Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

Viabilidad económica y sostenibilidad de las vías de procesamiento poscosecha del café agroforestal en Campinas, São Paulo, Brasil

Viabilidade econômica e sustentabilidade de vias pós-colheita do café agroflorestal em Campinas-SP

Economic feasibility and sustainability of post-harvest processing routes for agroforestry coffee in Campinas, Brazil

Nombre: Caroline Vitória Corrêa Beraldo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), caroline.beraldo22@gmail.com
Nombre: Fernando José Gómez Paredes – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), fernando.gomez@ufms.br

Resumen:
La elección de la vía de procesamiento poscosecha del café afecta los costos, el precio de venta, el consumo de agua y la generación de efluentes. Esto requiere una decisión integrada en las fincas que cultivan café en sistemas agroforestales (SAF). Este estudio compara la viabilidad económica de las vías seca, semihúmeda y húmeda en una finca de café agroforestal de Campinas, São Paulo, Brasil, teniendo en cuenta la calidad de la bebida y los efectos socioambientales de cada vía. Se trata de una modelización cuantitativa de un caso, cuyos supuestos y hoja de cálculo se nutrieron de una entrevista semiestructurada al personal de la finca, de la hoja de cálculo de viabilidad de la propiedad y de un cuestionario respondido por cuatro cafeterías de la región. Los costos se separaron en CAPEX y OPEX y se evaluaron mediante el VAN, la TIR y el plazo de recuperación para el período 2025–2049, con una tasa mínima aceptable de rendimiento del 14 % anual y un análisis de sensibilidad al precio de venta. Las tres vías resultaron viables, con un VAN de R$ 179,8 mil (seca), R$ 485,2 mil (semihúmeda) y R$ 1,73 millones (húmeda) y una TIR del 20,6 %, 28,9 % y 52,4 %, respectivamente. Las vías húmedas superan a la seca a partir de aproximadamente R$ 63 por kilogramo de café tostado, pero consumen más agua y generan efluentes con alta carga orgánica. Se recomienda comenzar por la vía seca y pasar gradualmente a las vías húmedas en las primeras cosechas, siempre que se confirme la demanda y se gestione adecuadamente el efluente.

Palabras clave:
Café de especialidad. Sistema agroforestal. Poscosecha. Viabilidad económica. Sostenibilidad.

Resumo:
A escolha da via de processamento pós-colheita do café afeta custos, valor de venda, uso de água e geração de efluentes, o que exige uma decisão integrada em propriedades que cultivam café em sistema agroflorestal (SAF). Este estudo compara a viabilidade econômica das vias seca, semiúmida e úmida em uma propriedade de café agroflorestal em Campinas-SP, considerando a qualidade da bebida e os efeitos socioambientais de cada via. Trata-se de uma modelagem de um caso de abordagem quantitativa, com premissas e planilha alimentada por entrevista semiestruturada com a equipe da fazenda, pela planilha de viabilidade da propriedade e por questionário aplicado a quatro cafeterias da região. Os custos foram separados em CAPEX e OPEX e avaliados por VPL, TIR e payback, no horizonte de 2025 a 2049, com TMA de 14% a.a., e acompanhados por análise de sensibilidade ao preço de venda. As três vias mostraram-se viáveis, com VPL de R$ 179,8 mil (seca), R$ 485,2 mil (semiúmida) e R$ 1,73 milhão (úmida) e TIR de 20,6%, 28,9% e 52,4%. As vias úmidas superam a seca a partir de cerca de R$ 63/kg de café torrado, mas consomem mais água e geram efluente de alta carga orgânica.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

Recomenda-se iniciar pela via seca e migrar gradualmente para as vias úmidas nas primeiras safras, condicionando a migração à confirmação da demanda e ao manejo do efluente.

Palavras-chave:
Café especial. Sistema agroflorestal. Pós-colheita. Viabilidade econômica. Sustentabilidade.

Abstract:
The choice of coffee post-harvest processing route affects costs, sale value, water use and effluent generation, which calls for an integrated decision on farms that grow coffee in agroforestry systems (AFS). This study compares the economic feasibility of the dry, semi-washed and washed routes on an agroforestry coffee farm in Campinas, São Paulo, Brazil, considering beverage quality and the socio-environmental effects of each route. It is a quantitative case-modelling study, with assumptions and a spreadsheet fed by a semi-structured interview with the farm staff, the farm's feasibility spreadsheet and a questionnaire answered by four local coffee shops. Costs were split into CAPEX and OPEX and assessed through NPV, IRR and payback over the 2025–2049 horizon, with a minimum attractive rate of return of 14% per year, accompanied by a sensitivity analysis of the selling price. All three routes proved feasible, with NPVs of R$ 179.8 thousand (dry), R$ 485.2 thousand (semi-washed) and R$ 1.73 million (washed) and IRRs of 20.6%, 28.9% and 52.4%. The wet routes outperform the dry route above about R$ 63/kg of roasted coffee, but they use more water and generate effluent with a high organic load. The farm is advised to start with the dry route and migrate gradually to the wet routes in the first harvests, provided that demand is confirmed and the effluent is properly managed.

Keywords:
Specialty coffee. Agroforestry system. Post-harvest. Economic feasibility. Sustainability.

1. Introducción

El café se encuentra entre las bebidas más consumidas del mundo y es uno de los productos agrícolas básicos de mayor relevancia en el comercio internacional (FAO, 2025). Brasil es el mayor productor y exportador mundial y el segundo mayor consumidor de la bebida (Brasil, 2022). Esta posición exige conciliar el desempeño económico de la caficultura con la conservación de los recursos naturales ante la presión que ejerce la expansión agropecuaria sobre los ecosistemas nativos (Brasil, 2025).

Los sistemas agroforestales (SAF) integran el cafeto con especies arbóreas y otros cultivos, diversifican el entorno productivo y contribuyen a la conservación de la biodiversidad y a servicios ecosistémicos como el ciclo de nutrientes. Los estudios sobre café agroforestal señalan efectos predominantemente positivos de la diversificación sobre la sostenibilidad, aunque dependen del establecimiento y el manejo, con posibles compensaciones entre productividad y conservación (Nesper et al., 2019; Teixeira et al., 2022).

Paralelamente, el mercado de cafés de especialidad valora atributos sensoriales influidos por el procesamiento poscosecha. En la vía seca, la cereza se seca entera con la pulpa y el

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

mucílago. En la vía húmeda, se retiran la pulpa y el mucílago antes del secado, con fermentación. En la vía semihúmeda (café natural despulpado), se elimina la pulpa y se conserva el mucílago (Gonzalez, 2004; Oliveira et al., 2013). Estas vías difieren en la formación de los atributos físicos, químicos y sensoriales de la bebida (Hameed et al., 2018) y en los requisitos de infraestructura, consumo de agua y generación de efluentes. Ello modifica las inversiones, los costos operativos y, por tanto, la viabilidad de cada alternativa (Vegro; Fronzaglia; Veiga Filho, 2009; Rattan et al., 2015).

En una finca de café agroforestal, la elección de la vía también tiene implicaciones económicas y ambientales. Las vías húmedas tienden a agregar más valor al producto, pero consumen más agua y generan efluentes con alta carga orgánica. Si no se tratan adecuadamente, estos pueden comprometer los objetivos ambientales que justifican el SAF. La literatura revisada suele tratar por separado la viabilidad económica del café agroforestal (Mangabeira et al., 2009; Siqueira et al., 2020) y los efectos de cada método sobre la calidad y el ambiente (Rattan et al., 2015; Hameed et al., 2018). De ahí la pregunta de investigación: ¿qué vía poscosecha del café producido en un sistema agroforestal es la más adecuada para lograr viabilidad económica y garantizar la calidad y la sostenibilidad socioambiental del proceso?

El objetivo es comparar, mediante VAN, TIR y plazo de recuperación, la viabilidad económica de las vías seca, semihúmeda y húmeda en una finca de café agroforestal de la región de Campinas, São Paulo, Brasil, y contrastar el resultado económico con la calidad de la bebida y con los beneficios y riesgos socioambientales de cada vía. La respuesta permite orientar al productor sobre cuándo invertir en las vías de mayor valor agregado, dado que inicialmente la producción se concentrará en la vía seca, y sobre las condiciones de mercado y manejo ambiental que respaldan esa decisión. Además de esta introducción, el artículo presenta el marco teórico (sección 2), el método (sección 3), los resultados y la discusión (sección 4) y las conclusiones (sección 5).

