

Modelo de innovación para fincas productoras de café especial en Colombia

Innovation model for specialty coffee farms in Colombia

MSc. Eyder James Ramírez Zuñiga ¹, PhD. Hugo Fernando Castro Silva ²,
PhD. Ehidý Karime García Cruz ²

¹ Universidad Ean, Doctorado en ingeniería de procesos, Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

² Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Escuela de Ingeniería Industrial. Grupo de Investigación GITYD. Calle 4 A Sur No. 15-134, Sogamoso, Boyacá, Colombia.

Correspondencia: hugofernando.castro@uptc.edu.co

Recibido: 14 julio 2024. Aceptado: 03 diciembre 2024. Publicado: 01 enero 2025.

Cómo citar: E. J. Ramírez Zuñiga, H. F. Castro Silva, y E. K. García Cruz, «Modelo de innovación para fincas productoras de café especial en Colombia», RCTA, vol. 1, n.º 45, pp. 1–9, ene. 2025.
Recuperado de <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/rcta/article/view/3342>

Derechos de autor 2025 Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada (RCTA).
Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



Resumen: Esta investigación tiene como objetivo analizar las actividades de innovación desarrolladas en los procesos de producción, distribución y comercialización del café especial en Colombia, con el fin de diseñar un modelo de innovación que permita identificar los factores clave para mejorar la competitividad del sector. El modelo propuesto se fundamenta en un análisis de regresión logística, mediante el cual se identificaron variables críticas para la producción de café sostenible, incluyendo: la identificación y gestión integral de residuos en todas las etapas del proceso, la adopción de tecnología digital y la flexibilidad ante el cambio. Se espera que este modelo contribuya al conocimiento del sector y promueva mayores niveles de eficiencia y beneficios para los actores involucrados en la cadena de suministro de café especial en Colombia.

Palabras clave: Innovación, innovación de procesos, innovación agroindustrial, café especial sostenible.

Abstract: This study seeks to analyze the innovation activities within the production, distribution, and commercialization processes of specialty coffee in Colombia, aiming to design an innovation model that highlights key factors necessary for enhancing the sector's competitiveness. The innovation model developed in this research is grounded in a logistic regression statistical framework, which identified critical variables for sustainable coffee production, such as comprehensive waste management across all stages, the adoption of digital technologies, and adaptability to change. This model is intended to advance the sector's knowledge base and foster greater efficiency and benefits for stakeholders throughout the specialty coffee supply chain in Colombia.

Keywords: Innovation, process innovation, agro-industrial innovation, sustainable specialty coffee.

1. INTRODUCCIÓN

El sector cafetero desempeña un papel crucial en la economía de Colombia, representando el 22% del Producto Interno Bruto (PIB) agrícola del país y sirviendo como la principal fuente de ingresos para más de 550.000 familias colombianas [1]. La Federación Nacional de Cafeteros [2] destaca al café como el pilar fundamental de la economía del departamento del Huila en Colombia, considerando que brinda sustento a cerca de 84.000 familias campesinas que cultivan 144.895 hectáreas, con una producción que alcanza los dos millones de sacos de 60 kg de café arábico de diversas variedades, tales como Castillo, Colombia, Caturra y Borbón [3].

Es relevante destacar que el departamento del Huila ostenta el título de ser el principal productor de café en Colombia, generando tanto café verde como café seco [4]. Este logro es valioso por el diseño de políticas que combinan la demanda de mercados internacionales con prácticas locales de producción y comercialización [5], subrayando así el papel fundamental del café como motor económico y político [6].

En el proceso de producción del café se ha identificado una serie de limitaciones que disminuye la calidad del producto. Por ejemplo, los caficultores productores de café verde no pueden optimizar la producción debido a la falta de infraestructura necesaria, ausencia de agremiación y dificultades de acceso a créditos [7]. Por otro lado, los caficultores productores de café seco no pueden optimizar sus productos porque no cumplen con los estándares de calidad requeridos por las cooperativas-comercializadoras, ni con los exigidos por las certificaciones de comercio justo en el ámbito global, ni con los requerimientos establecidos por los clientes internacionales más importantes [7].

Un análisis detallado sobre la producción de café subraya la conexión entre este cultivo y la salud del medio ambiente [8]. Este mismo estudio advierte sobre la seria amenaza que representa el cambio climático, teniendo en cuenta que pone en peligro la fertilidad de la tierra y aumenta el riesgo de plagas y enfermedades que pueden dañar las cosechas y retrasar la producción de café [8]. De manera similar, se sostiene que el impacto del cambio climático genera una disminución en la intención de cultivar café y en la disposición a recomendar áreas para su cultivo [9]. En esta misma dirección, se ha demostrado que el aumento de temperaturas afecta el florecimiento de la cereza del café, causando una reducción en su producción [10].

