



Artículo original. Revista Killkana Sociales. Vol. 9, No. 1, pp. **109-124**, enero-abril, 2025.
p-ISSN 2528-8008 / e-ISSN 2588-087X. Universidad Católica de Cuenca

Optimización de la productividad agrícola ecuatoriana: Un análisis de conglomerados basado en K-Means

Optimization of ecuadorian agricultural productivity: A cluster analysis based on K-Means

Recepción: 15 de julio de 2024 | **Publicación:** 30 de enero de 2025

Jimmy Rodrigo Gualán Oviedo  
jgualanov@ucacue.edu.ec
Universidad Católica de Cuenca

Judith Cristina Pesantez Rodríguez 
jcpesantezr@ucacue.edu.ec
Universidad Católica de Cuenca

Paola Alexandra Carangui Velecela 
paola.pacv@gmail.com
Universidad Católica de Cuenca

Romel Patricio Mena Trujillo 
romel.mena@ucacue.edu.ec
Universidad Católica de Cuenca

DOI: <https://doi.org/10.26871/killkanasocial.v9i1.1534>

Resumen

La investigación realiza un análisis de la Optimización de la Productividad Agrícola Ecuatoriana mediante Conglomerados basado en K-Means, con el objetivo de identificar patrones y agrupamientos en los datos de productividad agrícola, prestando especial atención a las variables de cantidad cosechada y cantidad vendida. Estas variables son medidas clave para evaluar la producción y comercialización de los productos agrícolas. Para llevar a cabo el análisis de conglomerados de la productividad agrícola en Ecuador, se utilizaron los datos de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua

(ESPAC) del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), correspondientes al año 2022, enfocados específicamente en cultivos permanentes. Los resultados del estudio indican que existe una marcada diferencia en las variables de cantidad cosechada y cantidad vendida en el conglomerado 3, donde predominan productos específicos como el banano y la guanábana. Estos productos, que son predominantes en el conglomerado 3, demuestran una mayor eficiencia en la producción, logrando resultados significativamente superiores con el mismo o menor uso de recursos en comparación con los demás conglomerados. Este hallazgo sugiere que el banano y la guanábana tienen un alto potencial para mejorar la productividad agrícola del país. Además, el análisis revela que la optimización de la producción y comercialización en estos cultivos puede ser clave para el desarrollo agrícola sostenible en Ecuador. En conclusión, el uso del análisis de conglomerados basado en K-Means ha permitido identificar áreas de alta eficiencia en la producción agrícola ecuatoriana, destacando la importancia de estrategias específicas para los cultivos de banano y guanábana. Estos resultados proporcionan una base sólida para la formulación de políticas y la implementación de prácticas agrícolas mejoradas, que podrían incrementar significativamente la productividad y sostenibilidad del sector agrícola en Ecuador.

Palabras claves: clusters agrícolas, economía agrícola, eficiencia colectiva.

Abstract

The research conducts an analysis of the Optimization of Ecuadorian Agricultural Productivity through Clustering based on K-Means, with the objective of identifying patterns and groupings in agricultural productivity data, paying special attention to the variables of harvested quantity and sold quantity. These variables are key measures to evaluate the production and commercialization of agricultural products. To carry out the cluster analysis of agricultural productivity in Ecuador, data from the Continuous Area and Agricultural Production Survey (ESPAC) of the National Institute of Statistics and Censuses (INEC), corresponding to the year 2022, were used, specifically focusing on permanent crops. The study results indicate that there is a marked difference in the variables of harvested quantity and sold quantity in cluster 3, where specific products such as bananas and soursop predominate. These products, which are predominant in cluster 3, demonstrate greater efficiency in production, achieving significantly superior results with the same or fewer resources compared to the other clusters. This finding suggests that bananas and soursop have high potential for improving the country's agricultural productivity. Furthermore, the analysis reveals that optimizing production and commercialization in these crops could be key to sustainable agricultural development in Ecuador. In conclusion, the use of clustering analysis based on K-Means has allowed the identification of highly efficient areas in Ecuadorian agricultural production, highlighting the importance of specific strategies for banana and soursop crops. These results provide a solid basis for the formulation of policies and the implementation of improved agricultural practices, which could significantly increase the productivity and sustainability of the agricultural sector in Ecuador.

Key words: Agricultural Clusters, Agricultural Economy, Collective Efficiency.