2. Marco teórico

Esta sección presenta los conceptos y fundamentos científicos necesarios para comprender la producción sostenible de café y los factores que influyen en su calidad y valorización comercial. Se exponen dos temas: la agroecología y los sistemas agroforestales como alternativas de producción sostenible, y las prácticas de poscosecha, procesamiento y evaluación de la calidad del café. Así, el texto muestra las características del sistema productivo

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

y las prácticas posteriores a la cosecha, y establece una base teórica para analizar sus posibles relaciones con la calidad final y la viabilidad económica del producto.

2.1 Sistemas agroforestales y producción sostenible de café

La agroecología aporta principios ecológicos para estudiar, diseñar y manejar agroecosistemas productivos que conservan los recursos naturales y son culturalmente apropiados, socialmente justos y económicamente viables (Altieri, 1998). Los SAF ponen estos principios en práctica al reunir en una misma área especies forestales y cultivos agrícolas, a veces con cría de animales (Reis, 2018). Buscan imitar la estructura en estratos de un bosque natural, lo que optimiza el aprovechamiento de la luz y favorece el ciclo de nutrientes (Silva et al., 2019; Santos et al., 2024).

En el café agroforestal, una cobertura arbórea bien manejada reduce la exposición a las heladas, al exceso de radiación, a las altas temperaturas y a los vientos fuertes. También mejora la fertilidad del suelo y reduce la lixiviación de nutrientes (Vaast et al., 2006). La sombra aumenta la uniformidad de la maduración y el tamaño de los granos (Lunz et al., 2007). En la Fazenda Ouro Verde, en Unaí, Minas Gerais, Teixeira (2024) informa mayor productividad y longevidad de los cafetales, menor alternancia bienal y la posibilidad de obtener un segundo producto comercial en la misma área. La experiencia también muestra los desafíos del sistema: gran demanda de manejo, necesidad de asistencia técnica especializada y largo período de maduración.

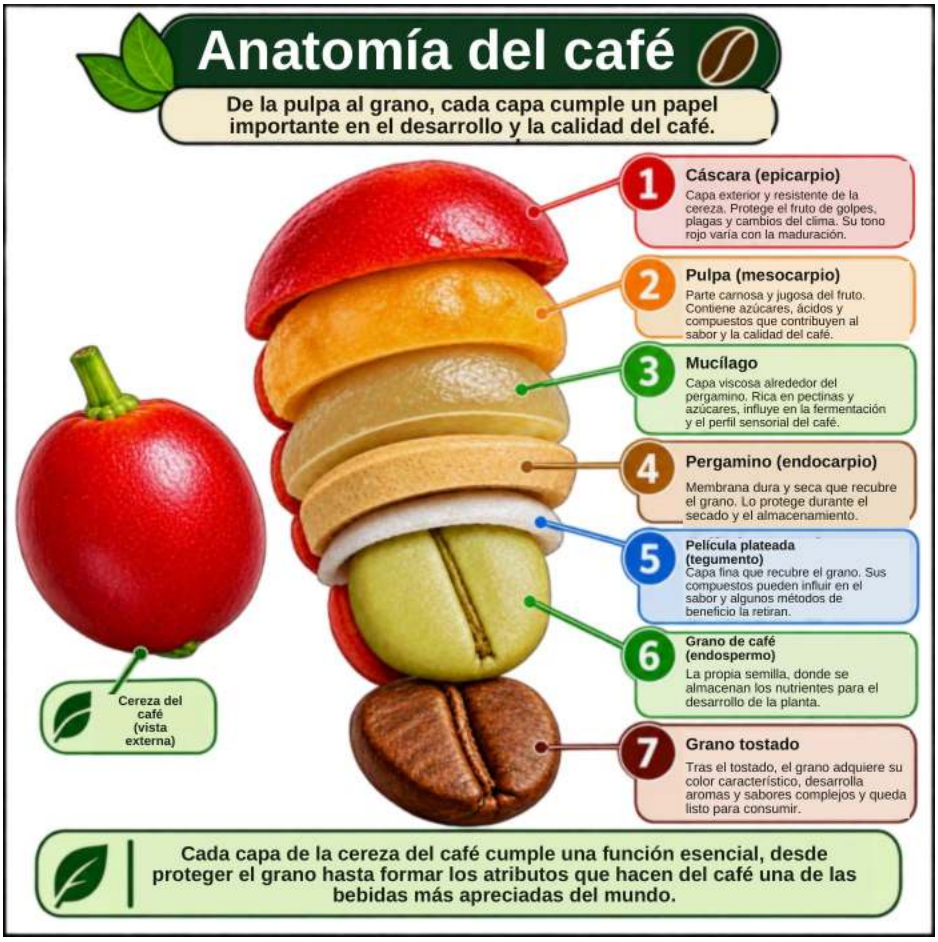
2.2 Poscosecha, calidad e impactos de las vías de procesamiento

En la literatura brasileña, el término beneficiamento designa tanto la preparación poscosecha por vía seca, húmeda o semihúmeda como la operación que transforma el fruto seco en café verde mediante la retirada de las cáscaras y la separación de los granos (EMBRAPA, 2004). Este estudio usa el término en el primer sentido. La poscosecha es una de las etapas más determinantes de la calidad, pues distintos factores pueden dañar los granos y alterar su composición química (Bassetto; Espirito Santo, 2016). La Figura 1 muestra las capas del fruto que retira o conserva cada vía.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

Figura 1 – Anatomía detallada del grano de café



Fuente: Elaborada por los autores con apoyo de ChatGPT (OpenAI), a partir de Gonzalez (2004) y EMBRAPA (2004).

En la vía seca, el café natural se seca con la pulpa y el mucílago, que aportan dulzor y dan lugar a un cuerpo y un aroma pronunciados, característicos de los cafés brasileños. En la vía húmeda, la pulpa y el mucílago se retiran antes del secado, con fermentación, lo que da una bebida más suave, de cuerpo y aroma menos pronunciados. En el café natural despulpado (vía semihúmeda), se retira la pulpa y se conserva el mucílago, con un dulzor similar al del café natural (Gonzalez, 2004). En las vías que emplean agua, el lavado elimina los frutos flotantes y las impurezas, lo que mejora la bebida pero aumenta el consumo de agua (Vegro; Fronzaglia; Veiga Filho, 2009).

El secado es la etapa que más influye en la calidad y el costo, y la humedad final debe situarse entre el 11 % y el 13 % (EMBRAPA, 2004). El patio de secado es más económico y común entre pequeños productores, pero requiere más tiempo y superficie y está expuesto al aumento de humedad por la lluvia. Los secadores mecánicos reducen la dependencia del clima y el tiempo de secado, y aumentan la uniformidad de los lotes (Vasconcelos, 2025).

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

Las vías también tienen implicaciones socioambientales. Las vías húmeda y semihúmeda consumen más agua y generan aguas residuales ricas en materia orgánica (Soares et al., 2015): entre 3 y 5 litros por litro de fruto durante el despulpado y el desmucilaginado (Matos; Lo Mônaco, 2003, citado en Rigueira et al., 2010). Este efluente no puede verterse en cuerpos de agua sin tratamiento (Brasil, 2011). La vía seca prescinde de estas etapas, pero depende más del clima y de la infraestructura de secado y aumenta la necesidad de mano de obra (Vasconcelos, 2025).

El protocolo de la Specialty Coffee Association (SCA), o Asociación de Cafés de Especialidad, es la referencia del mercado. Se consideran de especialidad los cafés con 80 puntos o más en una escala de 100, siempre que no presenten defectos primarios y tengan como máximo cinco defectos secundarios en una muestra de 350 g. La cata evalúa atributos como fragancia y aroma, sabor, retrogusto, acidez, cuerpo, equilibrio, dulzor, taza limpia y uniformidad (Roasters App, 2026). En el café agroforestal, la sombra puede aumentar el potencial sensorial (Mancuso; Soratto; Perdoná, 2013), pero esa mejora solo se traduce en valor si el procesamiento la conserva y el productor accede a mercados que la remuneren.

2.3 Evaluación económica de inversiones rurales

La literatura de finanzas corporativas agrupa los gastos de un emprendimiento en CAPEX (gastos de capital), inversiones en bienes de capital que generan capacidad productiva durante varios períodos, y OPEX (gastos operativos), desembolsos corrientes necesarios para mantener esa capacidad en funcionamiento (Assaf Neto, 2020). En la contabilidad de costos, esta distinción corresponde a la separación entre inversiones y costos del período (Martins, 2018).

