Secretaría técnica
Solidaridad

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ

2025

COLOMBIA



Secretaría técnica
Solidaridad

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ 2025 COLOMBIA

El informe de Costos de Producción de Café constituye un activo sectorial estratégico para la toma de decisiones informadas. Su continuidad y rigurosidad técnica representan un valor colectivo que trasciende la inversión realizada.

Agradecemos a las organizaciones firmantes del Acuerdo de Café, Bosque y Clima por hacer posible esta edición mediante su financiamiento y visión compartida.

Secretaría técnica
Solidaridad

Los análisis y conclusiones de este informe reflejan exclusivamente el resultado del trabajo técnico realizado por la investigadora, con base en la información disponible, y no comprometen la postura institucional ni la responsabilidad de las entidades o aliados que aportaron información.

Las cifras representan promedios de la muestra estudiada y no pretenden ser extrapolables a la totalidad de la caficultura colombiana. Este documento no constituye una formulación de política pública, pero busca aportar insumos analíticos rigurosos para orientar la toma de decisiones estratégicas de los actores del sector público y privado, desde una mirada comprometida con la sostenibilidad económica de las familias cafeteras.

Elaborado por:
Jackeline Londoño Rendón
Ingeniera Agrónoma, Especialista en ingeniería financiera, Magíster en gestión estratégica de la información.

Diseño y diagramación:
Mauricio Galvis Fernández

Octubre de 2026

Agradecemos a los firmantes del Acuerdo de Café, Bosque y Clima, a sus equipos técnicos y a todas las familias cafeteras que han proporcionado la información para la construcción de este estudio.

CONTENIDO

¿A QUÉ NOS REFERIMOS CUANDO HABLAMOS DE...?

LO QUE REVELARON LAS CIFRAS

MÁS ALLÁ DEL PROMEDIO: SEGMENTANDO LA MUESTRA PARA VER LAS DIFERENTES REALIDADES

1. Los impulsores del desempeño económico: Precios, costos y renovación
2. Segmentación por Tamaño de Finca: Comportamiento financiero en pequeñas, medianas y grandes explotaciones
3. Arquetipos en Minifundio: Dinámicas específicas y tipologías dentro de la caficultura de minifundio

SAF Y OFERTA AMBIENTAL: ANÁLISIS INFERENCIAL Y DETERMINANTES DEL RENDIMIENTO DEL CAFÉ

2019 AL 2025: ANÁLISIS TRANSVERSAL DE PRODUCTIVIDAD, COSTOS Y PRECIOS

OTRA MANERA DE ANALIZAR LOS HISTÓRICOS: DATOS PANEL

ANEXOS

¿A QUÉ NOS REFERIMOS CUANDO HABLAMOS DE...?



NOTAS METODOLÓGICAS Y CRITERIOS DE INTERPRETACIÓN

- La información sobre mano de obra integra tres componentes: el costo de la mano de obra contratada, la mano de obra familiar remunerada y la monetización de la mano de obra familiar no remunerada.
- Los indicadores clave (como productividad, margen por hectárea y costos) se calcularon mediante promedios ponderados por área cultivada, asignando mayor peso a las fincas de mayor extensión para reflejar con precisión la realidad macroeconómica del grupo. Por su parte, las pruebas de hipótesis (ANOVA y t-Student) para evaluar diferencias significativas ($p < 0,05$) se realizaron sobre las medias marginales estimadas (N = 2.408). Este modelo neutraliza las distorsiones de escala y el desbalance muestral, permitiendo comparar la eficiencia biológica y financiera de la finca individual.
- La fase de estadística descriptiva se desarrolló en Power BI y el procesamiento inferencial se realizó en SPSS.
- Las tendencias observadas en las tablas de resultados y en los dashboards dinámicos reflejan el comportamiento de los datos, pero no deben interpretarse como relaciones directas de causalidad. Este criterio debe mantenerse al analizar la información del reporte y al aplicar filtros o segmentaciones en los dashboards.
- El diseño de la investigación, el análisis microeconómico, la formulación de modelos econométricos y estadísticos y la interpretación agronómica y económica de los resultados son de autoría y responsabilidad exclusiva de la investigadora. Se limitó el uso de Inteligencia Artificial al apoyo en la interpretación de los parámetros estadísticos resultantes, así como a la revisión ortotípica y corrección de estilo del reporte.
- Este informe se complementa con el dashboard interactivo, que permite explorar en mayor detalle los resultados por segmento, así como las series históricas disponibles.



GLOSARIO DE TÉRMINOS ECONOMÉTRICOS Y ESTADÍSTICOS

A lo largo del informe se hace referencia a distintos indicadores, conceptos técnicos y pruebas estadísticas. Para facilitar su comprensión, se presentan a continuación las definiciones clave:

Grupos de análisis según percentiles:

- P25: fincas ubicadas en el 25% inferior de la distribución (percentil 25 o menos).
- P75: fincas ubicadas en el 75% superior de la distribución (percentil 75 o más).
- P Mediana: fincas ubicadas entre el percentil 25 y el percentil 75.

Indicadores utilizados:

- Productividad: producción total de café pergamino seco (CPS) dividida entre el área total en café (incluye tanto áreas en producción como en renovación).
- Rendimiento: producción total de café pergamino seco dividida entre el área efectivamente en producción (hectáreas con cosecha durante el año).
- Costo operacional hectárea: costos de producción por hectárea, sin incluir gastos administrativos ni financieros.
- Costo fijo operacional por hectárea: costos de producción por hectárea, excluyendo los costos variables (recolección y beneficio), administración y financieros.
- Costos variables: costos relacionados directamente con el nivel de producción, en nuestro caso incluyen la recolección y el beneficio.
- Ingreso digno -ID (Living income): ingreso anual neto que requiere un hogar en un lugar particular para permitir un nivel de vida decente para todos sus miembros. (Living Income Community of Practice, 2020).

Arquetipos

Para el ejercicio del año 2025 se incorporó un nuevo foco de análisis basado en arquetipos. Para llegar a este nivel de agrupación de fincas se preseleccionaron aquellas con un área cafetera menor a 5 hectáreas.

La segmentación de fincas por arquetipos es una herramienta metodológica que permite a las organizaciones diseñar acciones de intervención diferenciadas dentro de un proyecto. Normalmente para lograr esta segmentación se definen dos criterios o indicadores clave del modelo productivo: ***el área cultivada en café*** y la ***productividad***.

1. Productividad: expresada en kilogramos de café pergamino seco por hectárea. El punto de referencia utilizado fue el promedio ponderado de la productividad.
2. Área cultivada en café: expresada en hectáreas. En este caso, el punto de corte se estableció mediante la mediana del área cultivada en café.

GLOSARIO DE TÉRMINOS ECONOMÉTRICOS Y ESTADÍSTICOS

Datos panel:
Estructura metodológica que realiza un seguimiento a las mismas unidades de análisis (fincas cafeteras) a lo largo de múltiples periodos de tiempo. A diferencia de los estudios basados en muestras anuales independientes, la estructura en panel permite observar la evolución y trayectoria real de cada predio de forma continuada.

Para la presente investigación se analizó un horizonte de tres años, lo que permitió eliminar el ruido estadístico derivado de la rotación o depuración de la muestra y controlar la heterogeneidad no observada de cada finca (como la calidad del suelo, el microclima o la capacidad de gestión del caficultor). De este modo, se evalúa con mayor precisión el impacto de las decisiones agronómicas sobre la variable respuesta.

Efectos fijos:
Son efectos individuales específicos que afectan de manera desigual a cada individuo de la muestra (fincas); se asume que los efectos individuales son independientes entre sí (se distribuyen de forma independiente entre cada individuo), son invariables en el tiempo y afectan de manera directa las decisiones que tomen dichas unidades (Mayorga & Muñoz, 2000). Para el estudio se conformó un panel balanceado en el cual los individuos que forman la muestra cada año son los mismos (407 fincas).

Modelo lineal mixto:
Enfoque econométrico que combina simultáneamente efectos fijos y efectos aleatorios dentro de una misma estructura. Permite evaluar las relaciones promedio entre las variables explicativas y la variable respuesta (efectos fijos), al tiempo que modela explícitamente la variabilidad no observada (efectos aleatorios) presente en los datos panel.

Prueba t Student:
Herramienta estadística que sirve para comparar las medias de dos grupos (por ejemplo, fincas bajo Sistema Agroforestal vs. Libre Exposición) y determinar si la diferencia observada entre ellos es estadísticamente significativa o producto de la variabilidad muestral. Al aplicar la prueba t, el modelo corrige la diferencia en el tamaño de los grupos y analiza la variación real de cada finca.

ANOVA de un Factor (Análisis de Varianza):
Herramienta estadística utilizada para comparar simultáneamente las medias de tres o más grupos, por ejemplo, tres rangos de altitud, para identificar si al menos uno de los grupos se comporta de manera estadísticamente diferente a los demás.

Ambas pruebas comparan directamente los promedios aritméticos de las fincas dentro de cada grupo para garantizar su validez matemática.

Nivel de significancia (p):
En la validación de hipótesis se considera un resultado estadísticamente significativo cuando el valor $p < 0{,}05$.

Estadístico F (Prueba F):
Métrica estadística que evalúa la significancia global de un modelo de regresión o la variabilidad entre múltiples grupos (ANOVA). Compara la variación explicada por el modelo frente a la variación no explicada (error); un valor F elevado da lugar a un p-valor bajo (p<0,05).

Regresión lineal múltiple
Técnica econométrica que permite cuantificar y aislar el efecto individual de cada factor explicativo sobre una variable respuesta, manteniendo las demás covariables constantes. Esta metodología evalúa simultáneamente la contribución marginal de los factores clave e identifica el peso relativo de cada uno en la variabilidad total de la muestra.

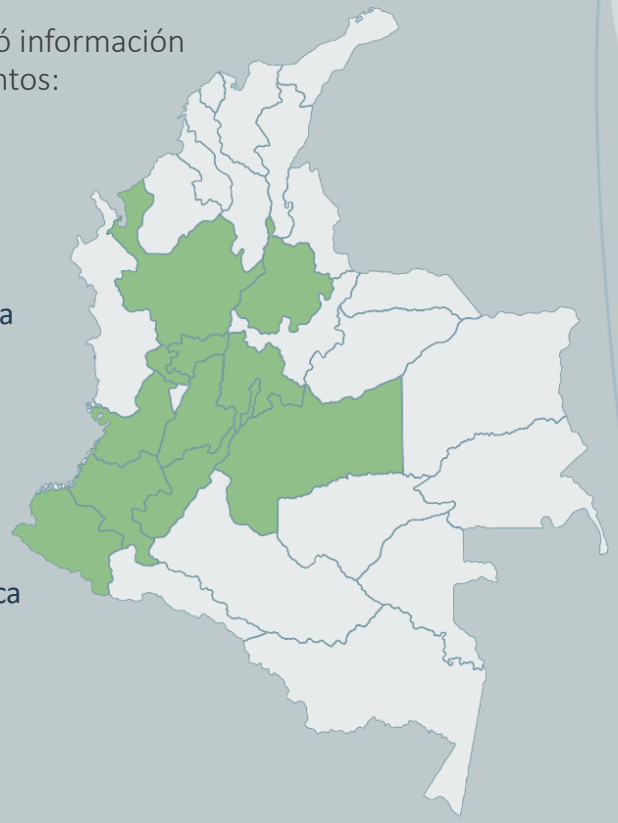
¿DÓNDE ESTAMOS?

UNA MIRADA A LOS INDICADORES GLOBALES, ANTES DE SEGMENTAR LOS DATOS

Este informe consolida y analiza información proveniente de 2.408 fincas cafeteras, recolectada por los equipos técnicos de los firmantes del Acuerdo Café, Bosque y Clima. La base de datos fue depurada para garantizar su calidad.

En 2025 se incluyó información de 11 departamentos:

- Antioquia
- Caldas
- Cauca
- Cundinamarca
- Huila
- Meta
- Nariño
- Risaralda
- Santander
- Tolima
- Valle del Cauca



ALGUNOS INDICADORES IMPORTANTES



Precio venta

22.600

COP / kilo CPS



Costo

12.910

COP / kilo CPS



Productividad

1.387

kilos CPS/ ha

Rendimiento

1.822

kilos CPS/ ha



Área café / predio

3,4

Hectáreas



Costo de producción

17.910.000

COP / Hectárea



Margen de utilidad

13.500.000

Hectáreas

ESTRUCTURA DE COSTOS 2025:
UN INCREMENTO DEL 24% EN EL COSTO UNITARIO

Tabla 1. Costo de producción por kilo (costeo por actividades)

Actividad	COP /kilo CPS	%
Recolección	COP 5.830	45%
Beneficio	COP 560	4%
Fertilización	COP 2.340	18%
Broca y fitosanitarios	COP 330	3%
Lotes en Renovación	COP 1.150	9%
Manejo de Arvenses	COP 930	7%
Otras labores	COP 580	5%
Gastos Administrativos /Financieros	COP 1.190	9%
Total	COP 12.190	

En 2024, el costo unitario se ubicó en 9.800 COP/kg cps. Para 2025 alcanzó los 12.190 COP /kg cps, representando un incremento del **24%**. ¿Cómo impactó este salto en el ingreso neto del caficultor y qué margen de maniobra le dejó?

A lo largo de este informe lo vamos a descubrir.

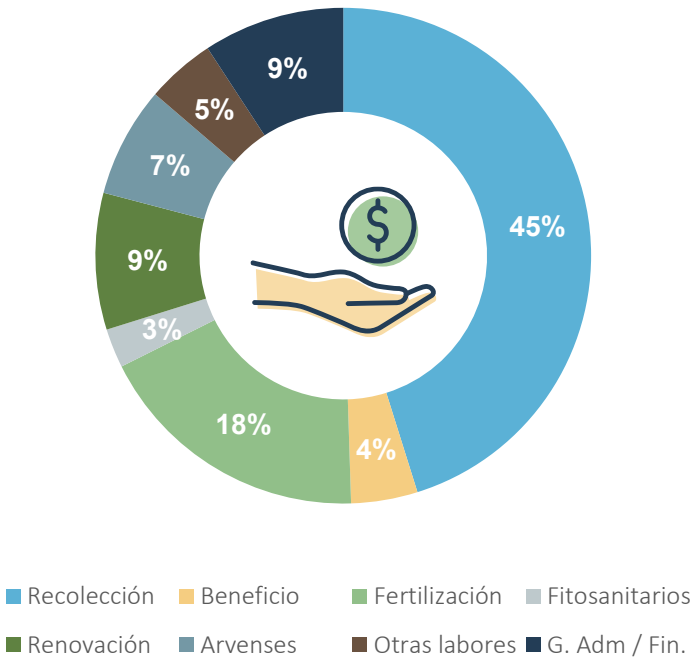


Figura 1. Estructura de costos de producción de café – año 2025

LO QUE REVELARON LAS CIFRAS



¿POR QUÉ EL PRECIO HISTÓRICO NO FUE SUFICIENTE?
RENOVACIÓN, ARQUETIPOS Y UTILIDAD EN 2025

Como marco de referencia para la sección analítica que sigue, este apartado resume los grandes hallazgos y llamados a la acción que se demuestran en detalle en los modelos econométricos y evaluaciones comparativas de este estudio.

Aunque el precio tuvo una variación interanual de 28%, el margen / hectárea solo aumentó 2,6%

- La alta tasa de renovación promedio (24% del área) fue el factor determinante en la reducción de productividad de las fincas, lo que sumado a la caída en el rendimiento absorbió el efecto del precio histórico y limitó el incremento del margen por hectárea a solo un 2,6%.
- El 17% de las fincas no renovó café en 2025 y el 51% renovó cerca del 40% de su área; esta disparidad refleja la desconexión que existe entre las decisiones agronómicas y sus consecuencias en las finanzas de la finca.

  Al ser una práctica que compromete la liquidez (corto plazo) para construir rentabilidad (largo plazo), debe asumirse con criterios agroeconómicos para evitar escenarios como el de 2025, donde la severa reducción del 17% en la productividad (la más alta desde 2018) terminó sacrificando el impacto del precio histórico.