Introducción

Ecuador cuenta con una gran diversidad climática y ecosistemas favorables para la agricultura, generando ventaja comparativa en los cultivos y productos agrícolas, a pesar de ello la producción de alimentos agrícolas es únicamente para el consumo local, eventualmente se destina para la exportación. Durante el periodo 2017-2022, el sector agrícola, aportó el 8% a la producción nacional, constituyéndose en un sector de los que más aporta a esta producción y también a la generación de empleo nacional. (Peñaherrera & Segovia, 2023). Es fundamental que el país optimice sus recursos naturales y agrícolas para mejorar la producción y se proyecte como potencia agrícola en la región. (Bermúdez et al., 2022). Con base a lo expuesto se realizó estudios estadísticos que permitan entender las características y factores que influyen en la producción agrícola ecuatoriana a través del análisis de conglomerados basado en el algoritmo K-Means, herramienta eficaz para identificar patrones y agrupamientos en los datos, lo que a su vez facilitará la toma de decisiones informadas y estratégicas del sector en análisis.

Cluster

Los clusters se definen como la "concentración progresiva de empresas de la misma industria, que, con el afán de un crecimiento sostenido de ésta, mantienen relaciones de cooperación con entidades involucradas como Universidades, Gobierno, Centros de Investigación, Instituciones Financieras, Proveedores, etc." (Vera Garnica, 2009).

Los clusters son concentraciones de organizaciones relacionadas entre sí, situadas en una zona territorial delimitada que agrupan a: productores, empresas e instituciones afines a un sector de la economía, buscan beneficios propios sin dejar de cooperar entre sí para generar un sistema productivo especializado de mayor eficiencia y especialización, contribuyen al desarrollo regional a través de la eficiencia colectiva (García et al., 2019). Esta tendencia de concentración deliberada de empresas se fortaleció en la década de los ochenta, la combinación local de capacidades, tecnología, instalaciones y proveedores se instauró en la clave para alcanzar competitividad en el mercado.

Los cluster tiene ventajas diversas, las principales a destacar son: reducción de costos de producción y comercialización, estandarización de productos/servicios, mayor acceso a financiamiento y capacitación, especialización y división de trabajo, productividad, aprendizaje productivo, tecnológico y comercial, desarrollo de la industria y economía local, también enfrentan limitaciones relacionadas con culturas organizacionales de no cooperación, conducta competitiva de tipo

predatorio, entre otros. (Morales et. al, 2014). Los cluster son, entonces, una vía para alcanzar eficiencia colectiva.

En América Latina, Schejtman & Berndegue (2004) indican la existencia de tres tipologías de cluster: a) Cluster de sobrevivencia, conformado por micro y pequeñas empresas productoras de bienes de baja calidad para consumo local, en gran medida son organizaciones informales de baja productividad y salarios deficientes; b) Cluster de medianas y grandes empresas, producen bienes de consumo masivo para mercados internos, y c) Cluster en torno a empresas transnacionales, poseen complejidad tecnológica.

Cluster agrícola

Tapia et al. (2015) refiere a los cluster de base agrícola como la “concentración de productores, agroindustria e instituciones soporte que participan en el mismo subsector agrícola o agroindustrial para construir redes de valor y enfrentar desafíos comunes” (p. 116). Los estudios de cluster agrícolas, varían de acuerdo a la dimensión o alcance, los microcluster estudian cómo las agrupaciones empresariales alcanzan ventaja competitiva y los estudios de mes o cluster realizan análisis sectoriales, miden alianzas estratégicas, identifican potencialidades entre otros (Tapia et al., 2015).

Economía agrícola

La economía agrícola, denominada también economía agraria tiene como finalidad el estudio de los sectores agrícolas-pecuarios y su relación con el sistema económico, esta disciplina relaciona la teoría económica con actividades agrícolas, agropecuarias, agroindustriales y aspectos ambientales centrándose, además, en los sectores primarios y rurales de un país.

Arias (2022) define a la economía agrícola como parte de la economía general que estudia los problemas económicos de la agricultura y actividades afines. Es sólo una rama de la economía aplicada cuya existencia es producto de la especialización impuesta por el progreso y la complejidad creciente de la ciencia y de la tecnología. (Vivas, 2010, p. 33)

El sector agrícola se relaciona con fábricas, comercio, finanzas, ambiente, proveedores, etc. siendo un factor dinámico en la economía, en Ecuador los bienes/servicios se producen para el consumo local y en escasa medida para el mercado internacional, a pesar de ello es un sector que contribuye a la creación de fuentes de empleo, al mantener participación directa en el crecimiento del PIB debe tecnificarse para presentar mayor aporte al PIB (Escalante et al., 2021).

Eficiencia Colectiva

En los años noventa se recalca la eficiencia colectiva como una ventaja competitiva que resulta de las alianzas y accionar de economías externas en conjunto, así las pequeñas y medianas empresas, en su mayoría, compartirían recursos y realizarían actividades en conjunto derivando en crecimiento y competitividad de las empresas involucradas (Obeso, 2014).

La generación de alianzas se forma a través de procesos de aprendizaje colectivo basados en la confianza de los actores, interacción social, semejanzas culturales, normas y sanciones, en ocasiones estos procesos, de ensayo error empresarial, se fortalecen en otras se desvanecen, a pesar de que la eficiencia colectiva textualmente se divise "como una simple fórmula: *externalidades + acción conjunta = eficiencia colectiva*" (Obeso, 2014, p. 5), la interacción genera retos para las organizaciones participantes.