La viabilidad se evalúa mediante el valor actual neto (VAN), suma de los flujos de caja descontados a una tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR), menos la inversión inicial; la tasa interna de retorno (TIR), que iguala el VAN a cero y se compara con la TMAR; y el plazo de recuperación, tiempo hasta que los flujos acumulados recuperan la inversión, en su versión simple o descontada (Casarotto Filho; Kopittke, 2000; Assaf Neto, 2020). Estos indicadores se complementan: el VAN informa del valor creado, la TIR de la rentabilidad porcentual y el plazo descontado del tiempo de exposición al riesgo (Assaf Neto, 2020).

Dado que las proyecciones están sujetas a incertidumbre, el análisis de sensibilidad recalcula los indicadores variando los parámetros más inciertos, normalmente el precio, el

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

volumen y los costos, para determinar el margen de seguridad del proyecto (Casarotto Filho; Kopittke, 2000). En la caficultura, la incertidumbre se acentúa por la variabilidad climática, que redujo la productividad de los SAF en Espírito Santo durante la sequía de 2015 a 2017 (Siqueira et al., 2020), y por la volatilidad del precio del café (Mendoza et al., 2025).

3. Método

Esta investigación aplicada, de enfoque cuantitativo y carácter descriptivo y explicativo, aborda el problema detallando los procesos e identificando los factores que los explican (Gil, 2019). Se lleva a cabo mediante la modelización de un caso: la Fazenda do Lapa, finca de café agroforestal en fase de establecimiento en el distrito de Joaquim Egídio, Campinas, São Paulo. La finca prevé producir café, aguacate, nuez pecana y caoba en la misma área. El modelo detalla los costos y procesos de las tres vías poscosecha y los utiliza para calcular indicadores de viabilidad. La calidad del café se toma como supuesto.

3.1 Recolección de datos

Los datos de la propiedad se recopilaron mediante una entrevista semiestructurada al personal de la finca (Apéndice B). La entrevista permitió identificar los equipos existentes, la infraestructura y las vías de procesamiento viables, así como los insumos, la mano de obra, el consumo de energía, el mantenimiento, la capacidad de procesamiento y el estándar de calidad buscado. La finca también proporcionó la hoja de cálculo de viabilidad de su escenario realista (Fazenda do Lapa, 2026).

El mercado comprador se estudió mediante un cuestionario (Apéndice A) aplicado a cuatro cafeterías del distrito de Sousas, vecino a la finca, tres de especialidad y una tradicional. Respondieron propietarios o empleados. El cuestionario abordó el volumen de compra, el estándar de calidad, la vía de procesamiento preferida y la disposición a pagar por café agroforestal. Se elaboró con apoyo de Gemini (Google) a partir de Mendes et al. (2020) y Moori, Bido y Oliveira (2011), fue revisado por el autor y no se validó estadísticamente. Con solo cuatro respuestas, el estudio no representa el mercado regional. Los resultados sirven de referencia de precios para el modelo.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

3.2 Modelo y supuestos

La modelización se hizo en una hoja de cálculo a partir de la hoja de la finca. Los costos de cada vía se desglosaron por partida y se separaron en CAPEX (maquinaria, equipos, infraestructura y adecuaciones) y OPEX (mano de obra, energía, mantenimiento y otros costos recurrentes). Los supuestos fueron:

a) horizonte de 2025 a 2049, con 2025 como año cero, valores en reales brasileños constantes y valor residual nulo;
b) TMAR del 14 % anual, con la tasa Selic como referencia;
c) costos compartidos entre los cuatro cultivos distribuidos en partes iguales, con un cuarto asignado al café;
d) en la vía seca, se vende el 50 % del café en sacos de 60 kg (R$ 1.800 por saco) y el 50 % tostado en envases de 1 kg (R$ 70/kg). En las vías semihúmeda y húmeda se tuesta y envasa todo el café, a R$ 80/kg y R$ 150/kg, respectivamente, según los precios indicados por las cafeterías;
e) rendimiento del tostado de 0,85, con costos de tostado y envasado proporcionales al volumen envasado;
f) en las vías húmedas, 0,3 jornadas adicionales de mano de obra y 5,77 kWh por saco (Incaper, 2009), con una tarifa de R$ 0,72/kWh (K2 Power Energia, 2026) y alrededor de R$ 1.000 anuales para el mantenimiento de la despulpadora y el tanque;
g) reutilización del efluente para riego, con el único costo de la licencia ambiental al establecer la operación.

Los beneficios y riesgos socioambientales no se midieron en la propiedad. Se evaluaron cualitativamente a partir de la literatura en los aspectos que diferencian las vías: uso de agua, efluentes, subproductos, ingresos y trabajo.

3.3 Indicadores y análisis de sensibilidad

Se calcularon el VAN (Ecuación 1), la TIR (Ecuación 2) y los plazos de recuperación simple y descontado. Para un flujo anual constante, el plazo de recuperación simple se obtiene con la Ecuación 3.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

$$VAN = \sum_{t=0}^{n} \frac{FC_t}{(1+i)^t} \quad (1)$$

$$0 = \sum_{t=0}^{n} \frac{FC_t}{(1+TIR)^t} \quad (2)$$

$$Plazo\ de\ recuperación = \frac{I_0}{FC} \quad (3)$$

donde:

FC_t = flujo de caja en el período t;

t = período;

i = tasa de descuento (TMAR);

n = número total de períodos;

I_0 = inversión inicial;

FC = flujo de caja neto anual.

El proyecto es viable cuando el VAN es positivo y la TIR supera la TMAR. También se calculó el capital máximo expuesto, el mayor saldo acumulado negativo del flujo de caja, para medir el capital necesario hasta recuperar la inversión.

Para probar la robustez de los resultados se calcularon el precio mínimo por kilogramo de café envasado a partir del cual las vías húmedas superan a la seca, la proporción máxima de costos compartidos que mantiene el VAN no negativo y la sensibilidad del VAN de las vías húmedas al precio de venta. También se calculó el VAN incremental de pasar de la vía seca a las húmedas en diferentes años, considerando la vía seca hasta el año anterior y la inversión de la nueva vía en el año de transición.

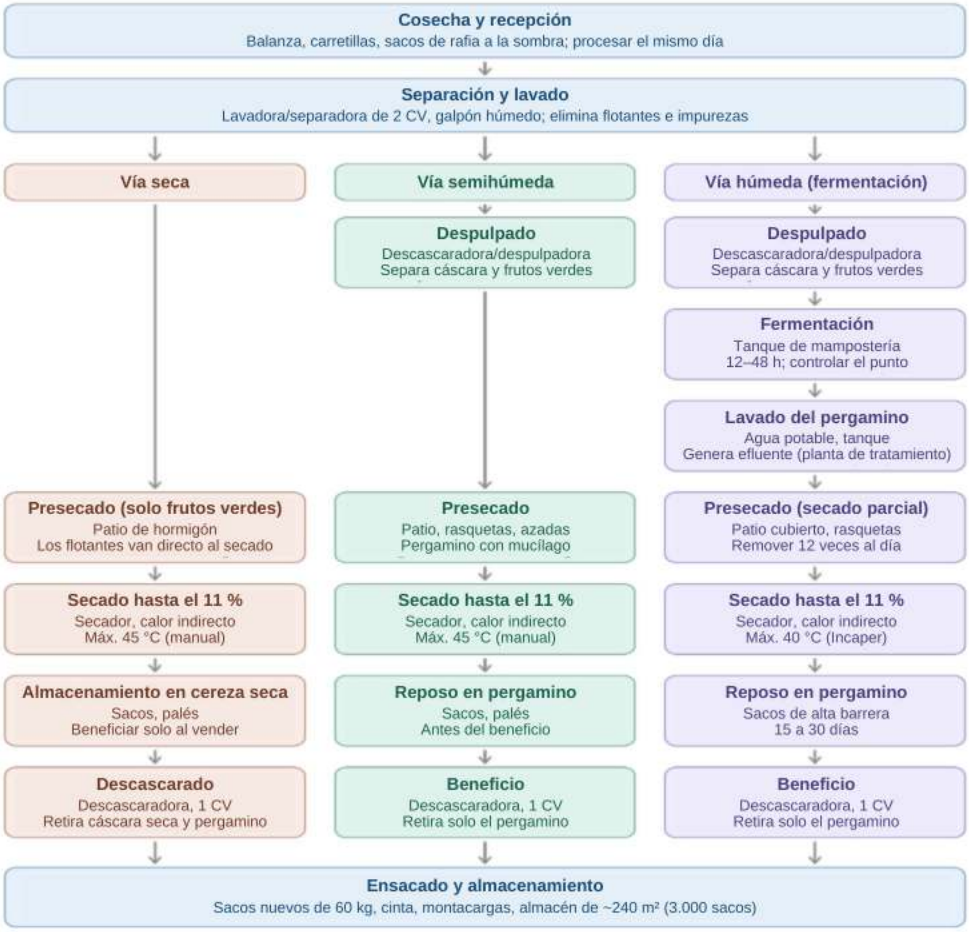
4. Resultados y discusión

La Figura 2 resume las etapas de cada vía y el equipo necesario. La cosecha, la recepción, la separación y el lavado son comunes a las tres vías. Las vías húmedas añaden el despulpado, y la vía húmeda incluye además la fermentación y el lavado del pergamino, que genera efluentes.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

