

Índice de adopción de tecnologías en café, Región Brunca, Costa Rica.

A Technologies Adoption Index in Coffee, Brunca Region, Costa Rica.



Anthony Cubero Zamora¹

David Gómez Castillo²

Luz Elena Barrantes Aguilar³

Vanessa Villalobos Ramos⁴

Fecha de recepción: 10 de marzo, 2022

Fecha de aprobación: 11 de junio, 2022

Vol.8 N° 2 Julio- diciembre 2022

Cubero, A., Gómez, D., Barrantes, L. y Villalobos, V. (2022). Índice de adopción de tecnologías en café, Región Brunca, Costa Rica. *Revista e-Agronegocios*, 8(2). <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/eagronegocios/article/view/6143>



1 Universidad de Costa Rica, San José Costa Rica.

Correo: anthony.cubero@ucr.ac.cr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1274-503X>

2 Universidad de Costa Rica, San José Costa Rica.

Correo: david.gomez@ucr.ac.cr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7321-0453>

3 Universidad de Costa Rica, San José Costa Rica.

Correo: luz.barrantes@ucr.ac.cr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5691-6657>

4 Universidad de Costa Rica, San José Costa Rica.

Correo: vanessa.villalobos@ucr.ac.cr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3701-517X>



Resumen

La presente investigación tiene dos objetivos, primeramente desarrollar un índice para cuantificar el nivel de adopción de tecnologías (IA) y posteriormente, categorizar a las personas productoras de café de la Región Brunca, Costa Rica en categorías de intensidad de adopción.

La información fue recopilada en agosto de 2021 en los cantones de Pérez Zeledón y Coto Brus de Costa Rica. Se estudiaron diferentes fichas técnicas del cultivo de café en Costa Rica para seleccionar las tecnologías, se realizaron grupos focales con expertos con el objetivo de seleccionar y evaluar las tecnologías.

Se elaboró y aplicó un instrumento de recolección de datos que permitió diseñar un IA para cada persona productora, así como clasificar en cuatro categorías de adopción (rezagado, bajo, medio y alto) utilizando los clúster k-medias. Por último, se realiza una descripción de las variables cualitativas y cuantitativas por clústeres, así como las respectivas pruebas que permiten determinar relaciones entre los grupos para esas variables.

Se concluye que la existencia de diferencias significativas entre clústeres en las variables de la unidad productiva como: cantón de ubicación de la finca, producción anual promedio en fanegas por hectárea, finca certificada y el uso de la variedad Obata. Entre las variables cualitativas, se encontró relación de la intensidad de adopción con las capacitaciones relacionadas con el café y pertenecer a una asociación o cooperativa.

Palabras clave: recursos agrícolas, gestión agrícola, técnicas de cultivo, prácticas de cultivo, investigación de campo.

Abstract

This research has two objectives, the first is to develop an index to quantify the level of adoption of technologies (AI) and the second is to group coffee producers in the Brunca Region, Costa Rica into categories of adoption intensity.

The information was collected in August 2021 in the cantons of Pérez Zeledón and Coto Brus. Different technical specifications sheets of coffee in Costa Rica were studied to select the technologies, focus groups were held with experts with the purpose of select and evaluate the technologies.

A data collection instrument was developed and applied that allowed designing an IA for each producer, as well as classifying adoption into four categories (lagging, low, medium and high) using the k-means cluster. Finally, a description of the qualitative and quantitative variables per cluster was made, as well as the respective tests that allow determine relationships between groups for those variables.

The existence of significant differences between clusters in variables of the productive unit was determined, such as: location farm (commune), average annual production in bushels per hectare, certified farm, and the use of the Obata variety. Among the qualitative variables, a relationship was found between the intensity of adoption with such as training related to coffee and belonging to an association or cooperative.

Key words: agricultural resources, agricultural administration, cultivation techniques, cultivation practices, agricultural research.

Introducción

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censo de Costa Rica (INEC) (2017) la eficiencia técnica y el cambio tecnológico son los dos factores a los que se atribuye las ganancias en la producción, entendiendo eficiencia técnica como el alcance de la curva de producción máxima utilizando los recursos actuales generando un cambio en el corto plazo, mientras que el cambio tecnológico se refiere al uso de nuevas tecnologías lo cual requiere inversión y un plazo mayor, pero desplazando la curva de posibilidades de producción. Infante (2016) indica que la eficiencia en la producción agrícola responde en mayor proporción a los factores tecnológicos y a los apoyos gubernamentales, por lo que abordando ambas dimensiones, el sector podría mejorar su productividad, rentabilidad y eficiencia.

Es conocido que el sector agrícola en Costa Rica se ha visto rezagado en términos de rendimiento y crecimiento en la productividad. En relación a lo anterior, la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) (2017), indica que las razones de esta desaceleración en Costa Rica está dada por variables como: el mal uso de suelo producto de la expansión de cultivos en tierras menos productivas, la fragmentación de los pequeños productores, la exposición a cambios climáticos frecuentes, la baja productividad laboral producto del nivel educativo, la falta de destrezas, el acceso limitado a nuevas tecnologías y créditos, y la baja o nula infraestructura rural.

La Región Brunca (Pérez Zeledón y Coto Brus) históricamente se ha enfocado en actividades de agricultura, pesca, alfarería y otras en menor medida (Sistema de Información del Sector Agropecuario Costarricense (Infoagro), 2006). Actualmente, en Pérez Zeledón se encuentra el 45,5 % del total de fincas cafetaleras de la provincia de San José y en Coto Brus el 63,9 % de la provincia de Puntarenas (INEC, 2017). Otra característica importante de la Región Brunca es su alto nivel de pobreza; para el año 2019 la región mantuvo un 30,3 % de los hogares en pobreza, presentándose como la región con mayor pobreza a nivel nacional (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA), 2020).