La especialización sectorial (cluster) crea externalidades involuntarias, las alianzas, para esta aglomeración, son coordinadas a través de asociaciones y cooperaciones voluntarias, por ello para que exista eficiencia colectiva debe coexistir externalidades y acción conjunta en tejido productivo (Stumpo, et al., 2004).

Algoritmo K-Means

El algoritmo K-Means es ampliamente utilizado en el análisis de conglomerados para fraccionar un conjunto de datos en K grupos predefinidos. Se asigna cada observación al grupo más cercano en términos de distancia, minimizando la suma de las distancias al cuadrado dentro de cada grupo. Para optimizar el número de clústeres y evaluar la calidad de los resultados, se utilizan técnicas como K-Means++, el método de silueta, el método del codo, y el Análisis de Componentes Principales (PCA).

K-Means++ busca inicializar los centroides de manera más eficiente. En lugar de seleccionar aleatoriamente los centroides iniciales, K-Means++ utiliza una estrategia que selecciona los centroides iniciales de forma que estén más alejados entre sí. Esto ayuda a obtener una mejor convergencia y evita resultados subóptimos.

El método de silueta es una técnica para evaluar la calidad de los clusters obtenidos con el algoritmo K-Means. Calcula un valor de silueta para cada observación, que mide la similitud de la observación con su propio cluster en comparación con otros clusters. Un valor de silueta cercano a 1 indica que la observación está bien asignada a su cluster, mientras que un valor cercano a -1 indica una asignación incorrecta.

El método del codo es otra técnica para determinar el número óptimo de clusters en el algoritmo K-Means. Se calcula la suma de los cuadrados de las distancias dentro de cada cluster para diferentes valores de K. Luego, se traza un gráfico de la suma de los cuadrados de las distancias en función de K. El punto en el gráfico donde la mejora en la suma de los cuadrados de las distancias se vuelve menos significativa se conoce como el "codo". Este punto indica un equilibrio entre la varianza dentro de los clusters y la separación entre los clusters.

Por último, el Análisis de Componentes Principales (PCA) es un método que se utiliza para reducir la dimensionalidad de los datos. Este método transforma las variables originales en un nuevo conjunto de variables, los componentes principales, que son combinaciones lineales de las variables originales, y que capturan la mayor parte de la variación en los datos. Esto facilita la visualización y la interpretación de los datos, y puede mejorar la eficiencia del algoritmo K-Means al reducir el número de dimensiones que necesita considerar

Fundamentación metodológica

La investigación realizada es de corte transversal, profundidad correlacional y documental, para realizar el análisis de conglomerados de la productividad agrícola en Ecuador, se utilizaron los datos de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), año 2022, referentes específicamente a cultivos permanentes. Así, de la base de datos original, que contiene más de 100 columnas, se eligieron las siguientes variables para el análisis de la producción agrícola.

Tabla 1

Variables de la investigación

rc_clacul	Clave de cultivo_campo
cp_k409ha	Superficie plantada_hectáreas
cp_k411ha	Superficie cosechada_hectáreas
cp_k416	Cantidad cosechada
cp_k422	Cantidad vendida
cp_prod	Producción_toneladas métricas
cp_sriego	Superficie con riego
cp_sufertilizantes	Superficie con fertilizantes
cp_sufitosanitario	Superficie con fitosanitarios

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEC.

Seguidamente para encontrar el número óptimo de clusters se realizó el agrupamiento mediante el algoritmo k-means, método del codo, esta subdivisión es ejecutada considerando centroides para medir las distancias entre este y el punto, los grupos son formados con los puntos cuya distancia con el centroide sea más corta, creando, así, agrupamientos basados en patrones.(Rabadán et al., 2022).

Resultados

Producción (en toneladas métricas): Es el volumen total de producción agrícola obtenida en cada cultivo permanente. Además, se consideraron variables relacionadas con el manejo agrícola, como la superficie con riego, la superficie con fertilizantes y la superficie con fitosanitarios. Estas variables son importantes para comprender las prácticas agrícolas utilizadas en el cultivo de los productos. El objetivo principal de este análisis de conglomerados es identificar patrones y agrupamientos en los datos de productividad agrícola. Se prestó especial atención a las variables de cantidad cosechada y cantidad vendida, ya que estas son medidas clave para evaluar la producción y comercialización de los productos agrícolas. En el análisis de conglomerados, se agruparon los cultivos permanentes en función de sus características de producción y comercialización. Esto permitió identificar grupos similares de cultivos y analizar las diferencias y similitudes entre ellos. Es importante destacar que este estudio se centra en la productividad agrícola en Ecuador y tiene como objetivo proporcionar información que pueda ser utilizada para mejorar las prácticas agrícolas y optimizar la producción en el país.