Figura 2 – Proceso productivo del café en las tres vías poscosecha y equipo necesario



Fuente: Elaborada por el autor a partir de Eletrobras y Embrapa (2015) e Incaper (2009).

La Tabla 1 muestra las respuestas de las cafeterías. Los precios pagados van de R$ 20/kg en la cafetería tradicional a R$ 150/kg en la cafetería de especialidad que prefiere la vía húmeda. Solo una cafetería pagaría un sobreprecio por el origen agroforestal (del 11 % al 20 %) y dos aceptan cafés fermentados en lotes experimentales. Los precios de R$ 80/kg y R$ 150/kg utilizados en el modelo para las vías semihúmeda y húmeda proceden de las cafeterías C3 y C2, respectivamente.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

Tabla 1 – Respuestas de las cafeterías al cuestionario

Cafetería	Tipo	Compra (kg/mes)	Precio pagado (R$/kg)	Puntuación SCA mínima	Vía preferida por los clientes	Acepta cafés fermentados	Sobreprecio por café de SAF
C1	Tradicional	5	20	< 80	Seca	No	0%
C2	De especialidad	15	150	84 a 86	Húmeda	Lotes experimentales	0%
C3	De especialidad	5	80	84 a 86	Semihúmeda	Lotes experimentales	11% a 20%
C4	De especialidad	35	No informado	> 87	Indiferente	No	0%

Fuente: Elaborada por el autor con datos del estudio (2026).

La Tabla 2 presenta el CAPEX y el OPEX de cada vía. El CAPEX difiere poco: las vías húmedas requieren R$ 12.300 (semihúmeda) y R$ 13.100 (húmeda) más que la vía seca, o un 5,7 % y un 6,1 %. La despulpadora y la licencia explican el 93 % y el 88 % de esas diferencias. La Compacta Pinhalense, que limpia, descascara y clasifica el café, y la lavadora suman R$ 85.000, el 72 % del CAPEX directo, y son comunes a las tres vías.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

Tabla 2 – CAPEX y OPEX por partida en el escenario modelizado, 2025–2049 (R$)

Partida	Vía seca	Vía semihúmeda	Vía húmeda
CAPEX directo del café			
Plántulas de café Arara	13.690	13.690	13.690
Lechos elevados de secado (materiales y mano de obra)	11.000	11.000	11.000
Ampliación del patio de secado (+70 m²)	5.833	5.833	5.833
Compacta Pinhalense	55.000	55.000	55.000
Lavadora/tanque de separación	30.000	30.000	30.000
Medidor de humedad y balanza	2.500	2.500	2.500
CAPEX específico de las vías húmedas			
Despulpadora pequeña	0	6.000	6.000
Tanque de fermentación	0	0	800
Depósito de agua	0	800	800
Licencia ambiental y tasas	0	5.500	5.500
Tratamiento del efluente (reutilizado para riego)	0	0	0
CAPEX compartido (asignación de 1/4)			
Infraestructura (presa, riego, cerca, vivero)	36.731	36.731	36.731
Establecimiento (preparación del suelo, mano de obra, insumos)	24.297	24.297	24.297
Equipos (subsolador, pulverizador, abonadora, grada)	33.500	33.500	33.500
Plántulas y semillas compartidas	2.980	2.980	2.980
CAPEX total	215.532	227.832	228.632
OPEX directo del café			
Mano de obra de cosecha, secado, descascarado y ensacado	660.000	660.000	660.000
Mercadotecnia y logística	330.000	330.000	330.000
Tostado y envasado	746.000	1.492.000	1.492.000
Mano de obra adicional (0,3 jornadas por saco)	0	37.630	37.630
Energía de la despulpadora	0	7.222	7.222
Mantenimiento de la despulpadora y el tanque	0	22.000	22.000
OPEX compartido (asignación de 1/4)			
Mano de obra de mantenimiento del sistema	360.000	360.000	360.000
Materiales de mantenimiento	120.000	120.000	120.000
Mantenimiento de abril a diciembre de 2025	13.093	13.093	13.093
Insumos de mantenimiento	75.049	75.049	75.049
Energía fotovoltaica	47.053	47.053	47.053
OPEX total	2.351.195	3.164.047	3.164.047
Costo total (CAPEX + OPEX)	2.566.727	3.391.879	3.392.679
CAPEX en el costo total	8,4%	6,7%	6,7%

Fuente: Elaborada por el autor a partir de la hoja de viabilidad de la Fazenda do Lapa (2026).

La mayor diferencia está en el OPEX. Las vías húmedas cuestan R$ 812.852 más (+35 %), de los cuales R$ 746.000 (92 %) corresponden al tostado y el envasado. En esas vías se envasa todo el café, frente a la mitad en la vía seca. El OPEX representa entre el 92 % y el 93

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

% del costo total, por lo que el resultado depende más del costo por saco que de la inversión. La parte del café en los costos compartidos asciende a R$ 712.704 (R$ 97.509 de CAPEX y R$ 615.195 de OPEX), debido al reparto igualitario entre los cuatro cultivos.

La Tabla 3 presenta los indicadores de cada vía. Las tres tienen VAN positivo y TIR superior a la TMAR. El orden de rentabilidad es húmeda, semihúmeda y seca. La vía seca tiene el margen más estrecho: TIR de 6,6 puntos porcentuales por encima de la TMAR y plazo de recuperación descontado de casi 11 años. En comparación con la vía seca, las vías húmedas elevan los ingresos medios entre 2031 y 2049 en R$ 121 mil (semihúmeda) y R$ 429 mil (húmeda) al año, con un costo adicional anual de R$ 39 mil.

Tabla 3 – Indicadores económicos del café en el escenario modelizado (TMAR del 14 % anual)

Indicador	Vía seca	Vía semihúmeda	Vía húmeda
Ingresos por saco de 60 kg (R$)	2.685	4.080	7.650
Flujo operativo medio, 2031–2049 (R$/año)	125.963	207.254	515.683
Capital máximo expuesto (R$)	333.815 (2029)	333.119 (2028)	283.939 (2028)
VAN (R$)	179.835	485.222	1.727.148
TIR (% anual)	20,6	28,9	52,4
Plazo de recuperación simple	7,3 años (2033)	6,2 años (2032)	4,6 años (2030)
Plazo de recuperación descontado	10,8 años	7,6 años	5,1 años
VAN incremental sobre la vía seca (R$)	–	305.388	1.547.313
Precio mínimo para superar la vía seca (R$/kg)	–	62,79	62,83
Asignación máxima de costos compartidos con VAN ≥ 0	41%	68%	180%

Fuente: Elaborada por el autor a partir del modelo en hoja de cálculo.

Como los costos de las vías semihúmeda y húmeda son prácticamente iguales, salvo por el tanque de fermentación de R$ 800, la ventaja de R$ 1,24 millones en el VAN de la vía húmeda se debe exclusivamente a su precio de R$ 150/kg frente a R$ 80/kg. A igual precio, la diferencia sería de R$ 540. La asignación máxima pone de relieve otra debilidad de la vía seca: solo es viable si el café absorbe hasta el 41 % de los costos compartidos, frente al 68 % de la vía semihúmeda.

