



DOI: <https://doi.org/10.23857/fipcaec.v8i3.882>

## Factores de la producción agrícola: un estudio estadístico y algorítmico a los cultivos permanentes

*Factors of agricultural production: a statistical and algorithmic study of permanent crops*

*Fatores de produção agrícola: um estudo estatístico e algorítmico de culturas permanentes*

Juan Federico Villacis Uvidia <sup>I</sup>

[jf.viillacis@uta.edu.ec](mailto:jf.viillacis@uta.edu.ec)

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

Diego Marcelo Lara Haro <sup>II</sup>

[dm.lara@uta.edu.ec](mailto:dm.lara@uta.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-8282-4032>

Juan Pablo Martínez Mesías <sup>III</sup>

[jpmartinez@uta.edu.ec](mailto:jpmartinez@uta.edu.ec)

<http://orcid.org/0000-0002-2837-697X>

Nelson Lascano Aimacaña <sup>IV</sup>

[nelsonrlascano@uta.edu.ec](mailto:nelsonrlascano@uta.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-6735-8873>

**Correspondencia:** [jf.viillacis@uta.edu.ec](mailto:jf.viillacis@uta.edu.ec)

\* **Recepción:** 01/08/2023 \* **Aceptación:** 25/08/2023 \* **Publicación:** 12/09/2023

1. Magíster en Pequeñas y Medianas empresas mención Finanzas por la Universidad Nacional de Chimborazo, Economista mención Gestión Empresarial por la Universidad Nacional de Chimborazo, Docente Investigador Universidad Técnica de Ambato, adscrito a la Facultad de Contabilidad y Auditoría, Ambato – Ecuador.
2. Magíster en Economía y Administración Agrícola, Economista mención Gestión Empresarial por la Universidad Nacional de Chimborazo, Docente Investigador Universidad Técnica de Ambato, adscrito a la Facultad de Contabilidad y Auditoría, Ambato – Ecuador.
3. Magíster en Administración de Empresas mención Planeación por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Economista por la Universidad Técnica de Ambato, Profesor Titular de la Universidad Técnica de Ambato, adscrito a la Facultad de Contabilidad y Auditoría, Ambato – Ecuador.
4. Magíster en Costos y Gestión Financiera, Diplomado Superior en Auditoría de Gestión de la Calidad, Especialista en Administración de Empresas, Economista, Docente Investigador Universidad Técnica de Ambato, adscrito a la Facultad de Contabilidad y Auditoría, Ambato – Ecuador.



## Resumen

La agricultura ha concebido radical éxito al abordar las necesidades de las fibras poblacionales, empero, la población mundial actual requiere que exista una mejora sustancial de sus procesos productivos, derivados de los requerimientos económicos, degradación ambiental y sensibilidad del estrato social. Con lo argumentado, el estudio se plantea como objetivo general indagar mediante modelos estadísticos y algorítmicos el comportamiento de los factores de producción de los cultivos permanentes en el volumen cosechado. Para la resolución del objetivo, el estudio se subdivide en cuatro etapas, las metodologías usadas corresponden a correlación de Pearson, modelo Lineal Boosting, Vecino más próximo y Fuzzy-set Qualitative Comparative Analysis. Como resultado se determina que existen factores que reducen la cantidad cosechada, entre ellas están el uso elevado de NPK y fungicida, por medio del algoritmo, se establece que, para tener una cosecha sustancial es adecuado el uso de insecticida, es decir, no se puede inhibir si el objeto es una producción con calidad y volumen de cosecha, para próximos estudios es pertinente inducir a aplicativos prácticos de los resultados obtenidos, procurando medir la eficiencia y eficacia, adicional a lo mencionado, es adecuado estimar la funcionalidad de cada factor de producción, así como los límites de contraproducentes.

**Palabras Claves:** Agricultura; Producción agrícola; Estadística; Cultivos; Sostenibilidad.

## Abstract

Agriculture has achieved radical success in addressing the needs of the population's fibers, however, the current world population requires a substantial improvement in its production processes, derived from economic requirements, environmental degradation and sensitivity of the social stratum. With what has been argued, the general objective of the study is to investigate, using statistical and algorithmic models, the behavior of the production factors of permanent crops in the volume harvested. To resolve the objective, the study is subdivided into four stages, the methodologies used correspond to Pearson correlation, Linear Boosting model, Nearest Neighbor and Fuzzy-set Qualitative Comparative Analysis. As a result, it is determined that there are factors that reduce the amount harvested, among them are the high use of NPK and fungicide, through the algorithm, it is established that, to have a substantial harvest, the use of insecticide is appropriate,

that is, it is not can inhibit whether the object is a production with quality and harvest volume. For future studies it is pertinent to induce practical applications of the results obtained, trying to measure the efficiency and effectiveness. In addition to what is mentioned, it is appropriate to estimate the functionality of each production factor. production, as well as the limits of counterproductive.