Por otra parte, estudios han concluido que se presentan impactos desfavorables cuando el proceso de cultivo del café no se gestiona adecuadamente, específicamente relacionados con una baja productividad y una deficiente calidad del café [11]. Por lo general, un café con estas condiciones se vende a precios muy bajos, lo que afecta negativamente a los productores y a la competitividad en el mercado [12].

Estas condiciones ambientales, de técnicas de cultivo y de gestión de la comercialización y distribución del café, generan la necesidad de implementar procesos innovadores en todas las etapas de la cadena de suministro del café con el fin de adaptarse al entorno, mejorando la eficiencia en el uso de recursos y la rentabilidad para los diferentes actores de la cadena.

En línea con estas preocupaciones, se sostiene que la complejidad de la calidad del café se ve influenciada por factores físicos, químicos, sensoriales y ambientales que se dan durante la pre cosecha. Asimismo, se ha comprobado que la calidad del café se ve afectada por factores relacionados con los métodos de tostado y de trillado durante la postcosecha [13].

Estos elementos juegan un papel esencial en la eficiencia de la producción, en la calidad y en el reconocimiento comercial del café, lo cual genera la necesidad urgente de adoptar enfoques sostenibles y de identificar y valorar los factores que determinan la calidad del café en la industria actual [14]. Sin duda, la incorporación de innovación en los procesos de producción en la agricultura del café juega un papel importante en lograr niveles adecuados de calidad, eficiencia, productividad y rentabilidad en el sector cafetero colombiano [15].

En el mercado global del sector cafetero, se apuesta por los modelos productivos que combinan el comercio justo y la agricultura orgánica, debido a que se ha comprobado que estos dos enfoques generan mejores resultados, aumentan los ingresos de los productores y conservan los modelos agroforestales tradicionales [16]. Lo anterior se vuelve más vigente y relevante a la hora de aprovechar el buen momento del precio del café en los últimos años, que ha generado precios nunca vistos por el caficultor colombiano, impulsado por las cotizaciones ascendentes que ha tenido el producto en la bolsa de Nueva York, por el repunte de la tasa de cambio en Colombia y por las heladas ocurridas en las regiones más grandes de producción de café en Brasil [17].

En la figura 1, se ilustra el comportamiento del precio interno y externo del café durante la última década, revelando una estrecha relación entre estos dos precios [18]. De la figura 1, se destaca la mejora significativa del precio del café durante la comercialización a partir del año 2020, lo cual ha permitido obtener mayores beneficios para los caficultores. Este período de altos precios del producto representa una oportunidad para impulsar e implementar nuevas prácticas innovadoras en el proceso de producción del café. Las condiciones del mercado del café abren espacio a la transformación del café a un producto especial de alta calidad, de tal forma que tanto productores como comercializadores estén en mejores condiciones para enfrentar futuros periodos menos favorables en términos de precios.

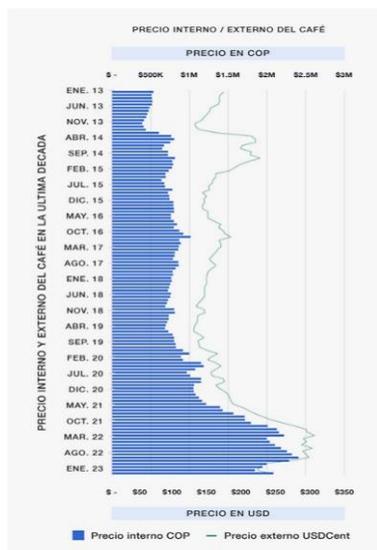


Fig. 1. Precio interno y externo del café en los últimos 10 años.
Fuente: Elaboración propia a partir de información del archivo precios, áreas y producción de café [18].

2. METODOLOGÍA

De acuerdo con la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC), el cultivo del café en el país es relevante por su alta incidencia positiva en los aspectos sociales y económicos de las regiones productoras, extendiéndose estos impactos positivos al ambiente y a la sustentabilidad general del territorio [19]. El café especial sostenible representa el 15% del mercado nacional en Colombia [20].

La primera fase de la metodología definida para esta investigación se enfocó en identificar los tipos de innovación descritos en el Modelo de Oslo [21], relacionados con la mejora de los procesos del negocio (IPN). Estos se basan en categorías funcionales como: 1) producción de productos o

servicios, 2) distribución y logística, 3) mercadeo y ventas, 4) sistemas de información y comunicación, 5) administración y gerencia, y 6) desarrollo de productos y procesos del negocio.

En la segunda fase, se analizaron los criterios de innovación más citados en la literatura y los elementos considerados para otorgar certificados de café sostenible y comercio justo, tales como: 1) código de conductas 4C [22], 2) las prácticas de Starbucks [23], 3) Rainforest Alliance [24], 4) Fairtrade [25] y 5) los certificados orgánicos de IFOAM [26]. Como resultado, se identificaron y seleccionaron los factores y variables de innovación que con mayor frecuencia se relacionan con la eficiencia de los procesos y la calidad del café.