En el siguiente cuadro se tiene las principales estadísticas de cada una de las variables.

Tabla 2
Estadísticas de las variables

rc_clacul	cp_k409ha	cp_k411ha	cp_k416	cp_k422
Min. :402.0	Min. : 0.0100	Min. : 0.0100	Min. : 0	Min. : 0
1st Qu.:410.0	1st Qu.: 0.7056	1st Qu.: 0.7056	1st Qu.: 51	1st Qu.: 50
Median :411.0	Median : 3.0000	Median : 3.0000	Median : 250	Median : 250
Mean :426.1	Mean : 46.1191	Mean : 45.7189	Mean : 56104	Mean : 53557
3rd Qu.:444.0	3rd Qu.: 25.0000	3rd Qu.: 25.0000	3rd Qu.: 6000	3rd Qu.: 6000
Max. :499.0	Max. :2000.0000	Max. :1730.0000	Max. :3458079	Max. :3458079

cp_prod	cp_sriego	cp_sufertili- zantes	cp_sufitosani- tario
Min. : 0.01	Min. : 0.0100	Min. : 0.0100	Min. : 0.0100

1st Qu.: 100.00	1st Qu.: 0.7056	1st Qu.: 0.7056	1st Qu.: 0.7056
Median : 204.54	Median : 3.0000	Median : 3.0000	Median : 3.0000
Mean : 1039.14	Mean : 46.1191	Mean : 46.1191	Mean : 46.1191
3rd Qu.: 477.27	3rd Qu.: 25.0000	3rd Qu.: 25.0000	3rd Qu.: 25.0000
Max. :81437.25	Max. :2000.0000	Max. :2000.0000	Max. :2000.0000

Fuente: Elaboración propia con estadístico R

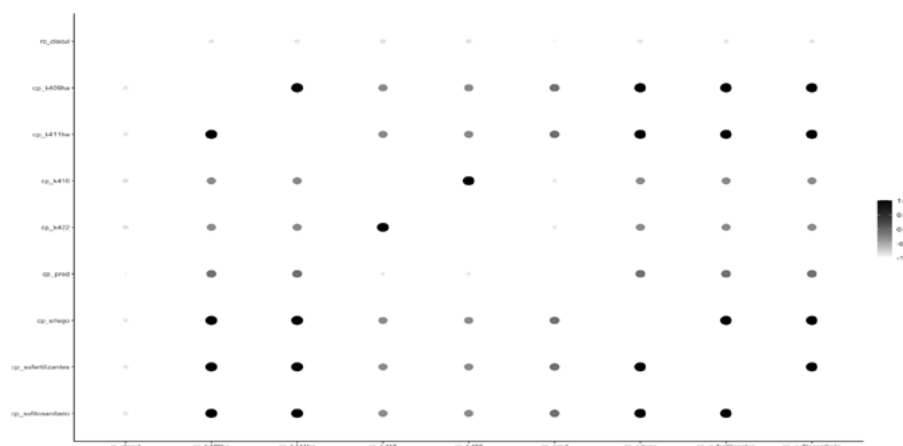
Gracias al uso del comando **summarise** en R, se observa una gran cantidad de datos faltantes en la base de datos. Por ejemplo, la variable **cp_riesgo** presentaba 102,227 datos faltantes. En este análisis, no se aplicó ninguna técnica para rellenar los datos faltantes, como el uso de la mediana u otros métodos basados en los vecinos más cercanos. La razón de esto es que, en la mayoría de las variables, la media era significativamente mayor que la mediana, lo que indica la presencia de un sesgo hacia la derecha. Esta característica dificulta la aplicación de técnicas de imputación.

Además, dada la cantidad considerable de datos faltantes en la base de datos, predecir estos valores mediante un modelo podría generar datos erróneos y sesgar los resultados del análisis. Por lo tanto, se optó por omitir los datos faltantes, lo que resultó en una base de datos más pequeña, pero con una mayor calidad de datos.

En el análisis gráfico se encuentra una tabla de correlaciones entre las variables seleccionadas.

Grafico 1

Correlaciones entre variables



Fuente: Elaboración propia con estadístico R

Como se puede observar, existen análisis altamente correlacionados, esto puede afectar negativamente al algoritmo K-means ya que esencialmente proporcionan información redundante. Esto puede influir de manera desproporcionada en la formación de los clusters, lo que podría sesgar los resultados.

Por lo tanto, se utilizará un análisis de la dimensionalidad, como el Análisis de Componentes Principales (PCA), antes de realizar el análisis de conglomerados.

