



DOI: <https://doi.org/10.23857/fipcaec.v8i2>

Una Alternativa Multicriterio al sector agrícola: Producción de los principales productos agros ecuatorianos

A Multicriteria Alternative to the agricultural sector: Production of the main Ecuadorian agricultural products

Uma alternativa multicritério para o setor agropecuário: produção dos principais produtos agrícolas equatorianos

Juan Federico Villacis Uvidia ^I

jf.villacis@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-4431-0647>

Hector Santiago López Zurita ^{II}

slopez@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-0604-9855>

Valeria Salomé Villalba Mayorga ^{III}

valevima@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-9160-3736>

Kenya Anahí Freire García ^{IV}

kenyaanahifreiregarcia@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-1556-196X>

Correspondencia: jf.villacis@uta.edu.ec

* **Recepción:** 21/04/2023 * **Aceptación:** 31/04/2023 * **Publicación:** 09/05/2023

1. Magíster en Economía y Administración Agrícola por la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Economista mención en Gestión Empresarial por la Universidad Nacional de Chimborazo, Docente de Tiempo Completo de la Universidad Técnica de Ambato, adscrito a la Facultad de Contabilidad y Auditoría, Ambato, Ecuador.
2. Master of Science in Global Technology and Development por Arizona State University, Economista por la Universidad Central del Ecuador, Magíster en Costos y Gestión Financiera por la Universidad Técnica de Ambato, Profesor Titular de la Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
3. Economista, Investigadora Independiente, Ambato, Ecuador.
4. Estudiante de la Universidad Técnica de Ambato de la Facultad de Contabilidad y Auditoría Carrera de Economía, Investigadora Independiente, Ambato, Ecuador.

Resumen

Los métodos de evaluación comúnmente utilizados para evaluar el comportamiento de los sectores productivos plantean dificultades en su implementación. Sea por no disponer de datos suficientes para realizar un modelo consistente. Debido a este problema, en este estudio, utilizamos el método de análisis multicriterio: CRITIC y el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP); utilizados para identificar el comportamiento de los productos en el sector agrícola ecuatoriano. La nueva metodología CRITIC es un método de comparación de criterios y alternativas, que habitualmente están en conflicto entre sí; y que, a su vez, nos faculta el incluir variables cualitativas mediante la combinación con AHP, a través de una escala fundamental. Los resultados evidencian una mayor producción de arroz en el sector agroindustrial, y la soya una producción no tan representativa. De esta manera entender que las ganancias y la tecnología consideradas en la producción de los productos tiene impacto en su productividad.

Clasificación JEL: J43, Q17, Q56.

Palabras Claves: Productividad; CRITIC; AHP; criterios; alternativas; agrícola; multicriterio; agroindustria.

Abstract

The evaluation methods commonly used to evaluate the behavior of the productive sectors pose difficulties in their implementation. It may be due to not having enough data to make a consistent model. Due to this problem, in this study, we used the multi-criteria analysis method: CRITIC and the Analytical Hierarchy Process (AHP); used to identify the behavior of products in the Ecuadorian agricultural sector. The new CRITIC methodology is a method of comparing criteria and alternatives, which are usually in conflict with each other; and which, in turn, enables us to include qualitative variables through the combination with AHP, through a fundamental scale. The results show a greater production of rice in the agro-industrial sector, and soybean production is not so representative. In this way, understand that the profits and the technology considered in the production of the products have an impact on their productivity.

JEL Classification: J43, Q17, Q56.

Key Words: Productivity; CRITIC; AHP; criteria; alternatives; agricultural; multicriteria; agroindustry.



Resumo

Os métodos de avaliação comumente utilizados para avaliar o comportamento dos setores produtivos apresentam dificuldades em sua implementação. Pode ser devido a não ter dados suficientes para fazer um modelo consistente. Devido a esse problema, neste estudo, utilizamos o método de análise multicritério: CRITIC e Analytical Hierarchy Process (AHP); usado para identificar o comportamento dos produtos no setor agrícola equatoriano. A nova metodologia CRITIC é um método de comparação de critérios e alternativas, geralmente conflitantes; e que, por sua vez, permite incluir variáveis qualitativas por meio da combinação com o AHP, por meio de uma escala fundamental. Os resultados mostram uma maior produção de arroz no setor agroindustrial, sendo que a produção de soja não é tão representativa. Dessa forma, entenda que os lucros e a tecnologia considerada na produção dos produtos impactam na produtividade dos mesmos.