Lo anterior podría relacionarse con ineficiencia técnica del sector agropecuario, especialmente por las limitadas habilidades de las personas agricultoras, el acceso restringido a créditos, la adopción de tecnologías nuevas e innovadoras, y a las técnicas de producción inadecuadas. Para el INEC (2017) esto demuestra la importancia de establecer programas de asistencia técnica por parte de instituciones del Estado y de otras organizaciones que brinden acceso al conocimiento y a la mejora del desempeño de los productores del país, así como también el fomento de las organizaciones locales para aumentar las posibilidades de adquisición tecnológica y acceso a créditos.

Las investigaciones referentes a la adopción de tecnologías alrededor del mundo en distintas áreas del sector agropecuario evidencian la relevancia que poseen este tipo de estudios en la mejora de la productividad, la cual se traduce en mejores ingresos para la familia, y en la preparación y adaptación al cambio climático (Bro et al., 2019). Por otro lado, los resultados de

este tipo de investigaciones son insumos para el desarrollo y evaluación de política pública en nuestro país.

Es aquí donde la presente investigación se vuelve relevante, ya que pretende analizar las relaciones significativas existentes entre variables sociodemográficas y de caracterización de las fincas cafetaleras de la Región Brunca mediante las cuatro categorías desarrolladas con el índice de adopción de tecnologías, generando una herramienta que permita la toma de decisiones para mejorar las capacidades productivas de las personas caficultoras de la Región Brunca.

Referente teórico

Es indispensable para esta investigación la definición de tecnología y adopción de tecnología. Para efectos de esta investigación, se considerará como tecnología todas aquellas técnicas, conocimientos y fundamentos que por medio de su aplicación generen beneficios a la persona productora tanto en su nivel de productividad e ingresos, así como también en un desarrollo sostenible. Para Manda et al. (2016), algunas de estas tecnologías son: rotación de cultivos, cultivos mixtos (dos o más cultivos en un mismo terreno), labranza de conservación, retención de residuos, mejora en las variedades utilizadas, fertilizantes orgánicos; al igual que, Cofré et al. (2012), relaciona este tipo de adopciones con buenas prácticas agrícolas, por lo que se puede incluir dentro de las tecnologías mencionadas anteriormente el uso de terrazas para siembra, la formación de canales para mejorar los sistemas de riego, el manejo integrado de plagas, medidas para la conservación del suelo, entre otros.

Existen factores demográficos, económicos y sociales que influyen en la decisión de los productores en adoptar las tecnologías. Howley et al. (2012) indica que algunos de estos factores son: la complejidad de su implementación, el riesgo, el costo de inversión, ingresos, edad de la persona productora, el nivel educativo, incluso menciona que en algunos casos la geografía, la interacción con los servicios de extensión, y el comportamiento y relación con otros productores de la zona son factores que inciden en la adopción o rechazo de estas nuevas tecnologías. Con base a lo anterior, se evidencia la influencia de las organizaciones de productores en la adopción de las tecnologías por parte de las personas productoras.

Según Jara-Rojas et al. (2020), el desarrollo de un índice de adopción basado en las condiciones locales y relevantes para el sistema de producción es útil para resumir los niveles de implementación tecnológica, los índices son utilizados con el objetivo de capturar la complejidad del proceso de adopción, sin embargo, presenta el desafío de asignar pesos a las tecnologías seleccionadas que generan impacto en el sistema productivo. La adopción de tecnologías en el sector agropecuario no es un tema reciente, durante varias décadas se han desarrollado estudios relacionados con la adopción de estas y su impacto en las zonas rurales, sin embargo, en Costa Rica ha sido un tema poco explorado, generando que exista escasa literatura producida en nuestro país que permita profundizar y comprender el tema.

Metodología

La metodología seguida para el desarrollo del índice de adopción de tecnologías, así como para la formación de los clústeres y el análisis de las variables, se basó en la revisión de fuentes bibliográficas, entrevistas a personas expertas en la producción de café en Costa Rica y el levantamiento de información primaria mediante entrevistas a personas productoras. El enfoque de la investigación es de carácter cuantitativo, por lo que se utiliza comparaciones de medias y prueba post-hoc para las variables cuantitativas, y tablas de contingencia y pruebas chi-cuadrado para las variables cualitativas.

Este tipo de investigaciones permite conocer las deficiencias del sector de estudio y desarrollar planes de mejora y desarrollo de política pública basada en datos. Para Onésimo et al. (2016) la generación de este tipo de índices permite tres cosas, la primera, evaluar la pertinencia de las tecnologías para la persona productora, la segunda, detectar las barreras que limitan el proceso de adopción, y la tercera, es inherente al productor, facilita identificar las características particulares por las cuales la persona productora adopta o no una práctica.

Selección de las prácticas tecnológicas:

Para la determinación de las prácticas tecnológicas, se realizó el análisis de diferentes fichas técnicas del cultivo de café que van desde 2016 al 2020, tanto del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE), Instituto Nacional de Innovación y Transferencia Tecnológica Agropecuaria (INTA) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), entre otros; lo anterior con el objetivo de conocer las prácticas tecnológicas mínimas que deben implementar los caficultores para obtener buenos rendimientos en este cultivo. Mediante la revisión bibliográfica se obtuvieron 19 tecnologías, las cuales fueron sujetas a evaluación y calificación por parte de expertos mediante dos grupos focales realizados los días 23 de junio de 2021 con cooperativas de productores y el 7 de julio de 2021 con instituciones vinculadas con las actividades del cultivo de café.