Tabla 3
Análisis de componentes

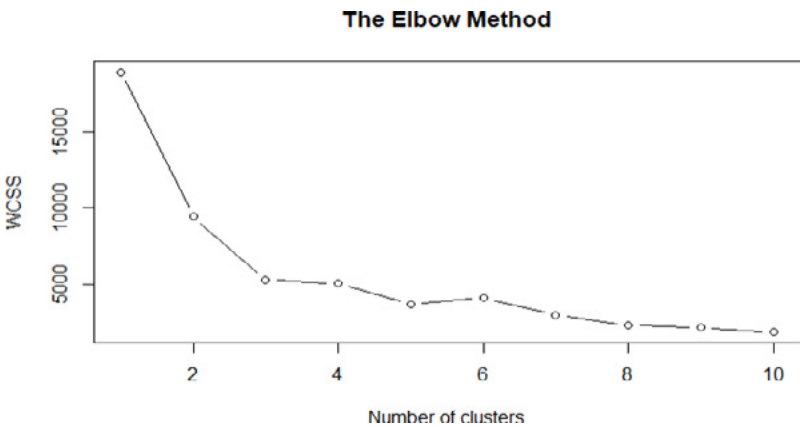
Importance of components:									
PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10
Standard deviation 2.5185	12.419	0.98110	0.85598	0.64394	0.05112	0.05018	2.08e-15	1.3e-30	3,36E-43
Proportion of Variance 0.6343	0.1542	0.09626	0.07327	0.04147	0.00026	0.00025	0.00e+00	0.0e+00	0.000e+00
Cumulative Proportion 0.6343	0.7885	0.88475	0.95802	0.99949	0.99975	100.000	1.00e+00	1.0e+00	1,00E+03

Fuente: Elaboración propia con estadístico R

Se tiene que las componentes principales PC1 y PC2 explican el 78.85% de la varianza total de los datos, mientras que la PC3 explica solo el 88.475%. Debido a la mayor facilidad de interpretación y la mayor contribución a la varianza, se optará por utilizar solo PC1 y PC2 en el análisis subsiguiente.

Ahora que se tiene los datos transformados con los componentes principales, se aplicará los métodos para determinar el número óptimo de clústeres.

Gráfico 2
Número de clusters



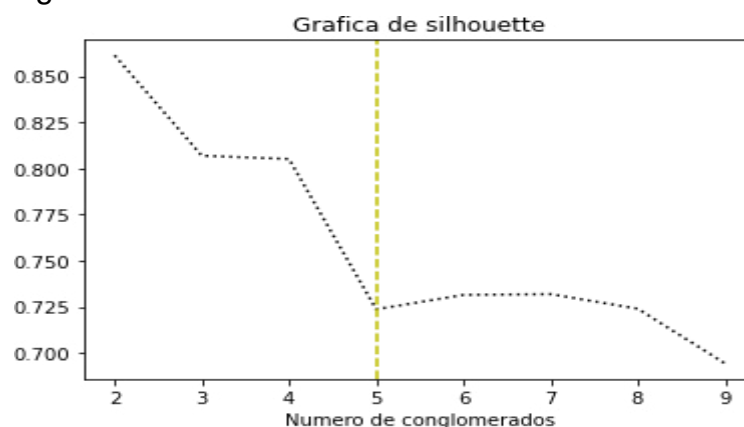
Fuente: Elaboración propia con estadístico R

En el método del codo, se puede observar que a partir de 5 clusters las distancias aumentan, por lo tanto, es un claro indicativo de que 5 es la opción más eficiente. Por otra parte, también tenemos otro método para seleccionar el número óptimo de clusters que es la gráfica de silueta. Con este método también se observa que a partir de 5 clusters es la mejor opción.

Con este método también se observa que a partir de 5 clusters pierde la eficiencia. En conclusión, ambos métodos nos indicaron que 5 clusters es la mejor opción.

Grafico 3

Número de conglomerados

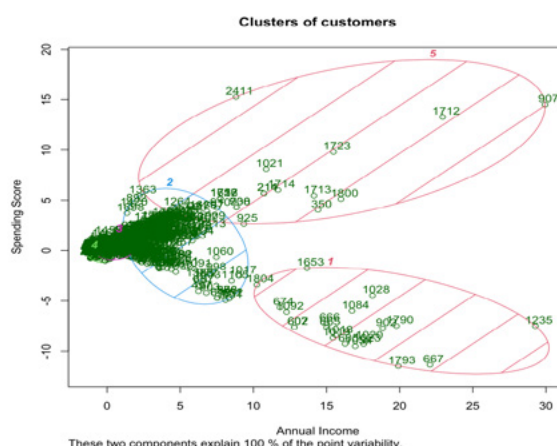


Fuente: Elaboración propia con estadístico R

Aquí se presentan las gráficas encontradas en el análisis de clusters, con diferentes tipos de imágenes para que se puedan observar cómo están formados los clusters.