**Key Words:** Agriculture; Agricultural production; Statistics; Crops; Sustainability.

## Resumo

A agricultura tem alcançado um sucesso radical no atendimento das necessidades de fibras da população, porém, a atual população mundial necessita de uma melhoria substancial nos seus processos produtivos, derivada das exigências económicas, da degradação ambiental e da sensibilidade do estrato social. Com o que foi argumentado, o objetivo geral do estudo é investigar, por meio de modelos estatísticos e algorítmicos, o comportamento dos fatores de produção das culturas permanentes no volume colhido. Para resolver o objetivo, o estudo é subdividido em quatro etapas, as metodologias utilizadas correspondem à correlação de Pearson, modelo Linear Boosting, vizinho mais próximo e análise comparativa qualitativa de conjunto fuzzy. Como resultado determina-se que existem fatores que reduzem a quantidade colhida entre eles estão o alto uso de NPK e fungicida através do algoritmo estabelece-se que para ter uma colheita substancial é adequado o uso de inseticida ou seja, não se pode inibir se o objeto é uma produção com qualidade e volume de colheita. Para estudos futuros é pertinente induzir aplicações práticas dos resultados obtidos, tentando medir a eficiência e a eficácia. Além do que é mencionado, é apropriado estimar a funcionalidade de cada fator de produção, bem como os limites de contraproduktividade.

**Palavras-chave:** Agricultura; Produção agrícola; Estatísticas; Plantações; Sustentabilidade.

## Introducción

Adaptar es sobrevivir. La agricultura como actividad económica es una de las más frágiles y vulnerables de los sectores, una mala unificación de los elementos internos como las habilidades-recursos-conocimientos genera problemas con gran significancia en el producto final, en términos de volumen y calidad (Haro, 2021; Tibesigwa et al., 2021). Haciendo énfasis a los factores internos de la producción agrícola, los gobiernos de turno de la mayoría de países elaboran programas en



los cuales su principal fundamento es brindar conocimiento y mejorar el poder adquisitivo de productos y servicios, que les permita aumentar la calidad y volumen productivo, la mejora sustancial de estos criterios han demostrado que a mediano plazo aumenta la eficiencia, eficacia, sostenibilidad y productividad (Zivzivadze et al., 2021).

El conocimiento de los factores de producción agrícola y las propiedades de los mismos forman un marco competitivo para promover una producción integral, es comprobado que el monitoreo de los suelos, sus propiedades, y los insumos de producción bajo enfoques estadísticos y geoestadísticos permiten detectar patrones de perfección productiva, similar a los planteamientos *lean manufacturing*, es decir, coexisten procesos que son innecesarios aplicarlos o considerarlos en gran proporción relativa en tiempo, recurso y alcance (Carolan et al., 2015; Della Chiesa et al., 2019; Hendrickson et al., 2008).

La agricultura ha concebido radical éxito al abordar las necesidades de las fibras poblacionales, empero, la población mundial actual requiere que exista una mejora sustancial de sus procesos productivos, derivados de los requerimientos económicos, degradación ambiental y sensibilidad del estrato social; los sistemas agrícolas proporcionan medios que aumentan la sostenibilidad y disminuye la brecha de incertidumbre, para aquello es necesario la existencia de sistemas de influencia jerárquica, principios e indicadores (Grashey-Jansen, 2014; Lal, 2009).

La triangulación de los recursos en conjunto con la administración garantiza altos niveles de productividad; la orientación de los agricultores a la toma de decisiones estratégicas condesciende a la sostenibilidad, diversos autores argumentan que la implementación de políticas agrícolas es una de las soluciones para los problemas del presente y futuro (Haro, 2022; Trivino-Tarradas et al., 2019). Los organismos internacionales argumentan que la agricultura es una actividad económica volátil, pese a esta consideración, es una donde abundan acciones empíricas, ciertamente son buenas, pero los especialistas y críticos académicos afirman que a largo plazo serán insuficientes (Migliore et al., 2019).

Si bien la ciencia agrícola ha inducido factores viables en términos económicos, las hileras del agroecosistema se han visto perjudicadas, el exponencial aumento demográfico y las políticas económicas convergen en la necesidad de inducir en prácticas invasivas que degradan el suelo, con el único objetivo de aumentar la producción, este dramático escenario se encuentra vigente y según

expertos vulneran la sostenibilidad de las futuras generaciones (Assandri et al., 2017a, 2017b; Sarango & Sarango, 2021).

Aunque los cultivos permanentes son disímiles, las propiedades y sus procesos inherentes son heterogéneos; los análisis estadísticos de los sectores económicos, en especial del sector agrícola, permite discernir entre los riesgos y oportunidades, concibiendo condiciones para el desarrollo de las regiones, pero son ínfimas las entidades, organizaciones y agricultores que aplican los fundamentos (Candelaria Martínez et al., 2011; Fischer et al., 2014).

Con lo mencionado, la investigación tendrá como generalidad indagar mediante modelos estadísticos y algorítmicos el comportamiento de los factores de producción de los cultivos permanentes en el volumen cosechado, para solventar el mismo, se recurre a cuatro etapas, donde se solventan estudios correlacionales, lineales con ideales de aprendizaje automatizado, clasificatorio y de causalidad algorítmica.

Cabe mencionar que el presente estudio es parte de un proyecto de investigación aprobado por la Dirección de Investigación y Desarrollo (DIDE) de la Universidad Técnica de Ambato (UTA), denominado “Comportamiento de la Producción Agrícola durante la pandemia COVID-19, SFFCAUD02”. Todas estas investigaciones han proporcionado datos adicionales que complementan los antes mencionados.