Posteriormente, se procedió al diseño del instrumento de recolección de datos tipo encuesta, para obtener información relacionada con los siete factores de innovación identificados en este estudio: económico, social, ambiental, producción, gestión del conocimiento, tecnología y gestión del cambio. Las preguntas se formularon en formato cerrado con una escala ordinal de Likert de cuatro niveles.

La validación del instrumento de recolección de datos se llevó a cabo mediante juicio de expertos, método respaldado por la literatura científica [27]. Adicionalmente, se utilizó el método de Cronbach para validar el instrumento, obteniéndose un indicador de 0.97. Según Shi et al. [28], el índice de Cronbach es una medida que analiza los datos desde la perspectiva de la consistencia interna; resultados superiores a 0.7 respaldan una buena confiabilidad de la escala utilizada en el instrumento validado, lo cual se cumple en el caso de esta investigación.

Para el trabajo de campo relacionado con la recolección de información, se tomó como unidad muestral la finca productora de café especial en Colombia. Considerando que el Huila es el departamento más importante en la producción de café en Colombia [4], la recolección de datos se realizó en fincas productoras ubicadas en las veredas Guacacallos y Acacos de este departamento.

Para definir la conformación y tamaño del marco muestral, se utilizó como referencia el censo nacional agropecuario del Departamento Nacional de Estadística (DANE) [29]. Este censo indica que la vereda Guacacallos cuenta con 169 fincas y la vereda Acacos con 44, sumando un total de 213 fincas productoras de café. Dada la uniformidad de los elementos muestrales, se diseñó un muestreo aleatorio simple (MAS). Considerando que las

fincas seleccionadas comparten como característica fundamental la producción de café, en el MAS cada elemento de la población tiene una probabilidad igual de ser seleccionado para conformar la muestra [30]. Para calcular el tamaño de la muestra de esta investigación se aplicó la ecuación 1 [31]:

$$n = \frac{N (Z_{1-\alpha})^2 \sigma^2}{Ne^2 + (Z_{1-\alpha})^2 \sigma^2} \quad (1)$$

Donde:

N= Total de dueños de fincas = 213

Z= Nivel de confianza, 95% = 1.96

6 (p,q)= Valor de proporciones = 0.50

e= Error = 10%.

Aplicando la ecuación 1, de muestreo aleatorio simple (MAS), se determinó una muestra representativa conformada por sesenta y seis (66) fincas productoras de café. A los propietarios de estas fincas, seleccionadas al azar desde el marco muestral, se les aplicó el instrumento de recolección de datos durante octubre de 2023.

Con la información recolectada, se procedió a realizar el análisis del conjunto de datos obtenido utilizando métodos estadísticos como el análisis de varianza ANOVA y mapas de calor (Heatmap), con el fin de identificar aquellas variables con un impacto significativo en la variable objetivo. Para cumplir con los objetivos de esta investigación, la variable objetivo se definió como la probabilidad de que cada una de las fincas productoras de café sea considerada innovadora debido a las prácticas de producción y comercialización utilizadas.

Una vez identificadas las variables independientes con mayor impacto predictivo sobre la variable dependiente, se seleccionó el modelo de regresión que mejor se ajustara a la naturaleza de los datos. En este caso, la naturaleza de las variables llevó a elegir el modelo de regresión logística, ampliamente utilizado como un buen método de procesamiento de datos en términos de clasificación y predicción [32]. Los análisis estadísticos para implementar este modelo al conjunto de datos se realizaron en el software R.

Posteriormente, se llevó a cabo el análisis cuantitativo de los resultados del modelo propuesto con el fin de generalizar los datos encontrados en un grupo o segmento (muestra) o una colectividad mayor [33]. Asimismo, se validó el modelo en relación con los supuestos. Validar los supuestos del modelo es fundamental para garantizar la

confiabilidad y exactitud de los resultados [34]. Los indicadores de las pruebas de validación de estos supuestos deben ser significativos para asegurar que el modelo de regresión logística sea robusto y que los resultados de predicción obtenidos al aplicar el modelo sean válidos y confiables.

3. RESULTADOS

El análisis de la literatura relacionada con factores de innovación en procesos de producción de café, junto con el examen de los elementos considerados para las certificaciones internacionales de comercio justo en el sector de producción y comercialización de café, dio origen a un total de siete factores de innovación a considerar en esta investigación: 1) factor económico, 2) factor social, 3) factor ambiental, 4) factor de producción, 5) factor de conocimiento, 6) factor tecnológico y 7) factor de gestión.