Segmentación: la ruta para desplegar estrategias accionables

- La segmentación por arquetipos en fincas de pequeña escala evidenció profundas brechas: desde familias en extrema vulnerabilidad (arquetipo A) hasta aquellas que lograron la meta del Ingreso Digno (ID) únicamente con los ingresos generados por café (bajo las condiciones de producción y mercado del año 2025). Este ejercicio demuestra la diversidad de realidades dentro de una misma cadena de suministro y como los retos son tan distintos que no deben ser pasados por alto en las intervenciones en territorio.
- Al comparar las fincas que cerraron la brecha del ingreso con las que no lo hicieron se identificaron tres factores diferenciadores: menor porcentaje de área renovada (15% a 20% frente al 29% a 32% del grupo que no cerró la brecha), más área cafetera (al menos 30% superior), mejor rendimiento (por hectárea productiva), superior al menos 6%.
- La segmentación no debe ser solo un ejercicio estadístico, sino una herramienta estratégica de planeación e intervención. Solamente reconociendo la heterogeneidad de desempeños y realidades podemos transitar de soluciones genéricas a un acompañamiento que, aunque no alcance un alto nivel de especificidad, sí sea suficiente para abordar las problemáticas reales de los segmentos poblacionales.

DEL PROMEDIO REGIONAL
A LA REALIDAD DE FINCA

Alcance e Inferencia de los Hallazgos: Las conclusiones y estimaciones de este estudio responden al comportamiento agronómico y económico de las muestras evaluadas ($N = 2.408$ fincas para el modelo transversal y $n = 407$ para el análisis de datos panel). Si bien los coeficientes específicos responden al contexto de la muestra, los patrones identificados pueden tomarse como un referente técnico para la toma de decisiones en el sector.

Cuando la estadística descriptiva se queda corta para explicar las realidades de las familias

- Los Análisis de Varianza (ANOVA) demostraron que, a nivel de finca individual, las fincas con sistemas agroforestales aplicaron 13% menos fertilizante sintético y obtuvieron 19% menos rendimiento que las fincas a libre exposición, y estas brechas son estadísticamente significativas. No obstante, al analizar los datos mediante promedios ponderados, las distancias entre ambos sistemas se acortan significativamente, presentando una reducción de solo el 6% en rendimiento con una dosis de fertilizante inferior en un 7%.

  Esta distorsión de los promedios ponderados hace parecer que las fincas con SAF logran un mayor margen de utilidad; sin embargo, el ANOVA del margen por hectárea demuestra que la diferencia es estadísticamente significativa a favor de las fincas a libre exposición, las cuales superan en 11% el margen por hectárea de las fincas bajo SAF.

- Si bien los sistemas agroforestales tienen una influencia directa sobre el rendimiento, el efecto final de la sombra no actúa de forma aislada, sino que su impacto productivo está modulado por la densidad de siembra del cafetal y la franja altitudinal del cultivo.

- A pesar de que el modelo confirma un margen de utilidad significativamente menor en SAF, su valor estratégico en sostenibilidad y salud del suelo exige rigurosidad en el diseño de estos arreglos. La ruta no es descartar el sombrío, sino estructurarlo de manera coherente alineando los criterios técnicos determinantes: densidad del cafetal, cobertura de sombra y franja altitudinal para lograr una productividad económicamente viable.

- El promedio ponderado da una visión econométrica del negocio necesaria para el análisis regional y de las finanzas agregadas; le asigna el peso real a los grandes volúmenes y hectáreas del territorio, permitiendo entender el impacto global en la cadena de suministro. Por otra parte, el ANOVA / Medias Estimadas confiere una visión técnica / agronómica y es ideal para la toma de decisiones en campo y el diseño de estrategias de intervención en territorio.

  Al aislar estadísticamente las variables y eliminar los efectos de la escala o desbalance en la muestra, el ANOVA revela cómo responde técnica y biológicamente la finca individual ante un cambio de manejo.

- Hallazgos como los anteriores demuestran que la estadística descriptiva tradicional es insuficiente para comprender la complejidad de las interacciones que se dan en los modelos productivos cafeteros. Para planificar estrategias basadas en la realidad de las familias se requiere un análisis inferencial de mayor profundidad que revele las diferencias significativas entre los grupos analizados.

DETERMINANTES DE LA PRODUCTIVIDAD: FERTILIZACIÓN, MANO DE OBRA Y DENSIDAD

El modelo explicativo posiciona a la fertilización como el principal impulsor del rendimiento

- La alta variabilidad en las tasas de renovación introduce un sesgo en la productividad que limita la precisión de la inferencia estadística para medir la influencia de sus determinantes (aunque le permite seguir siendo un indicador global de eficiencia). En su lugar, el rendimiento aísla el sesgo de la renovación y permite capturar la respuesta biológica del cultivo frente a los cambios del entorno.
- El modelo de regresión lineal múltiple determinó que el rendimiento está explicado en un 30,2% (R^2 ajustado = 0,302, $p < 0,001$) por un conjunto de seis variables con significancia estadística comprobada ($p < 0,05$): fertilización, mano de obra en labores de sostenimiento (jornales), presencia de SAF, área en café, densidad de siembra y altitud.
- Dentro de este conjunto la principal variable explicativa es la fertilización, cuyo coeficiente indica que, por cada 100 kg adicionales de fertilizante aplicados por hectárea, el rendimiento se incrementa en promedio en 75,8 kg de cps. Este impacto lineal es aplicable únicamente en el rango evaluado por el modelo, pues la respuesta biológica del cultivo obedece a la ley de los rendimientos decrecientes, donde las dosis iniciales generan los mayores incrementos y las aplicaciones subsecuentes aportan ganancias marginales cada vez menores.
- Aunque la densidad de siembra es un pilar agronómico determinante para el rendimiento (y se ha demostrado en modelos explicativos precedentes), tiene un aporte marginal en el modelo que resulta reducido debido a la baja variabilidad de los datos (76,6% de las fincas concentradas entre 4.844 y 6.553 árboles/ha). Desde el punto de vista estadístico, al ser una variable tan uniforme en la muestra, su capacidad para capturar las diferencias de rendimiento disminuye, lo que reduce su poder explicativo frente a variables más heterogéneas como la fertilización. Sin embargo, su limitado peso estadístico no demerita su relevancia agronómica, sino que refleja la uniformidad de esta práctica en la población evaluada.
- El tamaño de la finca no mostró una influencia significativa sobre el rendimiento en las pruebas estadísticas aplicadas. Esto indica que la eficiencia productiva depende de la adopción de buenas prácticas agrícolas y de las condiciones edafoclimáticas, pero no del tamaño del predio. El análisis confirma que el rendimiento es neutro a la escala; por lo tanto, la extensión de la finca no representa una barrera ni una ventaja determinante para la eficiencia, aun cuando la estadística descriptiva muestre economías de escala que favorecen el desempeño económico de las fincas de mayor tamaño.

DATOS PANEL: EVOLUCIÓN DE LA CORRELACIÓN A LA CAUSALIDAD PARA GENERAR VALOR AL PRODUCTOR Y SU FAMILIA

Los resultados que dejó el seguimiento a 407 fincas en un periodo de tres años

- Al aislar la heterogeneidad no observable de las fincas, la metodología de datos panel ratifica el hallazgo obtenido en el ANOVA de 2025: el Sistema Agroforestal (SAF) ejerce un efecto directo sobre el rendimiento, pero su impacto no es uniforme, sino que depende de la interacción con la densidad de siembra y la altitud. Esta validación estadística confirma que el establecimiento de sombríos requiere un diseño técnico a la medida del lote para evitar mayores detrimentos en la productividad.
- Aunque la respuesta al fertilizante es homogénea entre regiones, el punto de eficiencia óptima varía según el territorio. En consecuencia, los departamentos se diferencian en el umbral de dosis donde se alcanza el máximo rendimiento (óptimo agronómico).
- El grupo de fincas del Huila registra la mayor tasa de conversión física en dosis iniciales de fertilizante (β = +1,88; $\boldsymbol{p} < 0{,}001$); sin embargo, su rendimiento marginal se desacelera rápidamente tras superar las dosis medias. Esta dinámica convierte al Huila en la región con mayor potencial para optimizar los costos fijos operativos, permitiendo sostener altos niveles de productividad con una dosis más eficiente de fertilizante sintético.
- En coyunturas de precios altos del café, el óptimo económico tolera dosis más elevadas de fertilizante sin perder margen de utilidad. Sin embargo, la gestión técnica en finca no debe guiarse por la maximización económica de corto plazo, sino por el óptimo agronómico sostenible que preserve la salud del suelo en el largo plazo.

Transición de la correlación a la causalidad en la toma de decisiones

- La metodología de datos panel es ideal para aislar efectos y superar la barrera de la heterogeneidad no observable de las fincas. Las organizaciones que apoyan al caficultor deben aprovechar su infraestructura de datos para construir modelos con validez estadística orientados a identificar la verdadera causalidad de los factores clave del negocio. Esto permite aislar el impacto de variables estratégicas como la fertilización, la densidad o la variedad, aportando insumos técnicos necesarios para desplegar acciones de asistencia técnica en campo y focalizar las decisiones operativas donde realmente generan valor para el productor y su familia.



MÁS ALLÁ DEL PROMEDIO:

SEGMENTANDO LA MUESTRA PARA VER LAS DIFERENTES REALIDADES



1

LOS IMPULSORES DEL DESEMPEÑO ECONÓMICO

PRECIOS, COSTOS Y RENOVACIÓN

AÚN CON EL PRECIO MÁS ALTO DE LA HISTORIA
9% DE LAS FINCAS OPERARON CON PÉRDIDA EN 2025

Dado que el margen por hectárea sintetiza la eficiencia del modelo productivo, la Figura 2 detalla su distribución en la muestra total de 2.408 fincas.

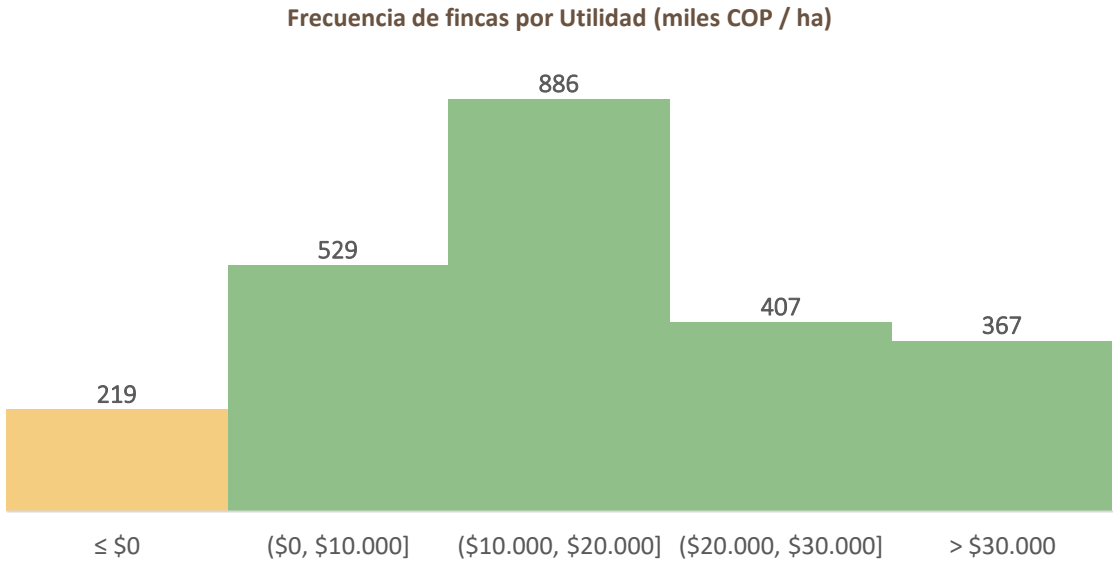


Figura 2. Histograma de frecuencia de la utilidad por hectárea

Análisis de la distribución por rangos

- La mayor concentración de fincas (**37%**) se ubica en el rango de utilidad de 10 a 20 millones de COP por hectárea. Al desagregar este segmento, , se observa que abarca el **36%** de las fincas pequeñas, el **18%** de las medianas y el **53%** de las grandes.
- Este grupo mayoritario registra una productividad de **1.407 kg cps / ha** (ligeramente superior al promedio general), mientras que el precio se mantiene en línea con el promedio de la muestra (**22.600 COP / kg cps**).
- En el rango inferior (**≤ 0 COP**), se concentran 219 fincas (**9%** del total), compuestas por el **8%** de las fincas pequeñas, el **20%** de las medianas y el **7%** de las grandes.
- El grupo con margen negativo registra una productividad media de **741 kg cps / ha**, un precio de **22.100 COP / kg cps** y una pérdida promedio de **-6.587.000 COP/ha**.
- La productividad del segmento mayoritario (10 a 20 M COP/ha) prácticamente duplica la del segmento en pérdida (**1.407 vs. 741 kg cps / ha**), lo que ratifica a la productividad como el factor determinante del margen.

EL PRECIO DE VENTA INFLUYE EN EL MARGEN, PERO LA PRODUCTIVIDAD LO DETERMINA

Se aisló el impacto del precio y la productividad sobre el margen/ ha en la siguiente gráfica, donde el eje X contiene los segmentos de los percentiles 25 y 75 del precio y la productividad, mientras el eje Y corresponde al porcentaje de fincas ubicadas en cada percentil del margen por hectárea.

Puntos de corte de la muestra (P25 / P75)
Precio de venta (COP / Kg cps): 21.693 /23.491
Productividad (Kg cps / ha): 969 / 1773
Margen (COP / ha): 7.971.000 / 23.284.000

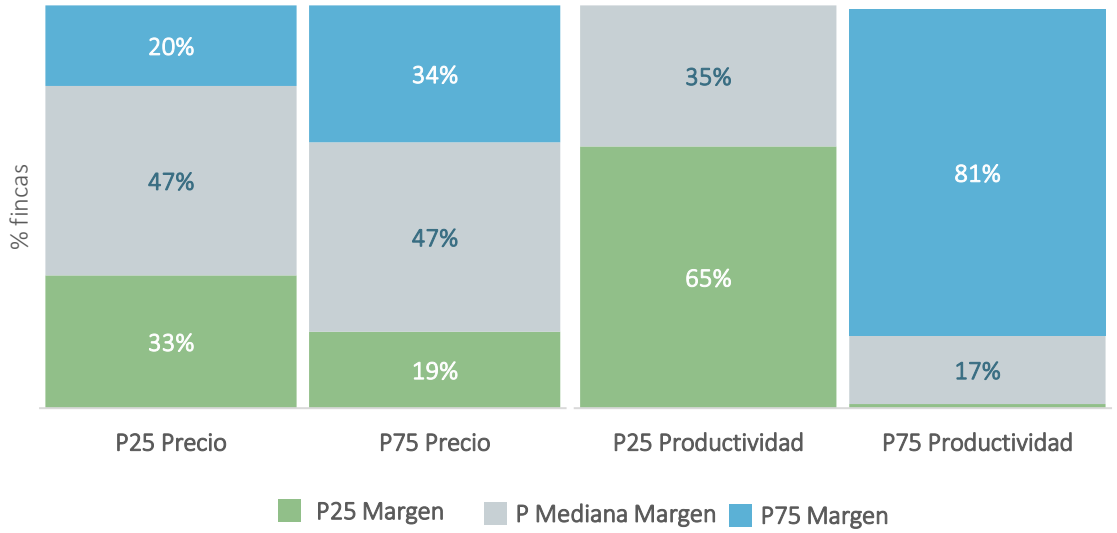


Figura 3. Comparativo de percentiles 25 y 75 de Productividad , Precio y Margen

Cuatro hechos que evalúan cuatro premisas del negocio

1. Un precio bajo no limita el margen: el 20% de las fincas con precio en $P25$ alcanzaron el $P75$ de margen por hectárea.

2. Un buen precio no compensa la baja productividad: el 19% de las fincas en el $P75$ de precio obtuvieron un margen bajo ($P25$).

3. Sin una buena productividad es imposible un alto margen: ninguna finca en el $P25$ de productividad logró llegar al $P75$ de margen.

4. La alta productividad blinda la utilidad: solamente el 1% de las fincas en el $P75$ de productividad cayó en el $P25$ de margen por hectárea.