## **Metodología**

### ***1.1. Enfoque de la investigación***

Considerando las estratificaciones de Álvarez-Risco (2020), el diseño de la investigación es el siguiente:

- **Orientación:** es básica porque se direcciona a la obtención de un conocimiento consecuente ya estudiado en el entorno, no obstante, lo que procura es el aumento de las figurativas de una realidad concreta.
- **Alcance:** es exploratorio, porque asimila las incógnitas o factores con nuevos métodos y perspectivas.
- **Diseño:** es no experimental, transversal, porque observa las variables estudiadas en un solo eje temporal.
- **Direccionalidad:** es retrospectivo, porque experimenta un efecto suscitado en el pasado e instituye una referencia adecuada a los escenarios del presente y futuro.



### 1.2. Técnicas de recolección de datos y categorías de estudio

La recolección de datos es de criterio secundario, proviene del Instituto Nacional de Estadística y Censos, Dirección de Estadísticas Agropecuarias y Ambientales, Unidad de Estadísticas Agropecuarias, pertenecientes al periodo 2021, segmentado por cultivos permanentes. Estos cultivos tienen como característica estar durante varias temporadas y, por su forma, no requieren volver a realizar el proceso de cultivo (Ruiz & López, 2014). Se procede a delimitar las variables de estudio, codificación y el tipo:

**Tabla 1.** Variables de estudio

Codificación	Descripción	Tipo de variable
Z1	Producto	Categórica
Y1	Cantidad cosechada	Numérica
X1	Superficie regada	Numérica
X2	Cantidad fo (Estiércoles)	Numérica
X3	Cantidad fo (Fermentados)	Numérica
X4	Cantidad fo (Líquidos)	Numérica
X5	Cantidad fq (NPK)	Numérica
X6	Cantidad fq (N)	Numérica
X7	Cantidad fq (P)	Numérica
X8	Cantidad plaguicida orgánico	Numérica
X9	Cantidad herbicida	Numérica
X10	Cantidad insecticida	Numérica
X11	Cantidad fungicida	Numérica
X12	Cantidad otros pq	Numérica
X13	Trabajadores contratados	Numérica

**Fuente:** Delimitado por autores

### 1.3. Objeciones

Con la finalidad de disminuir los errores/sesgos y adjudicar modelos sustentados, se suprimen los cultivos permanentes que no adjudican datos en el volumen de cosecha, no obstante, considerando las premisas técnicas, en los factores de producción existen elementos de los que se pueden prescindir para que exista un proceso productivo agrícola. Bajo el supuesto mencionado, de 115 productos agrícolas se reducen a 66 respectivamente, es decir, una contracción relativa del 42,60% de la data.

#### **1.4. Etapa I. Evaluación correlacional**

El objetivo de esta Etapa es: determinar la proporcionalidad lineal entre variables individuales. Para su resolución se usa la *correlación de Pearson*, la cual tiene como propósito deducir la correspondencia o grado de asociatividad entre dos variables aleatorias cuantitativas que posee un contingente normal bivariado conjunto (Lahura, 2003). Los resultados determinan que, si es cercano o igual a (-1) es inversamente proporcional, si es (0) indica que no hay asociatividad alguna, por otro lado, si es cercano a (1) es directamente proporcional; El coeficiente se define por la siguiente ecuación:

$$p = \frac{cov(x, y)}{\sigma_x \sigma_y} - 1 \leq p \leq 1$$

#### **1.5. Etapa II. Modelo Machine Learning**

El objetivo de esta Etapa es: analizar modelos lineales mediante utilización del aprendizaje automático de machine learning para reducir los errores en el análisis predictivo de datos, con la finalidad de establecer los estimadores ideales frente a la cantidad cosechada. Para la resolución se emplea el *modelo Lineal Boosting*, es un cálculo correspondiente a la valoración lineal que describe una relación de respuesta entre la variable independiente y dependiente. A partir de valores de regresión lineal es posible predecir una respuesta de la variable predictor. La ecuación para línea recta es la siguiente:

$$[y = \beta_0 + \beta_1 x]_{comp}$$

Donde;

- $y$  es la variable de respuesta
- $x$  es la predictor
- $\beta_0$  valor de intersección cuando  $x$  toma el valor de cero
- $\beta_1$  determina el cambio directo de la variable



### ***1.6. Etapa III. Modelo Clasificadorio***

El objetivo de esta Etapa es: mostrar la proporcionalidad lineal entre múltiples variables en un espacio de predictores. Para su resolución se usa el algoritmo del *Vecino más próximo*. Este es uno de los modelos de fácil interpretación y, como el nombre lo menciona, son recorridos longitudinales que conllevan a caminos acordes y rápidos; en primera instancia el algoritmo crea una tabla  $D(n, n)$  con alta simetría entre sus sujetos y objetos, en cada uno de los objetivos existen distancias iguales/disimiles,  $d(\{x\}, \{y\}) = d(x, y)$  (Izurieta & Moyano, 2019; Lima et al., 2022). Inicialmente, se elige un valor para  $k$ , así como la proporción de entrenamiento. Posterior, para las estratificaciones espaciales se calcula la distancia Euclídea:

$$Dis(x_1, x_2) = \sqrt{\sum_{i=0}^n (x1_i, x2_i)^2}$$

### ***1.7. Etapa IV. Modelo algorítmico***

El objetivo de esta Etapa es: elaborar modelos algorítmicos de causalidad probabilística bajo esquemas de lógica booleana. Para su análisis se aplica Fuzzy-set Qualitative Comparative Analysis (fsQCA). El modelo analiza las relaciones entre variables complejas y, a veces, no lineales, y los cambios repentinos pueden producir resultados diferentes. Los enfoques basados en la varianza asumen que las relaciones entre las variables son lineales y una forma de superar esto es estudiar los fenómenos complejos como una serie de condiciones interconectadas (Woodside, 2017). El fsQCA proporciona un paso hacia una comprensión holística y simultánea de los patrones que crean estas condiciones, utilizando un enfoque teórico constructivo (El Sawy et al., 2010). Las teorías de la complejidad y la construcción heredan el principio de equifinalidad, es la suposición de que múltiples combinaciones de condiciones previas son igualmente efectivas (Pappas & Woodside, 2021).

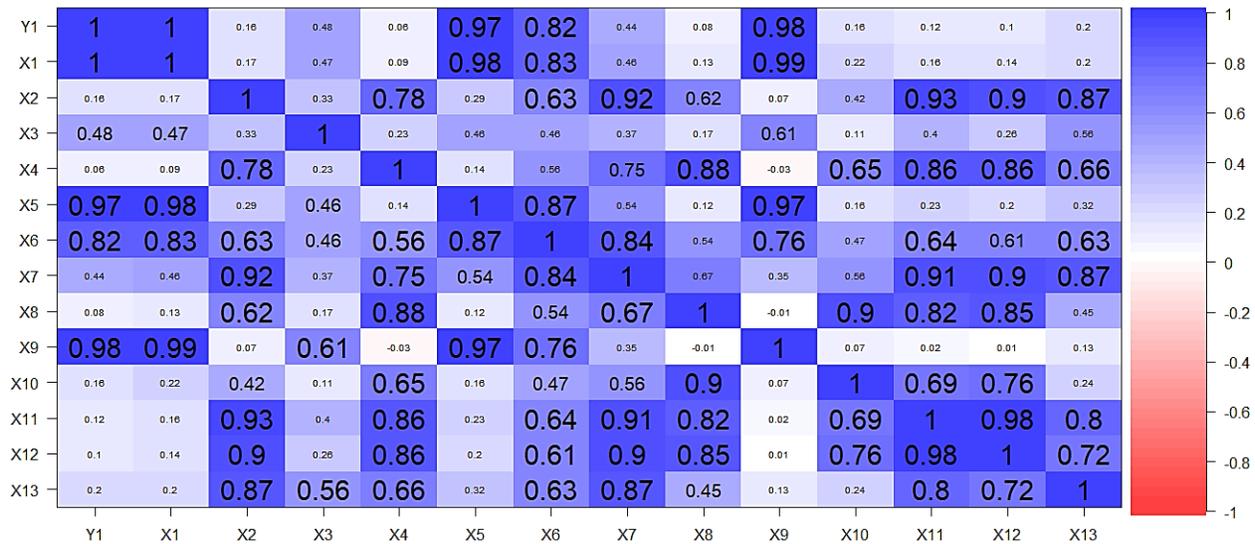
El algoritmo infiere aspectos de lógica booleana, es decir, formula expresiones matemáticas con circuitos lógicos, mediante la síntesis de diagramas de decisiones binarios; se detalla:

$$\sim a * b \rightarrow c$$

Donde; (~) corresponde a la inversa de la variable, (\*) funciona como elemento de combinación y, por último, (→) señala a la variable de salida.

## Resultados

En primera instancia se desarrolla la Etapa I; elaborada mediante la correlación de Pearson:

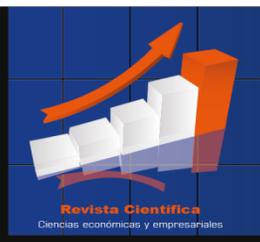


**Figura I.** Correlación de Pearson.

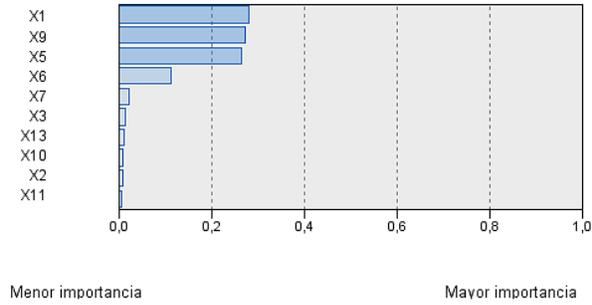
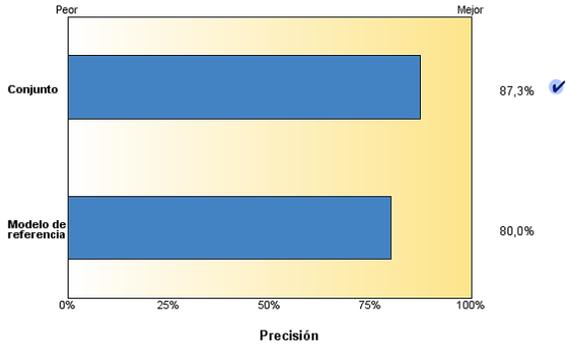
**Fuente:** Elaborado mediante el software R Studio

Por medio de la correlación se puede observar como dos variables están relacionadas linealmente, es decir, la orientación proporcional; de forma general, se percibe que no existen elementos con correlación inversamente proporcional, la variable de contraste Y1 adjudica correlaciones significativas con cuatro variables: X1 superficie regada, X5 cantidad fq (NPK), X6 cantidad fq (N) y X9 cantidad herbicida.

