



# Scientia Agropecuaria

Web page: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop>

Facultad de Ciencias  
Agropecuarias

Universidad Nacional de  
Trujillo



## RESEARCH ARTICLE

### The floriculture as an alternative crop: Descriptive analysis, artificial intelligence modeling, scenario analysis and economic analysis

La floricultura como cultivo alternativo: Análisis descriptivo, modelación con inteligencia artificial, análisis de escenarios y análisis económico

Peter Coaguila-Rodriguez<sup>1</sup> ; Vicente Serapio Pocomucha-Poma<sup>1</sup> ; Alberto Franco Cerna-Cueva<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup> Universidad Nacional Agraria de la Selva, 10131, Perú.

\* Corresponding author: [alberto.cerna@unas.edu.pe](mailto:alberto.cerna@unas.edu.pe) (A. F. Cerna-Cueva).

Received: 27 Marh 2024. Accepted: 28 December 2024. Published: 14 January 2025.

#### Abstract

Floriculture is a sector of growing global importance, contributing to employment generation, income creation, and the promotion of biodiversity and sustainability. This study aimed to identify the factors influencing the adoption of floriculture as an alternative crop in the province of Leoncio Prado, Peru, and to assess its economic viability. A total of 269 farmers were surveyed, analyzing attitudes, land suitability, and socioeconomic and environmental factors. Influential factors were identified using descriptive analysis, chi-square tests, and logistic regression ( $p < 0.1$ ). Additionally, multiple machine learning algorithms (Decision Trees, Logistic Regression, KNN, SVM, Ensemble, Neural Networks, Naive Bayes) with cross-validation ( $k = 5$ ) and AUC metrics were employed to model adoption intentions. Scenarios were developed to increase the willingness to adopt floriculture, and an economic analysis of eight tropical species (Red Ginger, Anthurium, Emperor's Staff, Heliconia, Gardenia, Parrot's Beak, Golden Heliconias, Maracas) was conducted. The results reveal that willingness to change crops, participation in awareness campaigns, allocation of areas for conservation, and cost control are key factors. The neural network model achieved an AUC of 83.3%, and improved scenarios indicate that adoption could increase by up to 11.32%. Red Ginger demonstrated high profitability (NPV S/10428; IRR 51%; PBP 0.7 years). In conclusion, floriculture represents an economically and environmentally viable alternative that contributes to agricultural diversification and sustainability.

**Keywords:** Floriculture; economic analysis; alternative crop; artificial intelligence; biodiversity; sustainability; fair trade.

#### Resumen

La floricultura es un sector de creciente importancia a nivel mundial, contribuyendo a la generación de empleo, ingresos y a la promoción de la biodiversidad y la sostenibilidad. Este estudio tuvo como objetivo identificar los factores que influyen en la adopción de la floricultura como cultivo alternativo en la provincia de Leoncio Prado, Perú, y evaluar su viabilidad económica. Para ello, se encuestó a 269 agricultores, analizando actitudes, aptitud de la tierra, factores socioeconómicos y ambientales. Mediante análisis descriptivo, pruebas de chi-cuadrado y regresión logística ( $p < 0,1$ ) se seleccionaron los factores influyentes. Además, se emplearon múltiples algoritmos de aprendizaje automático (Árboles de Decisión, Regresión Logística, KNN, SVM, Ensemble, Redes Neuronales, Naive Bayes) con validación cruzada ( $k = 5$ ) y métricas AUC para modelar la intención de adopción. Se desarrollaron escenarios incrementando la predisposición a adoptar la floricultura, y se realizó un análisis económico de ocho especies tropicales (Ginger Rojo, Anturio, Bastón del Emperador, Heliconia, Gardenia, Pico de Loro, Heliconias Golden, Maracas). Los resultados revelan que la disposición a cambiar de cultivo, la participación en campañas de sensibilización, la destinación de áreas a la conservación y el control de costos son factores clave. El modelo de redes neuronales alcanzó un AUC de 83,3% y escenarios mejorados indican que la adopción podría incrementar hasta en 11,32%. El Ginger Rojo demostró alta rentabilidad (VAN S/10428; TIR 51%; PRI 0,7 años). En conclusión, la floricultura representa una alternativa económica y ambientalmente viable que contribuye a la diversificación agrícola y a la sostenibilidad.

**Palabras clave:** Floricultura; análisis económico; cultivo alternativo; inteligencia artificial; biodiversidad; sostenibilidad; comercio justo.

DOI: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2025.003>

#### Cite this article:

Coaguila-Rodriguez, P., Pocomucha-Poma, V. S., & Cerna-Cueva, A. F. (2025). La floricultura como cultivo alternativo: Análisis descriptivo, modelación con inteligencia artificial, análisis de escenarios y análisis económico. *Scientia Agropecuaria*, 16(1), 27-39.

#### 1. Introducción

A nivel global, la búsqueda de alternativas agrícolas sostenibles y rentables es un desafío constante, especialmente en contextos donde factores socioeconómicos, ambientales y delictivos han obstaculizado el desarrollo agrario (Alavi-Murillo et al., 2022;

Ellis, 2016; Morales, 1986; van Dun, 2019). La adopción masiva de cultivos alimenticios se ha visto limitada por factores como la baja rentabilidad, la inestabilidad de precios, la cadena de valor insuficientemente desarrollada y la carencia de certificaciones ambientales y de comercio justo, dificultando

tando el acceso a mercados más lucrativos (Blare & Donovan, 2018; Devaux et al., 2018; Garcia-Yi, 2014; Jezeer et al., 2019; Tobin et al., 2018; Tobin & Glenna, 2019). Este panorama subraya la necesidad de explorar alternativas agrícolas que no solo sean económicamente viables para los agricultores, sino que también promuevan la sostenibilidad ambiental y social de la región. En este contexto, la floricultura emerge como una opción prometedora, con el potencial de ofrecer tanto rentabilidad económica como beneficios ecológicos (Hall et al., 2009; Junqueira & Peetz, 2018; Wani et al., 2018).

El manejo sostenible de residuos en floricultura, como la conversión en briquetas de carbón, puede mitigar el impacto ambiental y las emisiones de carbono, promoviendo soluciones energéticas limpias (Jula et al., 2024). Además, este sector contribuye a reducir inequidades socioeconómicas al generar empleo inclusivo para poblaciones vulnerables, especialmente mujeres, como lo evidencian estudios recientes en floricultura en países en desarrollo (Schelleman-Offermans et al., 2024). La incorporación de tecnologías modernas, como la visión por computadora y el aprendizaje profundo, también está transformando la industria al aumentar la eficiencia y sostenibilidad (Afonso et al., 2024).

Desde el punto de vista económico, la floricultura contribuye a la creación de empleo y a la generación de ingresos para agricultores, trabajadores e industrias afines. Según la Asociación Internacional de Productores Hortícolas (AIPH), el mercado mundial de flores y plantas estaba valorado en 103.300 millones de dólares en 2020, lo que indica la importancia económica del sector (Sahu et al., 2023). Además, estudios recientes destacan que la floricultura, al ser una industria de rápido crecimiento, ofrece oportunidades de mejora en los estándares de vida y económicos, especialmente para los agricultores marginales. La existencia de economías de escala en la industria florícola también sugiere un futuro prometedor, donde productores de mayor tamaño y automatización disfrutan de ventajas de costo comparativas, lo que sugiere una tendencia hacia el crecimiento en el tamaño promedio de los productores para aprovechar las eficiencias de costos (Schumacher & Marsh, 2003). Además, en el Himalaya indio, la adopción de la floricultura ha demostrado ser una estrategia viable para complementar los medios de vida de las comunidades rurales y tradicionales, promoviendo la sostenibilidad en la región (Phondani et al., 2019).