Como el resultado de las vías húmedas depende del precio declarado por solo dos cafeterías, se analizó la sensibilidad del VAN al precio por kilogramo de café envasado (Tabla 4 y Figura 3). Cada R$ 1/kg de aumento o descenso modifica el VAN de las vías húmedas en unos R$ 17,7 mil. Las vías húmedas superan a la seca a partir de R$ 62,8/kg y dejan de ser viables (VAN negativo) por debajo de unos R$ 52,7/kg.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

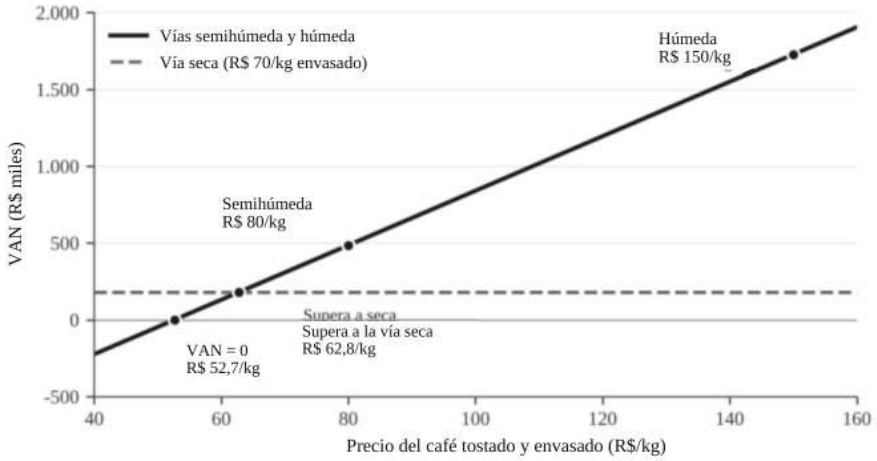
Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

Tabla 4 – Sensibilidad del VAN de las vías húmedas al precio del café tostado y envasado

Precio (R$/kg)	VAN de las vías húmedas (R$)	VAN incremental sobre la vía seca (R$)	Situación
50	−47.000	−226.800	VAN negativo
52,7	0	−179.800	Umbral de viabilidad
62,8	180.100	≈0	Iguala a la vía seca
70	307.800	128.000	Supera a la vía seca
80	485.222	305.388	Precio de la semihúmeda (C3)
100	840.100	660.300	Supera a la vía seca
120	1.194.900	1.015.100	Supera a la vía seca
150	1.727.148	1.547.313	Precio de la húmeda (C2)

Fuente: Elaborada por el autor a partir del modelo en hoja de cálculo. Los valores intermedios se interpolaron linealmente entre los VAN del modelo a R$ 80/kg y R$ 150/kg y se redondearon a la centena de reales. Se desestimó la diferencia de unos R$ 540 entre las vías semihúmeda y húmeda a igual precio.

Figura 3 – VAN de las vías húmedas en función del precio del café tostado y envasado



Fuente: Elaborada por el autor a partir del modelo en hoja de cálculo (TMAR del 14 % anual).

Aunque se venda al mismo precio que el café envasado de la vía seca (R$ 70/kg), las vías húmedas la superan en unos R$ 127 mil porque todo su café se vende tostado. El precio de R$ 150/kg puede caer hasta un 58 % antes de que la vía húmeda quede por detrás de la seca. Por tanto, el principal riesgo radica en la capacidad de vender todo el volumen tostado de las vías húmedas (unas 4,4 toneladas al año), algo que el modelo no puso a prueba, y no en el precio por kilogramo.

Dado que la inversión adicional de las vías húmedas es pequeña, se simuló el cambio desde la vía seca en distintos años (Tabla 5). En 2028 y 2029 la producción aún es baja (14 y 28 sacos), por lo que son los años de menor costo para probar las nuevas vías. Cambiar en 2030 en lugar de 2028 cuesta R$ 16 mil (semihúmeda) y R$ 109 mil (húmeda) de VAN. Con la producción plena, de 82 a 91 sacos, el costo de esperar aumenta y llega a R$ 397 mil en la vía húmeda si el cambio se produce en 2032.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

Tabla 5 – VAN incremental sobre la vía seca según el año de transición (R$)

Año de transición	Semihúmeda	Húmeda	Costo de esperar desde 2028: semihúmeda	Costo de esperar desde 2028: húmeda
2028	305.388	1.547.313	–	–
2029	302.918	1.511.175	2.470	36.138
2030	289.403	1.438.533	15.985	108.780
2031	270.453	1.318.073	34.935	229.240
2032	236.691	1.150.581	68.697	396.732
2034	176.309	857.507	129.079	689.806
2036	129.847	631.997	175.541	915.316

Fuente: Elaborada por el autor a partir de los flujos de caja del modelo, con la vía seca hasta el año anterior y la vía semihúmeda o húmeda a partir de entonces. La inversión de la vía se realiza en el año de transición.

Se sugiere adoptar primero la vía semihúmeda, que requiere la despulpadora (R$ 6.000), el depósito de agua y la licencia, y luego la húmeda, que añade el tanque de fermentación (R$ 800) y el control del tiempo y la temperatura de fermentación. La transición gradual permite probar la reutilización del efluente para riego y monitorear el caudal de los manantiales y la infiltración antes de ampliar el volumen procesado.

Un especialista evaluó una muestra del café Arara de la finca, de la cosecha de 2026 y procesada por vía seca. Obtuvo 86,25 puntos en la escala SCA, sin defectos y con la nota máxima (10,00) en uniformidad, taza limpia y dulzor (Arcanjo, 2026). Las demás calificaciones fueron: aroma 8,50, sabor 8,25, retrogusto 7,50, acidez 8,00, cuerpo 8,25, equilibrio 8,00 y nota global 7,75. Los descriptores registrados fueron miel pura, toque de rosas, cuerpo sedoso, acidez cítrica jugosa, final corto, astringencia muy leve y carácter ligeramente agrio.

La nota supera el mínimo de 80 puntos del café de especialidad y se sitúa en el intervalo de 85 a 89,99 puntos, clasificado como excelente (Gregorio, 2026). El resultado es coherente con el efecto de la sombra, que modera la temperatura y los vientos y favorece una bebida más suave (Mancuso; Soratto; Perdoná, 2013), y respalda el supuesto de venta como café de especialidad. Como se evaluó una sola muestra de la vía seca, el modelo no aporta pruebas de que las vías húmedas aumenten la puntuación. Su ventaja se apoya en el valor percibido por las cafeterías, el proceso y el origen agroforestal.

Los beneficios del SAF, como menor erosión, mayor infiltración, más carbono y materia orgánica en el suelo y mayor biodiversidad (Pavan et al., 2018; Kuyah et al., 2019; Muchane et al., 2020; Solis et al., 2020), provienen del sistema productivo y se aplican por igual a las tres vías. Por ello, no determinan la elección. El Cuadro 1 reúne los aspectos en los que las vías se diferencian.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

Cuadro 1 – Aspectos socioambientales que diferencian las vías poscosecha

Aspecto	Vía seca	Vía semihúmeda	Vía húmeda	Base
Agua de procesamiento	Solo en el lavado y la separación de frutos – bajo	Lavado y despulpado – medio	Lavado, despulpado y lavado del pergamino – alto	De 3 a 5 L de agua residual por litro de fruto (Matos; Lo Mônaco, 2003, citado en Rigueira et al., 2010)
Carga del efluente	Casi nula, sin despulpado – baja	Alta, con pulpa y mucílago – alta	Mayor con el agua de fermentación (inferencia) – muy alta	DQO de 6.000 a 7.000 mg/L, unas 80 veces el límite de 90 mg/L (Gonçalves et al., 2006)
Riesgo para los manantiales	Sin aplicación de efluente al suelo – bajo	Exige dosificar el efluente utilizado para riego – medio	Exige circuito cerrado, dilución y aplicación lejos de los manantiales – alto	El exceso de efluente puede perjudicar la infiltración (Bebé et al., 2006)
Subproductos	Cáscara seca utilizada como abono	Cáscara y pulpa para compostaje	Cáscara, pulpa y mucílago para compostaje	Prezotti et al. (2012); Oliveira (2022)
Trabajo local	Seguimiento durante el secado. Tostado y envasado de la mitad de la producción	Tostado y envasado de toda la producción y 0,3 jornadas adicionales por saco	Como la vía semihúmeda, con control adicional de la fermentación	Ribaski (2007); supuestos del modelo

Fuente: Elaborado por el autor a partir de las referencias citadas en el cuadro.