Posteriormente, se desarrolla la Etapa II. inferida mediante un modelo lineal automatizado *boosting*:



Factores de la producción agrícola: un estudio estadístico y algorítmico a los cultivos permanentes



Modelo	Precisión	Método	Predictores	Tamaño de modelo (Coeficientes)	Registros
1	80,0%	✓	5	6	66
2	0,0%	✓	6	7	66
3	0,6%	✓	5	6	66
4	57,0%	✓	8	9	66
5	0,0%	✓	4	5	66
6	68,1%	✓	8	9	66
7	77,5%	✓	6	7	66
8	56,5%	✓	8	9	66
9	74,8%	✓	6	7	66
10	44,6%	✓	6	7	66

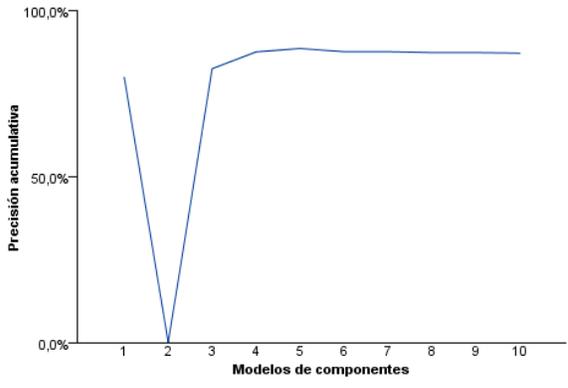
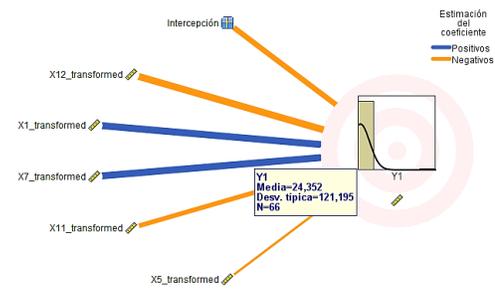
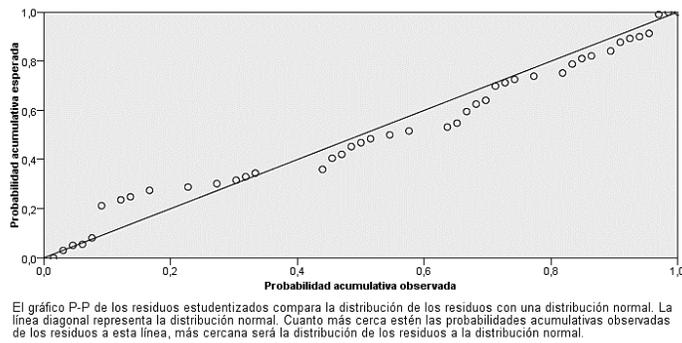


Figura II. Generalidades del modelo.

Fuente: Elaborado mediante el software SPSS v. 21

Se analizan un total de 10 iteraciones, buscando de esta forma una estructura que adjudique y cumpla con todos los supuestos lineales que correspondan al método, adicional a aquellas restricciones, se considera por el nivel de precisión y el criterio de información de Akaike; mediante un aplicativo *boosting* se crea un conjunto utilizando potenciación, lo que permite generar una secuencia de los modelos buscando de esta forma una elevada precisión. Tomando estas bases, se logra con Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ), 87,3%.