Grafico 4

Análisis de cluster

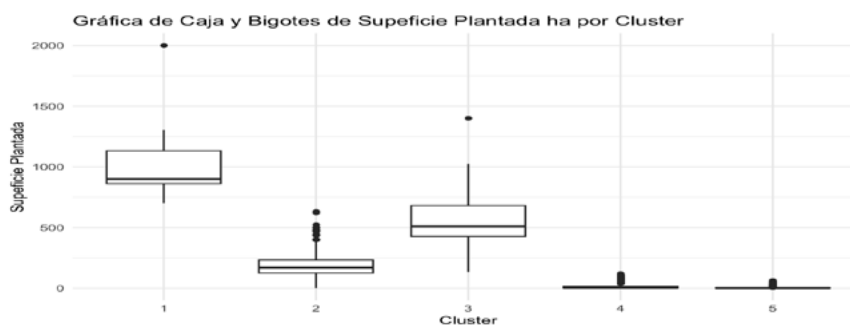


Fuente: Elaboración propia con estadístico R

Finalmente, se realiza una tabla comparativa entre los clusters con cada una de las variables.

Grafico 5

Análisis de clusters –variables

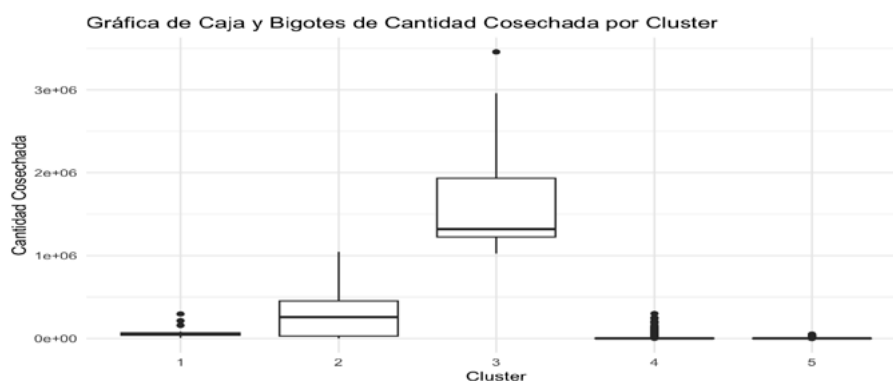


Fuente: Elaboración propia con estadístico R

El diagrama de caja y bigotes analizado muestra la distribución de la superficie agrícola en Ecuador, dividida en cinco clusters. El cluster 1 se destaca por su gran variabilidad y superficies extensas, con medianas superiores a 1000 ha y muchos valores atípicos. El cluster 2 también es variable, pero con una mediana menor, alrededor de 500 ha, y menos valores atípicos. El cluster 3 presenta una mediana similar al cluster 2, pero con menos valores atípicos, indicando mayor homogeneidad. Los clusters 4 y 5 tienen medianas cercanas a cero y rangos intercuartílicos estrechos, lo que señala superficies pequeñas y consistentes. La presencia de valores atípicos en los clusters 1 y 2 sugiere operaciones agrícolas a gran escala, posiblemente para exportación o producción masiva, mientras que los otros clusters podrían indicar una agricultura de menor escala, enfocada en el consumo local o mercados más pequeños.

Grafico 6

Cantidad cosechada por clusters

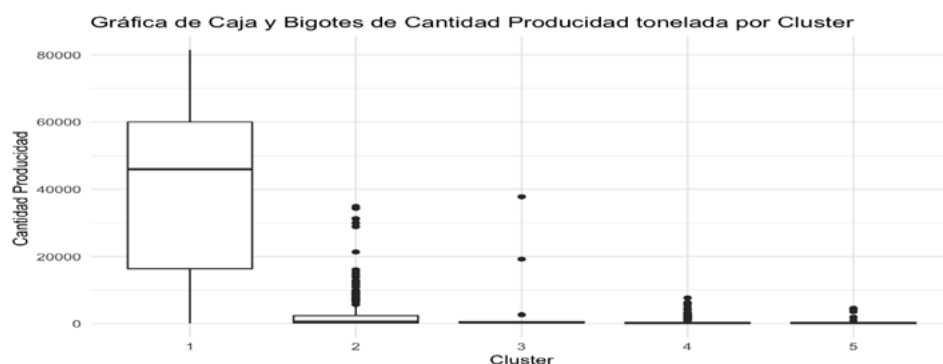


Fuente: Elaboración propia con estadístico r

La gráfica muestra un análisis de la cantidad cosechada en el sector agrícola ecuatoriano, distribuida en cinco clusters. El cluster 3 destaca con una mediana que supera los 2 millones de unidades, mostrando gran variabilidad y un valor atípico que sugiere una producción excepcionalmente alta. El cluster 2 también tiene variabilidad, con una mediana alrededor de 1 millón de unidades y algunos valores atípicos. Los clusters 1, 4 y 5, por otro lado, tienen cantidades cosechadas mucho menores, con poca o ninguna variabilidad y sin valores atípicos notables. Esto implica que los clusters 3 y 2 podrían representar áreas de cultivo de alto rendimiento, mientras que los otros clusters parecen estar asociados con cultivos de menor escala.