El cuadro muestra la disyuntiva central del caso: en agua y efluentes, el orden socioambiental es seca, semihúmeda y húmeda, inverso al orden económico. El riesgo no se cuantificó como costo porque el modelo supuso la reutilización del efluente para riego sin costo recurrente. Si se necesita tratamiento, el costo adicional reducirá la ventaja de las vías húmedas, que de todos modos es amplia (R$ 305 mil y R$ 1,55 millones de VAN incremental).

5. Conclusión

Este estudio comparó la viabilidad económica de las vías seca, semihúmeda y húmeda de poscosecha del café agroforestal en una finca de la región de Campinas, São Paulo. Con los supuestos adoptados, las tres vías son viables y la húmeda ofrece el mayor retorno (VAN de R$ 1,73 millones y TIR del 52,4 %), seguida de la semihúmeda (R$ 485 mil y 28,9 %) y la seca (R$ 180 mil y 20,6 %). En cuanto al uso de agua y la carga del efluente, el orden se invierte.

En respuesta a la pregunta de investigación, la vía húmeda es la más adecuada para el caso. Aunque la vía seca asegura la viabilidad con menor riesgo hídrico al inicio, su plazo de recuperación del capital es mucho mayor. Así, siempre que el efluente de la vía húmeda se maneje en circuito cerrado y se confirme la demanda, el retorno será mayor y se obtendrá en

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

menos tiempo. La calidad de la bebida (86,25 puntos) respalda la venta como café de especialidad, aunque solo se evaluó en la vía seca.

Los resultados describen escenarios condicionados a los supuestos y no constituyen previsiones. Las principales limitaciones son los precios constantes y el valor residual nulo, el reparto igual de costos compartidos, el costo nulo del efluente, los precios declarados por cuatro cafeterías sin pedidos en firme, la venta de todo el café tostado sin modelar la demanda, la ausencia de curva de aprendizaje en la transición y la evaluación sensorial de una sola muestra de la vía seca. Se sugiere que futuros estudios midan el caudal de los manantiales y la infiltración del suelo, conviertan el interés de las cafeterías en contratos, evalúen sensorialmente el café de las vías húmedas y amplíen el análisis de sensibilidad a la productividad, la TMAR y el volumen vendido.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial

El autor utilizó Gemini (Google) para apoyar la elaboración del cuestionario aplicado a las cafeterías, ChatGPT (OpenAI) para producir la ilustración de la Figura 1 a partir de las fuentes citadas y Claude (Anthropic) para apoyar la revisión del texto, la traducción del título y los resúmenes y la creación de las Figuras 2 y 3. El autor revisó todo el contenido y asume plena responsabilidad por el texto, los datos y las conclusiones.

Referencias

ALTIERI, M. A. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, 1998. 592 p. [Agroecología: bases científicas para una agricultura sostenible]

ARCANJO, C. Avaliação sensorial cafés safra 2026. Sindicato Rural de Amparo: Fazenda do Lapa, café Arara. Amparo, 2026. Ficha do Q Grader. Documento interno. [Evaluación sensorial de cafés de la cosecha de 2026]

ASSAF NETO, Alexandre. Finanças corporativas e valor. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2020. [Finanzas corporativas y valor]

BASSETTO, Priscilla; ESPIRITO SANTO, Regiane Silva do. Processo produtivo do café torrado e moído. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL, 10., 2016, Campo Mourão. Anais [...]. Campo Mourão: UNESPAR, 2016. [Proceso de producción del café tostado y molido]

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

BEBÉ, F. V. et al. Avaliação da qualidade do lixiviado em Argissolo Amarelo Latossólico com aplicação de água de lavagem e despolpa do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35., 2006, João Pessoa. Anais [...]. João Pessoa: SBEA, 2006. [Evaluación de la calidad del lixiviado en un Argisol Amarillo Latosólico tratado con agua de lavado y despulpado de café]

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 89, 16 maio 2011. [Resolución n.º 430, de 13 de mayo de 2011, sobre condiciones y normas de vertido de efluentes, que complementa y modifica la Resolución n.º 357, de 17 de marzo de 2005] Disponible en: https://www.mprs.mp.br/media/areas/gapp/arquivos/atualizacao_intra/dou/res_conama_430.pdf. Consultado el: 12 out. 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Café no Brasil e Ementário do Café. Brasília, DF: MAPA, 2022. [El café en Brasil y repertorio temático del café] Disponible en: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira. Consultado el: 29 out. 2026.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade – EPANB 2025-2030. Brasília, DF: MMA, 2025. 153 p. [Estrategia y Plan de Acción Nacionales para la Biodiversidad, EPANB 2025–2030] Disponible en: https://www.gov.br/mma/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/biodiversidade-e-biomas/epanb-2025-2030.pdf. Consultado el: 29 out. 2026.

CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITTKE, Bruno Hartmut. Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2000. [Análisis de inversiones: matemática financiera, ingeniería económica, toma de decisiones y estrategia empresarial]

ELETROBRAS; EMBRAPA AGROINDÚSTRIA DE ALIMENTOS. Beneficiamento de grãos de café: projeto de referência. Rio de Janeiro: Eletrobras, 2015. (Série Centros Comunitários de Produção). [Beneficio de granos de café: proyecto de referencia]

EMBRAPA MEIO AMBIENTE. Manual de Segurança e Qualidade para a Cultura do Café. Série Qualidade e Segurança dos Alimentos. Brasília, 2004. [Manual de seguridad y calidad para el cultivo de café]

FAZENDA DO LAPA. Plano de Negócios 2026 e planilha Projeção Financeira, Cenário 2. Joaquim Egídio, 2026. Documento interno. [Plan de negocios 2026 y hoja de proyección financiera, escenario 2]

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Coffee: Markets and Trade. Rome: FAO, 2025. [Café: mercados y comercio] Disponible en: https://www.fao.org/markets-and-trade/commodities-overview/beverages/coffee/en. Consultado el: 29 out. 2026.

GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019. [Métodos y técnicas de investigación social]

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

GONÇALVES, M. et al. Determinação dos compostos orgânicos presentes na água residuária da despolpa úmida dos frutos do cafeeiro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 29., 2006, Águas de Lindóia. Resumos [...]. São Paulo: SBQ, 2006. [Determinación de los compuestos orgánicos presentes en el agua residual del despulpado húmedo de las cerezas de café] Disponible en: https://www.sbq.org.br/29ra/cdrom/resumos/T0150-1.pdf. Consultado el: 25 out. 2026.

GONZALEZ, E. A. S. Estudo da viabilidade de implantação de pequenas unidades de torrefação de café. 2004. Trabalho Final de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, 2004. [Estudio de viabilidad para la instalación de pequeñas unidades de tostado de café]

GREGORIO, Rafael. Café especial é só arábica? Pense outra vez, responde o robusta. The AgriBiz, 22 set. 2026. [¿El café de especialidad es solo arábica? Piénselo otra vez, responde el robusta] Disponible en: https://www.theagribiz.com/cafe/cafe-especial-e-so-arabica-pense-outra-vez-responde-o-robusta/. Consultado el: 25 out. 2026.

HAMEED, Ahsan et al. Farm to Consumer: Factors Affecting the Organoleptic Characteristics of Coffee. II: Postharvest Processing Factors. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, v. 17, n. 5, p. 1184–1237, 2018. [De la finca al consumidor: factores que afectan las características organolépticas del café. II: factores del procesamiento poscosecha]

INCAPER. Unidade de processamento via úmida adaptada para a cafeicultura familiar. [S. l.]: Incaper, 2009. [Unidad de procesamiento por vía húmeda adaptada a la caficultura familiar] Disponible en: https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/123456789/2921/1/BRT-unidadedeprocessamentoviaumidaadaptadaparaacafeiculturafamiliar-alixandre.pdf. Consultado el: 25 out. 2026.