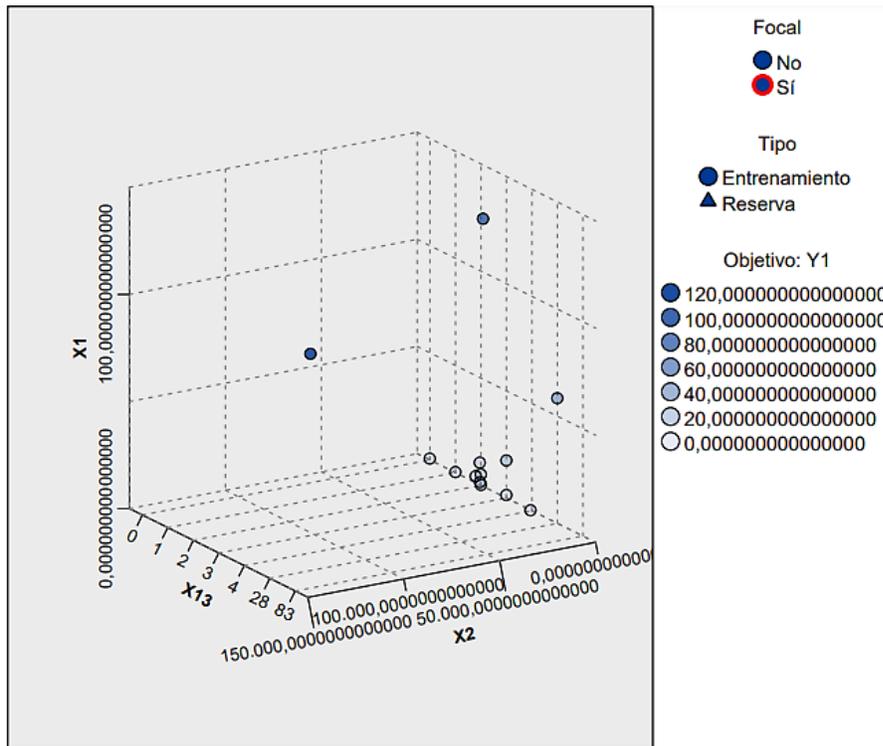


**Figura III. Determinantes del modelo.**

**Fuente:** Elaborado mediante el software SPSS v. 21

El gráfico P-P demuestra los residuos estandarizados y compara la distribución de los mismos analizando la normalidad; la línea diagonal corresponde a la referencia de normalidad, es decir, cuanto más cerca estén los puntos de dicha línea, las probabilidades acumulativas de los residuos serán normales. En este escenario se comprueba la normalidad. Con un p-valor de 0,000 se acepta el modelo planteado, determinando 5 variables con un nivel de confianza superior al 95%: con estimación del coeficiente negativo, las variables son X5 cantidad fq (NPK), X11 cantidad fungicida y X12 cantidad otros pq; estimaciones positivas, X1 superficie regada y X7 cantidad fq (P).

Subsiguientemente, se despliega la Etapa III. analizada por medio un modelo de espacio de predictores denominado vecino más próximo:



**Figura IV.** Modelo espacial.

**Fuente:** Elaborado mediante el software SPSS v. 21; Modelo construido con 3 variables significativas, contiene 13 puntos espaciales predictores

El modelo resultante abarca 13 predictores y logra un nivel de error de 6,7% para los datos de entrenamiento y, 2,2% para los datos de reserva; bajo este esquema, cabe mencionar que el criterio de partición es 70-30% para el entrenamiento del modelo. El gráfico es una proyección dimensional que sostiene tres ejes, donde el objetivo son valores cuantitativos de 0 a 120, con una brecha de 20. Los predictores unificados son: superficie regada, cantidad fo (Estiércoles) y trabajadores contratados.

Por último, se evalúa la Etapa IV. desarrollada por medio un modelo algorítmico de lógica booleana:

**Tabla 2.** Analysis of Necessary Condition.

	<b>Consistency</b>	<b>Coverage</b>
X1	0,746488	0,904238
X2	0,799728	0,301407
X3	0,706482	0,351086
X4	0,720766	0,328525
X5	0,801606	0,32712
X6	0,778533	0,328939
X7	0,718907	0,424841
X8	0,771294	0,379076
X9	0,835195	0,320438
X10	0,869396	0,309894
X11	0,86915	0,296126
X12	0,75628	0,355517

**Fuente:** Elaborado mediante el software fsQCA

Basados en el algoritmo calculado en la (Tabla 2.) y a criterio de investigador sustentado en fundamentos teóricos, las variables necesarias para la consecución de un adecuado nivel de producción de cultivos permanentes son aquellas con mayor nivel de consistencia; para efecto, resulta X10 (Cantidad insecticida). Con esta variable estándar se realizan combinaciones probabilísticas. Se detalla:

**Tabla 3.** Truth Table Algorithm: Solución intermedia.

		<b>Raw coverage</b>	<b>Unique coverage</b>	<b>Consistency</b>
<b>fsQCA – 1</b>	$X10 * \sim X11 * X8 * \sim X2$	0,173463	0,000000	0,622171
<b>fsQCA – 2</b>	$X10 * \sim X11 * X8 * \sim X5$	0,193577	0,000000	0,578650
<b>fsQCA – 3</b>	$X10 * \sim X11 * \sim X5 * X2$	0,195749	0,000247	0,584363
<b>fsQCA1 – 4</b>	$X10 * X8 * \sim X5 * X2$	0,233341	0,000000	0,675296

**Fuente:** Elaborado mediante el software fsQCA



- $fsQCA - 1$ : adjudica una consistencia de 62,21% y, se presenta en el 0,0% de los sujetos de estudio y posee una probabilidad de 17,34%. Es adecuado que exista un significativo volumen de insecticida, una controlada cantidad de fungicida, un elevado uso de plaguicida orgánico y, un reducido volumen de estiércoles.
- $fsQCA - 2$ : adjudica una consistencia de 57,78% y, se presenta en el 0,0% de los sujetos de estudio y posee una probabilidad de 19,35%. Es adecuado que exista un significativo volumen de insecticida, una controlada cantidad de fungicida, un elevado uso de plaguicida orgánico y, un reducido volumen de fq (NPK).
- $fsQCA - 3$ : adjudica una consistencia de 58,43% y, se presenta en el 0,0024% de los sujetos de estudio y posee una probabilidad de 19,57%. Es adecuado que exista un significativo volumen de insecticida, una controlada cantidad de fungicida, un reducido volumen de estiércoles y, un prominente uso de estiércoles.
- $fsQCA1 - 4$ : adjudica una consistencia de 67,52% y, se presenta en el 0,0% de los sujetos de estudio y posee una probabilidad de 23,33%. Es adecuado que exista un significativo volumen de insecticida, una elevada cantidad de plaguicida orgánico, un reducido volumen de estiércoles y, un prominente uso de estiércoles.