Classificação JEL: J43, Q17, Q56.

Palavras-chave: Produtividade; CRÍTICO; AHP; critério; alternativas; agrícola; multicritério; agroindústria.

Introducción

Los sistemas de producción agrícola están básicamente diseñados para lograr mayores rendimientos a través del manejo de factores biológicos y abióticos y sus interrelaciones para lograr tal efecto con el uso de varias tecnologías. En el siglo pasado, especialmente en la década de 1960, el auge de la agricultura de altos insumos permitió aumentar significativamente el rendimiento de varios cultivos (Castellanos & Morales, 2017). Algunas gracias al uso de variedades mejoradas de arroz, maíz amarillo duro, soya, café y cacao, entre otros. Cultivando una cierta cantidad de sembríos en una tierra fértil durante todo el año (cultivo único) bajo el uso de grandes cantidades de agua, fertilizantes, tecnología, etc. (Castellanos & Morales, 2017). Siendo estas premisas al hablar del sistema agro-productivo.

Lograr mejores resultados económicos también ha significado mayores costos ambientales debido al impacto negativo que esto tiene sobre el entorno natural. La agricultura involucra diversas

operaciones de cultivo de la tierra y de los cultivos, es decir, una serie de acciones humanas que modifican el medio natural, como una serie de técnicas y conocimientos para el manejo de la tierra (Castellanos & Morales, 2017). Sin embargo, esta transformación no significa el agotamiento o deterioro de los recursos naturales necesarios para esta actividad económica (Castellanos & Morales, 2017). Por tanto, debemos tomar en cuenta tanto los intereses ambientales, como los económicos.

El patrón irracional de la producción y el consumo agrícola, entre otros factores, han provocado el deterioro del medio natural. Como resultado, esta última condición limita las tasas de crecimiento actuales y futuras de este sector. Lo anterior significó adoptar diferentes enfoques en la agricultura, incluyendo una perspectiva más amplia que garantice la sostenibilidad del desarrollo en este sector y requiere la combinación adecuada de técnicas, políticas y actividades (Castellanos & Morales, 2017). Basados en principios económicos y respeto al medio ambiente, mantenemos o aumentamos el rendimiento de la producción agrícola en los niveles necesarios para satisfacer las crecientes demandas de los locales mientras protegemos el medio ambiente (Castellanos & Morales, 2017). Para conocer el impacto que ha tenido la producción agrícola de los productos a estudiarse, y la integración de la productividad, costo de producción, rendimiento nacional, ganancias y tecnología; es necesaria una adecuada información para trabajar con dichos datos actualizado. Esto último justifica el uso de información agroambiental y de tecnificación agropecuaria. Para de esta manera poder evaluar estas fluctuaciones para predecir con mayor precisión la producción de cultivos de los productos agrícolas: arroz, maíz, soya, café y cacao.

Planteándose estudios previos que relacionan la temática presentada, con la metodología desarrollada. En el caso del artículo “Determinación del uso potencial agrícola mediante Modelación Geoespacial y Análisis Multicriterio para la Cuenca Balsas Mezcala” presentado por Anastacio Espejel, Jorge Romero y Ariadna Barrera; explican que, por el método de análisis multicriterio, fue posible considerar problemas de decisión multicriterio, sean estos: tipos de geomorfología (geomorfología y suelo), climatología (modelos térmicos y pluviométricos), y requisitos climatológicos educativos para las plantas cultivadas. Logrando así llegar a resultados relevantes en el área de estudio.