Selección y tamaño de la muestra:

Según los datos de la cosecha 2019-2020 del ICAFÉ, el cantón de Coto Brus posee 2 457 productores de café, representando un 8,21 % de los caficultores a nivel nacional, mientras que el cantón de Pérez Zeledón posee 5 639 productores, representando el 18,85 % de los caficultores del país (ICAFE, 2021). Basado en los datos anteriores, se determina la existencia de 8 096 caficultores en la Región Brunca. Para determinar una muestra representativa, se aplica la fórmula (1) para el cálculo de tamaño de la muestra para proporciones en poblaciones finitas, según Gutiérrez & de la Vara (2009) representada por:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + (Z^2 * p * q)} \quad (1)$$

Donde N corresponde al tamaño de la población, Z corresponde a un valor de la distribución normal estándar asociado a un nivel de confianza, p corresponde a la proporción de la población que posee las características en estudio, q corresponde a la variación negativa o proporción de individuos que no poseen las características deseadas, y e corresponde al límite aceptable de error muestral. Con los datos de población, un nivel de confianza de 0,05, un error máximo permitido de 0,07 y el escenario conservador de p=q=0,5, el tamaño de la muestra se estima en:

$$n = \frac{8096 * 1,96^2 * 0,5 * 0,5}{0,07^2 * (8096 - 1) + (1,96^2 * 0,5 * 0,5)} = 191,40 \quad (2)$$

El resultado de la ecuación anterior debe redondearse hacia la unidad mayor más cercana, determinando así que la muestra para el estudio desarrollado sea de 192 personas productoras.

Instrumento y recolección de datos

Se elaboró un formulario digital mediante el software Kobo Toolbox desarrollado por Harvard Humanitarian Initiative (2021) en su versión v2021.2.3, que permite recolectar información de campo sin la necesidad de una conexión a internet. El formulario consta de tres secciones: sociodemográficas, caracterización de la finca y adopción de tecnologías (variables binarias donde su respuesta es sí o no, utiliza la tecnologías).

La validación del cuestionario se realizó por medio de dos procesos, el primero mediante la Comisión de Ética (CEC) de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica durante los meses de febrero y marzo de 2021. El segundo, mediante una prueba piloto, en la cual se aplicó el formulario a un grupo de 13 especialistas con conocimientos en el cultivo del café, tanto de la Región Brunca como fuera de ella, este grupo incluyó académicos, personas productoras de café y profesionales en el área.

Una vez realizado el pre-test se procedió a la codificación de las preguntas y a la revisión de cada uno de los resultados obtenidos con el fin de asegurar que las respuestas son acordes a las necesidades del estudio, lo anterior con el fin de determinar errores o bien, si las preguntas generan fatiga o rechazo, así como para conocer el tiempo promedio de aplicación del cuestionario (Casas et al., 2003). Para la selección de la muestra, se utilizó una combinación entre el muestreo no probabilístico por cuotas (una asignación proporcional por cantón, utilizando el Compendio Estadístico de la Actividad Cafetalera, Cosecha 2020 del ICAFE para cada uno de los cantones en estudio (ICAFE, 2021)) y el muestreo por conveniencia. Además, para la obtención de los datos en campo, fue necesaria la colaboración de cooperativas y el MAG para obtener las bases de datos de los productores de la zona de interés y agendar las visitas de

los 192 caficultores; la recolección de datos en campo se realizó durante el mes de agosto de 2021.

Desarrollo del índice de adopción de tecnologías

Para Onésimo et al. (2016), la generación de un índice con pesos específicos para cada tecnología evaluada reflejan mejor el proceso de adopción de las mismas, eliminando el problema de contabilizar en forma simple el número de tecnologías adoptadas por un productor.

El índice de adopción (IA) generado se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$IA_j = w_i P_{ij} + \dots + w_n P_{nj} \quad i = 1, \dots, 15 \quad j = 1, \dots, 193 \quad (3)$$

Donde IA_j es el índice de adopción para cada caficultor j ; w_i es el peso de la i -ésima práctica; y P_{ij} es la variable binaria que indica si el j -ésimo caficultor adoptó o no la i -ésima práctica. El valor w_i se obtiene de los pesos asignados por los expertos participantes en el grupo focal (ver Cuadro 2), mientras que P_{ij} se obtiene de las encuestas realizadas a los caficultores, donde indican si implementa o no la práctica en la finca. El IA fue estandarizado utilizando el peso máximo de todas las tecnologías, con el fin de obtener únicamente valores entre 0 y 1. Una vez obtenidas todas las variables de la fórmula (3) se calculó un IA para cada uno de los caficultores de la muestra.

Categorización del IA mediante clúster univariado

En este estudio, se empleó como método para la definición del número de clústeres el llamado suma de residuos cuadrados internos o WSS (Total Within Sum of Square) por sus siglas en inglés. El método fue desarrollado mediante el programa estadístico R Studio en su versión 3.6.1 desarrollado por RStudio Team (2019); por último se realizaron conglomerados no jerárquicos de tipo k -medias usando como variable de agrupación el Índice de Adopción de Tecnologías (IA), la determinación de los clústeres se realizó utilizando el software estadístico SPSS Statistics en su versión 26.0.0.0 desarrollado por IBM (2019) (Espinosa Zúñiga, 2020; Jara-Rojas et al. 2020).

Comparación de medias y pruebas post-hoc

Se realizó una comparación de medias y tablas de contingencia para determinar la existencia de diferencias significativas entre las medias de las variables entre las categorías de los clústeres, este tipo de pruebas son ampliamente utilizadas en investigaciones agrícolas (García-Villalpando et al., 1999). El proceso anterior se desarrolló mediante el uso del software estadístico SPSS Statistics en su versión 26.0.0.0 desarrollado por IBM (2019).