SE ACORTA LA BRECHA DE INVERSIÓN EN COSTOS FIJOS PERO PERSISTE LA BRECHA EN PRODUCTIVIDAD

- Al analizar la brecha de inversión en costos fijos operativos entre el percentil de alta productividad (P75) y el de baja productividad (P25), se observa que aunque la mayor inversión de capital se dio en 2025, la brecha más amplia se registró en 2024 cuando las fincas del P75 invirtieron **2,09** veces más por hectárea que las del P25.
- Aunque en 2025 esta diferencia se contrajo a **1,42** veces (ratio) debido al incremento generalizado de costos en el P25, el P75 mantuvo un piso de inversión sistemáticamente superior en al menos un 40% durante los tres años.
- Es notable la mejora en inversión del P25 en el cambio interanual 2024/2025; presentó un incremento de **84%** que contrasta con el incremento del **25%** del P75, evidenciando el desafío financiero que enfrentan las fincas de baja productividad para cerrar la brecha de inversión en aras de mejorar su nivel de productividad.
- Esta fuerte presión de costos, sumada a una extensa área renovada (**43%**) que limitó la productividad, comprometió la viabilidad económica del segmento; el **21%** de las fincas en P25 cerró 2025 con margen negativo.

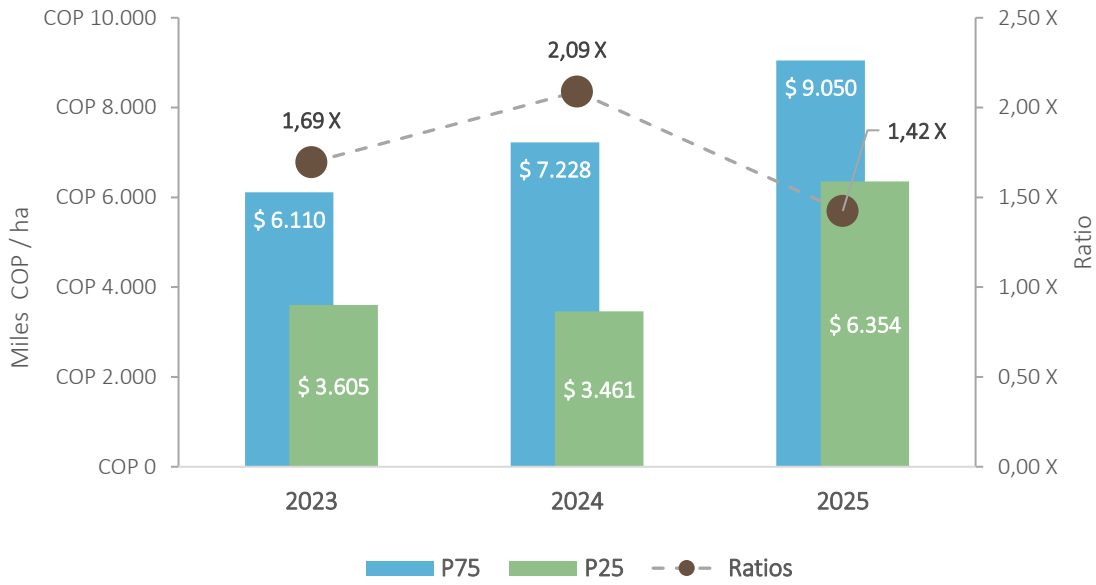


Figura 4. Costos operativos fijos por hectárea, comparativo P75 y P25

Nota: El ratio (X) representa cuántas veces es mayor la inversión del percentil superior (P75) frente al inferior (P25). Se calcula como P75/P25.

EL EFECTO DE LA RENOVACIÓN EN EL RESULTADO ECONÓMICO:
CUANDO LA INVERSIÓN DE MEDIANO PLAZO COMPROMETE LA ECONOMÍA EN EL CORTO PLAZO

219 fincas registraron pérdidas (9% de la muestra mientras en 2024 solamente el 3% tuvo pérdida), cifra significativa considerando el precio histórico del café.

El 82% de estas fincas son pequeñas, mientras que las medianas representan el 15% y las grandes el 3%.



Análisis agroeconómico del segmento que obtuvo margen negativo

- Registran una productividad de **741 kg cps/ ha** y un rendimiento (sobre área en producción) de **1.336 kg cps / ha**. Esta brecha se explica por un alto porcentaje de área renovada en 2025 (**45%**).
- Mantienen una alta inversión en costos fijos operativos (**12.570.000 COP/ ha**, un **67%** superior al promedio), junto con una fertilización adecuada (**1.489 kg/ha**) y densidad de **5.700 árboles/ ha**. Lo anterior indica que son fincas con unos determinantes de la productividad apropiados, sin embargo; han sacrificado su potencial productivo por la alta tasa de renovación.
- Este hallazgo demuestra que la baja productividad no obedece a falta de inversión, sino a una decisión técnica de manejo agronómico al renovar **45%** de su área cafetera.
- Este tipo de decisiones genera un doble impacto sobre la gestión financiera: afecta tanto el flujo de caja como la utilidad del cultivo, ya que ocasiona una reducción drástica de la producción y, simultáneamente, demanda una alta inversión en el manejo de lotes improductivos. En este caso, dicha inversión asciende a **6.520.000 COP/ ha** en lotes en levante, efecto amplificado por un área improductiva superior al promedio (**1,7 ha** vs. **0,8 ha**).

EL POTENCIAL PRODUCTIVO MÁS ALTO ES CASTIGADO FINANCIERAMENTE POR EL ÁREA RENOVADA

Tabla 2. Segmentación de fincas por porcentaje de área renovada

Variable	0 %	1-14%	14-20 %	> 20 %
Productividad (Kilos cps / ha)	1.639	1.458	1.467	1.259
Rendimiento (Kilos cps/ ha)**1	1.639	1.593	1.773	2.050
Rendimiento No Ponderado (ANOVA)	1550	1.810	1.842	2.254
Fertilización (kilos / ha)	1.086	1.261	1.250	1.517
Área café (ha)	2,2	3,2	6,1	3,1
Precio de venta (COP / Kilo CPS)	23.200	22.700	22.400	22.200
Costo renovación (miles COP/ha renovada)	-	9.538	10.090	5.574
Costos fijos operativos (COP / ha)	6.223	5.818	7.460	8.427
Porcentaje de área renovada		8,5 %	17,3%	38,6%
Margen / hectárea (miles COP / ha)	20.432	18.282	13.706	10.067
N° fincas	416 (17%)	409 (17%)	340 (14%)	1.243 (51%)

**1 Mientras que los valores econométricos corresponden a medias ponderadas por área cultivada, la fila de Rendimiento (ANOVA) utiliza las medias aritméticas de la muestra ($N = 2.408$) para validar las diferencias estadísticamente significativas ($p < 0{,}05$) entre los cuatro subconjuntos de % de área renovada. (Anexo 2. Medias marginales estimadas).

Para profundizar en la variable de renovación, las fincas se segmentaron en cuatro rangos según el porcentaje de área intervenida.

- El **51%** de las fincas evaluadas se ubica en el segmento de mayor renovación (>20% con un promedio de **38,6%** de área en levante), lo que condiciona fuertemente el indicador de productividad de la muestra por tratarse del grupo mayoritario.
- El análisis de varianza revela la verdadera magnitud de la brecha productiva entre los segmentos de mayor renovación: mientras que la media ponderada suaviza la distancia entre los rangos 14 – 20% y >20% ubicándola en un 15,6%, el análisis inferencial muestra que la diferencia real asciende al 22,4%.
- Este resultado respalda hallazgos de evaluaciones previas: aparentemente los predios con mayor potencial productivo cuentan con el apalancamiento financiero necesario para asumir el riesgo y el flujo de caja negativo que implica mantener una mayor proporción de su superficie en fase improductiva.
- A pesar de registrar la menor inversión por hectárea en los lotes improductivos, este segmento sostiene una mayor inversión en costos operativos fijos, y esto explica parcialmente su mayor rendimiento.
- Los resultados confirman un patrón documentado en reportes anteriores: la ausencia de ciclos regulares de renovación en la caficultura, comportamiento que induce altas fluctuaciones en los flujos de caja y en la utilidad interanual de los predios.
- De acuerdo con un ciclo estimado de 7 años (acorde con la tipología de fincas del estudio), solamente el 2 % de las fincas estarían renovando el porcentaje del área que corresponde con su ciclo: 14%.

EL POTENCIAL PRODUCTIVO MÁS ALTO ES CASTIGADO POR EL ÁREA RENOVADA

- El segmento con mayor nivel de renovación (>20%, con un promedio de **38,6%** de su área en levante) registra la menor productividad y el margen por hectárea más bajo; sin embargo, alcanza el mayor rendimiento (**2.050 kg cps/ha**).
- En contraste, las fincas que no renovaron (0%) obtuvieron el margen por hectárea más alto del año (**20.432.000 COP / ha**), pero exhiben el rendimiento más bajo (**1.639 cps / ha**), lo que anticipa un impacto considerable en su margen cuando deban asumir la renovación de sus cafetales.

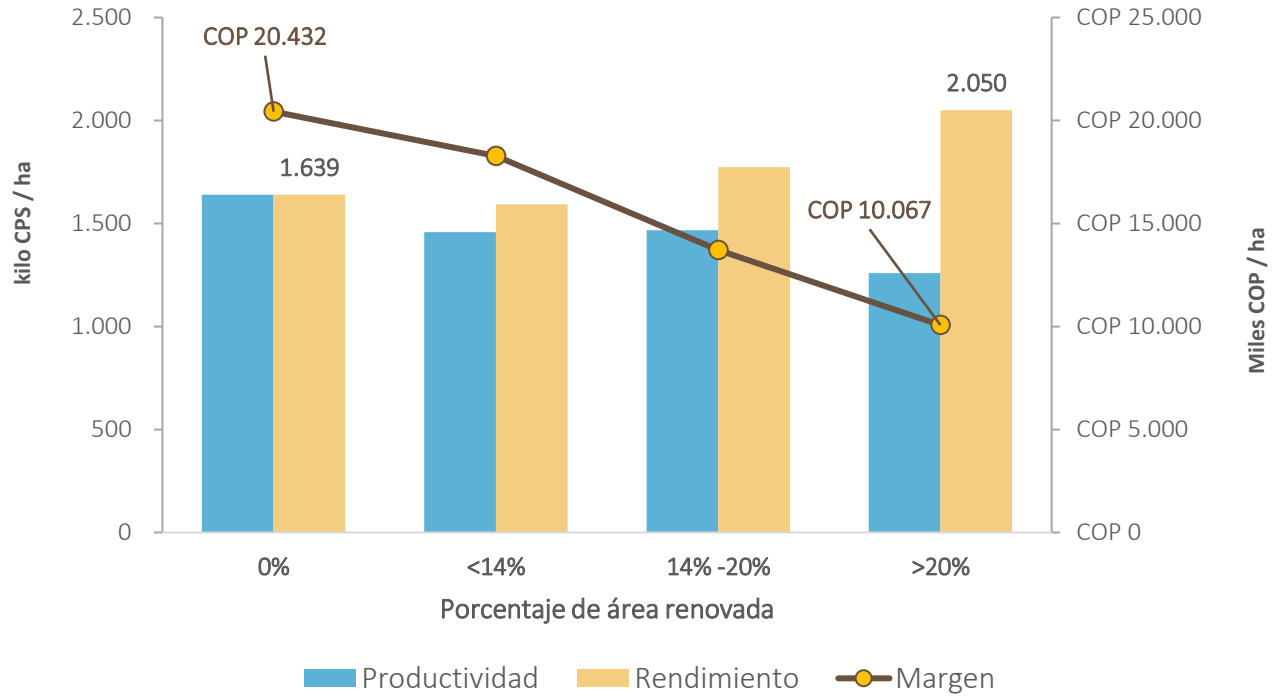


Figura 5. Desempeño productivo y margen según el nivel de renovación

Valores calculados mediante promedios ponderados por área cultivada. Para ver el contraste inferencial de medias aritméticas (ANOVA), consultar la Tabla 2.



2

SEGMENTACIÓN POR TAMAÑO DE FINCA:

COMPORTAMIENTO FINANCIERO EN PEQUEÑAS, MEDIANAS Y GRANDES EXPLOTACIONES

ANÁLISIS MULTIDIMENSIONAL POR ESCALA:
EL ÁREA COMPENSA LA MENOR UTILIDAD POR HECTÁREA

Para el análisis por área cultivada, la muestra se segmentó en tres rangos: fincas pequeñas (menores a 5 ha), medianas (entre 5 y 10 ha) y grandes (mayores a 10 ha en café).

- En los tres segmentos se observa un porcentaje de área renovada que resulta excesivo para el ciclo del cultivo, el cual debería situarse entre 6 y 7 años en concordancia con las densidades promedio observadas. Una tasa superior al **20%** de renovación anual se alinea teóricamente con un ciclo de 5 años, eficiente únicamente en esquemas de alta densidad (más de 8.000 árboles /ha) y plena exposición solar.

  Más que reflejar la adopción de ciclos de 5 años, estos datos evidencian que los planes de renovación se encuentran desajustados y no obedecen a una intervención escalonada por partes iguales (típicamente usada en el contexto colombiano), esquema indispensable para estabilizar la producción y evitar fluctuaciones interanuales abruptas en el volumen cosechado y por ende en el ingreso anual.

- Con respecto a 2024, las fincas de menos de 10 hectáreas (pequeñas y medianas) incrementaron en un 22% la dosis de fertilizante. En contraste, las fincas grandes presentaron una reducción del 9%, manteniendo un nivel de nutrición que aún se considera adecuado.

- Aunque el margen por hectárea de las fincas pequeñas es excelente, superando en un **40%** a las grandes, su escala reducida genera un ingreso neto insuficiente para alcanzar la meta de Ingreso Digno exclusivamente a partir de la producción de café. La brecha de ingresos resulta significativa debido a que el benchmark de ID para 2025 se ubicó en un nivel de **COP 40.911.000/año**.

- El margen por hectárea en las fincas grandes es menor al de los otros dos segmentos. A pesar de su mayor productividad, su utilidad por hectárea se reduce por una alta inversión en capital operativo y una mayor carga de gastos administrativos (Figura 6). Sin embargo, su ventaja competitiva radica en la mayor área cafetera que compensa este menor margen por hectárea y apalanca un ingreso neto superior (Tabla 3).