La floricultura ofrece significativos beneficios ambientales que van más allá de la mera producción de flores, contribuyendo sustancialmente a la biodiversidad y los ecosistemas. Según Sahu et al.

(2023), la floricultura juega un papel fundamental en promover la biodiversidad al cultivar una diversa gama de plantas con flores, lo cual no solo apoya la conservación de especies vegetales y sus hábitats, sino también contribuye a la sostenibilidad del sector al minimizar la degradación ambiental. La integración de plantas silvestres en la floricultura, como mencionan De Pascale & Romano (2019), puede fomentar prácticas de paisajismo sostenible y xerojardinería, reduciendo el consumo de agua y la demanda de pesticidas, a la vez que conserva hábitats valiosos para la vida silvestre. En el ámbito urbano, la floricultura emerge como una solución alternativa sostenible, disminuyendo la huella de carbono y mejorando la calidad de los productos estacionales (Manikas et al., 2020). Además, Wani et al. (2018) subrayan que las prácticas sostenibles en floricultura, como la gestión integrada de nutrientes y el manejo eficiente del agua, apuntalan el desarrollo de un sector florícola económicamente viable y ambientalmente responsable. La floricultura puede influir positivamente en la polinización y otros servicios ecosistémicos esenciales, apoyando la gestión de paisajes agrícolas para maximizar estos beneficios (Kremen et al., 2007). Así, la floricultura, a través de prácticas sostenibles y consideradas, puede ser una fuerza para la protección y conservación del ambiente.

Ante este panorama, emerge un vacío de conocimiento crítico, se desconocen los factores específicos que determinan la intención y decisión de siembra entre los agricultores. Comprender estos factores es decisivo, ya que podría proporcionar información valiosa para guiar de manera informada los esfuerzos destinados a persuadir a los agricultores de considerar la floricultura como una alternativa viable en sus parcelas (Hall et al., 2009). Además, la información cuantitativa sobre la rentabilidad de la floricultura, como alternativa económica sostenible, ha sido escasamente explorada. Este estudio tuvo como objetivo abordar esta laguna de conocimiento, analizando indicadores económicos y financieros, como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

## 2. Metodología

### 2.1. Ubicación, muestra, validez y confiabilidad

La investigación se llevó a cabo en 27 centros poblados de la provincia de Leoncio Prado, Huánuco, Perú (Figura 1). En estos centros poblados se ubicaron a propietarios de predios y se les aplicó una encuesta de 40 preguntas, que evalúan la actitud del agricultor, la aptitud de las tierras y los componentes sociales, económicos y ambientales,

mediante un muestreo probabilístico considerando. La población comprende agricultores de ambos géneros, de entre 20 y 60 años. Constituyen el 56% de los 127.793 habitantes regionales, totalizando 71.565 personas. De ellos, 14.313 son agricultores a cargo de predios de cultivos básicos y frutales e industriales, según el Plan Estadístico Regional Huánuco 2019-2021 (MPLP, 2019). Se efectúa un cálculo de muestra para una población finita, empleando los siguientes parámetros: un total de población (N) de 14.313, un nivel de confianza (z) del 95%, una probabilidad de éxito (p) de 0,7, una probabilidad de fracaso (q) de 0,3 y un error

máximo admisible (e) del 5%, resultando en una muestra (n) de 269. La validez del instrumento se aseguró mediante la revisión de cinco jueces expertos en Desarrollo Sostenible, alcanzando un índice de Aiken de 0,82, lo cual confirma su validez para este estudio. Por otro lado, la confiabilidad se verifica mediante una prueba piloto con 27 agricultores de Leoncio Prado, que corresponde al 10% de la muestra. Esta prueba, ajena a la población de muestra, obtiene un alfa de Cronbach de 0,81, indicando estabilidad y consistencia en los datos recogidos