Se utilizaron pruebas paramétricas y no paramétrica. Se determina el cumplimiento de los supuestos de normalidad (mediante la prueba Shapiro-Wilk) y homocedasticidad (mediante la prueba de Levene) para continuar con la aplicación de pruebas paramétricas; posteriormente se realizaron los ANOVAS de comparación de medidas de un factor, Kruskal Wallis como el análogo no paramétrico del ANOVA de una vía ante el incumplimiento de los supuestos y se utilizó la prueba de significancia de diferencias mínimas significativas o DMS (prueba post-hoc) para aquellas variables que en el ANOVA indicaron la presencia de diferencias significativas, esto con el fin de determinar entre qué grupos de categorías del índice de adopción de tecnologías (Rezagado, Bajo, Medio y Alto) es que existen las diferencias significativas. Para las variables cualitativas dicotómicas se utilizaron tablas de contingencia y por medio de la interpretación de la prueba de ajuste de Pearson o chi-cuadrado que indican la existencia de diferencias significativas entre las variables y los clústeres (Stoian et al., 2015); este tipo de análisis se realizó mediante tablas de contingencia 4x2 por lo que fue necesario cumplir con el supuesto de que ninguna de las casillas debe tener un recuento menor a cinco observaciones (Hair et al., 2010).

Resultados

La realización de los grupos focales permitió la depuración de las variables previamente seleccionadas, se realizaron los siguientes ajustes: se incluye el uso de variedades resistentes a plagas y enfermedades, y el uso de variedades mayormente productivas. Se eliminaron las tecnologías análisis foliar, y fertilización foliar; debido a que son prácticas utilizadas en última instancia cuando la plantación no responde a otros tratamientos, además, por su costo económico no son utilizadas por la mayoría de las personas caficultoras. Igualmente, se eliminaron las tecnologías sistema de riego por goteo y sistemas de retención de agua debido a que la Región Brunca es una zona con abundancia de agua durante todo el año.

El Cuadro 1 muestra las prácticas tecnológicas seleccionadas y su respectiva calificación por parte de los expertos participantes en los grupos focales.

Cuadro 1. Prácticas tecnológicas recomendadas y evaluadas en grupos focales (n=14).

Tecnología Evaluada	Sin Impacto (0)	Bajo Impacto (1)	Medio Impacto (2)	Alto Impacto (3)	n	Calificación
Variedades resistentes a plagas y enfermedades ^a	0	0	0	7	7	100
Variedades mayormente productivas ^a	0	0	0	7	7	100
Podas a la plantación	0	0	2	12	14	95,24
Deshija después de la poda	0	0	2	12	14	95,24
Manejo de arvenses (malezas)	0	0	2	12	14	95,24
Manejo integrado de plagas	0	0	2	12	14	95,24
Análisis de suelo	0	0	4	10	14	90,48
Aplicación de enmiendas	0	0	4	10	14	90,48
Uso de fertilizantes orgánicos	0	0	4	10	14	90,48
Mantenimiento a los árboles que dan sombra	0	0	4	10	14	90,48
Uso de fertilizantes químicos	0	0	6	8	14	85,71
Reforestación en fuentes de agua	0	2	2	10	14	85,71
Prácticas de conservación de suelo	0	2	4	8	14	80,95
Utilización de sombra en el cafetal	0	0	10	4	14	76,19
Análisis foliar	0	4	4	6	14	71,43
Fertilización foliar	0	2	8	4	14	71,43
Diversificación de cultivos en el cafetal	0	2	10	2	14	66,67
Sistema de riego por goteo	2	6	2	4	14	52,38
Sistemas de retención de agua	2	4	6	2	14	52,38

a Se incorpora en un segundo grupo focal, por esta razón la tecnología es evaluada únicamente por 7 expertos.

Desarrollo del Índice de Adopción

Para el desarrollo de este índice fue necesario conocer el peso asignado por el grupo focal con personas expertas de instituciones, cooperativas y asociaciones de productores, así como también la información de campo obtenida de las visitas realizadas a caficultores. El Cuadro 2 muestra una lista de tecnologías que se organizaron de acuerdo con el tipo de prácticas según el análisis cualitativo: productividad (P); gestión de campo y sanidad del cafeto (GCSC), conservación y gestión del agua (CGA). La adopción de estas prácticas por parte de los caficultores osciló entre el 40 % y el 98 %. Para la categoría productividad, las prácticas con mayor adopción son el "uso de variedades más productivas" y el "uso de variedades resistentes a plagas y enfermedades" contrario a "uso de fertilizantes orgánicos" que fue la práctica que menos adopción alcanzó en esta categoría. En la categoría gestión del campo y sanidad del cafeto, las prácticas con mayor implementación son el "manejo de malezas por chapea y herbicidas", seguido por la "deshija después de la poda" en contraste con la "diversificación de cultivos" que fue la de menor adopción.

Cuadro 2. Tecnologías seleccionadas, peso obtenido en grupo focal y porcentaje de adopción de las tecnologías por parte de las personas caficultoras.