Estos siete factores de innovación están relacionados con las variables que evalúan la capacidad innovadora de los procesos de producción de las fincas cafeteras. En total, se identificaron 54 variables agrupadas al interior de los siete factores de innovación. Sin embargo, las variables X5, X11, X20, X28, X44, X49 y X55 no fueron consideradas en los análisis estadísticos debido a que son variables confirmatorias, utilizadas en el cuestionario de encuesta para cada uno de los siete factores de innovación.

En la tabla 1 se presenta cada factor de innovación y se relacionan las variables que lo conforman, con su respectiva identificación de tipo Xi, utilizada tanto para el análisis de los datos como para el diseño del modelo de regresión logística.

Tabla 1: Variables de innovación agrupadas por factores

Factor económico F1
X1- Rentabilidad y productividad a largo plazo
X2- Mantenimiento de registros
X3- Información de mercado y comercio
X4- Trazabilidad de la calidad del producto
Factor social F2
X6- Libres de discriminación
X7- Libres de trabajo forzoso y obligatorio
X8- Trabajo infantil y protección a la infancia
X9- Libertad de asociación y negociación colectiva
X10- Condiciones de empleo
Factor ambiental F3
X12- Conservación de la biodiversidad
X13- Manejo de sanidad vegetal
X14- Conservación de suelos
X15- Fertilidad del suelo y gestión de nutrientes - Materia orgánica
X16- Agua - Fuentes de agua
X17- Agua - Aguas residuales

X18- Identificación y manejo de residuos
X19- Manejo del cambio climático
Factor de producción F4
X21- Siembra y rotación
X22- Poda y Renovación de Cultivos Arbóreos
X23- Organismos genéticamente modificados
X24- Manejo de Agroquímicos
X25- Manejo de las prácticas de producción
X26- Evaluación de áreas de conservación
X27- Producción orgánica
Factor conocimiento F5
X29- Sustancias peligrosas
X30- implementación de mejoras para reducir riesgos por sustancias peligrosas
X31- Erosión del suelo
X32- Implementación de mejoras para reducir la erosión del suelo
X33- Manejos fertilizantes
X34- Implementación de mejoras para disposición adecuada de fertilizantes
X35- Uso sostenible del agua
X36- Implementación de medidas para mejorar la calidad del agua
X37- Aguas residuales y riesgos para la salud
X38- Implementación de mejoras para reducir el riesgo de las aguas residuales
X39- Uso de EPP's
X40- Implementación de mejoras para el uso de las EPP's
X41- Uso de Herramientas y maquinaria
X42- Implementación de mejoras para el uso de herramientas y maquinarias
X43- Manejo de emergencias
Tecnología F6
X45- Manejo y monitoreo
X46- Energía
X47- Adopción Digital
X48- Plataforma digital
Gestión del cambio F7
X50- Administración del recurso humano
X51- Flexibilidad al cambio
X52- Planes de apalancamiento del recurso
X53- Gestión de procesos integrados

Fuente: Elaboración propia.

Una vez identificadas las variables relevantes, se procedió a determinar cuáles de ellas impulsan de manera significativa la innovación en los procesos de producción de café especial de tipo sostenible en las fincas colombianas. La figura 2 muestra un mapa de correlación, que es un método de visualización poderoso para datos bidimensionales que revela patrones compartidos por subconjuntos agrupados en filas y columnas [35].

Para esta investigación, las dos dimensiones que se correlacionan en el mapa corresponden a cada una de las variables de innovación identificadas y a la probabilidad de que cada una de las fincas productoras de café sea considerada como innovadora debido a las prácticas de producción y comercialización utilizadas.

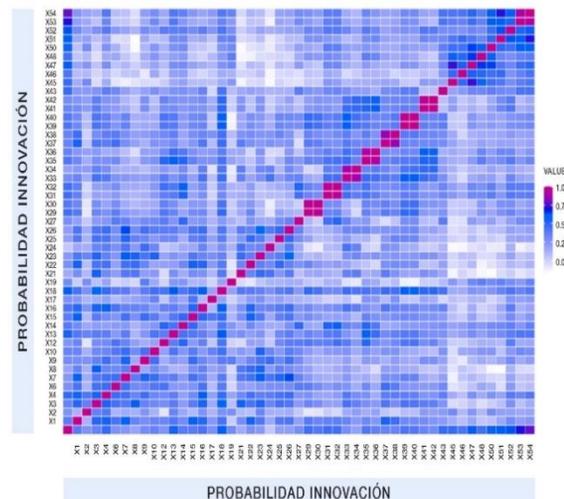


Fig. 2. Correlación por mapa de calor entre variables de innovación y probabilidad de que una finca sea considerada como innovadora.

Fuente: Elaboración propia mediante el software R.