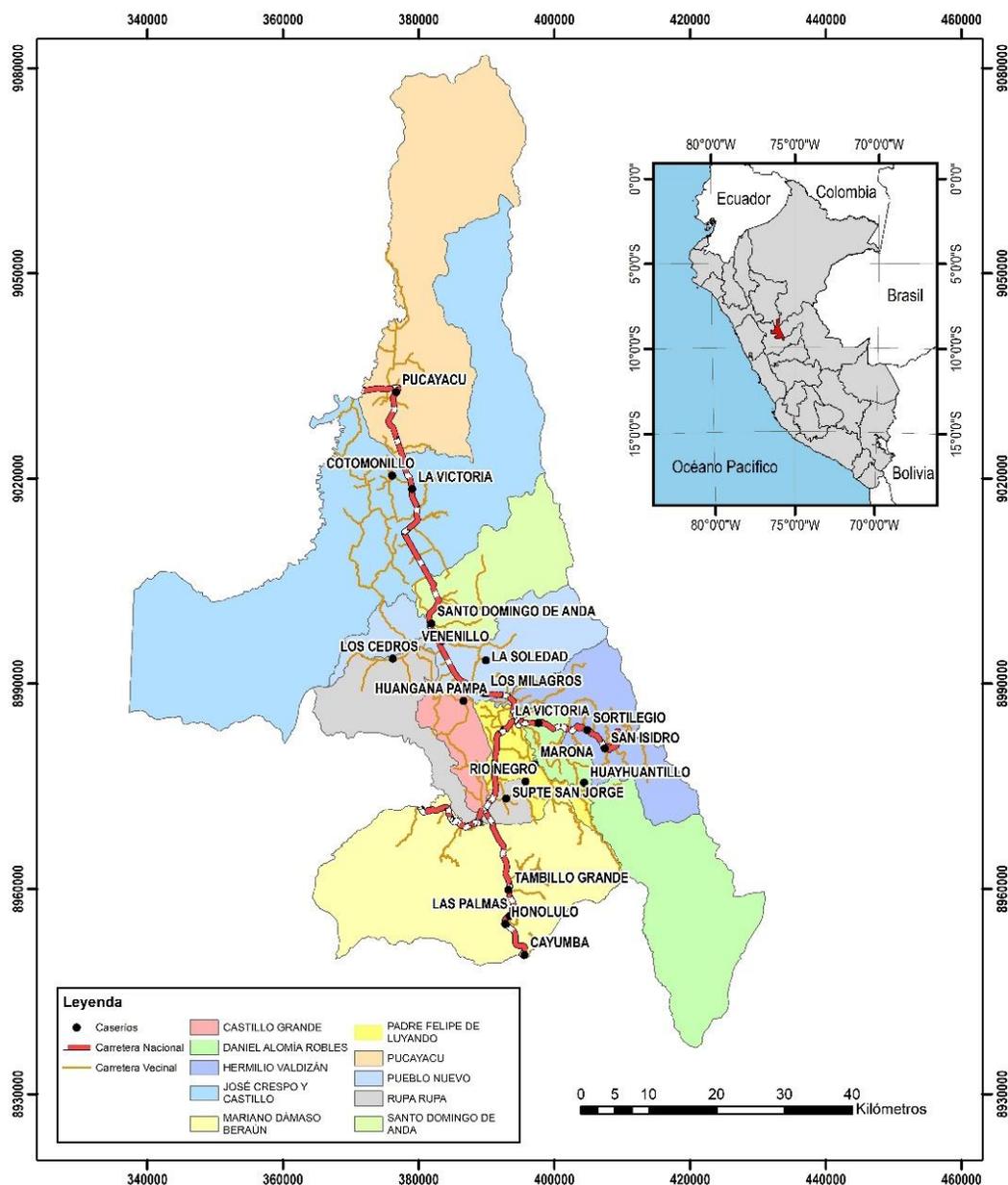


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

## 2.2. Análisis descriptivo y selección de factores

El estudio inició con un análisis descriptivo exhaustivo de las respuestas obtenidas a través de encuestas aplicadas a los agricultores, enfocándose en entender la distribución de las variables y las posibles razones detrás de los porcentajes observados. Se exploraron diversas dimensiones de análisis, entre ellas, la aptitud de las tierras para la floricultura, la actitud de los agricultores hacia esta actividad, y los factores ambientales, sociales y económicos que podrían influir en su decisión de adoptar la floricultura como una alternativa viable. Para la selección de factores que influenciarían significativamente la intención y decisión de los agricultores de dedicarse a la floricultura, se emplearon pruebas estadísticas apropiadas. El análisis de variables categóricas se realizó mediante el test de chi-cuadrado, evaluando cómo las respuestas seleccionadas podrían afectar la intención y decisión de cultivar flores. Por otro lado, para las variables numéricas, se aplicó una regresión logística. Ambas técnicas estadísticas tuvieron como criterio de significancia un valor de  $p$ -valor menor a 0,1, facilitando la identificación de factores determinantes en la decisión de emprender en la floricultura.

## 2.3. Modelamiento y evaluación de rendimiento

El proceso de modelamiento implicó la construcción de una base de datos robusta a partir de las 269 encuestas realizadas, consistente en 38 variables independientes y una variable dependiente relacionada con la decisión de incursionar en la floricultura. Se entrenaron varios modelos de aprendizaje automático para problemas de clasificación binaria, determinando si un agricultor decide o no dedicarse a la floricultura. Se utilizó una variedad de técnicas, incluyendo Árboles de Decisión, Regresión Logística, KNN, SVM, modelos Ensemble, Redes Neuronales y Naive Bayes. Para contrarrestar el desbalance en los datos —dado por una menor cantidad de agricultores dedicados a la floricultura—, se optó por la validación cruzada con un tamaño de fold de  $k = 5$ . Esta estrategia permitió obtener una evaluación más equilibrada y menos sesgada de los modelos. Se analizaron las métricas de rendimiento de cada modelo, prestando especial atención a la métrica AUC por su relevancia en la maximización de la identificación de verdaderos positivos (agricultores que efectivamente optarían por la floricultura).

## 2.4. Evaluación de escenarios

Para estimar el impacto de diferentes intervenciones en la adopción de la floricultura, se diseñaron

tres escenarios basados en los factores estadísticamente significativos previamente identificados.

El **escenario actual** refleja la situación reportada en las encuestas realizadas a los agricultores, con los valores observados para variables como la disposición a cambiar de cultivo, la participación en campañas de sensibilización, la asignación de áreas para la conservación y el control de costos de producción. Este escenario representa la línea base y sirve como punto de comparación para evaluar los efectos de las intervenciones simuladas.

El **escenario de mejora moderada** considera un aumento en la proporción de agricultores que manifiestan disposición a cambiar de cultivo y mejorar prácticas clave, llevando estos valores hasta aproximadamente el 70% de adopción para las variables mencionadas. Este nivel de mejora moderada simula un contexto en el cual las intervenciones — como capacitaciones y políticas de fomento— logran resultados positivos sin alcanzar condiciones ideales. Este escenario refleja una implementación parcial de estrategias de apoyo.

Por último, el **escenario óptimo** plantea una maximización de las condiciones favorables, elevando los indicadores clave al 90%. Este nivel refleja un entorno ideal en el que las iniciativas han sido implementadas con éxito y los agricultores han adoptado de manera casi total las prácticas promovidas, como la disposición a cambiar de cultivo, la participación activa en campañas, la destinación de áreas a la conservación y el control riguroso de los costos de producción. Este escenario ofrece una visión de lo que podría lograrse bajo condiciones óptimas de intervención.

Para calcular de manera más aproximada el número de agricultores que se dedicarían a la floricultura bajo los diferentes escenarios se escogerá el modelo que tenga mayor AUC, variando el umbral de clasificación para maximizar la cantidad de verdaderos positivos a costa de los falsos positivos, en ese sentido se aplicará la siguiente fórmula: *Predicción de dedicación a la floricultura = #Total de casos predichos × %Precisión.*

## 2.6. Evaluación económica

Para evaluar la viabilidad económica del cultivo de flores tropicales en la provincia de Leoncio Prado, se estimaron los costos de producción y análisis de rentabilidad. Este proceso se llevó a cabo con la colaboración de cinco productores locales, cada uno con un conjunto específico de especies florales bajo cultivo (**Figura 2**), que incluyen: 1) el Ginger rojo, 2) Anturio, 3) Bastón del emperador, 4) Heliconia, 5) Gardenia, 6) Pico de loro, 7) Heliconias

Golden, y 8) Maracas. Estas especies fueron seleccionadas por su relevancia en el contexto local y su potencial comercial.

La rentabilidad de la inversión en floricultura tropical se evaluó mediante tres indicadores financieros principales:

**Valor Actual Neto (VAN):** Este indicador permite valorar la viabilidad de la inversión calculando la suma de los flujos netos de efectivo (ingresos menos gastos), descontados a una tasa que refleja el costo de oportunidad del capital, para un periodo proyectado de tres años.



Anturio



Bastón del emperador



Cultivo de Ginger rojo



Gardenia



Heliconia golden



Pico de loro

Figura 2. Flores seleccionadas para el análisis de rentabilidad.

**Tasa Interna de Retorno (TIR):** Este indicador mide la rentabilidad del proyecto, determinando el porcentaje de retorno anual promedio de la inversión. La TIR se obtiene cuando el VAN es igual a cero, implicando que los flujos de efectivo generados por el proyecto, descontados a esta tasa, igualan la inversión inicial.

**Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI):** Este índice calcula el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial a través de los ingresos generados por el proyecto, indicando el nivel de riesgo asociado. Un PRI más corto denota menor riesgo y mayor atractivo de la inversión.

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1. Análisis descriptivo y selección de factores

##### Análisis descriptivo

La mayoría de los agricultores encuestados, el 88,47%, está de acuerdo con la idea de implementar la siembra de flores tropicales, motivados por descontento con cultivos actuales, que resultan complejos y poco rentables debido a bajos precios, baja productividad y daños por factores abióticos y bióticos. Solo el 11,53% no está de acuerdo. La posesión de tierras es mayoritariamente propia (92,4%), y de estos, un porcentaje similar (88,4%) muestra interés en la siembra de flores tropicales, lo que sugiere un interés común en considerar la floricultura tropical como una opción de desarrollo sostenible. La agricultura es la principal actividad de los encuestados, con un 96,2% dedicándose a ella, en gran medida por razones económicas (92%). El 58,4% de los agricultores posee tierras de cultivo permanente, y el 39,9% dispone de terrenos para cultivo en limpio, ambos con interés en el cultivo de flores tropicales. En términos de propiedad de la tierra, los agricultores tienen en promedio 6,79 hectáreas cada uno, y aquellos no interesados en nuevos proyectos poseen en promedio 6,32 hectáreas. De la tierra sembrada, aquellos que desean iniciar nuevos proyectos poseen 3,02 hectáreas, mientras que quienes no desean nuevos proyectos tienen 3,74 hectáreas. La disponibilidad de tierras es mayor para los interesados en nuevos proyectos, con 3,76 hectáreas frente a 2,61 hectáreas de quienes no están interesados, lo cual podría explicar su interés en la siembra de flores tropicales.