Práctica	Tipo ^a	Grupo Focal (n=14) ^b	Caficultores (n=193)	
		Calificación	N° de Respuestas	% de Caficultores
Uso de variedades más productivas ^c	P	100	186	96.37
Uso de variedades resistentes a plagas y enfermedades ^c	P	100	188	97.41
Deshija después de la poda	GCSC	95.24	189	97.93
Manejo de arvenses (malezas) por chapea o herbicidas	GCSC	95.24	190	98.45
Podas a la plantación	GCSC	95.24	182	94.3
Manejo integrado de plagas	GCSC	94.24	78	40.41
Análisis de suelo	P	90.48	155	80.31
Aplicación de enmiendas	P	90.48	162	83.94
Mantenimiento a los árboles que dan sombra	GCSC	90.48	188	97.41
Uso de fertilizantes orgánicos	P	90.48	118	61.14
Reforestación en fuentes de agua ^d	CGA	85.71	131	88.51
Uso de fertilizantes químicos	P	85.71	174	90.16
Prácticas de conservación de suelo	GCSC	80.95	157	81.35
Utilización de sombra en el cafetal	GCSC	76.19	188	97.41
Diversificación de cultivos en el cafetal	GCSC	66.67	115	59.59

a P, productividad; GCSC, gestión de campo y sanidad del café; CGA, conservación y gestión del agua.

b $\text{Peso} = \left(\frac{\sum \text{Puntaje} * n}{\text{Puntaje máximo} * n} \right) * 100$ n = 14, puntaje máximo = 3.

c Panel de expertos con n = 7

d Solo 148 de los 192 caficultores encuestados poseen fuentes de agua en la finca, para esos 148 caficultores, esta variable fue incluida en el cálculo del IA de Tecnologías.

Análisis clúster

De la aplicación del método Suma de Residuos Cuadrados Internos (within sum squares) para la determinación del número de clústeres, se obtuvo la Figura 1, esta gráfica permite analizar los cambios en la inercia de la línea (brazo y codo), por lo que es posible seleccionar una cantidad de clústeres que van del 2 al 4. La aspiración de la investigación estimaba un número de clústeres no menor a 3, ni mayor a 4, por lo que se eligió por conveniencia de los investigadores un número de 4 clústeres.

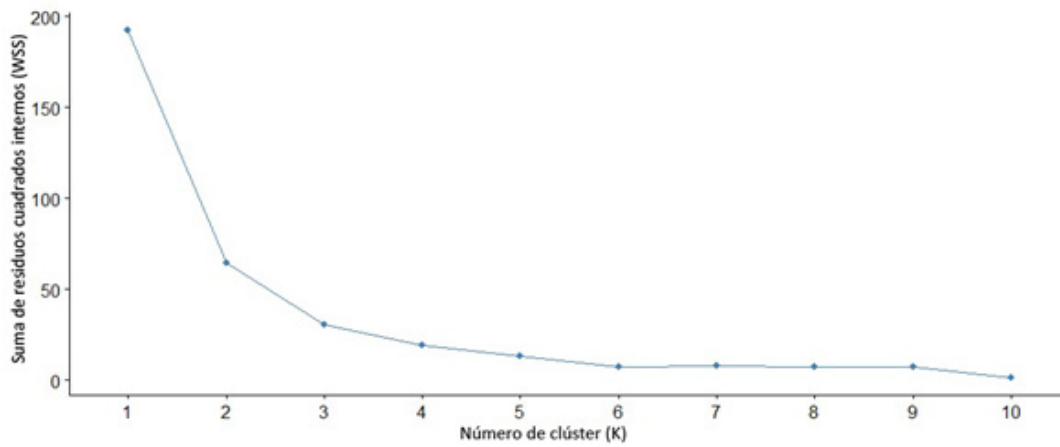


Figura 1. Número óptimo de clústeres, método Suma de Residuos Cuadrados Internos conocido como método del codo.

Una vez realizada la agrupación de las personas productora en los clústeres se asignó un nombre a cada clúster. Se obtuvieron los siguientes resultados: 12 productores con IA rezagado alcanzaron un promedio de adopción de 57,7 %, 40 productores con IA bajo con una calificación promedio de 71,56 %, 81 productores con IA medio y un promedio de adopción de 83,81 %, y por último 60 productores con IA alto y su respectivo promedio de adopción de 95,62 %.

Ninguna de las variables cuantitativas pasó el supuesto de normalidad, en todos los casos el valor-p fue menor a 0,01, según la prueba de Shapiro-Wilk. Por otro lado con la prueba de Levene únicamente la variables hectáreas sembradas de café, años de producir café y producción anual promedio fanegas/ha pasan el supuesto de homocedasticidad al 5 % de significancia. Por esta razón se utiliza Kruskal-Wallis que es el análogo no paramétrico del ANOVA de una vía.

El Cuadro 3 muestra las características sociodemográficas, de la finca y los tipos de variedades sembradas por los caficultores de la región en cada grupo. Con respecto a la utilización de las pruebas paramétricas y no paramétricas, se aplicó en las variables cuantitativas un ANOVA y una prueba de diferencias mínimas significativas o DMS (prueba post-hoc) cuando en el análisis de varianza se detectaron diferencias significativas, mientras que para las variables cualitativas se implementó un análisis mediante tablas de contingencia y la prueba chi-cuadrado de Pearson.

Cuadro 3. Características de las personas caficultoras y la finca para los cuatro clústeres.