Grafico 7

Cantidad producida por clusters



Fuente: Elaboración propia con estadístico R

La gráfica de caja y bigotes muestra la cantidad de producción en toneladas distribuida por clusters. El cluster 1 tiene un rango intercuartílico amplio con una mediana cercana a 40,000 toneladas, indicando variabilidad en la producción y presencia de valores atípicos significativos. El cluster 2 exhibe una mediana mucho más baja y menos variabilidad. Los clusters 3, 4 y 5 tienen medianas y rangos intercuartílicos reducidos, lo que señala una producción mucho más baja y homogénea. En resumen, hay una clara disparidad en la cantidad de producción entre el cluster 1 y los demás, con el cluster 1 destacando como el más productivo.

En general se puede considerar que:

Cluster 1:

- Superficie Plantada y Cosechada: Se caracteriza por tener la mayor superficie plantada y cosechada, lo que indica operaciones agrícolas de gran escala. La variabilidad en el tamaño de estas superficies es significativa, lo cual puede sugerir diversidad en los tipos de cultivos o en las prácticas agrícolas.

- Cantidad Producida: Este cluster muestra la mayor cantidad de producción en toneladas, reflejando probablemente una alta eficiencia o cultivos de alto rendimiento. El hecho de que también tenga los valores más altos en superficie con riego y en el uso de fitosanitarios y fertilizantes apoya la idea de que se trata de una agricultura intensiva, posiblemente con una inversión significativa en tecnología y gestión agrícola.

Cluster 3:

- Superficie Plantada y Cosechada: Aunque menor que el cluster 1, el cluster 3 presenta una superficie plantada y cosechada significativa, lo que sugiere que también participa en operaciones a gran escala pero con menos variabilidad en la superficie utilizada comparado con el cluster 1.
- Cantidad Cosechada y Vendida: Exhibe volúmenes altos en cosecha y ventas, pero no tan grandes como los del cluster 1. Esto puede indicar que las operaciones en este cluster son eficientes y orientadas al mercado, aunque tal vez no al mismo nivel de intensificación que el cluster 1.

En general se obtiene en la siguiente table donde se encuentran qué tipo de cultivos que se encuentra en cada cluster.

Tabla 4

Tipos de cultivos por cluster

cluster	rc_clacul	cluster	rc_clacul
3	407	1	419
3	407	1	419
3	407	1	419
3	407	1	419
3	407	1	419
3	407	1	419
3	407	1	419
3	407	1	456
3	407	1	419
3	407	1	419
3	407	1	419
3	407	1	419
3	407	1	419
3	407	1	419
3	407	1	456
3	407	1	419

3	434	1	419
		1	407
		1	456
		1	419
		1	456

Fuente: Elaboración propia con estadístico R

Como se puede observar en el conglomerado 3, la mayor cantidad de plantas tiene el código 407, el cual hace referencia al banano, y uno de 434 que es la guanábana. Por otra parte, en el conglomerado 2, tenemos dos que predominan que son el 419 y 456, que son la caña de azúcar y la palma.

Discusión y recomendaciones

De acuerdo con el análisis realizado, los conglomerados presentan similitudes en términos de variables como la superficie plantada, la superficie con riego, la superficie cosechada, la superficie tratada con fertilizantes y la superficie aplicada con fitosanitarios. No obstante, hay una marcada diferencia en las variables de cantidad cosechada y cantidad vendida en el conglomerado 3, donde predominan productos específicos como el banano y la guanábana. Estos productos, predominantes en el conglomerado 3, demuestran una mayor eficiencia en la producción, logrando resultados significativamente superiores con el mismo o menor uso de recursos en comparación con los demás conglomerados. Esto sugiere que el sector agrícola ecuatoriano debería priorizar el enfoque en este tipo de cultivos más eficientes. Por otro lado, es necesario realizar un análisis más profundo para determinar si los productos del conglomerado 1, como la caña de azúcar y palma, están realmente optimizados. Además, se debe tener en cuenta que la inversión en estos productos, especialmente en la superficie plantada, puede ser utilizada por otros tipos de productos para mejorar la productividad. Es importante mencionar que, aunque no se realizó un análisis regional específico, se observa que la caña de azúcar y la palma son productos propios de climas tropicales. También se recomienda estudiar en mayor detalle el desarrollo del banano en la región amazónica, ya que representa una oportunidad para expandir el desarrollo agrícola en dicha zona.

Finalmente, aunque se tomó como motivo principal para la distribución de los conglomerados el tipo de productos, es importante considerar que pueden existir otras variables que estén influyendo en esta agrupación. Por lo tanto, se recomienda realizar estudios adicionales para analizar si hay más variables relevantes más allá de las utilizadas en este análisis.