Sobre la actitud y nivel técnico, el 57,24% de los agricultores está dispuesto a cambiar de cultivo frente a un 42,76% que no. Entre los que quieren cambiar, solo el 45,5% asiste a capacitaciones. El 78,6% aplica mejoras en sus cultivos, pero apenas el 18,8% ha intentado transformar su producción

para aumentar ingresos. La mayoría (66,2%) comercializa independientemente, el 26% a través de asociaciones y el 7,8% en cooperativas. El 89,6% conoce el destino final de sus productos y el 70,1% usa insumos externos. Un conocimiento limitado sobre cultivos de flores tropicales, con solo el 16,9% informado, representa una barrera para su desarrollo como alternativa a los cultivos tradicionales.

Con relación al componente económico, un amplio 92,9% de agricultores buscan mejorar sus ingresos y están dispuestos a considerar nuevas opciones para lograrlo. A pesar de esta aspiración, el 72,4% de estos no utiliza semillas mejoradas; situación similar al 78,9% de quienes no buscan mejorar sus ingresos. Casi la totalidad de los interesados en mejorar ingresos (99,6%) se dedican a cultivos anuales y frutales. En cuanto al conocimiento sobre los compradores, hay una división igual de 50% entre quienes conocen y quienes no conocen a sus compradores dentro de los que desean mejorar ingresos, contrastando con el 57,9% que sí los conoce entre los que no buscan mejoras. Respecto al precio final de su producción, una mayoría considerable, el 92,8% de los que buscan mejorar ingresos y el 94,7% de los que no, desconoce el precio final de su producción. En términos de ingresos mensuales, el 75,2% de los que desean mejorar su situación económica reciben menos del sueldo mínimo vital, un 9,2% gana un monto similar al mínimo, y solo un 15,6% supera el sueldo mínimo vital. El control de costos de producción es otro aspecto deficiente, con un 83,2% que no gestiona sus costos; solo el 16,8% lleva un registro. Además, los que aspiran a incrementar sus ingresos gastan más en promedio (S/. 429,72 soles) en gastos del hogar que aquellos que no desean mejorar sus ingresos, quienes gastan S/. 313,68 soles en promedio.

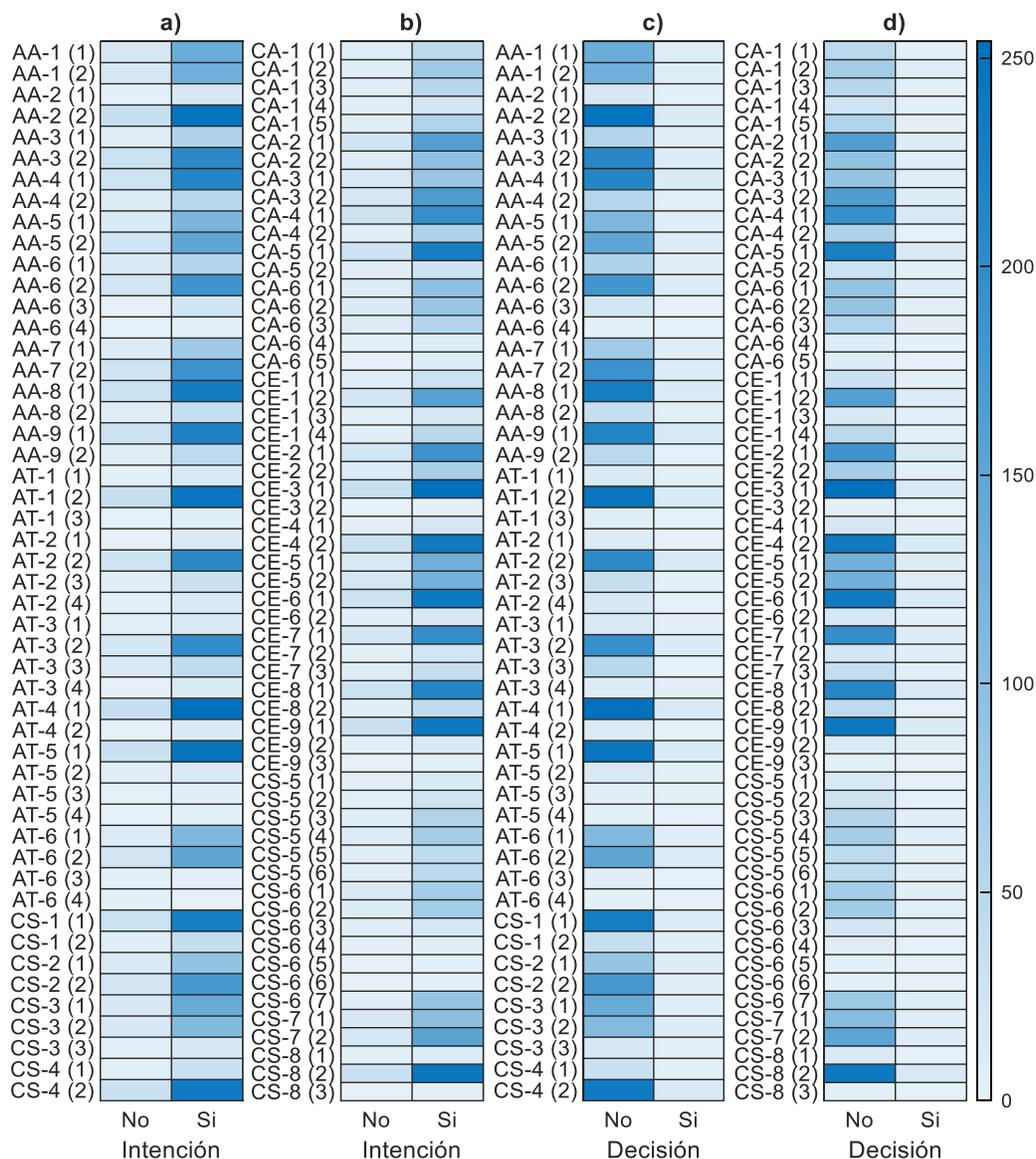
El análisis educativo revela que un 18,7% de agricultores carecen de estudios formales, mientras que los niveles de primaria, secundaria, superior y técnico abarcan el 29,7%, 20,1%, 9,6% y 21,9% respectivamente, evidenciando una prevalencia de bajos niveles educativos. En relación al uso de residuos de cosecha, los niveles educativos inferiores presentan mayor desaprovechamiento, con un 74,0%, 62,5% y 70,4% para ninguno, primaria y secundaria, respectivamente. Por el contrario, los de educación superior y técnica muestran un uso más frecuente de estos residuos, con solo un 46,2% y 21,9% que no los utilizan. En cuanto a la conservación ambiental, entre el 61% y el 73,1% de todos los niveles educativos destinan áreas para conservación. En el uso de energías renovables, la mayoría no las utilizan, con un rango del 68,5% al 82,5%, mientras que solo un 17,5% a 31,5% las adopta, siendo los paneles solares

los más usados. En el caso de los equipos ahorradores de energía, un 85,5% a 92% de los entrevistados de todos los niveles educativos no los usan, frente a un 8% a 14,8% que sí. Respecto al cuidado del agua, un 32% a 38,5% siembran plantas perennes de bajo consumo hídrico y un 26,9% a 44,4% asocian cultivos para conservarla. Solo un 1,7% a 8% implementa sistemas eficientes como el riego por goteo. Una minoría entre el 2,5% y el 4% practica la agricultura de conservación, mientras que un 14,8% a 27,1% muestra desconocimiento o desinterés en la conservación del agua.

En el componente social, la mayoría de los agricultores (85,9%) no pertenecen a ninguna

asociación de productores, destacando una marcada falta de asociatividad, que los hace vulnerables en la gestión y negociación de sus cosechas, en parte debido a la desconfianza entre los miembros.