Así fue como se toma en cuenta en este trabajo a la agricultura de precisión y se define en la literatura especializada según diversos enfoques en función de las variables que la caracterizan. Sin



embargo, el enfoque puede ser parcial porque no contiene todas las variables necesarias para una definición científica estricta de las variables de entorno, pero que en particular no deben ser ignoradas debido a su relación con el resto de las variables (Castellanos & Morales, 2017). Por ello, el propósito de este trabajo fue realizar un análisis crítico de la conceptualización de la agricultura de precisión, direccionadas a la producción agrícola (Castellanos & Morales, 2017). Relacionando nuestro objeto de estudio, con la teoría planteada y la problemática real.

El presente artículo presentará el marco teórico en la que basa nuestra investigación, la metodología de análisis multicriterio con las que se explicará la producción agrícola de los productos definidos al estudio, así como la discusión y resultados obtenidos.

Marco teórico

Desde entonces, para (Castellanos & Morales, 2017) la agricultura de precisión ha sido definida en la literatura especializada desde diferentes bordes que contienen diferentes variables que se incluyeron en este enfoque. Los conceptos más importantes son:

- Un sistema de producción basado en la integración de información y producción. Diseñado para ubicaciones específicas y para toda la unidad de producción, con el objetivo de mejorar la eficiencia, la productividad y la rentabilidad a largo plazo y minimizar el impacto en las mismas (Farm Bill, 1996).
- Esto se refiere al uso de la llamada tecnología de la información para tomar decisiones administrativas técnica, económica y ambientalmente sólida (García & Flego, 2014).
- Este es un sistema alternativo sostenible utilizado en la producción agrícola para recolectar información en tiempo real utilizando diversos métodos o herramientas técnicas. Lo que está sucediendo o puede suceder en los suelos y las plantas para tomar decisiones que pueden aumentar los rendimientos, reducir los costos de producción y reducir los impactos ambientales (Srinivasan, 2006).
- Haz lo correcto en el lugar correcto en el momento correcto (Bogiovanni, 2006).
- La agricultura de precisión es un concepto de agricultura basado en la existencia de variabilidad de campo. Para estimar, evaluar y comprender estas fluctuaciones, es necesario utilizar nuevas tecnologías como el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), sensores,

satélites y fotografías aéreas, así como herramientas de gestión de la información (GIS) (Norton and Swinton, 2000).

- Esta filosofía propone distinguir los factores de producción de acuerdo con las características específicas de cada sitio para maximizar la utilización de los recursos y minimizar los costos de los efectos de la contaminación. Utilizando el área más pequeña de información de soporte disponible como unidad de gestión. Metodológicamente, incorpora herramientas técnicas disponibles actualmente, en especial herramientas que toman en cuenta referencias geográficas a sitios vía satélite, y bases de datos de información para sitios específicos como apoyo para sustentar decisiones administrativas. Este proceso requiere recopilar información en cada sitio, organizarla y analizarla y, finalmente, graficar estrategias para abordar las limitaciones a nivel del sitio. La gestión de cultivos por lotes o secciones es una tendencia de futuro que está aumentando gradualmente en la mayoría de las actividades agrícolas. Además, existe esta nueva tendencia que impone al concepto un poderoso elemento técnico en la recolección y manejo de la información (Pérez, Zamora, Vicini, Monasterio, 2002).
- El objetivo de la agricultura de precisión es proporcionar a los agricultores toda la información necesaria sobre las diferencias en la agricultura dentro de la parcela. Esto permitirá cultivar, fertilizar, plantar e irrigar 1 metro cuadrado de terreno para alcanzar los valores máximos. Se puede producir en cualquier momento y esto conduce a costos de producción más bajos y una gestión de la agricultura más respetuosa con el medio ambiente (Valero, 2013).
- Una estrategia de gestión que utiliza tecnología de la información para recopilar datos de múltiples fuentes y tomar decisiones relacionadas con la producción de cultivos (National Research Council, 1997).
- El origen del concepto de agricultura de precisión es el sistema de agricultura de precisión (sistema PF). Esto significa recolectar y administrar información agrícola para satisfacer las necesidades de lotes individuales, no las necesidades promedio de todas las fincas (Doerge, 2000).