Variables	Clúster (proporciones y medias)				
	Sig.	Rezagado (n=12)	Bajo (n=40)	Medio (n=81)	Alto (n=60)
Promedio del Índice de Adopción (IA)		0,577	0,7156	0,8381	0,956
Variables sociodemográficas					
Cantón (Pérez Zeledón - 1; Coto Brus - 2)	0,006	0,58	0,45	0,26	0,2
Sexo (Hombre - 1; Mujer - 0)	0,226	0,67	0,77	0,88	0,83
Edad	0,546	52,75	53,45	52,69	50,38
Recibe capacitaciones cursos o seminarios (Si - 1; No - 0)	0,015	0,42	0,67	0,79	0,82
Pertenece a una asociación de productores o cooperativa (Si - 1; No - 0)	0,044	0,33	0,63	0,64	0,75
Mano de obra contratada (Si - 1; No - 0)	0,13	0,17	0,15	0,32	0,33
Crédito relacionado con la actividad cafetalera (Si - 1; No - 0)	0,071	0,58	0,45	0,65	0,7
Variables de caracterización de la finca					
Tamaño de la finca en hectáreas ^c	0,039	32,64 ^{ab}	4,41 ^b	6,09 ^a	34,96 ^{ab}
Hectáreas sembradas de café ^c	0,008	6,52 ^{ab}	2,86 ^b	3,31 ^a	12,45 ^{ab}
Años de producir café ^c	0,217	20,58 ^a	26,15 ^a	27,20 ^a	28,87 ^a
Producción anual promedio fanegas/ha ^c	0,008	13,19 ^{ab}	14,07 ^b	18,03 ^a	19,72 ^b
Recibe asistencia técnica (Si - 1; No - 0)	0,203	0,33	0,43	0,49	0,6
Finca se encuentra certificada (Si - 1; No - 0)	0,016	0,16	0,25	0,27	0,48
Varietades de café sembrado					
Caturra (Si - 1; No - 0)	0,83	0,17	0,2	0,14	0,15
Catuai (Si - 1; No - 0)	0,448	0,25	0,2	0,21	0,32
Catimor (Si - 1; No - 0)	0,22	0,67	0,4	0,51	0,58
Sarchimor (Si - 1; No - 0)	0,051	0,58	0,4	0,49	0,67
Geisha (Si - 1; No - 0)	0,203	0,08	0	0,01	0,05
Híbrido Tico (Si - 1; No - 0)	0,42	0	0	0,02	0
Obata (Si - 1; No - 0)	0	0,25	0,65	0,77	0,85

Letras diferentes (a, b, c) indican diferencias significativas para las variables entre los clústeres. Utilizando tablas de contingencia y chi-cuadrado para variables cualitativas ($p < 0,05$). *Para las variables cualitativas se utiliza Kruskal Wallis.

Las variables como el sexo, la edad, el uso de mano de obra contratada y el crédito en la actividad mostraron valores similares entre los cuatro clúster ($p > 0,05$); sin embargo, para variables como la ubicación geográfica medida a través del cantón, el hecho de formar parte de una asociación y recibir capacitaciones, presentan relación con la intensidad de adopción, por ejemplo, para la variable cantón la categoría con IA medio y alto poseen menos representación de caficultores del cantón de Coto Brus en contraste con la categoría rezagada y baja. En el caso de la variable relacionada con las capacitaciones, cursos o seminarios recibida por los y las caficultoras presentó diferencias significativas entre los clústeres rezagado, medio y alto, indicando que las personas con mayor índice de adopción se encuentran aquellas que reciben capacitaciones relacionadas con café.

Para las variables de caracterización de finca, años de producir café y asistencia técnica, no se encontraron diferencias ni relación significativa. En el caso de la producción anual promedio a mayor intensidad de adopción mayor es la producción de fanegas por hectárea al año. Con la variable años de producir café, a mayor índice de adopción mayor edad del productor. En el caso de la variable tamaño de la finca se observa una diferencia clara únicamente entre el

clúster 3 y el 2. La variable dicotómica finca certificada que está relacionada con la adopción de buenas prácticas agrícolas o calidad presenta relación significativa con los clústeres, como se puede ver, la mayor proporción de fincas certificadas está en el grupo de mayor adopción. Por último, de las variedades de café sembradas en la Región, únicamente la Obata mostró relación con la intensidad de adopción, evidenciando que las categorías con mayor IA poseen una mayor proporción de caficultores con esta variedad en sus fincas.

Discusión

En la Región Brunca se encontró que existen diferencias significativas en la variable cantón, el análisis de comparación de medias, muestra que las personas caficultoras que pertenecen al cantón de Coto Brus tienen menos participación en las categorías que representan mayor índice de adopción, mostrando que existen diferencias importantes en la adopción de tecnologías entre las dos zonas cafetaleras de estudio, en otras investigaciones ya se han encontrado diferencias relacionadas a la ubicación geográfica, en Chile un estudio también sobre la adopción de tecnologías mostró que la ubicación de la finca entre comunidades generaba diferencias significativas al 1 % (Roco et al., 2012).

Que las personas productoras reciban o no capacitaciones, cursos o seminarios relacionados con la actividad cafetalera genera diferencias significativas entre las categorías de adopción de tecnologías. Lo anterior evidencia que una característica de las personas del grupo IA alto, es haber recibido capacitaciones relacionadas al cultivo. Los resultados anteriores coinciden con un estudio realizado en Filipinas sobre la adopción de tecnologías en arroz, donde la misma variable mediante un modelo de logit binario mostró significancia al 10 % (Mariano et al., 2012), otros estudios similares en Chile en el año 2012 y Burkina Faso en el 2004 mediante la aplicación de un modelo probit se demostró, una incidencia positiva y significativa en la adopción de tecnologías en prácticas de conservación de suelo con un nivel de significancia del 1 % (Roco et al., 2012; Sidibé, 2005).

La pertenencia a una asociación de productores o cooperativa es otra de las variables que presentaron diferencias significativas entre las categorías rezagado y bajo en comparación con medio y alto, demostrando que las categorías con mayor IA presentan mayor cantidad de caficultores asociados. Un estudio realizado con caficultores en Nicaragua durante el 2017 demostró mediante un modelo probit ordenado y a un nivel de significancia del 1 %, mostró resultados consistentes al establecer que la asociatividad de un productor tiene un impacto significativo en la adopción de tecnologías (Bro et al., 2019), resultados similares fueron obtenidos en Honduras durante el 2010 concluyendo mediante un modelo probit ordenado a un nivel de significancia del 5 % que la variable de pertenencia a una organización comunal posee un impacto significativo en la adopción de prácticas de conservación de suelo (Wollni et al., 2010).