La numeración entre paréntesis indica el conteo absoluto de respuestas: el número fuera del paréntesis representa las respuestas negativas (No), y dentro del paréntesis las positivas (Sí). La escala en el eje derecho (0 a 250) corresponde al número total de agricultores encuestados. Los colores en las barras reflejan la proporción de respuestas "Sí" o "No" en relación con cada categoría (Figura 3).



**Figura 3.** La figura presenta las respuestas obtenidas en la encuesta, organizadas según dos variables principales: intención (columnas a y b) y decisión (columnas c y d) de adoptar la floricultura. En el eje vertical se muestran los códigos correspondientes a los factores evaluados, clasificados en cinco categorías: AA (Actitud del Agricultor), AT (Aptitud de Tierras), CA (Componente Ambiental), CE (Componente Económico) y CS (Componente Social).

En contraste, el 14,1% que sí están asociados tienen mayor participación (86,8%) en campañas de sensibilización en comparación con los no asociados (61,5%). En términos de interés social, entre los no asociados, un 49,8% valora el bienestar colectivo, frente a un 43,7% que prioriza el individual; mientras que, en los asociados, un 63,2% pone en primer lugar el bienestar colectivo. La mayoría de ambos grupos (88,3% de no asociados y 92,1% de asociados) tienen acceso a servicios de salud. Respecto a la demografía de los encuestados, el género masculino predomina con un 60%, y el femenino constituye el 40%. En cuanto a la vivienda, un alto

porcentaje tiene propiedad propia, siendo un 93,5% entre los no asociados y un 97,45% entre los asociados. Por último, el tamaño promedio del hogar es de 4 personas, incluyendo al menos un niño.

### Selección de factores influyentes en la dedicación a la floricultura

Como se muestra en la **Tabla 1**, los factores que influyen en la decisión de emprender en la floricultura son, la disposición de cambiar de cultivo, la destinación de áreas de conservación, el control de costos de producción y la participación en campañas de sensibilización.

**Tabla 1**  
Evaluación de indicadores que influyen en la intención y decisión de la floricultura

Variable	Indicador	Código	Intención	Decisión
Actitud del agricultor	Asiste a capacitación	AA-1	0,643	0,242
	Conoce el cultivo	AA-2	0,452	0,318
	Realiza mejoras de la plantación	AA-3	0,883	0,497
	Intenta transformar su cosecha	AA-4	0,124	0,579
	Cambiar de cultivo	AA-5	<0,01	<0,1
	Venta de producto	AA-6	0,329	0,960
	Uso de insumos externos	AA-7	0,403	0,971
	Conocimiento de flores tropicales	AA-8	0,228	0,131
	Conoce el uso final de la producción	AA-9	0,243	0,774
Aptitud de tierras	Posesión de la tierra	AT-1	0,321	0,535
	Hectáreas poseídas	AT-2	0,312	0,998
	Hectáreas sembradas	AT-3	0,117	0,910
	Tipo de actividad	AT-4	0,878	0,450
	Dedicación a la actividad	AT-5	0,841	0,741
	Clasificación de tierras	AT-6	0,458	0,913
Componente ambiental	Nivel de educación	CA-1	0,367	0,298
	Uso de residuos	CA-2	<0,05	0,978
	Destina área de conservación	CA-3	<0,05	<0,05
	Uso de energías renovables	CA-4	0,698	0,424
	Uso de equipos ahorradores	CA-5	0,798	0,165
	Cuidados del agua	CA-6	0,158	0,774
Componente económico	Numero tratamiento	CE-1	0,710	0,568
	Uso de semillas mejoradas	CE-2	0,300	0,901
	Ocupación	CE-3	<0,01	0,814
	Interés por mejorar	CE-4	<0,01	0,289
	Conoce compradores	CE-5	<0,1	0,966
	Sabe precio final	CE-6	0,103	0,990
	Ingreso mensual	CE-7	<0,05	0,569
	Controla costos de producción	CE-8	0,580	<0,1
	Gasto promedio mensual	CE-9	0,874	0,422
Componente social	Pertenece a una asociación	CS-1	0,192	0,986
	Participa en campañas de sensibilización	CS-2	0,947	<0,05
	Interés social	CS-3	0,130	0,600
	Acceso a la salud	CS-4	0,742	0,173
	Número de personas en el hogar	CS-5	0,493	0,523
	Número de niños en el hogar	CS-6	0,119	0,344
	Genero del informante	CS-7	0,793	0,336
	Vivienda ocupada	CS-8	0,330	0,627

Leyenda: La tabla presenta los indicadores agrupados en cinco componentes que influyen en la intención y decisión de los agricultores de adoptar la floricultura. El componente "Actitud del Agricultor" incluye factores como la disposición a asistir a capacitaciones (AA-1) o el conocimiento sobre el cultivo (AA-2). El componente "Aptitud de Tierras" describe variables relacionadas con la calidad y disponibilidad de tierras. El "Componente Ambiental" abarca prácticas sostenibles como el uso de energías renovables (CA-4). El "Componente Económico" incluye aspectos financieros como el control de costos de producción (CE-8). Finalmente, el "Componente Social" refleja factores de asociatividad y apoyo comunitario, como pertenecer a una asociación (CS-1). Las columnas de intención y decisión presentan los valores p ( $p < 0,1$ ) obtenidos de las pruebas estadísticas, destacando aquellos indicadores con influencia significativa en la intención o decisión de los agricultores de dedicarse a la floricultura.