En la figura 2, se destacan con rectángulos de color oscuro las variables de innovación que influyen de manera más significativa en los procesos de producción de café especial para las fincas colombianas que participaron en el estudio, estas variables corresponden a: 1) Trazabilidad de la calidad del producto (X4); 2) Aplicación de pesticidas (X13); 3) Identificación y gestión integral de residuos (X18); 4) Conocimiento en primeros auxilios (X43); 5) Adopción de tecnología digital (X47); 6) Administración del recurso humano (X50); 7) Flexibilidad ante el cambio (X51); 8) Apalancamiento del recurso (X52); 9) Gestión de procesos (X53) y; 10) Inspección interna y autoevaluación (X54).

El resultado del análisis de correlación se somete a un análisis estadístico multivariado con el fin de determinar cuantitativamente, las variables que significativamente influyen en la probabilidad de clasificar una finca como innovadora. Para lo cual, se realiza un Análisis de Varianza (ANOVA) que es definido por Andrade [36], como un procedimiento estadístico usado para comparar la media de dos o más grupos.

En la tabla 2, se presenta el resultado del ANOVA, en donde el p-value permite concluir estadísticamente que las variables 1) identificación y gestión integral de residuos del factor de innovación ambiental, 2) la variable sobre la adopción de tecnología digital del factor de innovación tecnológica y 3) la variable sobre la flexibilidad ante el cambio del factor de innovación en gestión del cambio, son las que

significativamente aportan el mayor impacto a la probabilidad de clasificar a una finca productora de café como innovadora. El resultado de la Tabla 2, permite identificar con el 95% de confianza las tres variables de innovación que significativamente aportan mayor potencial de generar innovación en los procesos de producción de las fincas cafeteras.

Tabla 2: Resultado del análisis ANOVA de variables con gran impacto sobre la probabilidad de innovación de una finca cafetera.

Variables	Chisq	Df	Pr(>Chisq)	NS
Identificación y gestión integral de residuos	19.451	1	0.000010322	***
Adopción de tecnología digital	15.16	1	0.000098775	***
Flexibilidad ante el cambio	19.758	1	0.000008789	***

Fuente: Elaboración propia mediante la aplicación del software R.

Una vez identificadas las variables que impactan significativamente en la probabilidad de innovación en los procesos de producción de las fincas cafeteras, se procede a proponer un modelo logístico. La regresión logística simula el efecto de las variables independientes sobre la variable de salida, generando una probabilidad binaria [37]. Para esta investigación los resultados binarios permiten predecir el comportamiento hacia la innovación de una determinada finca productora de café especial, clasificándola como innovadora o no innovadora.

En la tabla 3, se presentan los resultados del modelo logístico, utilizado las variables 1) identificación y gestión integral de residuos, 2) adopción de tecnología digital y, 3) flexibilidad ante el cambio, que fueron identificadas estadísticamente como aquellas de mayor impacto significativo en la clasificación de fincas cafeteras con elementos innovadores en sus procesos. El resultado del p-value de la tabla 3, permite afirmar con el 95% de confianza que estas tres variables independientes consideradas en el modelo de regresión logística guardan una relación estadísticamente suficiente con la variable dependiente, es decir, con la probabilidad de clasificar una finca productora de café especial como innovadora o como no innovadora.

Tabla 3: Análisis ANOVA de variables con gran impacto sobre la probabilidad de innovación.

Descripción	Estimado	Std. Error	z value	Pr(> z)	NS
-------------	----------	------------	---------	----------	----

Intercepto	-26.6951	7.939	-	0.000772	***
Identificación y gestión integral de residuos	4.861	1.5995	3.363	0.002373	**
Adopción de tecnología digital	2.1631	0.7833	2.762	0.005752	**
Flexibilidad ante el cambio	2.0838	0.7098	2.936	0.003328	**

Fuente: Elaboración propia mediante la aplicación del software R.

El modelo de innovación para la producción de café especial, producto de los análisis realizados en esta investigación, permite identificar las variables de innovación que las fincas cafeteras deben incluir en los procesos de producción para generar un café especial de tipo sostenible. La ecuación 2, resume el modelo de innovación para innovación para fincas productoras de café especial en Colombia, obtenido como resultado de este estudio, basado en un modelo de regresión logística.

$$Y (\text{Probabilidad de Innovación}) = -26.6951 + 4.861 * X18 + 2.1631 * X47 + 2.0838 * X51 \quad (2)$$

Donde:

X18 = identificación y gestión integral de residuos.
 X47 = adopción de tecnología digital.
 X51 = flexibilidad ante el cambio.

El modelo de innovación resultado de esta investigación que matemáticamente se expresa en la ecuación 2, indica que las fincas que producen café tipo normal tienen un punto de partida o intercepto de -26.6951 y para mejorar sus procesos de producción deben enfocarse en la variable X18 del factor de innovación ambiental, la cual tiene un impacto en la probabilidad de innovación de 4.861. Además, deben implementar la variable X47 del factor de innovación en tecnología, que incide en la probabilidad de innovación con un coeficiente de 2.1631, y ejecutar la variable X51 del factor de innovación en gestión del cambio, cuyo impacto en la variable probabilidad de innovación tiene un coeficiente de 2.0838.