- Uso intensivo de última tecnología basada en procesos agrícolas (Manual de agricultura de precisión, 2014).
- La filosofía de la precisión salva la gestión del sistema productivo en base a la situación local existente (Ovalles, 2006).
- La agricultura de precisión utiliza la cantidad correcta de insumos en el lugar correcto en el momento correcto. El uso de la tecnología de la información para adaptar el manejo del suelo y de los cultivos a las fluctuaciones actuales de las parcelas. Esto involucra la adquisición de datos de cosecha usando GPS (Sistema de Posicionamiento Global) y otros medios electrónicos como el sistema de riego (García y Flego, 2004).
- El análisis de los conceptos enumerados ha permitido identificar variables como:
 1. Información
 2. Variación espacial y temporal
 3. Tecnología
 4. Entorno local
 5. Diferenciación de factores de producción.
 6. Toma de decisiones
 7. Ingresos
 8. Ganancia
 9. Productividad
 10. Rendimiento
 11. Costo de producción
 12. Medio ambiente
- La agricultura de precisión es la aplicación de técnicas y principios para la gestión de las fluctuaciones espaciales y temporales en todos los aspectos de la producción agrícola con el objetivo de mejorar la productividad de los cultivos y la calidad ambiental (Pierce y Nowak, 2014)

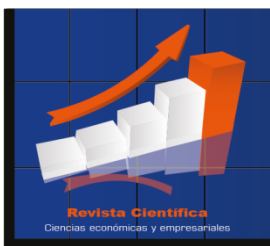
Marco empírico

En Ecuador, la relación entre la cosecha tecnificadas y el desarrollo económico de los mercados agrícolas, han sido de evidente crecimiento sustancial en el paso de la evolución económica de nuestro país. Por tal razón estudios recientes al 2021, determinan que dentro de estos últimos 5 años, este mercado ha tenido una influencia en la balanza de pagos nacional de alrededor de 20% de participación (Armijos Bravo, 2021). A su vez, se le ha considerado al Ecuador como un potenciador del agro como sector estratégico, y crucial en el crecimiento económico (Armijos Bravo, 2021). La relación de la realidad económica actual, y el sustento teórico del presente trabajo de estudio es evidente en la dirección en que se intente ver al sector agrícola como un mercado legítimo de nuestra nación.

La idea de la innovación y la tecnificación como factores de producción elementales en el sector agrícola, es evidente en su implementación en el campo ecuatoriano. Tanto así que, en el área comercial de nuestro país, en 2018 se logró determinar que el sector de servicios agropecuarios, genera innovación en el capital humano, y a su vez, el conocimiento empírico es un agente persistente y combativo ante las crisis a las que todas las economías mundiales están expuestas (Vera & Toral, 2018). Es importante mencionar que la Organización de las Naciones Unidas, FAOSTAT, se evidencia un incremento de volumen productivo en América de cerca de un 14.3%, siendo Ecuador de las principales actores en el mercado (Vera & Toral, 2018). El desafío en la actualidad es conocer sobre esta valía y potenciarla hacia el futuro de la mano de los conocimientos empíricos que han contribuido a la evolución económica.

Conocer el mercado agrícola a su totalidad, permitirá conocer sus falencias y sus potencialidades, de manera que permita a los entes reguladores tomar iniciativas y emprender incentivos. A raíz de la pandemia por la COVID-19, estudios han manifestado que parte de los incentivos a reflejarse deberán emprenderse con visión a largo plazo, donde parte de la buena iniciativa del FMI, en el otorgamiento de créditos han servido para impulsar la economía social (De Jesús, Eras Agila et al., 2021). De esta forma decimos que la economía agrícola en el Ecuador, presenta deficiencias en su mercado, pero en su mayoría beneficios para la economía interna y externa, por lo que, al vincularlo con la realidad actual, el camino correcto debe ser orientado en conocerlo y potenciarlo.

Metodología



Para el tratamiento de la información se recolectaron datos de Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). Trabajamos con los criterios de: productividad, costo de producción, ganancia, rendimiento nacional y tecnología. Para alternativas seleccionamos a los productos agrícolas: arroz, maíz duro, soya, café y cacao. De esta manera ejecutamos el AMC CRITIC y AHP.