## Discusión y Conclusiones

La producción alimentaria forjada por el sector agrícola es una de las bases para la Agenda 2030 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los diversos autores condescienden que el sector de la agricultura es uno de los mayores empleadores, por lo cual, proporciona a grupos y zonas en particular una mayor fuente de ingresos, empero, durante los años la actividad se ha visto doblegada ante las externalidades y las carencias técnicas de los factores internos, entre ellas, los factores de producción. Zivzivadze et al. (2021) afirma que los gobiernos han reiterado lo importante de este sector en particular, debido a que es la base de la seguridad alimentaria de las generaciones actuales y futuras.

Della Chiesa et al. (2019) ratifica que el conocimiento de los factores de producción concibe un elemento competitivo, en otros términos, permite el aumento de la productividad, calidad y sostenibilidad, pero, para aquello, es necesario la interacción con elementos y habilidades más allá

de lo empírico. Carolan et al. (2015) brinda un acercamiento similar, afirmando que existen procesos innecesarios que gastan tiempo y recursos y, al final, generan los mismos resultados.

Haro (2022) desde un enfoque administrativo, infiere que, una solución a este escenario corrosivo es la óptima administración y gestión agrícola, lo que permitirá toma de decisiones asertivas que generen valor económico agregado. No obstante, Assandri et al. (2017) argumenta que dedicarse solo a la perspectiva económica en el sector agrícola promueve problemas, específicamente en el aumento exponencial de la producción sin considerar el daño a los agroecosistemas.

El estudio en sus cuatro fases metodológicas logra solventar el comportamiento de los factores productivos de los cultivos permanentes frente a la cantidad cosechada, precautelando observar si existen algunos elementos de los que se pueden prescindir para llegar al mismo objetivo. Bajo esta premisa, se discierne mediante correlación que existen cuatro elementos que poseen relación directamente proporcional y, ninguna en sí reduce el valor. El boosting brinda un acercamiento técnico con Machine Learning encontrando de forma conjunta que si existen factores que reducen la cantidad cosechada, entre ellas están el uso elevado de NPK, un exceso de este elemento basados en conceptos prácticos podría incidir en plantas débiles y con la probabilidad que se espiguen demasiado, asimismo, por su excesivo nivel de sales puede corroer las raíces. En el caso de un excesivo fungicida puede converger en daños fisiológicos irreversibles al cultivo, con lo mencionado, se brinda apertura a un estudio técnico de estos factores en particular.

Mediante el modelo clasificatorio con predicción espacial se puede generar una perspectiva unificadora entre tres variables/factores productivos, en este planteamiento, todas adjudican estimadores positivos, en este estudio resulta la superficie regada, uso de estiércoles y la cantidad de empleados contratados.

Por último, con el modelo algorítmico se pueden establecer combinaciones probabilísticas de lógica booleana, por medio del análisis se identifica la variable necesaria y, se establece que, para tener una cosecha sustancial es adecuado el uso de insecticida, es decir, no se puede inhibir si el objeto es una producción con calidad y volumen de cosecha significativa.

Para próximos estudios es pertinente inducir a aplicativos prácticos de los resultados obtenidos, procurando medir la eficiencia (administración de los recursos usados como un enfoque de triangulación) y eficacia (como un medio de valoración de los resultados obtenidos). Con esta



premisa valorar la precisión de los modelos. Adicional a lo mencionado, es adecuado estimar la funcionalidad de cada factor de producción, así como los límites de contraproducentes

## Referencias

- Álvarez-Risco, A. (2020). Clasificación de las investigaciones. Repositorio Institucional - Ulima. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/10818>
- Assandri, G., Bogliani, G., Pedrini, P., & Brambilla, M. (2017a). Assessing common birds' ecological requirements to address nature conservation in permanent crops: Lessons from Italian vineyards. *Journal of Environmental Management*, 191, 145–154. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.12.071>
- Assandri, G., Bogliani, G., Pedrini, P., & Brambilla, M. (2017b). Land-use and bird occurrence at the urban margins in the Italian Alps: Implications for planning and conservation. *North-Western Journal of Zoology*, 13(1), 77–84. Scopus.
- Candelaria Martínez, B., Ruiz Rosado, O., Gallardo López, F., Pérez Hernández, P., Martínez Becerra, Á., & Vargas Villamil, L. (2011). Aplicación de modelos de simulación en el estudio y planificación de la agricultura, una revisión. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(3), 999–1010.
- Carolan, L., Smith, F., Protonotarios, V., Schaap, B., Broad, E., Hardinges, J., & Gerry, W. (2015). *How can we improve agriculture, food and nutrition with open data*. London, UK: Open Data Institute.
- Della Chiesa, S., la Cecilia, D., Genova, G., Balotti, A., Thalheimer, M., Tappeiner, U., & Niedrist, G. (2019). Farmers as data sources: Cooperative framework for mapping soil properties for permanent crops in South Tyrol (Northern Italy). *Geoderma*, 342, 93–105. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.02.010>
- El Sawy, O. A., Malhotra, A., Park, Y., & Pavlou, P. A. (2010). Research Commentary—Seeking the Configurations of Digital Ecodynamics: It Takes Three to Tango. *Information Systems Research*, 21(4), 835–848. <https://doi.org/10.1287/isre.1100.0326>