Tabla 3. Indicadores agronómicos y económicos por rango de área

Rango área	< 5	5 - 10	> 10
Dimensión técnica y agronómica			
Área café (ha)	2,0	6,9	37,4
% Área renovada	25,1%	24,8%	21,6%
Productividad (kg cps / ha)	1.355	1.312	1.468
Rendimiento (kg cps / ha productiva)	1.809	1.745	1.873
Densidad de siembra	5.196	5.306	6.596
Fertilizante (Kilos/ ha)	1.338	1.389	1.296
Dimensión Costos y capital operativo			
Precio de recolección (COP / kilo cc)	1.100	1.278	1.220
Lotes renovación (COP / ha)	5.023.000	4.957.000	10.532.000
Costos operacionales (COP/ ha)	14.878.000	15.803.000	18.601.000
Costos fijos operacionales (COP/ ha)	6.985.000	6.895.000	8.560.000
Dimensión generación de ingresos			
Precio venta (COP / kg cps)	22.800	23.100	22.300
Ingresos (COP/ ha)	30.868.000	30.361.000	32.688.000
Margen (COP/ ha)	15.145.000	13.739.000	10.849.860
Ingreso neto (COP/finca /año)	30.077.000	94.815.000	406.013.000

EN LAS FINCAS DE MAYOR ÁREA,
LOS COSTOS FIJOS Y ADMINISTRATIVOS DESPLAZAN A LOS VARIABLES

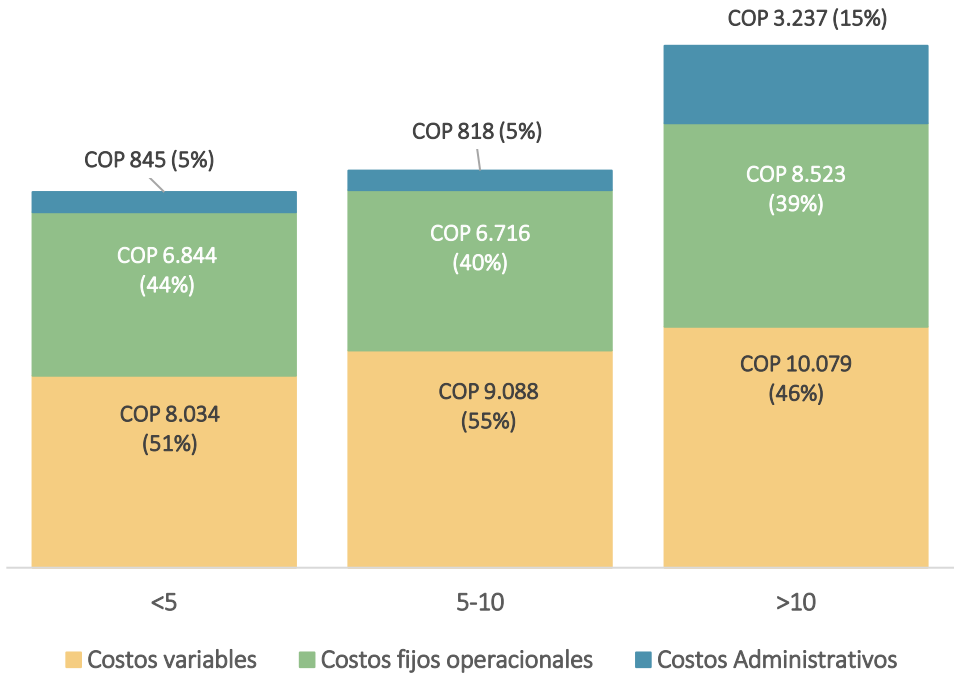


Figura 6. Comparativo de costos fijos y variables por rango de área (Miles COP / ha)

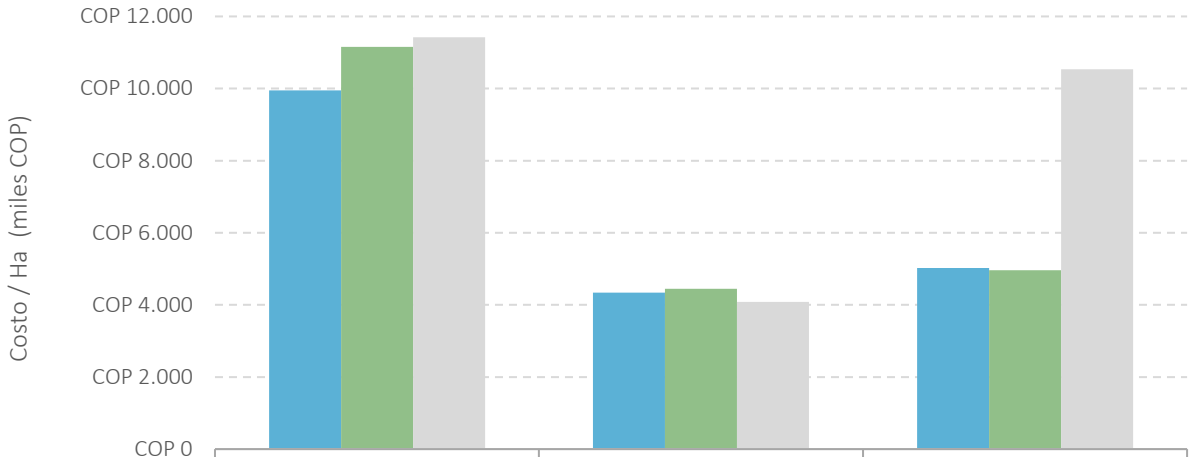
Nota: Para analizar en detalle la distribución porcentual de las actividades del costeo ABC, consulte el dashboard en la página del Acuerdo Café, Bosque y Clima.

- En fincas pequeñas y medianas, los costos variables representan más del **50%** de la estructura de costos; ambos segmentos conservan un perfil similar donde los gastos administrativos no superan el **5%**.
- A pesar de la mayor productividad de las fincas grandes, la cual incrementa el costo de recolección y beneficio (ver tabla 3), la participación de los costos variables en la estructura es menor (**46%**) debido al peso de los costos fijos operativos (**39%**) y la carga administrativa (**15%**). Esto responde a una mayor inversión de capital y a una estructura empresarial robusta presente en el **40%** de los predios de este segmento.
- La demanda de capital operativo en las fincas grandes supera ampliamente la de los otros dos grupos: su costo por hectárea es **39%** superior al de las pequeñas y **31%** mayor al de las medianas. Si bien esta inversión no se traduce en un mayor margen por hectárea se capitaliza a través de la mayor área cultivada, alcanzando un ingreso neto que cuadruplica el de las medianas y multiplica por 13 el de las pequeñas.

EN 2025 SE CIERRA LA BRECHA DE LA FERTILIZACIÓN ENTRE LAS FINCAS PEQUEÑAS Y LOS DEMÁS SEGMENTOS

En estas tres actividades se concentra el 80% de los costos operacionales

- A pesar de que las fincas grandes presentan el menor porcentaje de área renovada, su inversión por hectárea en el manejo de lotes en levante duplica la de las pequeñas y medianas. Si bien no se dispone de un desglose de información que permita cuantificar el área renovada por siembra (cuyo costo por hectárea es significativamente mayor), un factor determinante es la densidad de siembra, la cual es un **24%** superior en las fincas grandes.
- La inversión en fertilización, que históricamente favorecía a las fincas grandes, cerró su brecha en 2025. En este periodo se observa un mayor gasto (y mayor dosis por hectárea) en las fincas pequeñas que en las grandes (Tabla 3).
- La diferencia en el costo de recolección por hectárea entre segmentos depende más del volumen cosechado que del costo de la mano de obra. Aunque las fincas grandes pagan un precio por kilo de café cereza similar al de las medianas (**COP 1.220** vs. **COP 1.278**), su mayor rendimiento (**1.873 kg cps/ha productiva**) impulsa el costo por hectárea al nivel más alto.



	Recolección	Fertilización	Renovación
<5	COP 9.945.000	COP 4.337.500	COP 5.023.100
5 - 10	COP 11.150.800	COP 4.442.800	COP 4.957.200
> 10	COP 11.421.700	COP 4.079.200	COP 10.532.300

Figura 7. Costo de actividades clave según rango de área (COP/ha)

Nota: El costo por hectárea de la recolección y la fertilización fue calculado sobre área productiva mientras el costo de lotes en renovación se calculó sobre área en levante (menor de 1 año).



3

ARQUETIPOS EN MINIFUNDIO

DINÁMICAS ESPECÍFICAS Y TIPOLOGÍAS DENTRO DE LA CAFICULTURA DE MINIFUNDIO

LOS ARQUETIPOS REVELAN: NO TIENE LOS MISMOS DESAFÍOS UNA FAMILIA QUE PRODUCE 962 KG / HA QUE AQUELLA QUE PRODUCE 2.005

Para el ejercicio de segmentación por arquetipos se seleccionaron las 2172 fincas menores de 5 hectáreas cultivadas en café y se consideraron los siguientes puntos de corte:

- ✓ Promedio ponderado de productividad: 1355 Kg cps / ha
- ✓ Mediana de área cultivada en café. 1,78 hectáreas

Al combinar estos criterios, valores por encima y por debajo de la mediana para el área, y por encima y por debajo del promedio para la productividad, se obtuvieron los arquetipos que se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Criterios de clasificación por Arquetipos

Arquetipo	Área café	Productividad
Arquetipo A	<=1,78 ha	< =1355 kg cps / ha
Arquetipo B	<=1,78 ha	>1355 kg cps / ha
Arquetipo C	>1,78 ha	<=1355 kg cps / ha
Arquetipo D	> 1,78ha	>1355 kg cps / ha

Tabla 5. Indicadores agronómicos y económicos por arquetipo

Rango área	Arquetipo A	Arquetipo B	Arquetipo C	Arquetipo D
Área café (ha)	1,2	1,1	2,9	2,8
% Área renovada	28,1%	24,1%	27,1%	20,5%
N° Fincas	500	586	680	406
Productividad (kg cps / ha)	962	2.005	927	1.943
Rendimiento (kg cps / ha productiva)	1.339	2.642	1.272	2.445
Densidad de siembra	4.967	5.411	5.085	5.366
Fertilizante (Kilos/ ha)	1.165	1.530	1.119	1.537
Precio de recolección (COP / kilo cc)	1.124	852	1.196	1.156
Eficiencia recolección (kg cc / jornal)	67	98	68	87
Jornales / hectárea	131	175	123	198
Jornales recolección / hectárea	100	135	94	139
Costos operacionales (Miles COP/ ha)	12.280	16.577	11.967	20.374
Costos fijos operacionales (Miles COP/ ha)	6.510	7.645	8.278	8.400
Precio venta (COP / kg cps)	22.600	22.500	22.500	23.300
Ingresos (COP/ ha)	21.700	45.016	20.843	45.247
Margen (COP/ ha)	8.489	27.622	8.277	23.627
Ingreso neto (COP/finca /año)	9.943	29.810	23.984	65.463

LOS ARQUETIPOS REVELAN: NO TIENE LOS MISMOS DESAFÍOS UNA FAMILIA QUE PRODUCE 962 KG / HA QUE AQUELLA QUE PRODUCE 2.005

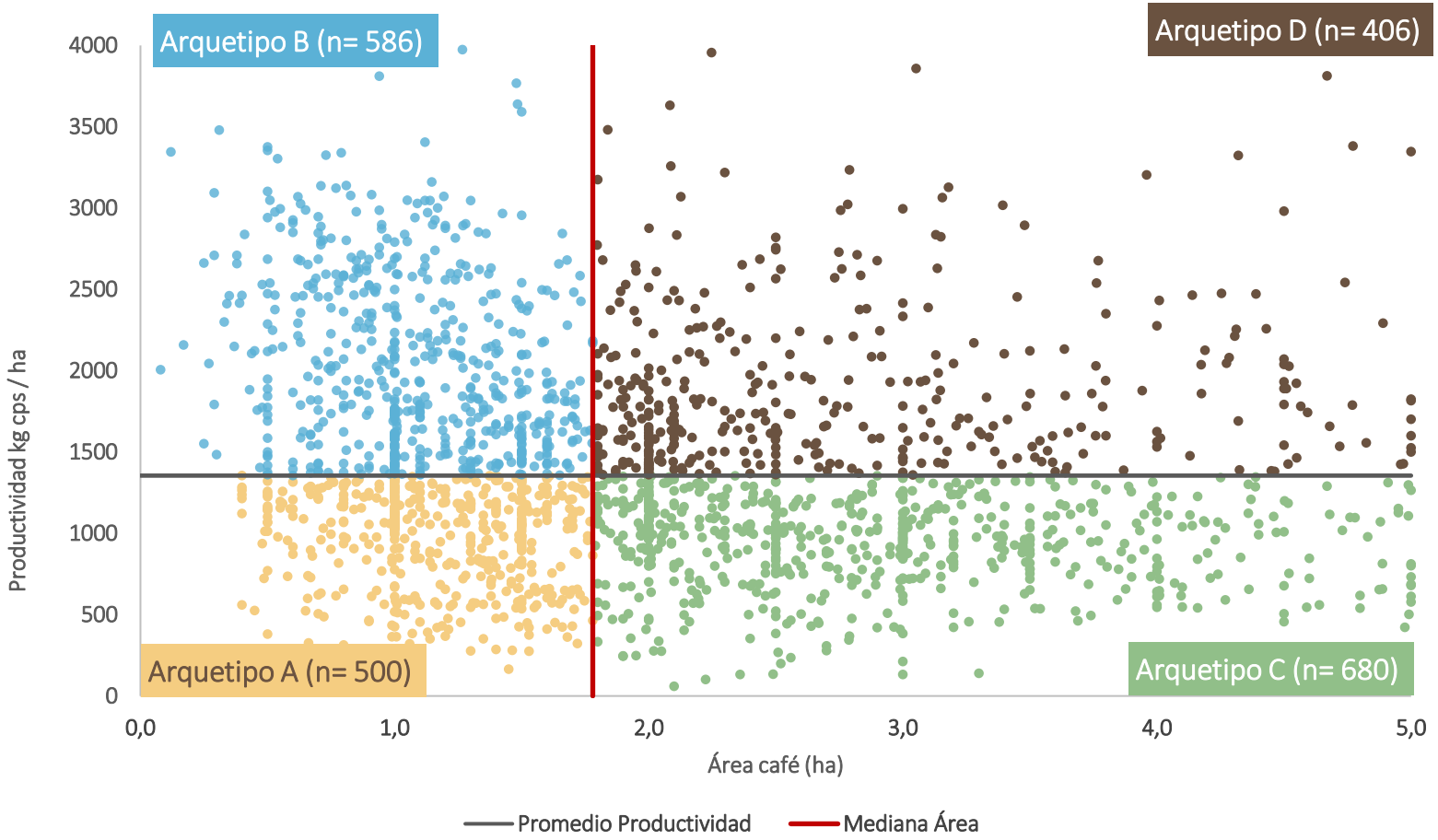
- Los arquetipos de alta productividad (B y D) aplican cerca de 37% más fertilizante (Tabla 5) y mantienen mayor densidad de siembra. Estos determinantes de la productividad, superiores a los observados en los arquetipos (A y C), explican parcialmente por qué logran duplicar la productividad y el rendimiento por hectárea.
- Si bien los arquetipos de alta productividad (B y D) requieren un uso más intensivo de mano de obra, con un incremento superior al 30% en jornales totales frente a los de baja productividad, presentan una mayor eficiencia en la recolección, que es la labor con la mayor demanda operativa del cultivo. En este rubro, el rendimiento por jornal supera en más de un 28% al de los arquetipos de bajo desempeño.
- A pesar de lograr un margen por hectárea extraordinario (27.622.000 COP / ha, el más alto de la muestra), el Arquetipo B genera un ingreso neto total de solo 29.810.000 COP / finca / año debido a su restricción física de área (1,1 ha). La eficiencia agronómica por sí sola no logra vencer la barrera del área cafetera impidiéndole alcanzar la meta del ID.
- El Arquetipo A con 1,2 ha y 962 kg cps / ha, genera un ingreso neto marginal de 9.943.000 COP / finca / año. Representa la vulnerabilidad extrema del sector, no obstante, el Arquetipo B con similar área demuestra que la adopción de mejores prácticas (fertilización, mejoramiento de densidades de siembra, entre otras) permite triplicar el ingreso neto, sirviendo como un modelo de gestión escalable para acortar la brecha de ingresos en las fincas pequeñas.
- Aunque el precio de venta registrado por el Arquetipo D es ligeramente superior al de los demás (3,5% más alto: 23.300 COP / kg cps frente a 22.500 COP / kg cps), esta diferencia resulta poco influyente en los márgenes de utilidad por hectárea entre grupos. El verdadero factor diferenciador de la utilidad sigue siendo la productividad.



