamiento territorial departamental*. Santa Fe de Bogotá, Colombia: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Ruano, M. (2008). *Control de la exactitud posicional en cartografía*. Primer borrador. Quito, Ecuador: Instituto Geográfico Militar.
- Vargas, E. (1992). *Análisis y clasificación del uso y cobertura de la tierra con interpretación de imágenes*. Santa Fe de Bogotá, Colombia: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

ANEXOS

ANEXO 1: Plataforma de imágenes satelitales ESA – Copernicus.



ANEXO 2: Identificación del cultivo de caña de azúcar industrial del año 2022 en imágenes satelitales Sentinel-2 del 16 de abril 2022, combinación de bandas 8-5-4, provincia de Guayas, cantones Naranjal, El Triunfo y San Jacinto de Yaguachi.



ANEXO 3: Estimación de superficie plantada del cultivo de caña de azúcar industrial por provincia y cantón, año 2021

PROVINCIA	CANTÓN	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE PROVINCIAL (%)	PORCENTAJE NACIONAL (%)
CAÑAR	CAÑAR	225	2.47	0.23
	LA TRONCAL	8,888	97.53	9.10
Total CAÑAR		9,114	100	9.33
CARCHI	BOLÍVAR	201	45.42	0.21
	MIRA	241	54.58	0.25
Total CARCHI		442	100	0.45
GUAYAS	ALFREDO BAQUERIZO MORENO (JUJAN)	1,705	2.16	1.75
	CORONEL MARCELINO MARIDUEÑA	13,368	16.91	13.68
	DURÁN	277	0.35	0.28
	EL TRIUNFO	13,319	16.85	13.63
	GENERAL ANTONIO ELIZALDE	892	1.13	0.91
	GUAYAQUIL	1,307	1.65	1.34
	MILAGRO	12,377	15.66	12.67
	NARANJAL	16,069	20.33	16.45
	NARANJITO	10,615	13.43	10.86
	SAN JACINTO DE YAGUACHI	6,855	8.67	7.02
	SIMÓN BOLÍVAR	2,274	2.88	2.33
Total GUAYAS		79,057	100	80.91
IMBABURA	ANTONIO ANTE	31	0.78	0.03
	IBARRA	2,990	75.20	3.06
	PIMAMPIRO	35	0.87	0.04
	SAN MIGUEL DE URCUQUÍ	920	23.15	0.94
Total IMBABURA		3,976	100	4.07
LOJA	CATAMAYO	1,566	65.61	1.60
	ESPÍNDOLA	257	10.77	0.26
	GONZANAMÁ	318	13.33	0.33
	LOJA	243	10.19	0.25
	PALTAS	2	0.10	0.00
Total LOJA		2,387	100	2.44
LOS RÍOS	BABAHOYO	2,732	100	2.80
Total LOS RÍOS		2,732	100	2.80
Total GENERAL		97,707		100

Fuente: MAG/CGINA/DGGA, 2021



EL NUEVO
ECUADOR 

**Ministerio de
Agricultura y Ganadería**



@AgriculturaEcuador



@agricultura.ec



@AgriculturaEc

www.agricultura.gob.ec