- Fischer, A., Trevisan, M., & Junior, S. S. (2014). Agricultural production trends of permanent crops within the area under the supervision of the regional development secretariat of Joaçaba SC Brazil. *Revista em Agronegocio e Meio Ambiente*, 7(1), 121–150. Scopus.
- Grashey-Jansen, S. (2014). Optimizing irrigation efficiency through the consideration of soil hydrological properties—Examples and simulation approaches. *Erdkunde*, 68(1), 33–48. Scopus. <https://doi.org/10.3112/erdkunde.2014.01.04>
- Haro, A. (2021). INCLUSIÓN FINANCIERA Y DESARROLLO TERRITORIAL: UNA OBSERVACIÓN A LA COBERTURA GEOGRÁFICA DEL INSTRUMENTO CREDITICIO AGROPECUARIO. *AULA VIRTUAL*, 2(05), Art. 05.
- Haro, A. (2022). La participación y comportamiento de mercado y la asegurabilidad de la rentabilidad en el sector arrocerero ecuatoriano: Market share, market performance and profitability assurance in the ecuadorian rice sector. *RES NON VERBA REVISTA CIENTÍFICA*, 12(1), Art. 1. <https://doi.org/10.21855/resnonverba.v12i1.625>
- Hendrickson, J. R., Hanson, J. D., Tanaka, D. L., & Sassenrath, G. (2008). Principles of integrated agricultural systems: Introduction to processes and definition. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 23(4), 265–271. Scopus. <https://doi.org/10.1017/S1742170507001718>
- Izurieta Guamán, G. A., & Moyano Arias, R. J. (2019). Predicción de clientes potenciales utilizando el algoritmo k-vecino más cercano en el área de negocios de la COAC “Riobamba” Ltda [BachelorThesis, Universidad Nacional de Chimborazo, 2019]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6043>
- Lahura, E. (2003). El coeficiente de correlación y correlaciones espúreas. <http://cendoc.esan.edu.pe/fulltext/e-documents/DDD218.pdf>
- Lal, R. (2009). Challenges and opportunities in soil organic matter research. *European Journal of Soil Science*, 60(2), 158–169. Scopus. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2008.01114.x>
- Lima, S. J. A., Araújo, S. A., & Schimit, P. H. T. (2022). Un enfoque híbrido basado en el algoritmo genético y la heurística del vecino más cercano para resolver el problema de enrutamiento de vehículos capacitados. *Revista Boaciencia. Negocios e Tecnología*, 2(1), Art. 1.
- Migliore, G., Zinnanti, C., Schimmenti, E., Borsellino, V., Schifani, G., Di Franco, C. P., & Asciuto, A. (2019). A ricardian analysis of the impact of climate change on permanent crops



- in a mediterranean region. *New Medit*, 18(1), 41–51. Scopus. <https://doi.org/10.30682/nm1901d>
- Pappas, I. O., & Woodside, A. G. (2021). Fuzzy-set Qualitative Comparative Analysis (fsQCA): Guidelines for research practice in Information Systems and marketing. *International Journal of Information Management*, 58, 102310. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102310>
- Ruiz, E., & López, D. L. M. (2014). Revisión de literatura sobre beneficios asociados al uso de coberturas leguminosas en palma de aceite y otros cultivos permanentes. *Palmas*, 35(1), Art. 1.
- Sarango, A. F. H., & Sarango, M. F. H. (2021). Efecto de la eliminación del subsidio a los combustibles y el impacto en los precios de los tubérculos y raíces en el mercado de Ambato EP-MA en Ecuador. *Revista Científica Compendium*, 24(47), Art. 47.
- Tibesigwa, B., Ntuli, H., Lokina, R., Okumu, B., & Komba, C. (2021). Long-rains crops, short-rains crops, permanent crops and fruit crops: The ‘hidden’ multiple season-cropping system for adaptation to rain variability by smallholder farms. *Journal of Environmental Management*, 278. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111407>
- Trivino-Tarradas, P., Gomez-Ariza, M. R., Basch, G., & Gonzalez-Sanchez, E. J. (2019). Sustainability assessment of annual and permanent crops: The INSPIA model. *Sustainability (Switzerland)*, 11(3). Scopus. <https://doi.org/10.3390/su11030738>
- Woodside, A. G. (2017). *The Complexity Turn: Cultural, Management, and Marketing Applications*. Springer.
- Zivzivadze, L., Taktakishvili, T., Zviadadze, E., & Machavariani, G. (2021). An evaluation of permanent crops: Evidence from the “plant the Future” project, Georgia. *Open Agriculture*, 6(1), 212–222. Scopus. <https://doi.org/10.1515/opag-2021-0012>