La validación de este modelo de innovación propuesto se realiza verificando el cumplimiento de los supuestos aplicando el método paramétrico. En la figura 3, se presentan los resultados de la validación de los supuestos de homogeneidad, linealidad, normalidad e independencia del modelo de innovación obtenido en esta investigación. Los

resultados de la validación paramétrica del modelo, presentados en la figura 3, permiten concluir que estadísticamente el modelo propuesto cuenta con un ajuste robusto, con lo cual se puede afirmar que las predicciones del modelo son confiables y precisas, que se evidencia por la ausencia de patrones discernibles y la dispersión uniforme de los residuos.

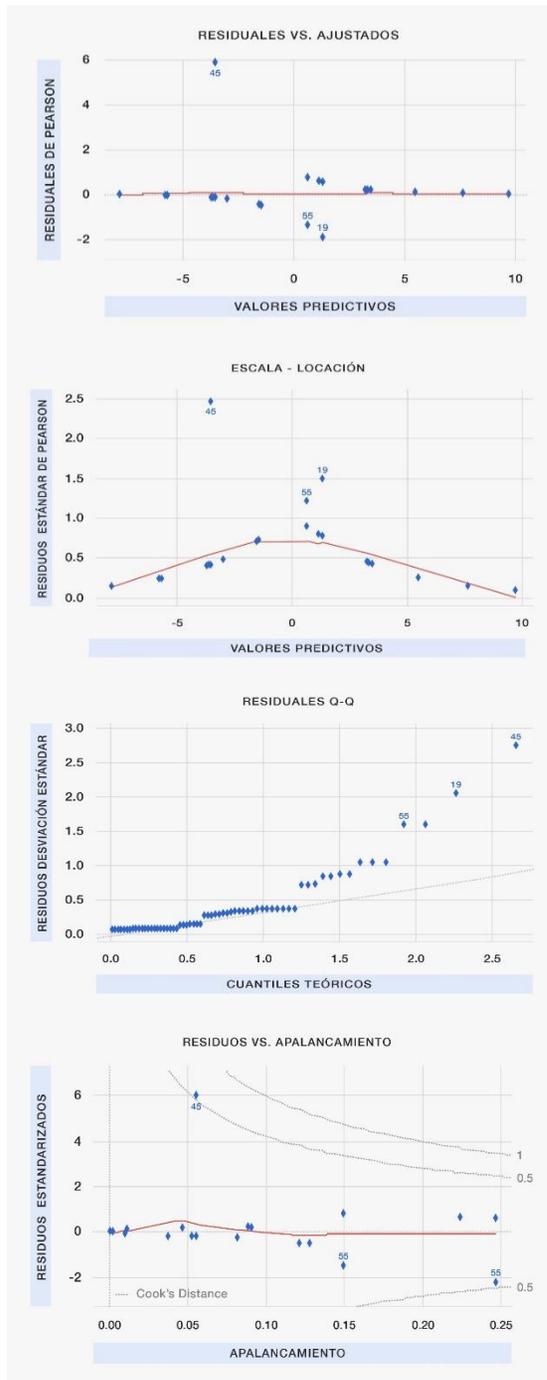


Fig. 3. Resultados de los supuestos de validación por medio del método paramétrico. **Fuente:** Elaboración propia mediante la aplicación del software R.

4. CONCLUSIONES

El modelo de innovación propuesto como resultado de esta investigación introduce aspectos investigativos inéditos, originales y altamente relevantes en los procesos de producción y comercialización de café. En la literatura científica, según la revisión realizada, no se han identificado aportes relacionados con un modelo que integre diversos tipos de innovación asociados con los cafés especiales desde una perspectiva sostenible.

El análisis efectuado en esta investigación revela que las principales variables que impulsan la innovación en las fincas de café especial en Colombia se relacionan con: 1) la identificación y gestión de residuos, asociada al factor de innovación ambiental, 2) la adopción digital, vinculada al factor de innovación tecnológica, y 3) la flexibilidad al cambio, correspondiente al factor de innovación en la gestión del cambio. De acuerdo con el modelo de regresión logística obtenido en este estudio, estas tres variables determinan si una finca cafetera puede clasificarse como innovadora, considerando la integración de elementos innovadores en sus procesos de producción y comercialización.

Los resultados de esta investigación permiten identificar que los factores clave de innovación compartidos por las diferentes certificaciones internacionales de comercio sostenible en el sector del café están principalmente relacionados con el factor ambiental, la tecnología y la gestión del cambio. Estos tres factores deben ser aplicados en los procesos de la cadena de abastecimiento de las fincas cafeteras para impulsar la innovación y promover la producción de café especial en un entorno sostenible.