K2 POWER ENERGIA. Relatório de monitoramento: geração distribuída, CPFL. Vinhedo, 2026. Documento interno. [Informe de seguimiento: generación distribuida, CPFL]

KUYAH, S. et al. Agroforestry delivers a win-win solution for ecosystem services in sub-Saharan Africa. A meta-analysis. Agronomy for Sustainable Development, v. 39, n. 5, art. 47, 2019. DOI: 10.1007/s13593-019-0589-8. [La agroforestería beneficia a múltiples servicios ecosistémicos en África subsahariana. Un metaanálisis]

LUNZ, A. M. P. et al. Uniformidade de maturação de frutos e classificação de grãos por peneira de café arábica sombreado e a pleno sol. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. Anais [...]. Brasília, DF: Embrapa Café, 2007. [Uniformidad de maduración del fruto y clasificación por tamiz de granos de café arábica bajo sombra y a pleno sol] Disponible en: https://sbicafe.ufv.br/items/4fcd7db3-17e3-4e47-b06c-2711f7d54164. Consultado el: 21 set. 2026.

MANCUSO, M. A. C.; SORATTO, R. P.; PERDONÁ, M. J. Produção de café sombreado. Colloquium Agrariae, v. 9, n. 1, p. 31-44, 2013. [Producción de café bajo sombra] Disponible en: https://journal.unoeste.br/index.php/ca/article/download/592/979. Consultado el: 28 out. 2026.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

MANGABEIRA, J. A. de C. et al. Análise comparativa entre café produzido a pleno sol e no sistema agroflorestal em Machadinho d'Oeste - RO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 7., 2009, Luziânia. Anais [...]. Luziânia: SBSAF, 2009. 4 p. [Comparación del café producido a pleno sol y en sistema agroforestal en Machadinho d'Oeste, Rondônia] Disponible en: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/783345/1/04tema25.pdf. Consultado el: 28 out. 2026.

MARTINS, Eliseu. Contabilidade de custos. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2018. [Contabilidad de costos]

MENDES, Guilherme Falcão et al. Translation and validation of the Caffeine Expectancy Questionnaire in Brazil (CaffEQ-BR). Nutrients, Basel, v. 12, n. 8, art. 2248, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/nu12082248. [Traducción y validación del Cuestionario de Expectativas sobre la Cafeína en Brasil (CaffEQ-BR)] Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7468745/. Consultado el: 12 out. 2026.

MENDOZA, Gheisa Mariely García; SOUZA, Daniela Tatiane de; ROSA NETO, Calixto; RONQUIM, Carlos Cesar. Viabilidade econômica e dinâmica produtiva do café Robusta amazônico em Rondônia – RO. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 19., 2025. Anais [...]. [S. l.: s. n.], 2025. Trabalho nº 25503. [Viabilidad económica y dinámica productiva del café robusta amazónico en Rondônia]

MOORI, Roberto Giro; BIDO, Diógenes de Souza; OLIVEIRA, Luciel Henrique de. Variáveis relevantes do consumidor do café solúvel sob o enfoque da diferenciação. Organizações Rurais & Agroindustriais, Lavras, v. 13, n. 1, p. 124-138, 2011. [Variables relevantes del consumidor de café soluble desde la perspectiva de la diferenciación] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/230823692_Variaveis_relevantes_do_consumidor_do_cafe_soluvel_sob_o_enfoque_da_diferenciacao. Consultado el: 12 out. 2026.

MUCHANE, M. N. et al. Agroforestry boosts soil health in the humid and sub-humid tropics: a meta-analysis. Agriculture, Ecosystems & Environment, v. 295, art. 106899, 2020. DOI: 10.1016/j.agee.2020.106899. [La agroforestería mejora la salud del suelo en los trópicos húmedos y subhúmedos: un metaanálisis]

NESPER, Maike et al. Simplification of shade tree diversity reduces nutrient cycling resilience in coffee agroforestry. Journal of Applied Ecology, v. 56, n. 1, p. 119-131, 2019. DOI: 10.1111/1365-2664.13176. [La simplificación de la diversidad de árboles de sombra reduce la resiliencia del ciclo de nutrientes en la agroforestería cafetera]

OLIVEIRA, Carina. Palha de café como adubo: guia completo para economizar e nutrir sua lavoura. Aegro, [S. l.], 23 fev. 2022. [Cáscara de café como abono: guía completa para ahorrar y nutrir el cultivo] Disponible en: https://aegro.com.br/blog/palha-de-cafe/. Consultado el: 28 out. 2026.

OLIVEIRA, Pedro Damasceno et al. Aspectos fisiológicos de grãos de café, processados e secados de diferentes métodos, associados à qualidade sensorial. Coffee Science, Lavras, v. 8, n. 2, p. 211-220, 2013. [Aspectos fisiológicos de granos de café procesados y secados por distintos métodos y su relación con la calidad sensorial]

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

PAVAN, B. S.; MELLONI, R.; ALVARENGA, M. I. N.; FERREIRA, G. M. R. Sistema agroflorestal cafeeiro-abacateiro e seus efeitos na qualidade do solo. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 11, n. 5, p. 1917-1925, 2018. [Sistema agroforestal de cafeto y aguacate y sus efectos en la calidad del suelo] Disponible en: https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/download/236539/pdf/131530. Consultado el: 25 out. 2026.

PREZOTTI, L. C.; MORELI, A. P.; SOARES, S. F.; ROCHA, A. C. da. Teores de nutrientes nas águas residuárias do café e características químicas do solo após sua aplicação. Vitória: Incaper, 2012. 24 p. (Documentos, 208). [Contenido de nutrientes en las aguas residuales del café y características químicas del suelo tras su aplicación]

RATTAN, Supriya et al. A comprehensive review on utilization of wastewater from coffee processing. Environmental Science and Pollution Research, v. 22, n. 9, p. 6461–6472, 2015. [Revisión exhaustiva del aprovechamiento de aguas residuales del procesamiento de café]

REIS, L. M. dos. Agroecologia e sistemas agroflorestais: caracterização de experiência consolidada na Comunidade Santa Luzia, Tomé-Açu/PA. Cadernos de Agroecologia, v. 13, n. 1, jul. 2018. [Agroecología y sistemas agroforestales: caracterización de una experiencia consolidada en la comunidad Santa Luzia, Tomé-Açu, Pará]

RIBASKI, J. Sistemas agroflorestais: benefícios socioeconômicos e ambientais. In: SIMPÓSIO SOBRE REFLORESTAMENTO NA REGIÃO SUDOESTE DA BAHIA, 2., 2005, Vitória da Conquista. Memórias. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. p. 90-101. [Sistemas agroforestales: beneficios socioeconómicos y ambientales] Disponible en: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/314137/1/SistemasAgloflorestais.pdf. Consultado el: 25 out. 2026.

RIGUEIRA, R. J. de A.; LACERDA FILHO, A. F. de; MATOS, A. T. de; DONZELES, S. M. L.; PALACIN, J. J. F. Alteração nas características físicas, químicas e bioquímicas da água no processo de lavagem, despolpa e desmucilagem de frutos do cafeeiro. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v. 18, n. 2, p. 131-139, 2010. [Cambios en las características físicas, químicas y bioquímicas del agua durante el lavado, despulpado y desmucilaginado del café] Disponible en: https://periodicos.ufv.br/reveng/article/download/195/157/1039. Consultado el: 25 out. 2026.

ROASTERS APP. O que é o cupping de café? — Protocolo SCA, Q Graders e como funciona. [S. l.], 2026. [¿Qué es la cata de café? Protocolo SCA, Q Graders y cómo funciona] Disponible en: https://roasters.app/pt/about/cupping. Consultado el: 12 out. 2026.

