



DEL GRANO A LA EFICIENCIA

ANÁLISIS DE RIESGOS LABORALES Y ESTUDIO DE TIEMPOS

EN EL PROCESO PRODUCTIVO DEL CAFÉ

Daniel Felipe Gonzalez Caucha
daniel_gonzalez20232@unihorizonte.edu.co

Nelly Fernanda
nelly@unihorizonte.edu.co

Yeidy lizeth galindo
Lizeth_galindo20232@unihorizonte.edu.co

Sergio Osorio Hidalgo
sergio_osorio@unihorizonte.edu.co

Jenny Carolina Rueda Montes
jenny_ruedamontes@unihorizonte.edu.co



Introducción

La industrialización del café en Colombia inicia desde la siembra, **un proceso tradicional que ha sostenido la economía rural durante décadas**. Sin embargo, este proyecto se enfocará en las fases que siguen al descerezado, punto de inicio de las transformaciones críticas del grano. Desde allí se desarrollan las etapas de fermentación, lavado, secado, clasificación, empaque y transporte, que no solo determinan la calidad final del producto, sino también el nivel de exposición de los trabajadores a riesgos laborales.

El enfoque desde el descerezado se debe a que esta etapa marca el comienzo de las operaciones que requieren mayor esfuerzo físico y manipulación directa del producto. En

este punto se presentan peligros ergonómicos, físicos, químicos y mecánicos, **que si no son controlados pueden generar lesiones, enfermedades laborales y disminución de la productividad**. Además, el tiempo invertido en cada actividad influye directamente en la eficiencia del proceso productivo y en la rentabilidad de los pequeños caficultores.

El presente Proyecto Integrado de Aula busca evaluar los riesgos laborales y los tiempos de trabajo en el proceso productivo del café desde el descerezado hasta el empaque y transporte, **proponiendo estrategias que contribuyan a mejorar** la seguridad, eficiencia y bienestar de los trabajadores cafeteros en Colombia.



Descripción del problema

Colombia es el tercer productor mundial de café, después de Brasil y Vietnam, aportando aproximadamente el 10% de la producción mundial, según la Federación Nacional de Cafeteros (FNC, 2024). **El país cuenta con más de 540.000 familias dedicadas al cultivo del café**, y cerca del 95% de la producción proviene de fincas familiares de pequeña escala. Las regiones de Antioquia, Huila, Tolima, Caldas y Nariño concentran los mayores volúmenes de producción, siendo además zonas con una fuerte identidad cafetera.

A pesar de que algunas empresas tecnificadas han incorporado procesos automatizados para el descerezado, secado y clasificación del café, **la mayoría de las fincas cafeteras aún mantienen métodos manuales**. Esta práctica se debe a factores culturales, económicos y de acceso limitado a maquinaria moderna. En las fincas tradicionales estos procesos se hacen manualmente, preservando técnicas artesanales transmitidas por generaciones.

Esta diferencia en los métodos de producción genera contrastes en los tiempos de procesamiento. En una finca tradicional, la producción de un lote de café (aproximadamente 125 kg) puede tardar entre 2 y 3 días, mientras que en una empresa tecnificada el mismo volumen puede procesarse en menos de 12 horas. Esto demuestra una brecha de eficiencia que limita la competitividad de los pequeños productores.

Además, según el Ministerio de Trabajo (2023), las enfermedades laborales más frecuentes en los trabajadores cafeteros incluyen lumbalgias, tendinitis, dermatitis por contacto, quemaduras solares y lesiones musculares por sobreesfuerzo. **Estas afecciones se asocian con largas jornadas, posturas forzadas, falta de equipos de protección y escasa capacitación en Seguridad y Salud en el Trabajo (SST)**.

Optimizar el proceso productivo desde el descerezado hasta el transporte permitiría mejorar la productividad, reducir los riesgos laborales y aumentar la competitividad de los caficultores, **generando beneficios tanto económicos como sociales**. La aplicación de estudios de tiempos y la implementación de medidas de SST contribuirían a un trabajo más seguro, eficiente y sostenible.



Problema central

Optimizar las operaciones desde el despulpe hasta el empaque/ transporte para mejorar la productividad y la calidad del café, **minimizando riesgos laborales mediante acciones correctivas y preventivas basadas en evidencia** (estudio de tiempos + evaluación de riesgos).

El problema central que guía este proyecto es entonces:

¿Cómo optimizar el proceso productivo del café desde el descerezado hasta el empaque y transporte, garantizando la seguridad de los trabajadores y mejorando la eficiencia operativa mediante la identificación de riesgos y el análisis de tiempos de trabajo?

Objetivos



Objetivo general

El presente proyecto tiene como objetivo general **evaluar el proceso productivo del café desde la etapa de descerezado hasta el empaclado y transporte, con el propósito de identificar los riesgos laborales y analizar los tiempos de trabajo asociados a cada fase, permitiendo así proponer estrategias que contribuyan a mejorar la seguridad, la eficiencia y la productividad dentro del proceso productivo.** Para ello, se busca comprender de manera integral cómo se desarrollan las actividades en cada una de las etapas del procesamiento del café y de qué manera estas pueden optimizarse mediante prácticas más seguras y organizadas.