REFERENCIAS

- [1] Coffee Behind the Scenes, CBS, (2018), “El Café en Colombia”. Available: <http://www.coffeebehindthescenes.com/es/country/colombia>
- [2] Federación Nacional de Cafeteros - FNC, (2019), “Café de Huila”. Available: <https://huila.federaciondecafeteros.org/cafe-de-huila/>
- [3] C. A. Anacona, B. P. Montoya, E. V. Ramos and A. F. Solis, “Evaluation of cup profile for post-harvest in coffee variety Castillo from Cauca Department”. *Tendencias en ciencias*, vol. 1, p. 1, Feb. 2021. DOI: 10.48048/tis.2022.4526
- [4] C. Manchola, (2022), “Por 12 años consecutivos, Huila es el mayor productor de café”. Available:

- <https://www.lanacion.com.co/por-12-anos-consecutivos-huila-es-el-mayor-productor-de-cafe/>
- [5] J. Molina, C. Mora and M. Gallardo, “Relations between politics and coffee reality: a case study in Pitalito (Huila-Colombia)”, *Revista do Desenvolvimento Regional*, vol. 26, pp. 1-12, Apr. 2021. <https://doi.org/10.17058/redes.v26i0.17253>
- [6] A. Alvarez and J. Hurtado, A, “History of Colombian Economic Thought”, vol. 1. Routledge, pp. 1-12, Sep. 2023. <https://doi.org/10.4324/9781003289241>.
- [7] E. J. Ramírez Zuñiga and L. Y. García Muñoz, (2020), “Competitividad en la producción de cafés especiales del departamento del Huila”, M.S. thesis, Univ. EAN. <http://hdl.handle.net/10882/10101>
- [8] I. Laranjeira, (2019), “Café de Calidad y Sostenibilidad Ambiental: ¿Cómo Lograrlos?”. Available: <https://perfectdailygrind.com/es/2019/09/12/cafe-de-calidad-y-sostenibilidad-ambiental-como-lograrlos/>
- [9] Y. Pham, K. Reardon-Smith, and G. Cockfield, “The impact of climate change and variability on coffee production: a systematic review”, *Springer Journal*, vol. 156, p. 16, Sep. 2019. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02538-y>.
- [10] V. Byrareddy, J. Kath, L. Kouadio, S. Mushtaq, and V. Geethalakshmi, “Assessing scale-dependency of climate risks in coffee-based agroforestry systems”, *Scientific Reports*, vol. 14, pp. 1-7, Apr. 2024. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-58790-5>
- [11] Perfect Daily Grind (PDG), (2019), “¿Cómo Se Compra Y Vende El Café Verde?”. Available:<https://perfectdailygrind.com/es/2019/01/15/como-se-compra-y-vende-el-cafe-verde/>
- [12] K. Tolessa, J. D’heer, J. Duchateau, and P. Boeckx, “Influence of growing altitude, shade and harvest period on quality and biochemical composition of Ethiopian specialty coffee”, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 1, pp. 1-13, Oct. 2016. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8114>.
- [13] A. Hammed, S. Hussain, M. Umair, S. Ullah, I. Pasha, and H. Rasul, “Farm to Consumer: Factors Affecting the Organoleptic Characteristics of Coffee. II: Postharvest Processing Factors”, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 2, pp. 1-8, Jul- 2018, <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12365>
- [14] G. Puerta, “Manual del cafetero colombiano: investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura”, manual cafetero, vol. 3, pp. 80-81, Dec. 2021. <https://doi.org/10.38141/cenbook-0026>
- [15] A. Devaux, M. Torero, J. Donovan, and D. Horton, «Agricultural innovation and inclusive value-chain development: a review, »*Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 8, pp. 15-22, Mar. 2018. <https://doi.org/10.1108/JADEE-06-2017-0065>
- [16] Diario Responsable, (2019), “El café, un arma de doble filo para el medio ambiente y los agricultores”. Available: <https://diarioresponsable.com/noticias/27806-el-cafe-un-arma-de-doble-filo-para-el-medio-ambiente-y-los-agricultores>.
- [17] Semana, (2021), “Precios históricos del café: ¿a qué se debe el buen momento del grano?”. Available: <https://www.semana.com/economia/empresas/articulo/precios-historicos-del-cafe-a-que-se-debe-el-buen-momento-del-grano/202110/>
- [18] Federación Nacional de Cafeteros (FNC), (2023), “Precios, áreas y producción de café, Available: <https://federaciondefcafeteros.org/wp/estadistica-s-cafeteras/>
- [19] Federación Nacional de Cafeteros - FNC, (2019), “Cafés especiales”. Available: <https://federaciondefcafeteros.org/wp/glosario/cafes-especiales/#:~:text=En%20Colombia%20son%20aquellos%20valorados,mayor%20bienestar%20de%20los%20productores>.
- [20] L. F. Samper and X. F. Quiñones-Ruiz, “Towards a Balanced Sustainability Vision for the Coffee Industry”, *Resources*, vol. 6, no. 2, p. 17, Mar. 2017. <https://doi.org/10.3390/resources6020017>
- [21] Organización para la cooperación económica y oficina de desarrollo estadístico de las comunidades europeas (OCED), “Manual de Oslo”, vol. 4, pp. 15-45, oct. 2018. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- [22] Código de Conducta 4C, (2018), “Código Común para la Comunidad Cafetera (4C)”. Available: https://www.4c-services.org/wp-content/uploads/2019/04/4C-Code-of-Conduct_v2.3_ES.pdf
- [23] Prácticas C.A.F.E. de Starbucks, (2016), “Tarjeta de puntuación genérica”. Available: https://cdn.scsglobalservices.com/files/program_documents/cafe_scr_genericv3.4_esp_030916_1.pdf
- [24] Rainforest Alliance, (2023), “Requisitos para fincas”. Available: <https://www.rainforest-alliance.org/wp-content/uploads/2023/02/SA-S->