SANTOS, C. A. P. dos; REIS, V. B. R.; ANDRADE, H. M. L. da S.; ANDRADE, L. P. de. Sistemas agroflorestais como ferramenta de sustentabilidade para agricultores em transição agroecológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 12., 2024. Anais [...]. Cadernos de Agroecologia, v. 19, n. 1, 2024. [Sistemas agroforestales como herramienta de sostenibilidad para agricultores en transición agroecológica]

SILVA, É. B. R. da et al. Sistemas agroflorestais como alternativa agroecológica: revisão. PUBVET, v. 13, n. 2, a265, p. 1-6, fev. 2019. DOI: 10.31533/pubvet.v13n01a265.1-6. [Sistemas agroforestales como alternativa agroecológica: revisión]

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

SIQUEIRA, Haloysio Mechelli de; SENNA, Davi Salgado de; ARAÚJO, João Batista da Silva; SILVA, Matheus Wandermurem da; TURBAY, Erica Rodrigues Munaro Gabrig. Análise econômica de consórcios do cafeeiro conilon com espécies perenes e florestais no sul do Espírito Santo. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 15, n. 5, p. 222-235, 2020. DOI: 10.33240/rba.v15i5.23125. [Análisis económico de asociaciones de café conilon con especies perennes y forestales en el sur de Espírito Santo]

SOARES, Sammy Fernandes; MORELI, Aldemar Polonini; DONZELES, Sérgio Maurício Lopes; SILVA, Juarez de Sousa e; VITOR, Douglas Gonzaga. Produção de café cereja descascado com gasto mínimo de água. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 36, n. 285, p. 50-58, 2015. [Producción de café natural despulpado con un consumo mínimo de agua]

SOLIS, R. et al. Carbon stocks and the use of shade trees in different coffee growing systems in the Peruvian Amazon. The Journal of Agricultural Science, v. 158, n. 6, p. 450-460, 2020. DOI: 10.1017/S002185962000074X. [Reservas de carbono y uso de árboles de sombra en distintos sistemas de cultivo de café de la Amazonía peruana]

TEIXEIRA, Aline Kröner Bresciani. Sistema Agroflorestal com Cafeicultura na Fazenda Ouro Verde, Unaí - MG. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2024. [Sistema agroforestal con cultivo de café en la Fazenda Ouro Verde, Unaí, Minas Gerais]

TEIXEIRA, Heitor Mancini et al. How to quantify the impacts of diversification on sustainability? A review of indicators in coffee systems. Agronomy for Sustainable Development, v. 42, art. 62, 2022. [¿Cómo cuantificar los efectos de la diversificación en la sostenibilidad? Revisión de indicadores en sistemas cafeteros]

VAAST, P.; BERTRAND, B.; PERRIOT, J.-J.; GUYOT, B.; GÉNARD, M. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (Coffea arabica L.) under optimal conditions. Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 86, n. 2, p. 197-204, 2006. [El raleo de frutos y la sombra mejoran las características del grano y la calidad de la bebida del café (Coffea arabica L.) en condiciones óptimas]

VASCONCELOS, Cristiano Silva. Estimativa da economia com a implantação de um sistema fotovoltaico em uma unidade consumidora de secagem e beneficiamento de café. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2025. [Estimación del ahorro por instalar un sistema fotovoltaico en una unidad de secado y beneficio de café]

VEGRO, Celso Luis Rodrigues; FRONZAGLIA, Thomaz; VEIGA FILHO, Alceu Arruda. Impactos econômicos da tecnologia do café cereja descascado. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 26, n. 1/3, p. 93-113, jan./dez. 2009. [Impactos económicos de la tecnología del café natural despulpado]

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

Apéndice A – Cuestionario sobre el mercado comprador y la disposición a pagar por café agroforestal

Estudio de mercado: viabilidad comercial y preferencias de los compradores de café de especialidad en la región de Campinas, São Paulo
Estimado/a participante:
Este cuestionario forma parte de la investigación del trabajo de fin de grado de Ingeniería de Producción. Su objetivo es identificar los requisitos de calidad, el volumen de compra, las preferencias de procesamiento y la disposición a pagar por café de especialidad producido en un sistema agroforestal (SAF) en la región de Campinas, São Paulo. Garantizamos la total confidencialidad de la información facilitada, que se analizará exclusivamente de forma agregada.

1. Identificación y caracterización de la empresa

1.1 Razón social / nombre comercial (opcional): _____
1.2 Tiempo de actividad en el mercado de cafés de especialidad: _____ años
1.3 ¿Cuál es su cargo en la empresa? _____

2. Volumen de compras y demanda

2.1 ¿Cuál es el volumen medio mensual de café adquirido por su empresa? En grano tostado: _____ kg/mes
2.2 ¿Cuál es el precio medio que paga actualmente su empresa por kilogramo de café de especialidad (verde o tostado)? R$ _____
2.3 ¿Con qué frecuencia suele comprar para reponer sus existencias?
( ) Semanal
( ) Quincenal
( ) Mensual
( ) Trimestral / por cosecha

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

3. Estándar de calidad exigido

3.1 ¿Cuál es la puntuación mínima en la escala SCA (Specialty Coffee Association) exigida para los cafés que compra su empresa?

( ) Menos de 80 puntos (comercial / superior)

( ) De 80 a 83 puntos (especialidad estándar)

( ) De 84 a 86 puntos (especialidad de alta calidad)

( ) Más de 87 puntos (especialidad de nivel superior / microlote)

3.2 Asigne un grado de importancia (1 = poco importante a 5 = extremadamente importante) a los siguientes atributos de calidad en la decisión de compra:

Trazabilidad de la finca y el origen: [ ]

Puntuación sensorial (SCA): [ ]

Uniformidad del tamaño de tamiz y ausencia de defectos: [ ]

Certificación orgánica / agroforestal: [ ]

Sostenibilidad y atractivo socioambiental de la producción: [ ]

4. Preferencia por tipo de procesamiento poscosecha

4.1 ¿Qué método de procesamiento tiene mayor aceptación y demanda entre sus clientes?

( ) Vía seca (café natural, secado con cáscara y pulpa)

( ) Vía semihúmeda (descascado / despulpado / natural despulpado)

( ) Vía húmeda con fermentación inducida

( ) Indiferente, siempre que alcance la puntuación sensorial deseada

4.2 ¿Estaría dispuesta su empresa a comprar cafés procesados por métodos alternativos o fermentados si presentan un perfil sensorial diferenciado?

( ) Sí, con alta preferencia

( ) Sí, en lotes experimentales

( ) No

5. Disposición a pagar

5.1 Dado que el café producido en un sistema agroforestal (SAF) combina una alta calidad sensorial con la conservación de la biodiversidad y la neutralización del carbono, ¿qué

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

sobreprecio máximo respecto de su precio habitual estaría dispuesta a pagar su empresa por este producto?

( ) 0 % (solo pagaría el precio de mercado del café de especialidad convencional)

( ) Entre un 5 % y un 10 % por encima del precio de mercado

( ) Entre un 11 % y un 20 % por encima del precio de mercado

( ) Más de un 20 % por encima del precio de mercado

¡Gracias por su colaboración!

Apéndice B – Guion de la entrevista semiestructurada en la Fazenda do Lapa

Guion aplicado al personal de la finca para recopilar los datos de entrada del modelo de viabilidad (sección 3.2).

Persona entrevistada / cargo: _____ Fecha: ___/___/2026

Bloque 1 – Producción y comercialización

1.1 ¿Qué producción de café (sacos por año) se estima para cada cosecha, desde el inicio de la operación hasta la producción plena?

1.2 ¿Cómo prevé vender el café la finca (en sacos de 60 kg o tostado y envasado) y en qué proporciones?

1.3 ¿Qué cultivos comparten el área y la infraestructura con el café y cómo se reparten los costos comunes?

Bloque 2 – Procesos y equipos

2.1 ¿Qué etapas poscosecha son viables en la finca para las vías seca, semihúmeda y húmeda?

2.2 ¿Qué máquinas, equipos e instalaciones existen o están previstos (patios de secado, lavadora, descascaradora/despulpadora, tanque de fermentación, depósito, medidor de humedad y balanza) y cuánto cuesta cada uno?

2.3 ¿Cuál es la capacidad de procesamiento y el consumo de energía de los equipos? ¿Cuál es la fuente de energía y qué tarifa se paga?

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 31/10/2026 | aceito: 07/11/2026 | publicação: 12/11/2026

Bloque 3 – Agua y efluentes

3.1 ¿Cuánta agua está disponible para el procesamiento del café?
3.2 ¿Qué destino se daría a las aguas residuales de las vías húmedas y qué requisitos de licencia ambiental son aplicables?
3.3 ¿Cómo se debe compatibilizar el procesamiento con la protección y recuperación de los manantiales de la finca?

Bloque 4 – Mano de obra, insumos y mantenimiento

4.1 ¿Cuántas jornadas de trabajo se necesitan por saco para la cosecha, el secado, el descascarado y el ensacado, y cuánto añadirían el despulpado y la fermentación?
4.2 ¿Qué insumos y costos anuales de mantenimiento se prevén para los equipos y el sistema agroforestal?

Bloque 5 – Calidad

5.1 ¿Qué estándar de calidad busca la finca para su café (puntuación SCA)?
5.2 ¿Se ha sometido alguna muestra del café de la finca a una evaluación sensorial? ¿Qué nota obtuvo y qué vía de procesamiento se utilizó?

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.