Método CRITIC

Para el modelo CRITIC el peso que tiene cada criterio es igual que mayor a su varianza, o desviación típica; así mismo como, la diferencia que exista con respecto a los otros criterios, es decir, cuando se presenta un menor coeficiente de correlación entre los criterios.

Primer paso: Transformación a transpuesta del criterio indirecto y normalización por el rango.

Tabla1: Normalización por rango

	Productividad (t)(+)	Costos de producción (Precio Ponderado Nacional (USD/1T))(-)	Rendimiento nacional (t/ha)***(+)	ganancia (USD/1T) (+)	Tecnología (+)
Arroz	1	1	0,92183079	0,04821275	1
Maíz Amarillo Duro	0,011663653	0,783473715	1	0,00128977	0,0023424
Soya	0,010111461	0,4454428	0,31367459	0	0,01295769
Cacao	0,198210952	0,06961507	0,02033909	0,2142677	0,56351372
Café	0	0	0	1	0

Elaborado: Autores

Dentro de los criterios de estudio de esta investigación los costos de producción tienen una relación indirecta con cada una de las alternativas de los productos estudiados, por lo que, a dicho criterio

se establece su inverso. Para que las magnitudes puedan ser comparables normalizamos por el rango las mismas, éstas deberán estar comprendidas en un rango de 0 a 1.

Segundo Paso: Encontrar la desviación correlación

Tabla 2: Desviación correlación

Productividad	0,875542157
Costos de producción	1,054583397
Rendimiento nacional	1,26820793
Ganancia	2,259984546
Tecnología	1,092280776

Elaborado: Autores

En este punto trabajamos con la desviación estándar de cada uno de los criterios y el coeficiente de correlación de Pearson (criterios vs alternativas), necesario para encontrar la ponderación normalizada presentada en la Tabla 2.

Tabla 3: Ponderación Normalizada

	Ponderaciones	Ponderación Normalizada
Productividad	0,875542157	0,133658339
Costos de producción	1,054583397	0,160990381
Rendimiento nacional	1,26820793	0,193601832
Ganancia	2,259984546	0,345004268
Tecnología	1,092280776	0,16674518

Elaborado: Autores

Tercer paso: Encontrar la priorización a través del método CRITIC

Tabla 4: Matriz de decisión

	Costos de producción (Precio Ponderado Nacional	Rendimiento ganancia nacional	(USD/1T))(- (t/ha)***(+)	(USD/1T) (+)	Tecnología (+)	Ponderación Empresa	Priorización
Arroz	1	1	0,92183079	0,04821275	1	0,656495633	0,393322158
Maíz Amarillo Duro	0,011663653	0,783473715	1	0,00128977	0,0023424	0,322128067	0,192994591
Soya	0,010111461	0,4454428	0,31367459	0	0,01295769	0,135952095	0,081452136
Cacao	0,198210952	0,06961507	0,02033909	0,2142677	0,56351372	0,209524056	0,125530848
Café	0	0	0	1	0	0,345004268	0,206700267
Ponderación Normalizada	0,133658339	0,160990381	0,19360183	0,34500427	0,16674518	1,66910412	

Elaborado: Autores

Se trabaja con la normalización ejecutada en el *Paso 1* para realizar una suma producto entre dichos valores normalizados y la ponderación normalizada realizada en el *Paso 2*. A partir de ello obtenemos la priorización para encontrar la mejor alternativa dentro de los productos agro ecuatorianos considerados.

Método AHP

El método AHP fue creado por Thomas Saaty a finales de los 60 el mismo que formula una herramienta sencilla para las personas a la hora de tomar decisiones (Osorio & Orejuela, 2008). Su sencillez se ha evidenciado en resultados satisfactorios en muchos estudios de suma importancia. Una de sus ventajas más importantes es que este método ayuda a implementar aspectos cualitativos, siendo estos muy complejos para ser tomados en cuenta en el estudio (Osorio & Orejuela, 2008). Para realizar el método AHP se realizan estos pasos:

Primer paso: Al tener listas nuestras alternativas y criterios, realizamos la matriz pareada de criterios.