DISTRIBUCIÓN POR ARQUETIPOS:
LA INTERACCIÓN ENTRE ESCALA Y PRODUCTIVIDAD

Eficiente con restricción de área

Eficiente y acortando la brecha del ingreso



Altamente vulnerable

Subaprovechado con brecha de productividad

Figura 8. Distribución de la muestra por arquetipos: cruce entre área y productividad

DISTRIBUCIÓN POR ARQUETIPOS:
LA INTERACCIÓN ENTRE ESCALA Y PRODUCTIVIDAD

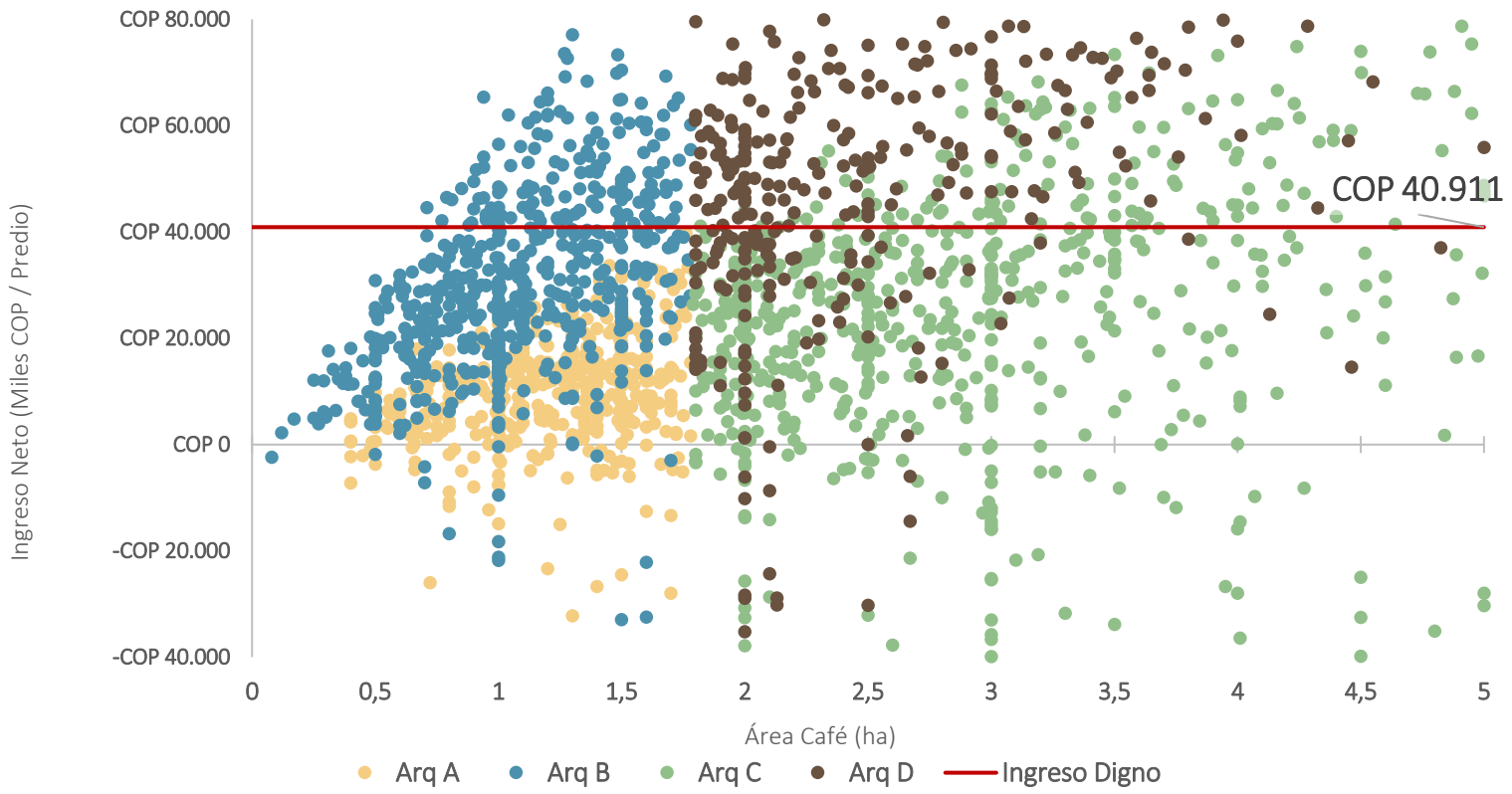


Figura 9. Distribución del Ingreso Neto por arquetipos en relación con el Ingreso Digno

FACTORES DE COMPETITIVIDAD DE LAS FINCAS QUE CIERRAN BRECHA EN CADA ARQUETIPO

El análisis de brecha del ingreso que se realizará a continuación solamente considera el ingreso neto generado por el café, es decir, si se analizaran todos los componentes del ingreso , posiblemente un mayor porcentaje de familias alcanzaría la línea del ID.

- Arquetipo A: ninguna de las familias alcanzó el ID. En promedio, la brecha es superior a **30.000.000 COP /hogar / año**, y el **10%** de las familias presentan brechas superiores al valor del Ingreso Digno **[1].
- Arquetipo B: no obstante su restricción en área, la cuarta parte de las familias lograron el cierre de brecha solamente con café. En este segmento el precio actuó como un impulsor para el cierre de brecha capitalizando la alta productividad (la mayor de los cuatro arquetipos). Sin embargo, la limitada área continuará siendo la mayor restricción en un escenario de precios con tendencia a la baja.
- Arquetipo C: Una proporción de familias similar a la del Arquetipo B (**22%**) alcanzó la meta del ID. Al contar con la mayor área cultivada en café, este segmento posee el mayor potencial de incremento en el ingreso; sin embargo, el subgrupo de fincas que no alcanzó el Ingreso Digno registra la brecha más amplia en rendimiento y productividad (Tabla 6).
- Arquetipo D: sus características de área y productividad (aunque no es el arquetipo con la mayor productividad) son los drivers que permitieron que la mayoría de las familias de este arquetipo superaran la meta del ID. Por otra parte, reciben el precio promedio más alto de la muestra (23.600 COP/kg cps).

Tabla 6. Comparativo de indicadores clave entre fincas que alcanzan y no alcanzan el Ingreso Digno por arquetipo

Variable	Arquetipo A	Arquetipo B		Arquetipo C		Arquetipo D	
		Sí	No	Sí	No	Sí	No
Área café (hectáreas)	1,2	1,3	1,0	3,5	2,7	3,0	2,2
N° fincas cierran brecha	-	154 (26%)	432	148 (22%)	532	299 (74%)	107
Productividad (kg cps / ha)	962	2.370	1.833	1118	858	2.044	1.573
Rendimiento (kg cps / ha productiva)	1.339	2.780	2.564	1.395	1.221	2.472	2.326
Porcentaje área renovada	28,1	14,8	28,5	19,9	29,7	17,3	32,4
Fertilizante (kilos / ha)	1.165	1.484	1.556	1.265	1.172	1.521	1.613
Precio (COP / kg cps)	22.600	22.700	22.300	22.800	22.300	23.600	22.000

1. Para estimar la brecha del ingreso no se ajustó el benchmark; se asume que el tamaño del hogar de la muestra es igual al tamaño del hogar del benchmark (cuatro integrantes).

Un factor diferenciador entre las fincas que cierran la brecha de ID y las que no, es la tasa de renovación del cultivo. Quienes alcanzan la meta tuvieron un área en renovación entre el **15% y 20%**, mientras que en los segmentos sin cierre esta cifra se eleva a rangos de **28% a 32%**. Esta alta proporción de área fuera de producción impacta directamente la productividad y el flujo de caja, siendo las familias del **Arquetipo D** las más afectadas al registrar **32,4%** de área renovada, en las fincas que no lograron la meta del ID

CÓMO SON LAS DIFERENCIAS PORCENTUALES
DE LOS PRINCIPALES INDICADORES ENTRE FINCAS QUE CIERRAN Y NO CIERRAN BRECHA

Las barras representan la diferencia porcentual por variable entre las fincas que cierran la brecha del ingreso y las que no.

- Los datos confirman que un factor muy influyente detrás de la productividad es la tasa de renovación: en los tres arquetipos, las fincas que cerraron la brecha son precisamente las que mantienen una menor proporción de área improductiva en el año evaluado.
- La mayor productividad observada (aproximadamente +30%) es el resultado combinado de tener más hectáreas en producción (proporcionalmente) y un rendimiento superior en los tres arquetipos.
- Una ventaja comparativa de las fincas que cerraron la brecha es el área cultivada en café, en los tres arquetipos. Es superior al menos 30% con respecto al grupo de fincas que no alcanzaron la meta del ID.
- Por otra parte, en cuanto a los factores agronómicos de la productividad, únicamente en el arquetipo C las fincas que cerraron la brecha aplicaron 8% más fertilizante por hectárea que las que no lo lograron.
- Si bien el precio de venta es un componente indispensable para el nivel de ingresos, no fue el factor que marcó la diferencia en el logro del cierre de brecha de las fincas, con excepción del Arquetipo D donde las fincas que cerraron brecha capturaron un precio 7% superior.

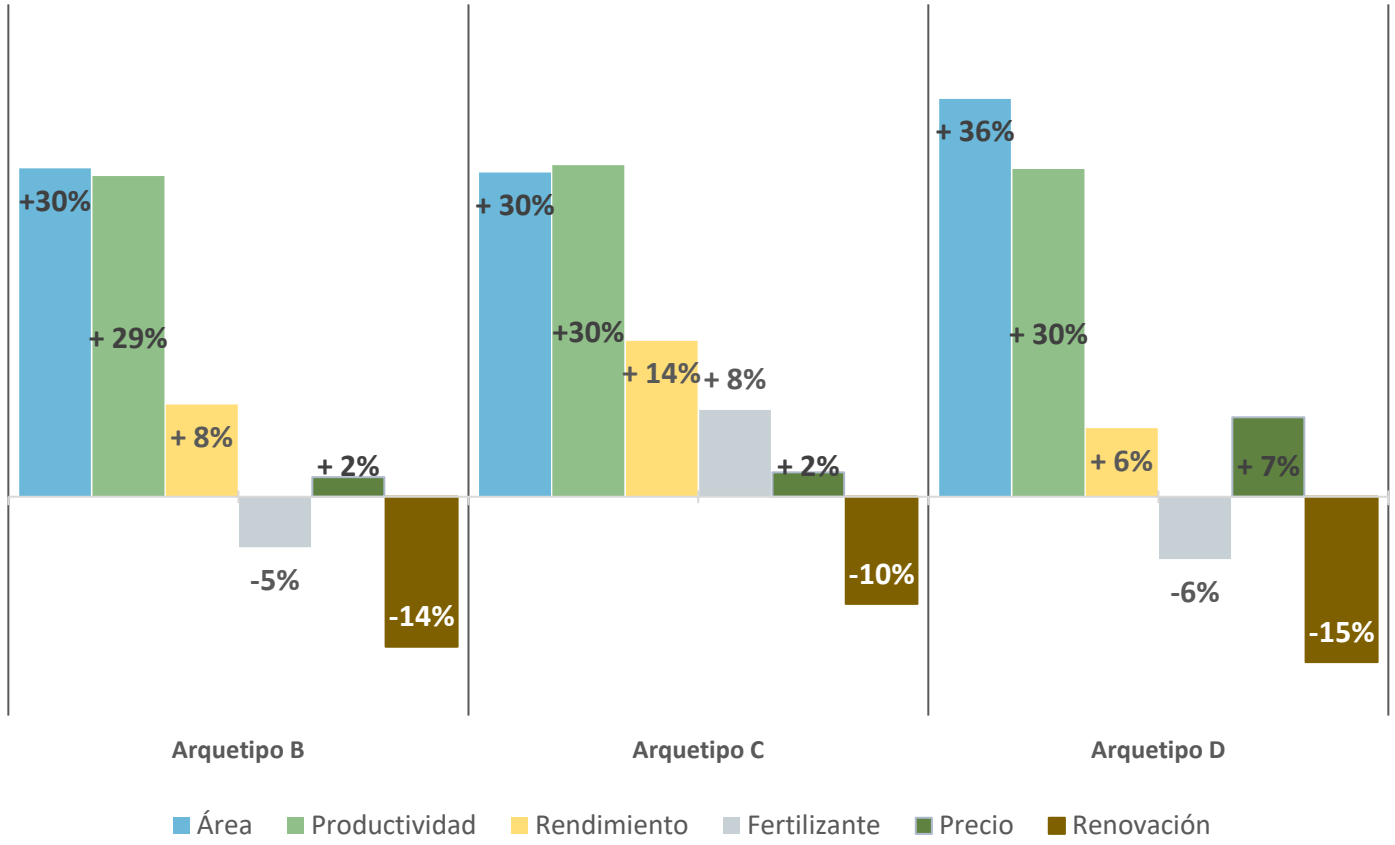


Figura 10. Brecha porcentual de los indicadores clave entre fincas que alcanzan el Ingreso Digno y las que no, por arquetipo





SAF Y OFERTA AMBIENTAL:

ANÁLISIS INFERENCIAL Y DETERMINANTES DEL RENDIMIENTO DEL CAFÉ



MÁS ALLÁ DEL PROMEDIO PONDERADO: LA COMPARACIÓN DE MEDIAS REVELA QUE EL CAFÉ BAJO SOMBRA TIENE MENOR RENDIMIENTO Y MENOR USO DE FERTILIZANTE

Para este análisis, se clasificaron como fincas de café bajo sombra aquellas con más de 20 árboles por hectárea.

Para las pruebas estadísticas que se realizarán en esta sección del reporte se seleccionó el rendimiento como variable respuesta en lugar de la productividad para evitar el sesgo que genera el área en renovación.

- Si bien variables como rendimiento, precio y fertilizante por hectárea no presentan diferencias considerables a nivel de promedio ponderado, al correr la prueba *t* Student se encontró que existe diferencia significativa en estas tres variables entre las fincas con SAF y a libre exposición.

Resultados e interpretación de la prueba t Student:

Al evaluar las muestras no ponderadas (donde cada finca representa una observación independiente), la prueba t Student confirma que existen diferencias estadísticamente significativas . ($p < 0{,}001$) entre los Sistemas Agroforestales (SAF) y los de libre exposición. Específicamente, los cafetales bajo sombra registran un menor uso de fertilizante por hectárea y un menor rendimiento, mientras que capturan un precio de venta ligeramente superior ($p < 0{,}001$). La densidad de siembra no presentó diferencias significativas ($p = 0{,}226$). (ver anexo 3. Prueba de muestras independientes).

Tabla 7. Comparativo entre sistemas de café bajo sombra y libre exposición

Variable	Promedio 2408 fincas	Libre exposición	Sombrío
Productividad (Kilos CPS / ha)	1.387	1.381	1.412
Rendimiento (Kilos CPS/ ha)	1.822	1.848	1.731
Fertilización (kilos / ha)	1.330	1.348	1.266
Densidad siembra café	5.698	5.770	5.443
Área café (ha)	3,4	3,5	3,1
Precio de venta (COP / Kilo CPS)	22.600	22.700	22.500
Costo operacional / hectárea	16.260	16.450	15.520
Margen / hectárea	13.500	13.200	14.690
Fertilización (Miles COP / ha producción)	4.260	4.345	3.960
Arvenses (Miles COP / ha producción)	1.690	1.720	1.570

EL IMPACTO DEL SISTEMA AGROFORESTAL SOBRE EL RENDIMIENTO SE MANTIENE CONSTANTE EN TODOS LOS RANGOS DE ALTITUD

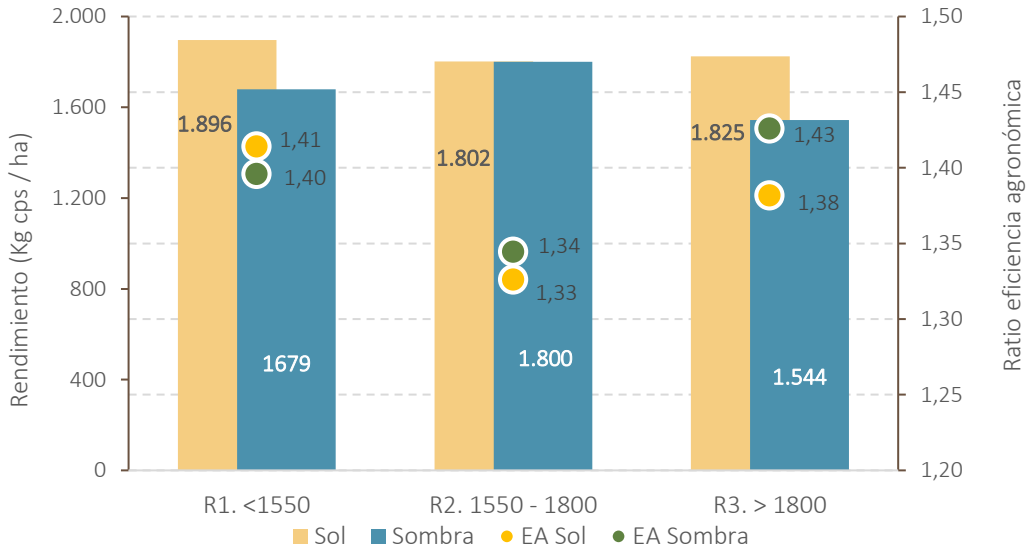


Figura 11. Rendimiento y Eficiencia Agronómica por Altitud

Una vez identificadas las diferencias individuales mediante la prueba t Student, se profundizó en el comportamiento de los sistemas agroforestales mediante tres modelos de ANOVA factorial 3×3, analizando de forma independiente tres variables de respuesta principales:

(1) Rendimiento (kg CPS/ha)

(2) Dosis de Fertilizante sintético (kg/ha)

(3) Margen de utilidad (COP /ha)

ANOVA 1 fertilizante

- **Sistema de producción:** el efecto del Sistema es altamente significativo (p <0,001). Los cafetales bajo sombra aplican en promedio 159 kg/ha menos de fertilizante químico que los de libre exposición (1.241 vs. 1.400 kg/ha).
- **Altitud:** influye significativamente en la cantidad aplicada. A mayor altitud, la dosis de fertilizante disminuye, pasando de un promedio de 1.375 kg/ha en la franja baja a 1.257 kg/ha en la franja alta.
- **Eficiencia Agronómica (EA):** A pesar de la menor fertilización, las fincas por encima de 1.800 msnm logran la tasa de respuesta más alta por kilo de fertilizante, alcanzando un ratio de eficiencia agronómica de 1,43 (indicador descriptivo derivado de promedios ponderados que no debe entenderse como una relación de causalidad lineal), ver figura 11.
- **Ausencia de interacción y efecto sumativo:** La interacción de las variables sistema de producción y altitud no es significativa (p=0,956). Por esta razón, la reducción de fertilizante en los cafetales con sombrío es constante y paralela (entre 148 y 165 kg/ha) en cualquier rango altitudinal, y al final lo que se aprecia es un efecto sumativo de la altitud y la sombra que influye en la reducción del fertilizante; las fincas con menor nivel de fertilización corresponden a los cafetales bajo sombra ubicados en la franja altitudinal alta (>1.800 msnm, con solo 1.175 kg/ha) (Anexo 4. Pruebas de efectos inter-sujetos).