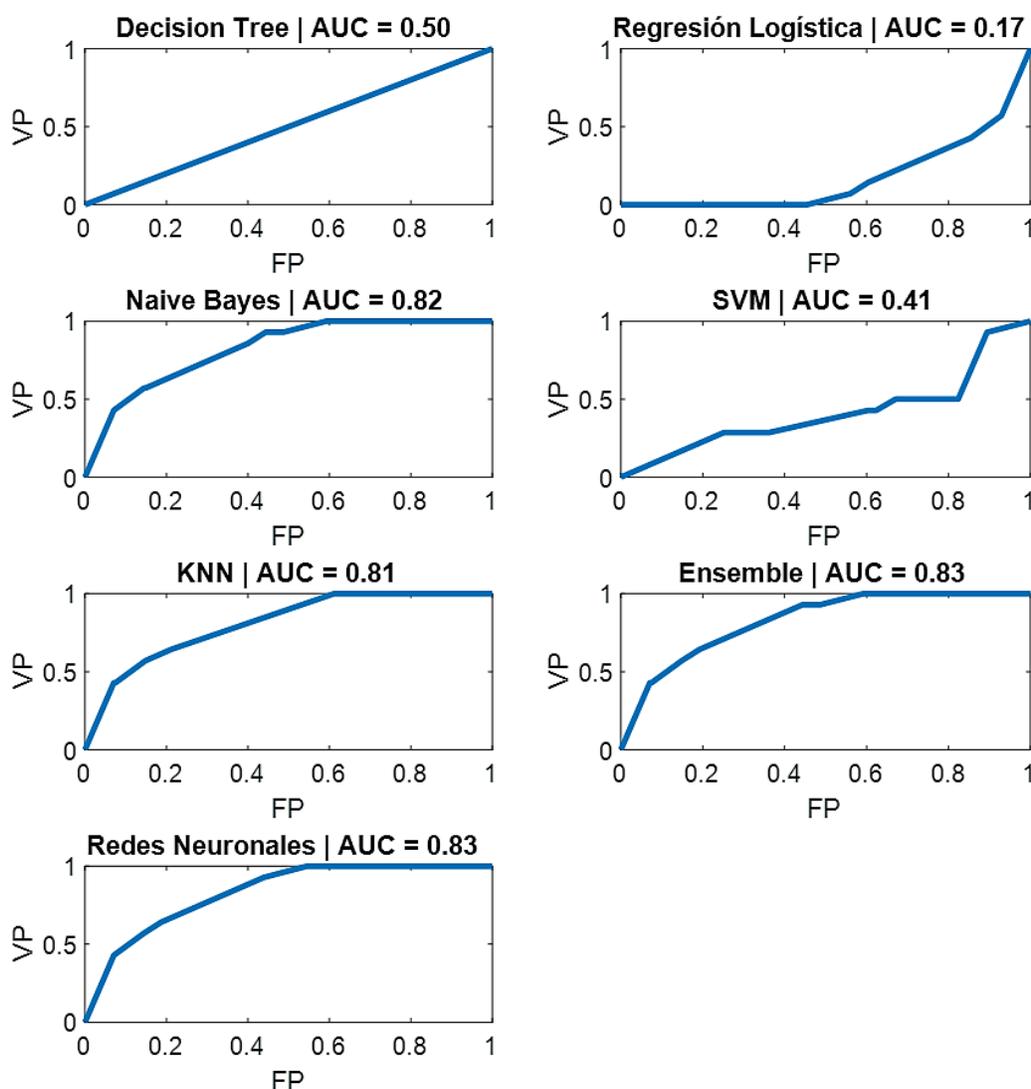


Figura 3. Valores de AUC para los modelos evaluados.

La disposición a cambiar de cultivo es un indicador relevante, lo cual sugiere una apertura a adaptar prácticas agrícolas hacia opciones más rentables (deducido de los ingresos económicos declarados por los encuestados). La destinación de áreas para la conservación refleja una conciencia sobre la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental entre los agricultores que tienen intención dedicarse a la floricultura. Manikas et al. (2020) discuten cómo la floricultura urbana puede ser una alternativa sostenible, reduciendo la huella de carbono y ofreciendo productos de calidad.

La participación en campañas de sensibilización, centradas no solo en la sostenibilidad sino también en el conocimiento sobre cultivos alternativos y estrategias de mercado, juega un papel importante en la decisión de los agricultores de dedicarse a la floricultura (Gomiero et al., 2011). Esta información

no solo aumenta la conciencia ambiental, sino que también mejora la comprensión sobre cómo la floricultura puede ser una alternativa económicamente viable y competitiva.

Además, el control de costos de producción emerge como un indicador clave de la capacidad empresarial, importante para decidirse hacia la floricultura. Eyhorn et al. (2019) destacan que prácticas eficientes en términos de costos, como parte de una gestión empresarial sólida, son fundamentales para la viabilidad y éxito de las operaciones florícolas.

### 3.2. Modelamiento y evaluación de rendimiento

La mayoría de los modelos, con la excepción del modelo ensemble RUSBoosted Trees, mostraron una exactitud del 94,8%. Sin embargo, esta alta exactitud resultó engañosa, ya que estos modelos

tendían a predecir uniformemente que los agricultores no se dedicarían a la floricultura, reflejando así la distribución desequilibrada de la muestra más que una capacidad predictiva genuina (solo 14 de los 269 encuestados se dedican a la floricultura). El modelo ensemble RUSBoosted Trees, y las redes neuronales, destacaron por su desempeño en términos del área bajo la curva (AUC) de 0,83, ambos modelos con exactitudes de 57,6% y 58,0%, tal como muestra la **Figura 4** y la **Tabla 2**. La superioridad de estos modelos en la métrica AUC indica una mayor habilidad para distinguir entre los agricultores que se dedicarían a la floricultura y aquellos que no, maximizando los verdaderos positivos mientras minimizan los falsos positivos.

**Tabla 2**

Métricas de los modelos con mejores desempeños para la predicción a la dedicación a la floricultura

Métricas	Redes Neuronales		RUSBoosted Trees	
	NO	SI	NO	SI
Precisión	99,3%	10,4%	99,3%	10,3%
Recall	56,1%	92,9%	55,7%	92,9%
Fallout	7,1%	43,9%	7,1%	44,3%
Spificicity	92,9%	56,1%	92,9%	55,7%
F1	71,7%	18,7%	71,4%	18,6%
Exactitud	58,0%		57,6%	
AUC	83,3%		83,1%	
Umbral	0.059		0.054	

La diferencia en el desempeño de los modelos puede atribuirse a varias razones. Los modelos ensemble, particularmente RUSBoosted Trees, y las redes neuronales son conocidos por su capacidad para manejar complejidades en los datos, como interacciones no lineales entre variables y la presencia de datos desequilibrados, como es el caso de este estudio (**Chabalala et al., 2023**). El modelo ensemble RUSBoosted Trees, mediante la combinación de múltiples modelos débiles para formar un modelo fuerte, y las redes neuronales, a través de su arquitectura flexible, pueden capturar patrones complejos y sutilezas en los datos que otros modelos lineales o más simples no pueden (**Li & Dong, 2023**).

La **Figura 4** muestra las curvas ROC (Receiver Operating Characteristic) correspondientes a los modelos evaluados, incluyendo Redes Neuronales y RUSBoosted Trees. En el eje Y se representa la tasa de verdaderos positivos, mientras que en el eje X se muestra la tasa de falsos positivos. Una curva más cercana a la esquina superior izquierda refleja un mejor rendimiento del modelo, mientras que la línea diagonal representa un modelo con rendimiento aleatorio (AUC = 0,5). Los valores de AUC presentados en la **Tabla 2** indican la capacidad de

los modelos para clasificar correctamente entre casos positivos y negativos. Las curvas permiten visualizar el balance entre sensibilidad y especificidad en distintos puntos de corte.

En la **Tabla 2** se compara el desempeño de los modelos predictivos Redes Neuronales y RUSBoosted Trees mediante métricas clave. La precisión refleja el porcentaje de predicciones correctas para casos positivos y negativos. El recall mide la capacidad del modelo para identificar correctamente los casos positivos, mientras que la tasa de falsos positivos indica el porcentaje de predicciones incorrectas en los casos negativos. La especificidad representa el porcentaje de casos negativos correctamente clasificados. El valor F1 combina precisión y sensibilidad en una media armónica, y la exactitud muestra el porcentaje general de predicciones correctas. El área bajo la curva (AUC) mide el rendimiento global del modelo, siendo valores más altos indicativos de un mejor desempeño. El umbral se refiere al punto de corte utilizado para clasificar entre positivo y negativo.

### Evaluación de escenarios

El modelo de redes neuronales, identificado como el más eficiente en términos de rendimiento predictivo dentro del estudio, fue el seleccionado para estimar el impacto de diferentes intervenciones en la adopción de la floricultura por parte de los agricultores. La **Tabla 3** resume los resultados obtenidos bajo dos escenarios prospectivos. En el primer escenario, se consideró un incremento hasta el 70% en la disposición de los agricultores para cambiar de cultivo, su participación en campañas de sensibilización, la asignación de áreas para la conservación, y el control de los costos de producción. Bajo esta premisa, se proyecta que un 7,16% de los agricultores optarían por la floricultura, evidenciando una respuesta positiva a las mejoras implementadas. Por otro lado, el segundo escenario plantea una optimización aún mayor, elevando las condiciones hasta el 90%. En tal contexto, la proyección indica que la adopción de la floricultura por los agricultores podría alcanzar el 11,32%, más del doble en comparación con la línea base establecida por la encuesta inicial. Este análisis cuantitativo aporta datos sustanciales para que entidades gubernamentales y programas como DEVIDA o el PEAH puedan calibrar y dimensionar los efectos de sus políticas y estrategias dirigidas a incentivar cultivos alternativos (**Romero et al., 2022**).