Tabla 5: Matriz pareada de criterios

	Productividad	Costos de producción	de Rendimiento nacional	ganancia	Tecnología
Productividad	1	7	9	5	5
Costos de producción	1/7	1	9	7	5
Rendimiento nacional	1/9	1/9	1	5	7
Ganancia	1/5	1/7	1/5	1	1/7
Tecnología	1/5	1/5	1/7	7	1
SUMA	1,653968254	8,453968254	19,34285714	25	18,1428571

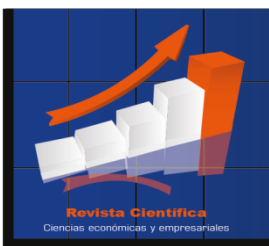
Elaborado: Autores

En este paso realizamos esta matriz a partir de una escala fundamental en donde los criterios toman valores del 1 al 9, siendo 1 el valor que define “igualdad de importancia” y 9 una “importancia extrema”, acorde a una escala fundamental. Donde hemos planteado comparaciones pareadas de las alternativas en función de los criterios considerados para analizar la producción de los productos agros ecuatorianos. Misma matriz que su vector propio muestra la ponderación de los juicios.

Segundo paso: Completamos con la normalización por la suma de nuestros criterios para así obtener el vector propio.

Tabla 6: Matriz normalizada

	Productividad	Costos de producción	de Rendimiento nacional	Ganancia	Tecnología	PONDERACION
Productividad	0,604606526	0,828013519	0,465288035	0,2	0,27559055	0,474699726
Costos de producción	0,086372361	0,118287646	0,465288035	0,28	0,27559055	0,245107719



Rendimiento nacional	0,067178503	0,013143072	0,051698671	0,2	0,38582677	0,143569403
Ganancia	0,120921305	0,016898235	0,010339734	0,04	0,00787402	0,039206658
Tecnología	0,120921305	0,023657529	0,007385524	0,28	0,05511811	0,097416494

Elaborado: Autores

Normalizamos nuestros criterios considerados para el análisis de la producción de los productos agro ecuatorianos con el fin de obtener una ponderación normalizada que servirá de peso al momento de plantear nuestra matriz decisora.

Tercer paso: Elaboramos por cada criterio una matriz pareada, normalizando por la suma de la matriz y así obteniendo el vector propio de cada criterio.

Tabla 7: Matriz pareada de alternativas por el criterio: Tecnología

TECNOLOGIA		Maíz Duro	Maíz Amarillo	Soya	Cacao	Café
Arroz	Arroz	1	7	5	3	9
Maíz Duro	Maíz Amarillo	1/7	1	1/3	1/5	3
Soya	Maíz Amarillo	1/5	3	1	1/3	5
Cacao	Maíz Amarillo	1/3	5	3	1	7
Café	Maíz Amarillo	1/9	1/3	1/5	1/7	1
SUMA		1,787301587	16,33333333	9,533333333	4,67619048	25

Elaborado: Autores

En esta gráfica presentamos la comparación de todas las alternativas en función del criterio tecnología. Sin embargo, para el procesamiento de la información del objeto de la investigación, comparamos todas las alternativas en función de los cinco criterios considerados. De esta manera obtuvimos **n** matrices, y a su vez, **n** número de criterios; para cada una de ellos hemos calculado su vector propio. Consecutivamente, la ponderación de los mismos.

Cuarto paso: Por último, utilizamos el resultado del vector propio de cada criterio para obtener la priorización.