En Nicaragua Bro et al. (2019), determinaron que mediante el uso de ANOVA y la prueba de Chi-cuadrado, que la variable producción es significativa dentro de este tipo de estudios. En

el caso de café en la Región Brunca, los resultados obtenidos en la Región Brunca indican que la producción anual promedio en fanegas por hectárea es mayor en las categorías que presentan mayor IA de adopción.

La variable que indica si la finca se encuentra certificada (alguna certificación de producción orgánica, GLOBALG.A.P, Programa AAA Sustainable Quality-Nespresso, Estándar de Agricultura Sostenible de Rainforest Alliance, FAIRTRADE, entre otras), presenta diferencias significativas entre las categorías rezagado, bajo, medio en comparación con la categoría alto. Según Cofré et al. (2012) que la limitante de adoptar certificaciones por parte de las personas productoras se debe a los altos costos de implementación en la finca; además, hace énfasis en que las certificaciones agrícolas proporcionan mayor seguridad a los trabajadores de las fincas y consumidores finales por medio del buen manejo de los insumos y los agroquímicos, lo anterior hace referencia a las prácticas tecnológicas evaluadas en esta investigación.

Por último, en el caso de las semillas de café mayormente utilizadas en la Región Brunca, la variedad Obata presentó relación entre las categorías de intensidad de adopción, específicamente entre las categorías rezagado en comparación con la medio y alto, demostrando que un 85 % de las personas que pertenecen a la categoría alto utilizan este tipo de variedad en su finca en contraste con la categoría rezagado con un 25 % de utilización. Según Girón (2016) la variedad Obata es más demandante de nutrición y agua en comparación con otras variedades, lo cual está relacionado directamente con el uso de prácticas tecnológicas como aplicación de enmiendas, aplicación de abonos orgánicos y fertilizantes químicos, uso de sombra, entre otras.

Conclusiones

La construcción del IA en conjunto con la generación de clúster de la variable IA, crea una herramienta sencilla que facilita la clasificación de los caficultores según la cantidad de tecnologías adoptadas en finca. Su sencillez en la ejecución permite incluir tantas tecnologías como el investigador requiera y en el cultivo que desee implementarlo.

Como bien se mencionó en secciones anteriores, las prácticas con mayor adopción por parte de los caficultores son: manejo de arvenses (malezas), la deshija después de la poda, el uso de variedades resistentes a plagas y enfermedades, así como el mantenimiento a los árboles que dan sombra, mientras que el manejo integrado de plagas fue la práctica con menos adopción por parte de las personas caficultoras. Lo anterior pone en evidencia la necesidad de incentivar el uso de tecnologías que puedan traer más y mejores beneficios a la actividad en esta región, como lo es el manejo integrado de plagas, la diversificación de cultivos y el uso de abonos orgánicos.

La clasificación de caficultores en las categorías rezagado, bajo, medio y alto en conjunto con la aplicación de ANOVAS y pruebas post-hoc, permitirá a los agentes de extensión e instituciones nacionales identificar los grupos de caficultores que requieren mayor apoyo en las va-

riables que presentan diferencias significativas. Apuntando a la implementación de cursos, talleres y seminarios periódicos y relacionados con el cultivo del café, así mismo, la importancia de la pertenencia a asociaciones de productores o cooperativas, hasta el uso de variedades mayormente productivas y resistentes a plagas como es el caso de la variedad Obata.

Del proceso de investigación se desprenden dos conclusiones importantes. La primera, que existe suficiente evidencia estadística para concluir que hay una relación entre el aumento en el rendimiento de la producción por hectárea en los en aquellas personas productoras con mayor IA. La segunda, la estadística muestra que existe un mayor acceso a formación y actualización para aquellas personas productoras que pertenecen a una organización de productores; en este caso, ambas variables inciden en que las personas productoras posean un mayor nivel de IA.

La orientación de esfuerzos por parte de las organizaciones dedicadas a la extensión agropecuaria basados en estudios científicos, se transforma en recursos correctamente implementados, reduciendo la brecha existente entre las personas dedicadas a esta actividad, mejorando la calidad de vida mediante mayores ingresos. Así mismo, como también una adaptación sostenida al cambio climático mediante la implementación de tecnologías como el uso de sombra en el cafetal, la reforestación en las cercanías de las fuentes de agua y la implementación de prácticas de conservación de suelo.

Se desprenden nuevas líneas de investigación en la que se recomienda la inclusión de variables que permitan una mejor caracterización de las fincas y las familias de las personas productoras, como lo puede ser el ingreso mensual promedio, los ingresos anuales de la comercialización o venta del grano. Al igual que la inclusión de variables relacionadas al trabajo de los agentes de extensión, en cuanto a cantidad de visitas de asistencia técnica recibidas anualmente, la duración de las visitas técnicas en horas, participación en días de campo o parcelas demostrativas, entre otras.

Lo anterior permitirá tener un panorama aún mayor del sector y herramientas más precisas de cómo abordar el rezago en la adopción de tecnologías en la Región Brunca. Por último es importante aclarar que la inclusión de cada variable dentro de este tipo de análisis, así como la inclusión de las tecnologías dentro de los IA responde a las necesidades y preguntas que el equipo de investigación se plantee.