Referencias bibliográficas

- Arias, E. R. (2022). Economía agrícola. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/economia-agricola.html>
- Escalante Pineda, M.E., Urbina Bustos, S.S., Banderas Benítez, V.E., Farinango Salazar, R.A., Sotomayor Cabrera, K.K. (2021). Análisis de la estructura productiva de la economía ecuatoriana: Exportaciones del sector agrícola. *Revista Sociedad & Tecnología*, 4(3), 380-398
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (Ed.). (2019). *Agricultura, la base de la economía y la alimentación*. <https://www.agricultura.gob.ec/agricultura-la-base-de-la-economia-y-la-alimentacion/>
- Melendez, J. R. (2023). Economía agroalimentaria circular: tendencias gerenciales para la sostenibilidad de los sistemas de producción. *Revista Venezolana De Gerencia*, 28 (Especial 9), 664-684.
- Morales, L. A., Velasco, L., Perez, S. (2014). Estrategias Para La Formación De "Clusters" Agrícolas En Zonas Rurales. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 35(1), 1004-1011. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14131676009>
- Murcla, H. (1997). Fundamentos de economía. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/12690/BVE20108483e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Obeso M, (2014). La construcción de eficiencias colectivas en redes de PyMES, *Revue Interventions économiques* , 50. <http://journals.openedition.org/interventionseconomiques/2240> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/interventionseconomiques.2240>
- Reinoso, L., Vera, J. A., y Naranjo, W. G. (2022). Condiciones sistémicas para el emprendimiento dinámico en el cluster textil-confección en Ibagué-Colombia. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27 (Especial 7), 492-509. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.7.32>
- Schejtman, A. y Berdegue, J. A. (2004). Desarrollo territorial rural. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural (RIMISP)-Debates y temas rurales No. 1. http://www.rimisp.or/wp-content/files_mf/13630933_92schejtman_yberdegue2004_desarrollo_territorial_rural_5_rimisp_CArduen.pdf. Consultado el 22 de marzo de 2024.
- Stumpo G. et al. (2004). Pequeñas y medianas empresas y eficiencia colectiva, Estudio del Caso de América Latina, CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/>

[server/api/core/bitstreams/bb9695f6-4086-4fa6-b9eb-228263a36b56/
content](server/api/core/bitstreams/bb9695f6-4086-4fa6-b9eb-228263a36b56/content)

- Tapia, B. L., Aramendiz, T. H., Pacheco, Q. J., & Montalvo, P. A. (2015). Clusters agrícolas: un estado del arte para los estudios de competitividad en el campo. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 32(2), 113-124. <https://doi.org/10.22267/rcia.153202.19>
- Vera, J. (2009). Cluster del Salmón en Chile: análisis de los factores de competitividad a escala internacional. *Revista Venezolana de Gerencia*, 47 (14), 343-370, Universidad del Zulia Maracaibo, Venezuela. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29014477003>
- Vivas, E. (2010). Economía Agraria (Vol. 1). Editronic S.A. <https://repositorio.una.edu.ni/2465/1/ne10v855e.pdf>
- Bermúdez, B. N., Arboleda, X., & Camino, M. S. (2022). Production and business profitability in the agricultural sector of Ecuador | Producción y rentabilidad empresarial en el sector agrícola del Ecuador. *Cepal Review*, 2022(137), 133-157.
- Peñaherrera, C., & Segovia, V. (2023). ARIMA : UN MODELO PREDICTIVO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA ECUATORIANA. 19.
- Rabadán, P. F., Berumen, S. A., Guiance, L. J., & Hernández, M. C. (2022). Reconstrucción y consistencia factorial: la regla del codo aplicada al RMSEA, análisis paralelo y otras pruebas confirmatorias. *Revista de Métodos Cuantitativos Para La Economía y La Empresa*, 33, 353-385. <https://doi.org/10.46661/revmetodoscuanteconempresa.5464>
- Bermúdez, B. N., Arboleda, X., & Camino, M. S. (2022). Production and business profitability in the agricultural sector of Ecuador | Producción y rentabilidad empresarial en el sector agrícola del Ecuador. *Cepal Review*, 2022(137), 133-157.
- Peñaherrera, C., & Segovia, V. (2023). ARIMA : UN MODELO PREDICTIVO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA ECUATORIANA. 19.
- Rabadán, P. F., Berumen, S. A., Guiance, L. J., & Hernández, M. C. (2022). Reconstrucción y consistencia factorial: la regla del codo aplicada al RMSEA, análisis paralelo y otras pruebas confirmatorias. *Revista de Métodos Cuantitativos Para La Economía y La Empresa*, 33, 353-385. <https://doi.org/10.46661/revmetodoscuanteconempresa.5464>