- SD-1-V1.3ES-Rainforest-Alliance-2020-Estandar-Agricultura-Sostenible-Requisitos-para-Fincas.pdf.
- [25] Fair Trade, (2019), “Criterio de Comercio Justo Fairtrade para Organizaciones de pequeños productores”. Available: https://files.fairtrade.net/standards/SPO_SP.pdf
- [26] International Federation of Organic Agriculture Movements – IFOAM, (2019), “The Common Objectives and Requirements of Organic Standards. Available: https://ch.ifoam.bio/sites/default/files/2020-04/coros_2011_spreadsheet_final_5.xls
- [27] D. F. Polit and C. T. Beck, “Nursing Research: Generating and Assessing Evidence for Nursing Practice, »Kluwer health, vol. 31, pp. 770-784, Aug. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.iccn.2015.01.005>
- [28] H. Shi, Y. Ren, J. Xian, H. Ding, X. Liu, and C. Wan, “Item analysis on the quality-of-life scale for anxiety disorders QLICD-AD (V2.0) based on classical test theory and item response theory”, Health and Quality of Life Outcomes, pp. 1-12, May. 2024. <https://doi.org/10.1186/s12991-024-00504-2>
- [29] Departamento Nacional Administrativo de Estadísticas - DANE,(2014), “Censo Nacional Agropecuario”. Available: <https://www.dane.gov.co/files/CensoAgropecuario/informacion-veredas.xls>
- [30] R. Hernández-Sampieri, C. Fernández, y M. Baptista. “Metodología de la investigación”. McGrawhill education, vol. 6, pp.170-180, Aug. 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0
- [31] S. Rahi, “Research Design and Methods: A Systematic Review of Research Paradigms, Sampling Issues, and Instruments Development”, International Journal of Economics & Management Sciences, vol. 6, pp. 1-13, May. 2017. <https://doi.org/10.4172/2162-6359.1000403>
- [32] X. Zou, Z. Tian, Y. Hu, and K. Shen, “Logistic Regression Model Optimization and Case Analysis”, IEEE Xplore Digital Library, p. 1-2, Oct. 2019. DOI: 10.1109/ICCSNT47585.2019.8962457
- [33] R. Hernández-Sampieri, C. Fernández, and M. Baptista, “Metodología de la investigación”. McGrawhill education, vol. 6, p.6, Aug. 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0
- [34] D. Alita, A. Putra, and D. Darwis, "Analysis of Classic assumption test and multiple linear regression coefficient test for employee structural office recommendation," Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems, vol. 15, No 3, pp. 290-297, Jun. 2021. <https://doi.org/10.22146/ijccs.65586>
- [35] Z. Gu and D. Hubschmann, “Make Interactive Complex Heatmaps in R”, Bioinformatics, vol. 38, pp. 1445-1460, Mar. 2022. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btab806>.
- [36] C. Andrade, «Understanding Factorial Designs, “Main Effects, and Interaction Effects: Simply Explained with a Worked Example”, Indian Journal of Psychological Medicine, vol. 46, no 2, pp. 1-11, Mar. 2024. <https://doi.org/10.1177/02537176241237066>
- [37] T. Islam, A. Sheakh, S. Tahosin, H. Hena, S. Akash, Y. Yardan, G. F. Wondmie, H. Nafidi, and M. Bourhia, “Predictive modeling for breast cancer classification in the context of Bangladeshi patients by use of machine learning approach with explainable AI”, Scientific report, vol. 14, pp. 1-7, Apr. 2024. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-57740-5>