EL IMPACTO DEL SISTEMA AGROFORESTAL SOBRE EL RENDIMIENTO SE MANTIENE CONSTANTE EN TODOS LOS RANGOS DE ALTITUD

ANOVA 2 Rendimiento

- Evidencia que el rendimiento en café está determinado por el sistema de producción (p < 0,001;) y es independiente de la franja altitudinal (p = 0,714). El menor rendimiento observado en los cafetales bajo sombra es un patrón constante a través de los tres rangos evaluados; se sostiene en un margen paralelo de 380 a 428 kg CPS / ha a lo largo de todos los pisos térmicos (Anexo 5. Efectos Inter-Sujetos para Rendimiento), aunque en los promedios ponderados la diferencia se observa de menor magnitud (figura 11).

ANOVA 3 Margen / ha

- Aunque los sistemas agroforestales reducen de forma significativa los costos de fertilización (p < 0,001), este ahorro no logra compensar la brecha de rendimiento (p < 0,001). En consecuencia, el ANOVA Factorial confirma una diferencia estadísticamente significativa en el margen por hectárea a favor de los cafetales a libre exposición (p = 0,037), un patrón que se mantiene constante independientemente del piso térmico (Anexo 6. Pruebas de efectos inter-sujetos).

LA FERTILIZACIÓN:
LA VARIABLE DE MAYOR IMPACTO SOBRE EL RENDIMIENTO

Para analizar los factores que influyen en el rendimiento del café (kg cps / ha productiva), se corrió un **Modelo de Regresión Lineal Múltiple**. Esta metodología aísla el efecto individual de cada variable sobre el rendimiento, manteniendo las demás variables constantes.

Los determinantes incluidos en el modelo fueron los siguientes:

Altitud: Metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.).

Área cultivada en café: Superficie total del cultivo en hectáreas.

Sistema Agroforestal (SAF): Variable dicotómica (1= con presencia de sombra / SAF, 0=libre exposición).

Densidad de siembra: Población de café (árboles / ha).

Dosis de fertilizante: Aplicación en el área en producción (kg / ha).

Jornales: mano de obra en labores de mantenimiento de cultivo, excluyendo recolección, beneficio y fertilización (jornales / ha).

Tabla 8. Parámetros del modelo explicativo del rendimiento

Variable	Beta estandarizado (β)	p Valor	Coeficientes no estandarizados
Fertilizante / ha	0,422	< 0,001	0,758
Jornales / ha	0,190	< 0,001	2,819
Sistemas Agroforestales	0,121	< 0,001	-140,041
Área café (ha)	0,059	0,001	-6,494
Densidad siembra café	0,047	0,012	0,058
Altitud	0,037	0,039	0,147

El coeficiente no estandarizado Bj representa el cambio marginal en kilogramos de CPS/ha por cada unidad adicional en la variable analizada, manteniendo las demás variables constantes.

Interpretación de los factores explicativos del modelo

El modelo explica el **30,2%** de las variaciones en el rendimiento por hectárea de las fincas (R^2 ajustado=0,303). Todas las variables evaluadas mostraron una influencia directa y estadísticamente válida (p < 0,05). La prueba ANOVA confirma que el conjunto de variables seleccionadas explica el rendimiento de forma altamente significativa y no por azar (p <0,001, F =174,184). Anexo 7. (Resumen del modelo)

A continuación, se describe la proporción del impacto de las variables del modelo:

Fertilizante / ha: es la principal variable explicativa del modelo indica que por cada **100** kg adicionales de fertilizante aplicados por hectárea, el rendimiento se incrementa en promedio en **75,8** kg de café (coeficiente no estandarizado β= 0,758). Este impacto lineal responde a un rango determinado del modelo, pero biológicamente la respuesta del cultivo al fertilizante sigue la ley de los rendimientos decrecientes, es decir, las primeras dosis aportan un gran incremento de rendimiento, mientras que las dosis subsecuentes van generando ganancias cada vez menores.

LA FERTILIZACIÓN:
LA VARIABLE DE MAYOR IMPACTO SOBRE EL RENDIMIENTO

Interpretación de los de los factores explicativos del modelo

Jornales / ha: Es la segunda variable con mayor poder explicativo. Más allá de su efecto marginal (β=2,819), su peso relativo evidencia que la nutrición requiere capacidad operativa en campo para hacerse efectiva: las labores culturales de mantenimiento garantizan la estructura agronómica sobre la cual el fertilizante genera respuesta. La intensidad de la mano de obra presenta una alta dispersión (CV=94%), lo que refleja brechas en la eficiencia del desempeño laboral, la topografía y la disponibilidad de mano de obra entre las 2.408 fincas evaluadas. Por su alta dispersión, cuando esta variable se incorporó en el modelo provocó un incremento en el poder explicativo del modelo (de $R^2 = 0{,}26$a $R^2 = 0{,}30$).

Sistemas Agroforestales / SAF: Al aislar el efecto de la nutrición, los jornales y el área, las fincas bajo sombra registran un rendimiento promedio de **140 Kg cps /ha** inferior respecto a las fincas a libre exposición.

Área de Café: Aunque la variable resulta estadísticamente significativa por el tamaño de la muestra, su efecto práctico sobre el rendimiento es marginal. El **Bj** negativo indica que el rendimiento disminuye ligeramente a medida que aumenta el área del cultivo (-6,5 kg CPS/ha por cada hectárea adicional). Este resultado puede ser la evidencia de que predios más pequeños logran un rendimiento superior debido a un manejo más intensivo del suelo y de la mano de obra (Sen, 1962; Berry & Cline, 1979). No obstante, dada la baja magnitud del coeficiente, este comportamiento también puede obedecer a imprecisiones derivadas del error de medición en el tamaño de la parcela o en la producción (Ayalew et al., 2023).

Densidad de siembra: es un factor estadísticamente significativo del rendimiento (p <0 , 05), aunque con un bajo coeficiente estandarizado (β =0,047) que obedece a la alta homogeneidad de esta práctica en la muestra estudiada (CV=15%). El 76,6% de las fincas se ubican en el intervalo de una desviación estándar alrededor de la media (4.844 a 6.553 árboles/ha), la menor varianza de un predictor disminuye su capacidad para capturar las fluctuaciones de la variable respuesta, por lo tanto, al controlar los dos principales determinantes (fertilización y mano de obra) el aporte marginal neto de la densidad es reducido.

Altitud: la altitud registra un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre el rendimiento (p < 0,05), aunque se posiciona como la variable con menor poder explicativo en el modelo.

Es relevante destacar que la significancia de la altitud está condicionada a la inclusión de la variable sombrío. La altitud resulta significativa ($p = 0{,}039$) al aislar el efecto del sombrío ; sin embargo, al omitir los Sistemas Agroforestales (SAF) del modelo, la altitud pierde su poder explicativo ($p = 0{,}705$).

Este fenómeno demuestra que la altitud no actúa como un factor productivo aislado, sino que interactúa con el sombrío y su función en la regulación de la luz y la temperatura en el cafetal.

2019 AL 2025:

ANÁLISIS TRANSVERSAL DE PRODUCTIVIDAD, COSTOS Y PRECIOS



2025: RÉCORD EN PRECIO, MARGEN Y COSTOS

Los precios del café, los costos de producción y otros indicadores clave han presentado cambios significativos en los últimos años. Para entender mejor esta transformación, analizamos la evolución de variables estructurales entre 2019 y 2025, en precios constantes.

Los valores presentados en este segmento corresponden a promedios ponderados de las muestras anuales de fincas. Por ende, las variaciones interanuales reflejan tendencias macroeconómicas y agregadas del entorno, y no el seguimiento longitudinal de una misma cohorte de fincas a lo largo del tiempo (el análisis longitudinal se abordará en la sección de Panel de Datos con una muestra de menor tamaño).

Productividad: kilos de CPS / ha café.

Rendimiento: kilos de CPS / ha café productivo.

Precio de venta: COP / kilo CPS vendido.

Margen / hectárea: diferencia entre ingresos por ventas de café y costos de producción dividida entre el área total en café.

Fertilizante: Kilos de fertilizante aplicado / ha productiva.

Costo fertilización COP/ ha: Costo de la fertilización por hectárea productiva (incluye mano de obra e insumos).

Precio fertilizante: precio promedio anual por kilo de fertilizante (tomado del SIPSA- DANE).

Costos operacionales (COP/ ha): costos operativo totales (descontando gastos administrativos y financieros) divididos entre el área total en café.

Costos fijos operacionales (COP/ ha): costos operativos descontando recolección y beneficio divididos entre el área total en café.

Precio recolección: precio por kilo de café cereza recolectado.

Tabla 9. Comparativo de indicadores entre 2019 y 2025

Variable	Año 2019	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023	Año 2024	Año 2025
Productividad (Kilos CPS / ha)	1694	1621	1.526	1.357	1.459	1.668	1.387
Rendimiento (Kilos CPS/ ha)	2169	1900	1.942	1.582	1.693	2.087	1.822
Precio de venta (COP / Kilo CPS)	7.020	9.100	14.400	17.800	12.010	17.700	22.600
Margen (COP/ ha)	3.786.000	6.200.000	11.243.000	10.279.000	4.802.000	$13.164.000	$13.503.000
Fertilizante (kilos / ha)	1.229	1.241	1.254	896	1.059	1.231	1.330
Costo fertilización (COP/ ha)	2.252.000	2.393.000	3.179.000	5.180.100	3.947.000	3.882.000	4.262.000
Precio fertilizante	1.696	1.753	2.363	4.337	3.646	3.200	3.022
Costo (COP/ ha)	8.096.000	8.554.000	10.750.000	13.870.000	12.721.000	16.340.000	17.910.000
Costo oper (COP/ ha)	7.632.000	7.891.000	9.950.000	13´076.000	12.094.000	15.266.000	16.261.000
Costo fijo oper (COP/ ha)	3.006.000	2.965.000	4´271.000	5´775.900	4´800.000	5´540.000	7.504.900
Precio recolección	490	567	686	976	923	1.064	1.166

EL MENOR DESEMPEÑO DE LAS FINCAS DE MÁS DE 10 HECTÁREAS DETERMINÓ LA CONTRACCIÓN DE LOS INDICADORES

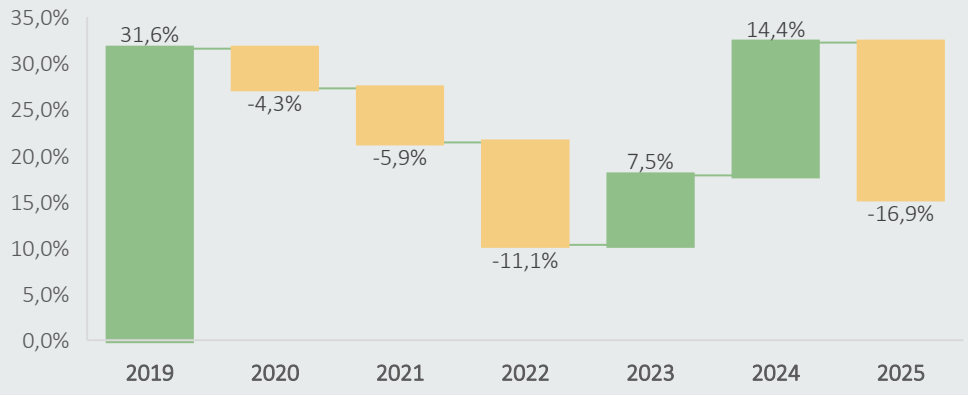


Figura 12. Variación interanual de la productividad

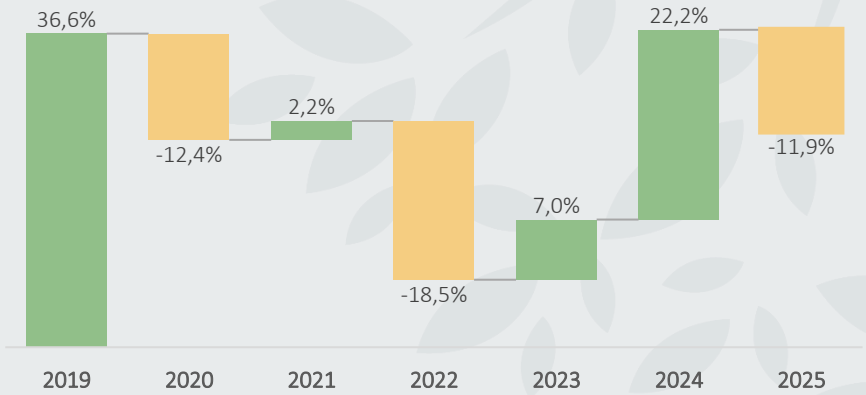


Figura 13. Variación interanual del Rendimiento

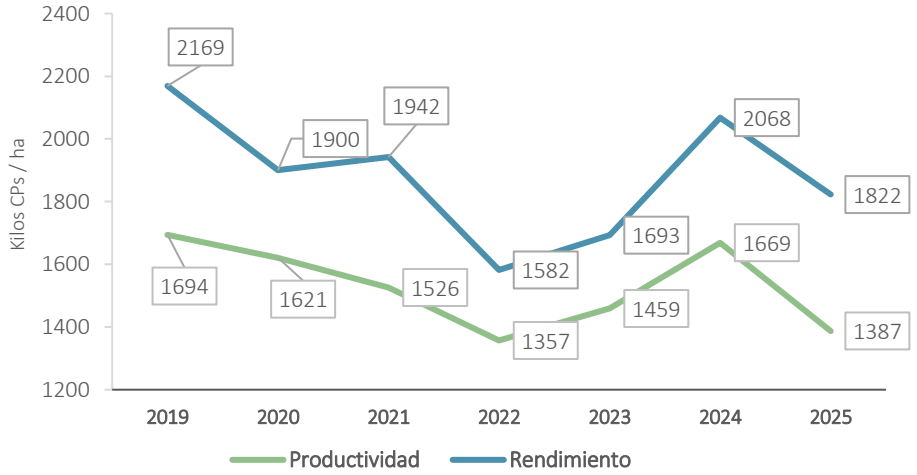


Figura 14. Valores nominales de la Productividad y el Rendimiento

1. En la variación interanual de 2025, la productividad registró el descenso más significativo desde 2019. Este resultado responde principalmente al comportamiento de los segmentos de más de 5 ha, que sufrieron una caída superior al 20%, en contraste con las fincas pequeñas donde la reducción fue del 11%.
2. Aunque el rendimiento mostró una recuperación relevante a partir de 2023, la caída de 2025 lleva a este indicador al nivel que tenía en el año 2022. No obstante, el descenso no fue tan pronunciado como en productividad. Nuevamente, el factor determinante fue el desempeño de los predios de más de 10 hectáreas, con una reducción superior al 16%, mientras que el segmento de fincas pequeñas apenas experimentó un descenso del 3%.