No obstante, aunque se registra un aumento significativo en la proporción de agricultores que podrían dedicarse a la floricultura, el techo de 11,32% sugiere la presencia de otras variables que podrían

ejercer una influencia más decisiva en la toma de decisiones de los agricultores. Entre estos factores adicionales que podrían considerarse se encuentran la disponibilidad de mercados accesibles y rentables, la presencia de apoyo técnico y financiero continuo, la estabilidad de precios de mercado para productos florícolas, y la compatibilidad cultural y de conocimientos tradicionales con las prácticas de floricultura (Farooqui & Ritika, 2020; Graskemper et al., 2021).

**Tabla 3**

Evaluación de escenarios de predicción del porcentaje de agricultores que se dedicarían a la floricultura en Leoncio Prado bajo cambio de los factores predictivos

Factores	Opción	Actual	Escenarios	
			I	II
Disposición a cambiar de cultivo	SI	57%	70%	90%
	NO	43%	30%	10%
Participa en campañas de sensibilización	SI	65%	70%	90%
	NO	35%	30%	10%
Destina área de conservación	SI	65%	70%	90%
	NO	35%	30%	10%
Controla costos de producción	SI	16%	70%	90%
	NO	84%	30%	10%
Estimación de agricultores que se dedicarían a la floricultura		5,20%	7,16 %	11,32 %

### 3.3. Análisis económico

El análisis de viabilidad económica para las ocho especies de flores tropicales indica una rentabilidad particularmente destacada para el Ginger Rojo (Tabla 4). Esta especie exhibe un costo de producción relativamente bajo de S/ 53.647,78, un Valor Actual Neto (VAN) de S/ 10.428,00, y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 51%. Notablemente, su Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) es de solo 0,7 años, lo cual lo coloca como un cultivo altamente rentable y, por ende, una inversión viable y sostenible. Se estima un rendimiento promedio de 3 a 4 flores por planta, con una densidad inicial de 3333 plantas por hectárea.

**Tabla 4**

Cálculo de la viabilidad económica de las principales flores tropicales cultivadas

Cultivares	CP* (S/.)	VAN** (S/.)	TIR*** (%)	PRI**** (Años)
Ginger rojo	53.647,78	10.428,00	51	0,7
Anturio	179.547,13	488.891,00	90	1,7
Bastón del emperador	82.834,86	59.175,00	62	1,7
Heliconia musa	132.372,20	110.266,00	51	1,5
Gardenia	125.661,20	54.884,00	76	1,8
Pico de loro	120.827,86	97.474,00	84	1,3
Heliconias Golden	83.228,96	27.984,00	80	1,7
Maracas	78.594,46	29.549,00	69	1,9

\*CP: Costo del Proyecto. \*\*VAN: Valor Actual Neto. \*\*\*TIR: Tasa Interna de Retorno. \*\*\*\*PRI: Periodo de Recuperación de la Inversión.

El Anturio se posiciona como el segundo cultivo más viable, con un VAN de S/ 488.891,00 y una TIR del 90%. Su PRI de 1 año y 7 meses indica un periodo más extenso antes de obtener ganancias, aunque sigue siendo económicamente favorable. La producción de Anturio, calculada para una hectárea con un promedio de 8 a 10 flores por planta y 9200 plantas iniciales, asegura su rentabilidad. La viabilidad sostenida del Anturio depende de una hectárea en adelante, complementada con tecnificación avanzada, asistencia técnica y alianzas estratégicas en la comercialización.

En lo que respecta al Bastón del Emperador, se presenta un VAN de S/ 59.175,00, una TIR del 62%, y un PRI de 1,7 años, requiriendo este tiempo para comenzar a generar ganancias. Se consideró una producción de 3 a 5 flores por planta y 1000 plantas por hectárea inicial.

En síntesis, las proyecciones financieras para las ocho especies estudiadas demuestran que, con una inversión a partir de una hectárea, tecnificación adecuada, asistencia técnica y alianzas comerciales estratégicas, son negocios financieramente viables y sostenibles. Los cálculos realizados en esta investigación determinaron un VAN positivo y un TIR superior al 20% del Costo de Oportunidad del Capital (COK), establecido en base al riesgo inherente al sector agrícola. Los PRI obtenidos son considerados aceptables, al ser menores al tiempo estimado para la recuperación de la inversión.

### 4. Conclusiones

La disposición para cambiar de cultivo, la participación en campañas de concientización, la asignación de zonas de conservación y el manejo de costos de producción son factores que explican y predicen la decisión de los agricultores de inclinarse hacia la floricultura, según se demostró en la prueba de chi cuadrado con un p-valor de 0,1.

La red neuronal se identificó como el mejor modelo con una exactitud del 58,0% y una AUC de 83,3%. Aunque este modelo tiende a sobrestimar los casos positivos, esta limitante se aborda al tomar en cuenta la precisión del modelo y considerar la tasa de error, lo que mejora su fiabilidad predictiva, sirviendo como información prospectiva cuantitativa para los esfuerzos de incentivar los cultivos alternativos, en este caso hacia la floricultura.

La evaluación económica demuestra que el Ginger Rojo se destaca por su rentabilidad con un costo de producción de S/ 53.647,78 y un notable retorno de inversión, reflejado en un VAN de S/ 10.428,00 y una TIR de 51%, logrando recuperar la inversión en tan solo 0,7 años. El Anturio, con un VAN de S/

488.891,00 y una TIR de 90%, demuestra ser una inversión prometedora, aunque con un PRI de 1,7 años. Incluso cultivos como el Bastón del Emperador, que presenta un PRI de 1,7 años, indican que, con las condiciones adecuadas, estas especies son financieramente viables y sostenibles. Estos resultados demuestran que, con una gestión adecuada de la tierra y estrategias de mercado eficientes, la floricultura tropical es una inversión económicamente rentable y ofrece un futuro sostenible para los agricultores.

En estudios futuros, sería valioso investigar la interacción entre las campañas de sensibilización y el acceso a financiamiento en la adopción de la floricultura, evaluando su impacto a mediano y largo plazo. Asimismo, se recomienda desarrollar investigaciones que utilicen tecnologías de precisión y sistemas de información geográfica para identificar áreas con mayor potencial para el cultivo de flores tropicales, optimizando recursos y maximizando la rentabilidad. Estos enfoques podrían contribuir a diseñar estrategias más efectivas para la diversificación agrícola y la sostenibilidad en regiones rurales.

#### Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses que pueda influir en los resultados de este estudio.

#### Contribución de los autores

**P. Coaguila-Rodriguez:** Conceptualización, Metodología, Redacción – revisión y edición, Supervisión, Recursos. **V. S. Pocomucha-Poma:** Investigación, Administración del proyecto, Logística, Redacción – revisión y edición. **A. F. Cerna Cueva:** Análisis formal, Procesamiento de datos, Machine learning, Redacción – borrador inicial, Visualización.