Tabla 8: Matriz de decisión

	Productividad	Costos de producción	de Rendimiento nacional	ganancia	Tecnología	PRIORIZACION
Arroz	0,46	0,03	0,26	0,13	0,50	0,319225725
Maíz Amarillo						
Duro	0,24	0,07	0,50	0,07	0,07	0,211291206
Soya	0,07	0,13	0,13	0,03	0,13	0,100995775
Cacao	0,20	0,26	0,07	0,26	0,26	0,203957699
Café	0,03	0,50	0,03	0,50	0,03	0,164529594
PESOS	0,47	0,25	0,14	0,04	0,10	

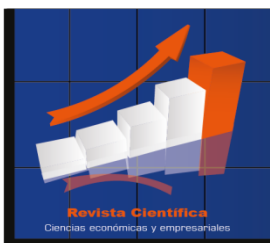
Elaborado: Autores

En esta matriz de columna $m \times 1$ y bajo la ponderación de las alternativas en función de los criterios considerados y el peso de la normalización (paso 2) realizamos la suma producto de la normalización ponderada de las alternativas y dichos pesos. De esta manera obtenemos la *priorización*, que nos servirá para elegir el mejor producto agro del Ecuador.

Resultados

Realizadas ambas metodologías, tanto el AMC por CRITIC como el AMC por AHP concluyen que el mejor producto agrícola producido en el Ecuador en granos es el arroz, mientras que, la producción que tiene una menor influencia en el sector agroindustrial es la Soya. Estos resultados se evidencian en el criterio de productividad, y su comportamiento en torno a los factores de producción. A su vez, arroja resultados de un comportamiento insignificante por parte de la producción de soya, que a su vez se ve afectada por los demás criterios estudiados, lo que sugiere una potenciación en esas diversas áreas y sectores estratégicos.

Conclusiones



- Acorde a las cifras presentadas por el MAG la productividad de arroz es abismalmente mayor a la productividad de la soya, que a su vez es el grano que menos índice en este criterio. Se estima que este comportamiento deficiente en la productividad de la soya tiene que ver con alguno de los factores productivos, sean estos: tierra, trabajo, capital, tiempo, etc. Sin embargo, la relación que tiene el arroz mediante su productividad en la producción agrícola ecuatoriana es favorecedor para la economía agrícola, tanto así que para mediados del año 2021 se iniciaron las primeras exportaciones de arroz con destino a Colombia. Este criterio analizado arroja los mayores valores considerados en la investigación.
- Bajo el criterio de los costos de producción es lógico que los costos de producción de soya hayan influenciado negativamente en los resultados de este estudio, y a su vez los costos de producción de arroz sean favorecedores en su participación productiva. Debido a la reciente introducción de soya al mercado agroindustrial, este grano duplica los costos del arroz que ha logrado establecerse durante un mayor periodo dentro del mercado ecuatoriano. Sin dejar a un lado el notable costo de producción de café en el Ecuador lo que hace que no se potencie este producto tanto como lo hace nuestro país vecino Colombia y que a pesar de ello en nuestra investigación es el segundo grano con un mejor desempeño en su producción. Por lo que sugerimos tomar en cuenta a los productores ecuatorianos esta consideración en cuanto les faculte reducir sus costos de producción para volverse más competitivos y tener mayor participación en mercados internacionales.
- Otro de los criterios que han influido en los resultados de este estudio es la tecnificación por sistema de riego que los productores dirigen a cada uno de sus productos. En el caso del arroz se ha realizado una inversión en estructuras que permiten a sus áreas de cultivo receptor el agua necesaria para su cultivo. Por el contrario, la idea de un café cosechada “de la mano de ecuatorianos” hacen a este proceso ‘ortodoxo’ y desfavorecedor pues en la actualidad la inversión en tecnología es un factor productivo muy influyente en relación a la producción. Por lo que los presentes autores sugerimos una combinación de ambas técnicas para agilizar procesos, pero a su vez dar un valor agregado debido a la cosecha manual que haga que las ganancias en este sector sean alentadoras.

A partir de ambos métodos encontramos los mismos resultados de eficiencia productiva de arroz e ineficiencia productiva de soya, e identificamos que de los criterios que tomamos en cuenta en el análisis son la capacidad productiva, los costos de producción, y la tecnificación, los que más influyen en la producción de las producciones agrícolas ecuatorianos considerados. De esta forma se recomienda trabajar en estos criterios para fortalecer el sector agrícola en el Ecuador, que tiene un gran impacto en el desarrollo de la economía y que se considera un sector a potenciar e innovar.