EL INGRESO RÉCORD DE 2025 INDUCIDO POR EL PRECIO ABSORBE LA ACUMULACIÓN DE COSTOS

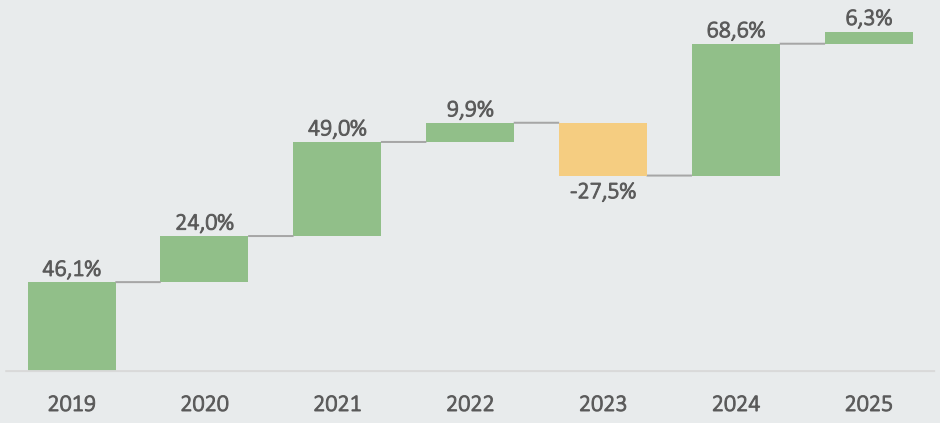


Figura 15. Variación anual del ingreso / ha

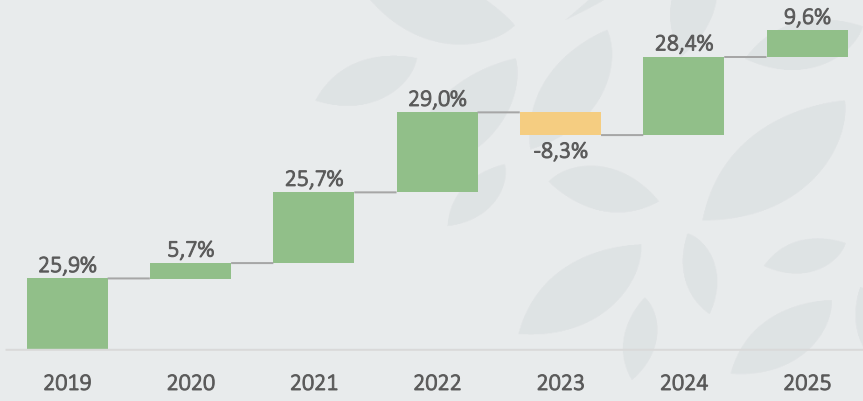


Figura 16. Variación anual de los costos de producción /ha

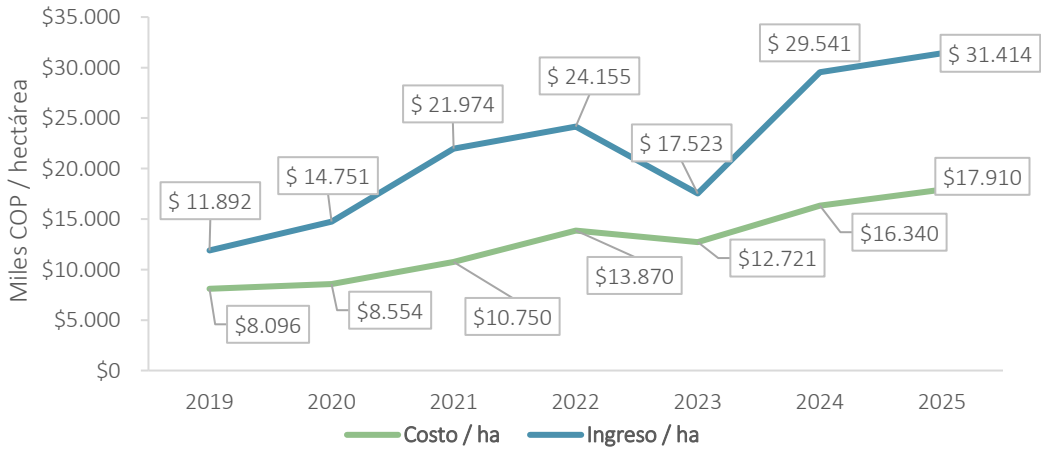


Figura 17. Valores nominales de los Costos y los Ingresos por hectárea

1. El mayor ingreso por hectárea de la serie de años corresponde al mayor costo por hectárea y aunque el incremento porcentual en costos ha sido de los más bajos de la serie de seis años, resulta significativo al estar precedido por el marcado aumento del año 2024. Un comportamiento similar de aceleración previa se observa en el ingreso.
2. Para 2025 el mejor ingreso por hectárea estuvo impulsado más por el precio que por la productividad.
3. Aunque el costo promedio por hectárea creció 9,6% en el agregado global, existen marcadas diferencias por tamaño de finca: mientras en los predios pequeños el costo aumentó un 11%, en las fincas mayores a 5 hectáreas registró una leve reducción del 1%. Esta brecha está sustentada en la mayor inversión en costos fijos operativos que asumieron las pequeñas explotaciones.

EL PRECIO COMPENSÓ EL EFECTO DE LA ALTA RENOVACIÓN EN LA PRODUCTIVIDAD

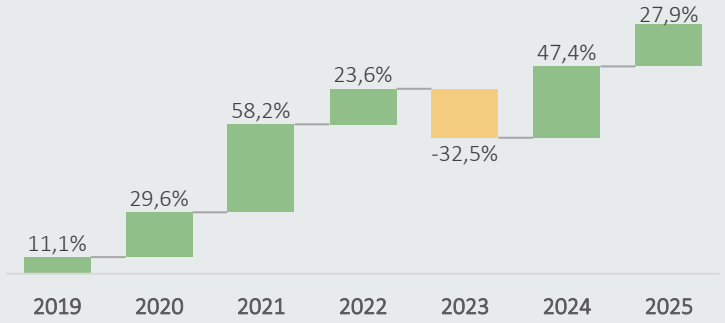


Figura 18. Variación anual del precio de venta

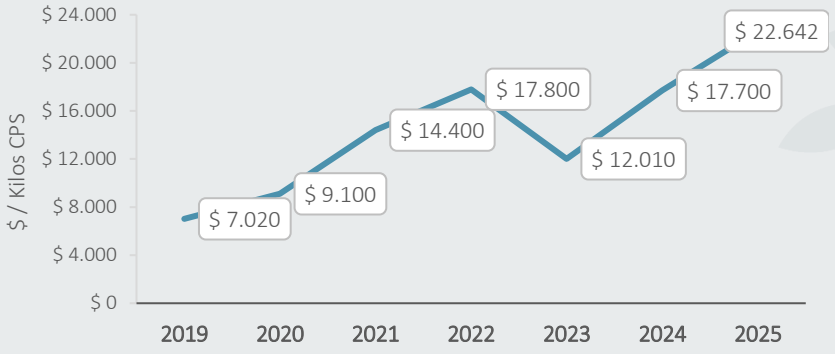


Figura 19. Valores nominales del precio

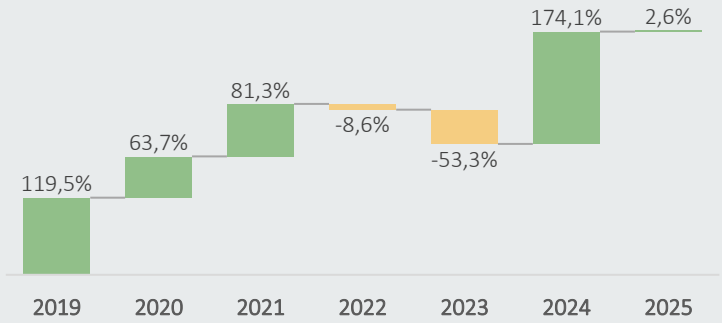


Figura 20. Variación anual del margen / ha

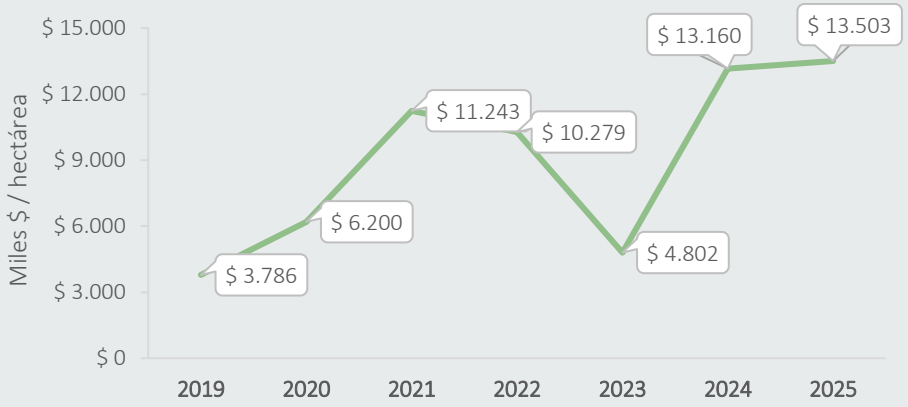


Figura 21. Valores nominales del margen / ha

1. El precio de venta se ubicó 1% por debajo del promedio oficial anual; no obstante, alcanzó un máximo histórico en precios corrientes para los 15 años del estudio. Aunque las fincas pequeñas no capturaron el precio más alto, sí registraron el mayor incremento interanual (34%, frente al 11% en las medianas y grandes).

2. En términos nominales, el margen por hectárea superó ligeramente el nivel de 2024, marcando nuevamente récord histórico. Este resultado estuvo impulsado por el precio, el cual logró compensar la reducción de la productividad generada tanto por el pico histórico de área renovada (23,9%) como por la caída en el rendimiento de los lotes en producción.





OTRA MANERA DE ANALIZAR LOS HISTÓRICOS:

DATOS PANEL



DATOS PANEL: RATIFICA LA FERTILIZACIÓN COMO LA VARIABLE DETERMINANTE EN EL RENDIMIENTO

A diferencia de los análisis agregados presentados en el capítulo previo, los cuales evalúan las tendencias del sector a través de muestras anuales independientes, esta sección introduce un enfoque metodológico diferente, un análisis de históricos mediante un **Panel de Datos**. Para este estudio econométrico, se consolidó un panel balanceado de 407 fincas cafeteras que permanecieron de manera ininterrumpida en la base de datos durante los años 2023, 2024 y 2025.

Para analizar el Rendimiento en kg/ha productiva a partir de los datos de panel 2023–2025, se estructuró un **Modelo Lineal Mixto.**

El modelo incorporó como factores fijos el **departamento**, **Año** y **Sistemas Agroforestales** (SAF).

Como covariables de control se incluyeron la dosis de **fertilizante /ha**, la **densidad de siembra**, el **área cultivada en café** y la **franja altitudinal**.

Con el fin de capturar las dinámicas de eficiencia agronómica y resiliencia climática en finca, se integraron al modelo las siguientes interacciones clave:

Dinámica temporal regional: **Departamento * Año**, para aislar la variabilidad climática interanual en cada región.

Diseño microclimático del cafetal: La interacción triple **SAF * densidad * franja altitudinal.**

Respuesta regional al fertilizante: evaluada en dos dimensiones principales:

Lineal (fertilizante Ha): mide el efecto lineal o ganancia inicial en kilos de café por cada kilo adicional de fertilizante aplicado.

Cuadrática (fertilizante^2): evalúa la curvatura de la eficiencia marginal y la Ley de Rendimientos Decrecientes por territorio.

Interpretación de los factores explicativos del modelo

Efectos fijos

Año: Con el paso de los años, el comportamiento del rendimiento se volvió más impredecible y desigual entre las fincas/departamentos. (ver anexo 8. Estimaciones de parámetros de covarianza).

2023: Los rendimientos se mantuvieron agrupados cerca del promedio nacional, reflejando un comportamiento relativamente homogéneo entre predios.

2024 y 2025: La brecha productiva se amplió de forma sustancial. Mientras un grupo de productores mantuvo o incrementó su productividad, otro segmento sufrió caídas drásticas.

Este incremento en la dispersión demuestra que, a partir de 2024, la capacidad de las fincas para absorber impactos externos (como variaciones climáticas locales, presión de plagas o restricciones de liquidez para compra de insumos) fue muy desigual.

DATOS PANEL: RATIFICA LA FERTILIZACIÓN COMO LA VARIABLE DETERMINANTE EN EL RENDIMIENTO

Resultados del modelo:

Comportamiento Regional: Dado que el término cuadrático es altamente significativo (Departamento * fert2, p=0,001) y el lineal presenta significancia marginal (Departamento * Fertilizanteha, p=0,052), se demuestra que la respuesta inicial al fertilizante es homogénea entre regiones, pero el punto de eficiencia óptima varía según el territorio. En consecuencia, los departamentos se diferencian en el umbral de dosis donde se alcanza el máximo rendimiento (óptimo agronómico).

Impacto de los factores determinantes:

(ver anexo 8. Pruebas de efectos fijos de tipo III)

Fertilización: El análisis longitudinal ratifica la preponderancia de la nutrición como el principal determinante sobre el rendimiento (F = 11,664; p = 0,001). Al evaluar la dosis por hectárea mediante el término cuadrático por departamento (F = 3,060; p = 0,001) el modelo demuestra que la respuesta del cultivo no es puramente lineal, sino que sigue una función de producción cóncava (Ley de Rendimientos Decrecientes).

Sistema Agroforestal (SAF): muestra un efecto directo significativo sobre el rendimiento (F = 8,950; p = 0,003). Sin embargo, la efectividad productiva de la sombra no es homogénea, sino que está condicionada por la interacción entre el SAF, la densidad de siembra y la franja altitudinal (F = 6,344; p = 0,002). Esto confirma que la regulación térmica de la sombra requiere un diseño agronómico adaptado a la densidad de plantas por hectárea y la franja altitudinal del cultivo.

Variables de control (Altitud y Densidad): ni la altitud (F=0,064;p=0,801) ni la densidad de siembra (F=0,118; p=0,731) presentan un efecto significativo sobre el rendimiento. La altitud es absorbida en su componente principal por la variabilidad geográfica de los efectos fijos de departamento, mientras que la densidad actúa únicamente como un modulador del microclima en interacción conjunta con el Sistema Agroforestal (SAF) y el rango altitudinal.

Área café: no presenta un efecto estadísticamente significativo sobre el rendimiento (F = 2,197; p = 0,139). La eficiencia en términos del rendimiento no está condicionada por la extensión del predio, lo que permite que pequeños, medianos y grandes productores alcancen niveles de productividad equivalentes bajo un mismo nivel de manejo técnico y nutrición.

Interacción del Sistema Agroforestal * Altitud * Densidad: El modelo final demuestra que el Sistema Agroforestal (SAF) ejerce un efecto directo significativo sobre el rendimiento base (F = 8,950; p = 0,003). Sin embargo, el impacto de la sombra sobre el rendimiento no es homogéneo ni aislado, sino que está condicionado por la interacción conjunta entre el SAF, la densidad de siembra y la franja altitudinal (F = 6,344; p = 0,002).

Interacción departamento * Fertilizante: La tasa de respuesta a la nutrición muestra una marcada diferenciación territorial capturada predominantemente por el término cuadrático regional ($\mathbf{F = 3,060; p = 0,001}$), mientras que la interacción lineal por departamento presenta un efecto marginalmente significativo ($\mathbf{F = 1,878; p = 0,052}$). Esto indica que las diferencias entre departamentos no residen únicamente en la tasa de respuesta inicial al fertilizante, sino principalmente en el punto a partir del cual cada región empieza a experimentar la Ley de Rendimientos Decrecientes.

EFICIENCIA NUTRICIONAL
Y RESPUESTA REGIONAL AL FERTILIZANTE

Huila mayor eficiencia marginal inicial:

Huila registra el mayor coeficiente de respuesta lineal ($\beta = 1{,}879$), la interacción lineal muestra una tasa de conversión de fertilizante a fruto fuertemente positiva en los tramos iniciales de nutrición, esto significa que requiere menor aplicación incremental de insumo que las otras regiones para obtener incrementos significativos de café por hectárea (Anexo 9. Estimaciones de efectos fijos).

Al ser la respuesta inicial tan pronunciada, la curva de rendimientos decrecientes comienza a aplanarse a dosis más bajas en comparación con regiones donde la respuesta es más progresiva, evidenciando una saturación fisiológica más rápida a niveles elevados de fertilización, como se observa en la figura 22.