Literatura citada

- Acero, L. M. (2017). Aplicación de método simplex para un modelo en la producción de
Bro, A. S., Clay, D. C., Ortega, D. L., & Lopez, M. C. (2019). Determinants of adoption of sustainable production practices among smallholder coffee producers in Nicaragua. *Environment, Development and Sustainability*, 21(2), 895–915. <https://doi.org/10.1007/s10668-017-0066-y>

- Cáceres, D., Silvetti, F., Soto, G., & Rebolledo, W. (1997). La adopción tecnológica en sistemas agropecuarios de pequeños productores. *Agro Sur*, 25(2), 123–135. <https://doi.org/10.4206/agrosur.1997.v25n2-01>
- Casas, J., Repullo, J. R., & Donado, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atención Primaria*, 31(8), 527–538. <https://doi.org/10.1157/13047738>
- Cofré, G., Riquelme, I., Engler, A., & Jara-Rojas, R. (2012). Adopción de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA): Costo de cumplimiento y beneficios percibidos entre productores de fruta fresca. *Idesia*, 30(3), 37–45. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292012000300005>
- Espinosa Zúñiga, J. J. (2020). Aplicación de metodología CRISP-DM para segmentación geográfica de una base de datos pública. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 21(1), 1–13. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2020.21n1.008>
- García-Villalpando, J. A., Castillo-Morales, A., Elva Ramírez-Guzmán, M., Rendón-Sánchez, G., & Larqué-Saavedra, M. U. (1999). Comparación de los procedimientos de Tukey, Duncan, Dunnett, Hsu y Bechhofer para la selección de medias. Publicado como artículo en *Agrociencia* (No. 35; Vol. 35).
- Girón, J. (2016). Obata, variedad brasileña de café válida como alternativa para la caficultura de Guatemala. www.anacafe.org
- Gutiérrez, R., & de la Vara, R. (2009). Control estadístico de calidad y seis sigma (P. Roig & A. Delgado, Eds.; Segunda Edición). McGraw-Hill.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., Black, W. C., Prentice, E., Cano, D., & Gómez Suárez, M. (2010). *Multivariate Data Analysis: Global Edition (7th Edition)*. Pearson Education.
- Harvard Humanitarian Initiative. (2021). *Kobo Toolbox (v2021.2.4)*.
- Howley, P., O. Donoghue, C., & Heanue, K. (2012). Factors Affecting Farmers' Adoption of Agricultural Innovations: A Panel Data Analysis of the Use of Artificial Insemination among Dairy Farmers in Ireland. *Journal of Agricultural Science*, 4(6), 171–179. <https://doi.org/10.5539/jas.v4n6p171>
- IBM. (2019). *SPSS Statistics (26.0.0.0)*. <https://www.ibm.com/analytics/spss-statistics-software>

- ICAFE. (2015). Regiones Cafetaleras de Costa Rica: Brunca. Instituto del Café de Costa Rica. <http://www.icafe.cr/nuestro-cafe/regiones-cafetaleras/brunca/>
- ICAFE. (2021). Compendio Estadístico: Actividad Cafetalera 2019-2020. Instituto del Café de Costa Rica.
- INEC. (2017). Cenagro 2014. http://www.inec.go.cr/sites/default/files/documentos-biblioteca-virtual/reagropeccenagro2014-tiii-008_o.pdf
- Infante, F. S. (2016). La importancia de los factores productivos y su impacto en las organizaciones agrícolas en León Guanajuato México. *Agora U.S.B.*, 16(2), 393. <https://doi.org/10.21500/16578031.2443>
- Infoagro, P. (2006). Caracterización Histórica, Física y Geográfica de la Región Brunca. 1-6.
- Jara-Rojas, R., Canales, R., Gil, J. M., Engler, A., Bravo-Ureta, B., & Bopp, C. (2020). Technology adoption and extension strategies in mediterranean agriculture: The case of family farms in Chile. *Agronomy*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/agronomy10050692>
- Manda, J., Alene, A. D., Gardebroek, C., Kassie, M., & Tembo, G. (2016). Adoption and Impacts of Sustainable Agricultural Practices on Maize Yields and Incomes: Evidence from Rural Zambia. *Journal of Agricultural Economics*, 67(1), 130-153. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12127>
- Mariano, M. J., Villano, R., & Fleming, E. (2012). Factors influencing farmers' adoption of modern rice technologies and good management practices in the Philippines. *Agricultural Systems*. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.03.010>
- OCDE. (2017). Políticas Agrícolas en Costa Rica: Evaluación y Recomendaciones de Política. In News Room. <https://www.comex.go.cr/media/5222/ocde-evaluacion-y-recomendaciones-agricultura-costa-rica-2017.pdf>
- Onésimo, R., Guel, P., Martínez Bautista, H., Torres, J. L., & Medel, R. R. (2016). Estimación de la adopción de innovaciones en la agricultura* Estimation of the adoption of innovations in agriculture.
- Roco, L., Engler, A., & Jara-Rojas, R. (2012). Factores que influyen en la adopción de tecnologías de conservación de suelos en el secano interior de Chile Central. *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias*, 44(2), 31-45.

- RStudio Team. (2019). R Studio: Integrated Development for R (3.6.1). <http://www.rstudio.com/>
- SEPSA. (2020). Desempeño del Sector Agropecuario, Pesquero y Rural. In Sector Agroalimentario (Vol. 1, Issue 4).
- Sidibé, A. (2005). Farm-level adoption of soil and water conservation techniques in northern Burkina Faso. *Agricultural Water Management*, 71, 211–224. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2004.09.002>
- Stoian, E., Dinu, T. A., & Vlad, M. (2015). The Quality of the Educational Programs in Romania. A Case Study of Masters Degree in Agriculture. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 6, 696–703. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.08.124>
- Wollni, M., Lee, D. R., & Thies, J. E. (2010). Conservation agriculture, organic marketing, and collective action in the Honduran hillsides. *Agricultural Economics*, 41(3–4), 373–384. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2010.00445.x>