Referencias

1. Armijos Bravo, M. (2021). Análisis de la concentración del mercado del sector agrícola en el Ecuador. Período 2015 – 2019. *Cumbres*, 7(1), 55–66. <https://doi.org/10.48190/cumbres.v7n1a5>
2. Castellanos, R., & Morales, M. (2017). Análisis crítico sobre la conceptualización de la agricultura de precisión. *Ciencia En Su PC*, 2, 23–33. <https://www.redalyc.org/pdf/1813/181349391004.pdf>
3. De Jesús, Eras Agila, R., Margot, L. B., Joel, C. P. C., Elizabeth, E. G., Rafael, V. F. A., Evelyn, V. G., & Verónica, V. J. L. (2021). El Sector Agropecuario en el Ecuador: análisis descriptivo del impacto en la sostenibilidad por el COVID-19. *South Florida Journal of Development*, 2(3), 4105–4122. <https://doi.org/10.46932/sfjdv2n3-024>
4. Osorio, J., & Orejuela, J. (2008). EL Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio. Ejemplo de aplicación. *Scientia Et Technica*, XIV(39), 247–252. <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=84920503044>
5. Vera, M. del P. V., & Toral, M. C. T. (2018). Economía ecuatoriana: de la producción agrícola al servicio. *Revista Espacios*, 39(32), 30. <https://www.revistaespacios.com/a18v39n32/a18v39n32p30.pdf>
6. Castellanos, R., & Morales, M. (2017). Análisis crítico sobre la conceptualización de la agricultura de precisión. *Ciencia En Su PC*, 2, 23–33. <https://www.redalyc.org/pdf/1813/181349391004.pdf>
7. Osorio, J., & Orejuela, J. (2008). EL Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio. Ejemplo de aplicación. *Scientia Et Technica*, XIV(39), 247–252. <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=84920503044>



8. Bogiovanni, R. (2006). La Agricultura de Precisión en la Cosecha. Córdoba. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Manfredi. Recuperado de www.ivc.org.ar
9. Doerge, T. A. (2000). Management Zone Concepts. Potash & Phosphate Institute, SSMG-2. Recuperado de www.agronomy.it
10. García, E. y Flego, F. (2004). Tecnología Agrícola. Universidad de Palermo. Recuperado de www.agricultura de precision.org
11. Farm Bill. (1996). Sistema de información agrícola nacional. Recuperado de www.nrcs.usda.gov
12. Galán Rivas, V. E. (2012). Tesis de Doctorado. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.
13. García, E. & Flego, F. (2014). Agricultura de Precisión. Universidad de Palermo, Facultad de Ingeniería. Recuperado de www.palermo.edu
14. Manual de agricultura de precisión. (2014). IICA, PROSISUR. ISBN: 978-92-9248-545- 0. Recuperado de www,ii.int
15. National Research Council (1997). Precision Agriculture in the 21st Century: Geospatial and Information Technologies in Crop Management. Recuperado de www.nap.edu nrcs.usda.gov
16. Norton, G. and Swinton, S. (13-19 august, 2000) Precision Agriculture: Global Prospects and Environmental Implications [draft of forthcoming invited paper presentation at the XXIV International Association of Agricultural Economists meeting, Berlin]. Recuperado de www.agricultura de precision.org.
17. Ovalles, V. F. A. (septiembre-diciembre, 2006). Introducción a la Agricultura de Precisión. CENIAP HOY, 12, 4. Recuperado de www.sian.inia.gob.ve.
18. Pérez, F., Zamora, M., Vicini, L. y Monasterio, M. (2002). Agricultura de precisión. Agro Visión, 38. Recuperado de SciELO-test.scielo.cl
19. Pierce y Nowak, (2014). Manual de AP. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Recuperado de www.iica.int.

20. Srinivasan, A. (2006). Handbook of Precision Agriculture: Principles and Applications. New York: The Haworth Pres. Recuperado de www.agrobiol.sggw.waw.pl
21. Valero Ubierna, C. (2013). Agricultura de precisión: concepto y situación actual. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Dpto. Ingeniería Rural. Recuperado de www.agricultura de precision.org

©2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).