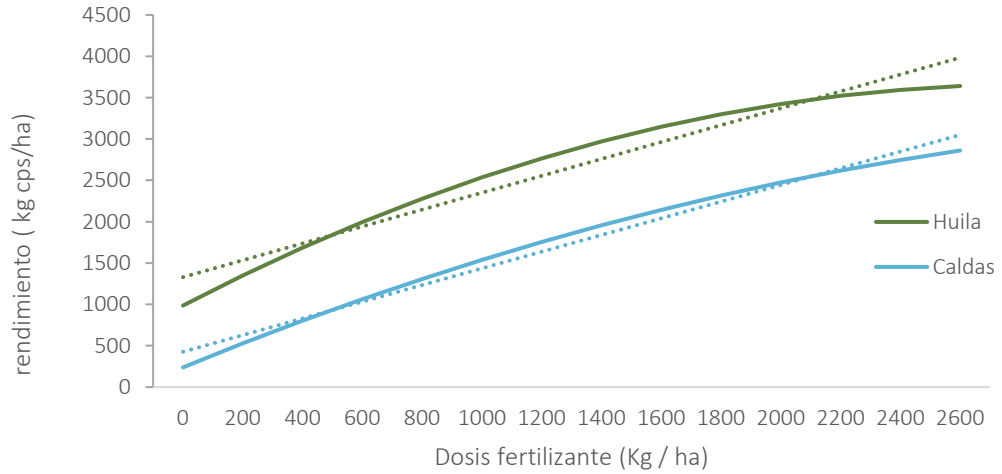


Figura 22. Curvas de rendimientos decrecientes del café según la dosis de fertilizante por departamento

Tabla 10. Beta lineal por departamento

Departamento (fertilizanteHa)	Beta lineal (β)
Antioquia	0,730678
Caldas	1,479878
Cauca	1,717379
Cundinamarca	0,907651
Huila	1,878736
Meta	1,565420
Nariño	0,351918
Risaralda	0,744168
Santander	0,162327
Tolima	0,621439

Interpretación del coeficiente beta lineal (β)

El coeficiente Beta indica cuántos kilos de CPS se producen por hectárea por cada kilo de fertilizante aplicado en el tramo inicial y medio de aplicación; es decir, en el segmento lineal de la curva.

Huila es la región con mejor respuesta marginal inicial (beta = 1,8787), superando a Cauca (1,717), Meta (1,565) y Caldas (1,480), ver tabla 10.

CUANDO EL ÓPTIMO ECONÓMICO SE ALINEA CON EL ÓPTIMO BIOLÓGICO

Techo de inversión regional y sostenibilidad

- En un escenario de precios históricos del café, el costo relativo del fertilizante es de apenas 0,14 a 0,16 kg de café por kilo de fertilizante (tabla 11). Esta relación tan favorable desplaza la dosis óptima económica hacia la derecha en la curva de producción, es decir, permite niveles más altos de fertilización sosteniendo un alto retorno económico sobre la inversión.
- Este resultado posiciona al Huila como el departamento con el techo de inversión más alto en fertilización, seguido por Cauca, Meta y Caldas. Bajo este contexto de altos precios, las fincas de alta respuesta inicial pueden justificar económicamente dosis intensivas de fertilizante, ya que el valor de la cosecha compensa holgadamente la desaceleración del rendimiento marginal sin comprometer el margen de utilidad del productor. Sin embargo, la convergencia entre el óptimo económico y el biológico debe ser administrada con cautela: dosis intensivas prolongadas pueden generar efectos adversos sobre la salud del suelo (acidificación, salinización y degradación biológica), lo que exige priorizar la sostenibilidad agronómica sobre la maximización económica de corto plazo.

Tabla 11. Coeficientes de respuesta física y relación precio fertilizante/café por región

Región	Beta lineal (β)	Precio café (COP/Kg cps)	Precio fertilizante (COP /kilo)	Relación Precios (Px/Py)
Caldas	1,479878	22.300	3.203	0,1436
Cauca	1,717379	22.700	3.424	0,1508
Huila	1,878736	23.000	3.315	0,1441
Meta	1,565420	22.000	3.439	0,1563

ANEXOS



Anexo 1. ESTRUCTURA DE COSTOS

Lotes en producción



Recolección

- Patrones de corte.
- Mano de obra recolección.
- Estopas, tarros recolectores.



Beneficio

- Patiero, ayudante, bonificaciones.
- Energía beneficiadero, combustible secado, costales pergamino.
- Mantenimiento equipos, repuestos equipos de beneficio y secado, transporte café cereza, fletes café seco.



Fertilización

- Mezcla y aplicación de fertilizantes y correctivos, aspersiones fertilizantes foliares.
- Fertilizantes edáficos, foliares, adherentes y enmiendas.
- Costos de transporte del fertilizante, análisis de suelo.



Control fitosanitario

- Labores de control de plagas y enfermedades.
- Evaluaciones y monitoreo de campo (broca, roya, minador, etc.).
- Insecticidas, fungicidas, adherentes, productos biológicos.



Manejo de arvenses

- Aspersión de herbicidas, plateos, desbejucadas.
- Control de arvenses con machete, selector, guadaña.
- Herbicidas, adherentes, correctores pH, combustible y lubricantes (guadaña).



Otras labores

- Labores varias como desorilla de lotes, regulación de sombrío, deschuponas, mantenimientos de caminos, en lotes en producción.

Lotes en levante



Lotes en renovación

- Mano de obra[1] e insumos utilizados en las labores de zoca y siembra: Limpia antes del desrame, desrame, corte y protección, recogida material, selección chupones, labores almácigo, transporte almácigo, trazo, hoyado, siembra.

Incluye todas las labores de mantenimiento que demanden los cultivos menores de un (1) año.

Costos Indirectos



Gastos administrativos

- Seguros, papelería, impuesto, servicios públicos
- Mayordomo, auxilio transporte, bonificaciones, dotación, conductores, vigilancia, asesorías, prestaciones sociales[2], seguridad social
- Sostenimientos de semovientes, herramientas y repuestos, mantenimiento vehículos, reparación y mantenimiento de equipos, mantenimiento de construcciones, mantenimiento vías, fletes, combustible y lubricantes.

Los fletes no incluyen transporte de café cereza y pergamino seco.



Gastos financieros

- Intereses de créditos de operación.
- Gastos bancarios.
- Impuestos bancarios.

[1] Los jornales de la mano de obra familiar se han incluido en el costo de producción, independientemente de su pago en especie o en efectivo.

[2] Incluye fincas de economía empresarial las cuales asumen el pago de prestaciones sociales de manera parcial, es decir, para algunos trabajadores.

Anexo 2. ANOVA % ÁREA RENOVADA

Medias marginales estimadas

Rango de área renovada				
Variable dependiente: Rendimiento				
Rango de área renovada	Media	Desv. Error		
1 (0%)	1.550.000	45.241	1.461.285	1.638.715
2 (1-14%)	1.810.933	45.908	1.720.911	1.900.956
3 (14- 20%)	1.842.731	49.823	1.745.030	1.940.431
4 (>20%)	2.254.423	26.,151	2.203.141	2.305.704

Anexo 3. T STUDENT SISTEMAS AGROFORESTALES

Estadísticas de grupo

SAF_Dico		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Rend	Sol	1874	2088,30	932,30	21,54
	SAF	534	1688,66	1006,78	43,57
Fertilizante / ha	Sol	1874	1419,76	510,64	11,80
	SAF	534	1243,65	600,61	25,99
densidad	Sol	1874	5267,76	791,92	18,29
	SAF	534	5220,82	780,52	33,78
Precio venta	Sol	1874	22468,63	1734,62	40,07
	SAF	534	23067,15	2230,05	96,50

Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Rendimiento	3,158	0,076	8,582	2406	0,000	399,64	46,57	308,32	490,96
Fertilizante / ha	16,120	0,000	6,750	2406	0,000	176,11	26,09	124,95	227,27
Densidad	2,271	0,132	1,212	2406	0,226	46,94	38,72	-28,99	122,88
Precio venta	8,461	0,004	-6,575	2406	0,000	-598,52	91,03	-777,04	-420,01

Anexo 4.

ANOVA FERTILIZANTE

ANOVA Factorial de Dos Vías (Efectos Inter-Sujetos) para fertilizante / ha

Pruebas de efectos inter-sujetos						
Variable dependiente:	Fertilizante / ha					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Modelo corregido	16489858,543[a]	5,00	3297971,71	11,700	0,000	0,024
Intersección	2358556908,01	1,00	2358556908,01	8367,555	0,000	0,777
SAF_Dico	8559599,31	1,00	8559599,31	30,367	0,000	0,012
Rango_Altitud	2481030,18	2,00	1240515,09	4,401	0,012	0,004
SAF_Dico * Rango_Altitud	25455,53	2,00	12727,77	0,045	0,956	0,000
Error	677050082,75	2402,00	281869,31			
Total	5284018305,19	2408,00				
Total corregido	693539941,29	2407,00				
a. R al cuadrado = ,024 (R al cuadrado ajustada = ,022)						

Estadísticas de grupo

SAF_Dico * Rang_Alt					
Variable dependiente:	Fertilizante / ha				
SAF_Dico	Rango altitud	Media	Desv. Error	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Sol	<1.550	1.455,546	18,221	1.419,816	1.491,277
	1.550-1.800	1.403,488	18,666	1.366,885	1.440,091
	>1.800	1.340,032	36,124	1.269,195	1.410,870
SAF	<1.550	1.291,596	48,669	1.196,159	1.387,033
	1.550-1.800	1.255,167	31,504	1.193,390	1.316,945
	>1.800	1.175,124	46,386	1.084,163	1.266,085

Anexo 5.

ANOVA RENDIMIENTO

ANOVA Factorial de Dos Vías (Efectos Inter-Sujetos) para fertilizante / ha

Pruebas de efectos inter-sujetos						
Variable dependiente:	Rend					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Modelo corregido	67479501,706[a]	5	13495900,341	14,959	0,000	0,030
Intersección	4828967932,766	1	4828967932,766	5352,333	0,000	0,690
SAF_Dico	53165048,599	1	53165048,599	58,927	0,000	0,024
Rango_Altitud	607393,143	2	303696,572	0,337	0,714	0,000
SAF_Dico * Rango_Altitud	143835,630	2	71917,815	0,080	0,923	0,000
Error	2167126091,961	2402	902217,357			
Total	11863524844,606	2408				
Total corregido	2234605593,667	2407				
a. R al cuadrado = ,030 (R al cuadrado ajustada = ,028)						

Estadísticas de grupo

SAF_Dico * Rang_Alt					
Variable dependiente:	Rend				
SAF_Dico	Rango altitud	Media	Desv. Error	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Sol	<1.550	2.109,985	32,599	2.046,061	2.173,910
	1.550-1.800	2.066,370	33,395	2.000,884	2.131,856
	>1.800	2.085,239	64,629	1.958,505	2.211,974
SAF	<1.550	1.728,431	87,073	1.557,685	1.899,176
	1.550-1.800	1.686,333	56,363	1.575,808	1.796,859
	>1.800	1.657,597	82,989	1.494,859	1.820,334

Anexo 6.

ANOVA MARGEN / HA

ANOVA Factorial de Dos Vías (Efectos Inter-Sujetos) para Margen / ha

Pruebas de efectos inter-sujetos		
Variable dependiente:	Margen / ha	
Origen	F	Sig
Modelo corregido	2,88	0,014
Intersección	1764,61	0,000
SAF_Dico	4,35	0,037
Rango_Altitud	1,62	0,197
SAF_Dico * Rango_Altitud	1,39	0,250
Error		
Total		
Total corregido		
a. R al cuadrado = ,006 (R al cuadrado ajustada = ,004)		

Estadísticas de grupo

SAF_Dico * Rang_Alt					
Variable dependiente:	Margen / ha				
SAF_Dico	Rango altitud	Media	Desv. Error	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Sol	<1.550	17.187.756,494	483.479,995	16.239.675,384	18.135.837,604
	1.550-1.800	15.270.137,534	495.288,328	14.298.900,850	16.241.374,219
	>1.800	18.198.765,702	958.529,489	16.319.135,291	20.078.396,114
SAF	<1.550	15.297.876,834	129.1394,324	12.765.514,426	17.830.239,241
	1.550-1.800	15.224.437,668	835.936,299	13.585.206,630	16.863.668,706
	>1.800	15.339.666,034	123.0826,126	12.926.074,962	17.753.257,107

Anexo 7. MODELO DE REGRESIÓN LINEAL

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,551[a]	0,303	0,302	805,26

ANOVA[a]						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	677.690.237,063	6	112.948.372,844	174,184	,000[b]
	Residuo	1.556.915.356,604	2401	648.444,547		
	Total	2.234.605.593,667	2407			
a. Variable dependiente: Rend						
b. Predictores: (Constante), Ha café, Altitud, Fertilizante / ha, jorn_Ha, SAF_Dico, densidad						

Anexo 8. COVARIANZA DATOS PANEL

Estimaciones de parámetros de covarianza[a]			
Parámetro		Estimación	Desv. Error
Medidas repetidas	Var: [Año=2023]	375260,095768	28001,194575
	Var: [Año=2024]	798023,236913	57657,858224
	Var: [Año=2025]	957598,473675	69423,745690

a. Variable dependiente: Rendimiento

Pruebas de efectos fijos de tipo IIIa				
Origen	gl de numerador	gl de denominador	F	Sig.
Intersección	1	982,511	0,956	0,328
densidad	1	983,764	0,118	0,731
Hacafé	1	944,533	2,197	0,139
Departamento * Fertilizanteha	9	902,148	1,878	0,052
Fertilizanteha	1	1.098,172	11,664	0,001
Departamento	9	991,396	5,026	0,000
Año	2	756,232	28,549	0,000
saf	1	961,448	8,950	0,003
Altitud_cat	1	971,942	0,064	0,801
saf * densidad * Altitud_cat	2	972,766	6,344	0,002
Departamento * Año	18	755,580	6,895	0,000
Departamento * fert2	10	819,056	3,060	0,001

a. Variable dependiente: Rendimiento.

Anexo 9. ESTIMACIONES DE EFECTOS FIJOS

Parámetro	Estimación (Beta)	Desv. Error	gl	t	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
[Departamento=Antioquia] * fert2	-5,322907E-06	3,667326E-05	704,433	-0,145	0,885	-7,732489E-05	6,667908E-05
[Departamento=Caldas] * fert2	-0,000181	9,966282E-05	1133,830	-1,818	0,069	-0,000377	1,434130E-05
[Departamento=Cauca] * fert2	-0,000374	0,000155	935,829	-2,410	0,016	-0,000679	-6,952757E-05
[Departamento=Cundinamarca] * fert2	-0,000128	0,000223	1119,741	-0,575	0,566	-0,000566	0,000310
[Departamento=Huila] * fert2	-0,000330	0,000130	920,478	-2,531	0,012	-0,000586	-7,410626E-05
[Departamento=Meta] * fert2	-0,000689	0,000736	965,580	-0,937	0,349	-0,002134	0,000755
[Departamento=Nariño] * fert2	8,210060E-05	5,320331E-05	878,704	1,543	0,123	-2,231979E-05	0,000187
[Departamento=Risaralda] * fert2	0,000180	0,000776	1145,840	0,232	0,816	-0,001341	0,001702
[Departamento=Santander] * fert2	3,288519E-05	0,000495	961,317	0,066	0,947	-0,000939	0,001004
[Departamento=Tolima] * fert2	0,000447	0,000132	360,594	3,375	0,001	0,000187	0,000707

BIBLIOGRAFÍA

Agnes Medinaceli, Lykke E. Andersen. Living Wage Update Report: Coffee-Growing Regions of Central Colombia, 2025 https://www.globallivingwage.org/living-wage-benchmarks/living-wage-for-rural-areas-small-towns-colombia/

Ayalew, H., Chamberlin, J., Newman, C., Abay, K. A., Kosmowski, F., & Sida, T. (2023). Revisiting the size–productivity relationship with imperfect measures of production and plot size. American Journal of Agricultural Economics, 106(2), 652–673. https://doi.org/10.1111/ajae.12417

Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. (2026). Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario (SIPSA): Componente Insumos. https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/sistema-de-informacion-de-precios-sipsa/componente-insumos-1

Mayorga, M., & Muñoz, E. (2000). *La técnica de datos de panel una guía para su uso e interpretación*. https://www.academia.edu/1338885/La_técnica_de_datos_de_panel_Una_guía_para_su_uso_e_interpretación

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (s. f.). Estadísticas cafeteras. Recuperado el 22 de abril de 2026, de https://federaciondecafeteros.org/wp/estadisticas-cafeteras/



COSTOS DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ 2025 COLOMBIA

Secretaría técnica
Solidaridad

Octubre de 2026