#### ORCID

P. Coaguila-Rodriguez  <https://orcid.org/0000-0001-8445-3231>  
V. S. Pocomucha-Poma  <https://orcid.org/0000-0003-1292-6583>  
A. F. Cerna-Cueva  <https://orcid.org/0000-0001-7448-558X>

#### Referencias bibliográficas

Afonso, M., Paulo, M.-J., Fonteijn, H., van den Helder, M., Zwinkels, H., Rijsbergen, M., et al. (2024). Automatic trait estimation in floriculture using computer vision and deep learning. *Smart Agricultural Technology*, 7. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100383>

Alavi-Murillo, G., Diels, J., Gilles, J., & Willems, P. (2022). Soil organic carbon in Andean high-mountain ecosystems: importance, challenges, and opportunities for carbon sequestration. *Regional Environmental Change*, 22(4), 128. <https://doi.org/10.1007/s10113-022-01980-6>

Blare, T., & Donovan, J. (2018). Building value chains for indigenous fruits: lessons from camu-camu in Peru. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 33(1), 6–18. <https://doi.org/10.1017/S1742170516000181>

Chabalala, Y., Adam, E., & Ali, K. A. (2023). Exploring the Effect of Balanced and Imbalanced Multi-Class Distribution Data and Sampling Techniques on Fruit-Tree Crop Classification Using Different Machine Learning Classifiers. *Geomatics 2023, Vol. 3, Pages 70-92*, 3(1), 70–92. <https://doi.org/10.3390/GEOMATICS3010004>

De Pascale, S., & Romano, D. (2019). Potential use of wild plants in floriculture. *Acta Horticulturae*, 1240, 87–98. <https://doi.org/10.17660/ACTAHORTIC.2019.1240.15>

Devaux, A., Torero, M., Donovan, J., & Horton, D. (2018). Agricultural innovation and inclusive value-chain development: a review. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 8(1), 99–123. <https://doi.org/10.1108/JADEE-06-2017-0065>

Ellis, R. E. (2016). The Evolving Transnational Crime-Terrorism Nexus in Peru and its Strategic Relevance for the U.S. and the Region. *PRISM*, 5(4), 188–205. <http://www.jstor.org/stable/26459220>

Eyhorn, F., Muller, A., Reganold, J. P., Frison, E., Herren, H. R., Lutikholt, L., et al. (2019). Sustainability in global agriculture driven by organic farming. *Nature Sustainability*, 2(4), 253–255. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0266-6>

Farooqui, N. A., & Ritika. (2020). A Machine Learning Approach to Simulating Farmers' Crop Choices for Drought Prone Areas. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 605, 472–481. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-30577-2\\_41](https://doi.org/10.1007/978-3-030-30577-2_41)

García-Yi, J. (2014). Heterogeneous motivations for coca growing: The case of an indigenous Aymara community in Peru. *International Journal of Drug Policy*, 25(6), 1113–1123. <https://doi.org/10.1016/j.drugpo.2014.05.011>

Gomiero, T., Pimentel, D., & Paoletti, M. G. (2011). Is There a Need for a More Sustainable Agriculture? *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30(1–2), 6–23. <https://doi.org/10.1080/07352689.2011.553515>

Graskemper, V., Yu, X., & Feil, J. H. (2021). Farmer typology and implications for policy design – An unsupervised machine learning approach. *Land Use Policy*, 103, 105328. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105328>

Hall, T. J., Dennis, J. H., Lopez, R. G., & Marshall, M. I. (2009). Factors Affecting Growers' Willingness to Adopt Sustainable Floriculture Practices. *HortScience*, 44(5), 1346–1351. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.44.5.1346>

Jezeer, R. E., Verweij, P. A., Boot, R. G. A., Junginger, M., & Santos, M. J. (2019). Influence of livelihood assets, experienced shocks and perceived risks on smallholder coffee farming practices in Peru. *Journal of Environmental Management*, 242, 496–506. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.101>

Jula, G., Kim, D.-G., & Nigatu, S. (2024). Potential of floriculture waste-derived charcoal briquettes as an alternative energy source and means of mitigating indoor air pollution in Ethiopia. *Energy for Sustainable Development*, 79. <https://doi.org/10.1016/j.ensd.2024.101390>

Junqueira, A. H., & Peetz, M. da S. (2018). Sustainability in Brazilian floriculture: introductory notes to a systemic approach. *Ornamental Horticulture*, 24(2), 155–162. <https://doi.org/10.14295/OH.V24I2.1253>

Kremen, C., Williams, N. M., Aizen, M. A., Gemmill-Herren, B., LeBuhn, G., Minckley, R., et al. (2007). Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters*, 10(4), 299–314. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01018.x>

Li, Y., & Dong, X. (2023). A RUSBoosted tree method for k-complex detection using tunable Q-factor wavelet transform and multi-domain feature extraction. *Frontiers in Neuroscience*, 17, 1108059. <https://doi.org/10.3389/FNINS.2023.1108059>

Manikas, I., Malindretos, G., & Abeliotis, K. (2020). Sustainable Cities through Alternative Urban Farming: The Case of Floriculture. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 32(3), 295–311. <https://doi.org/10.1080/08974438.2019.1599762>

Morales, E. (1986). Coca and Cocaine Economy and Social Change in the Andes of Peru. *Economic Development and Cultural Change*, 35(1), 143–161. <https://doi.org/10.1086/451575>

- Phondani, P. C., Bhatt, I. D., Maikhuri, R. K., Kothiyari, B. P., Bhatt, A., Purohit, V. K., & Joshi, P. (2019). Exploring Floriculture Potential for Sustainable Livelihood of Subsistence Communities in Indian Himalaya. *National Academy Science Letters*, 42(1), 39–44. <https://doi.org/10.1007/S40009-018-0660-Z>
- Romero, D. B. C., Estrella, Y. G. M., Laureano, M. I. Z., Parejas, R. Á. R., & Quispe, J. A. D. (2022). A machine learning approach to find the determinants of Peruvian coca illegal crops. *Decision Science Letters*, 11(2), 127–136. <https://doi.org/10.5267/J.DSL.2021.12.003>
- Sahu, D., Sahu, J. K., Kumar, V., & Gupta, P. (2023). Role of Floriculture in Promoting Biodiversity and Enhancing Ecosystems: A Comprehensive Review. *International Journal of Environment and Climate Change*, 13(9), 2077–2084. <https://doi.org/10.9734/IJECC/2023/V13I92439>
- Schelleman-Offermans, K., Dito, B. B., Gudeta, K. H., Fourie, E., Kebede, S. W., Mazzucato, V., & Jonas, K. J. (2024). Socio-economic inequities in mental health problems and wellbeing among women working in the apparel and floriculture sectors: testing the mediating role of psychological capital, social support and tangible assets. *BMC Public Health*, 24(1157). <https://doi.org/10.1186/s12889-024-18678-5>
- Schumacher, S. K., & Marsh, T. L. (2003). Economies of Scale in the Floriculture Industry. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 35(3), 497–507. <https://doi.org/10.1017/S1074070800028236>
- Tobin, D., Bates, R., Brennan, M., & Gill, T. (2018). Peru potato potential: Biodiversity conservation and value chain development. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 33(1), 19–32. <https://doi.org/10.1017/S1742170516000284>
- Tobin, D., & Glenna, L. (2019). Value Chain Development and the Agrarian Question: Actor Perspectives on Native Potato Production in the Highlands of Peru. *Rural Sociology*, 84(3), 541–568. <https://doi.org/10.1111/RUSO.12251>
- van Dun, M. (2019). Narco-Territoriality and Shadow Powers in a Peruvian Cocaine Frontier. *Terrorism and Political Violence*, 31(5), 1026–1048. <https://doi.org/10.1080/09546553.2017.1309392>
- Wani, M. A., Nazki, I. T., Din, A., Iqbal, S., Wani, S. A., Khan, F. U., & Neelofar. (2018). Floriculture Sustainability Initiative: The Dawn of New Era. In E. Lichtfouse (Ed.), *Sustainable Agriculture Reviews* 27 (pp. 91–127). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-75190-0\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-75190-0_4)