Objetivos específicos

En este sentido, el estudio se orienta a **identificar los riesgos laborales presentes** en las diferentes fases del proceso, tales como el descerezado, fermentado, lavado, secado, empaque y transporte del café; además, se propone **medir los tiempos y movimientos asociados a cada actividad**, con el fin de determinar los posibles puntos críticos de ineficiencia dentro de la cadena productiva. Asimismo, se pretende **relacionar los riesgos detectados con los tiempos de trabajo**, estableciendo cómo estos factores influyen tanto en la seguridad de los trabajadores como en la productividad del proceso, lo que permitirá **plantear acciones de mejora** que favorezcan condiciones laborales más seguras y un desempeño productivo más eficiente.



Metodología

El estudio adopta un enfoque mixto (cuali-cuantitativo) y descriptivo, aplicado a una finca cafetera representativa de pequeña o mediana producción. **Se busca describir detalladamente las condiciones laborales, los riesgos presentes y los tiempos empleados en cada etapa del proceso productivo del café.**

Las técnicas de recolección de datos incluyeron observación-inspección directa, entrevistas a los trabajadores y revisión documental. **Se elaboró un mapeo de procesos desde el descerezado hasta el transporte, identificando tareas, recursos, materiales y riesgos asociados.**

Descripción de los procesos productivos analizados



Descerezado

Es la primera fase de transformación del grano de café. Consiste en retirar la cáscara o pulpa de la cereza utilizando una máquina despulpadora o de forma manual.

Actividades principales: Alimentar la tolva, operar la despulpadora, limpiar residuos de pulpa.

Riesgos: Cortes o atrapamientos en engranajes, posturas forzadas, contacto con superficies húmedas y resbaladizas.

Fermentación

Proceso biológico mediante el cual se eliminan restos de mucilago del grano mediante la acción de microorganismos. Generalmente dura entre 12 y 24 horas.

Actividades principales:

Almacenamiento del café despulpado en tanques, control del tiempo y temperatura, lavado posterior.

Riesgos: Exposición a gases o vapores, contacto con microorganismos, contaminación biológica y caídas al manipular los tanques.





Lavado

Se realiza para retirar completamente el mucilago fermentado, utilizando grandes cantidades de agua limpia.

Actividades principales: Remover el mucilago, escurrir y trasladar el café húmedo.

Riesgos: Resbalones, caídas, contacto prolongado con agua, contaminación por bacterias en aguas estancadas.

Secado

Fase crítica donde se reduce el contenido de humedad del grano (de 50% a 11-12%). Puede hacerse al sol en marquesinas o con secadoras mecánicas.

Actividades principales: Extender, remover y vigilar el grano durante el secado.

Riesgos: Exposición solar prolongada, deshidratación, quemaduras, inhalación de polvo y fatiga térmica.





Trilla y clasificación

Etapas de limpieza y separación de granos según tamaño, peso y calidad. Implica el uso de trilladoras o cribas manuales.

Actividades principales: Alimentar la máquina, recoger el grano trillado y separar impurezas.

Riesgos: Golpes, atrapamientos, ruido, exposición a polvo, posturas inadecuadas.

Empaque

Consiste en empaquetar el café seco en costales o bolsas, sellarlo y almacenarlo.

Actividades principales: Pesado, sellado y traslado del producto empacado.

Riesgos: Sobreesfuerzo, caídas al levantar cargas, contacto con materiales ásperos o contaminados.



Transporte

Es la fase final del proceso productivo, en la cual el café empacado se traslada a centros de acopio o comercialización.

Actividades principales: Carga, descarga y distribución.

Riesgos: Golpes, caídas, accidentes por desplazamiento o manipulación de bultos pesados.





Cada fase del proceso fue analizada según la Guía Técnica Colombiana GTC 45, que orienta la identificación y valoración de peligros laborales. A continuación, se presenta una matriz de peligros y riesgos que resume los principales hallazgos:

Tabla 1. Matriz de peligros y riesgos

<i>Proceso</i>	<i>Peligro identificado</i>	<i>Tipo de riesgo</i>	<i>Nivel de riesgo</i>
Descerezado	Cortes, atrapamientos con maquinaria	Mecánico	Medio
Fermentación	Contacto con microorganismos	Biológico	Medio
Lavado	Resbalones, exposición al agua	Físico	Medio
Secado	Exposición solar prolongada, deshidratación	Físico	Alto
Empaque	Sobrecarga y posturas forzadas	Ergonómico	Alto
Transporte	Caídas, golpes, movimientos repetitivos	Mecánico/Ergonómico	Alto

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de tiempos, **se aplicó la técnica de cronometraje directo durante la observación de cada fase del proceso productivo del café**, desde el descerezado hasta el transporte final. Se registraron los tiempos promedio y las condiciones de trabajo de los operarios, permitiendo determinar los puntos críticos de mayor demora y los factores de riesgo asociados.

Tabla 2. Puntos críticos de mayor demora

<i>Etapa del proceso</i>	<i>Actividad principal</i>	<i>Tiempo promedio (min/lote)</i>	<i>Riesgos asociados</i>
Descerezado	Retiro de pulpa de la cereza de café	90 min	Cortes, atrapamientos, esfuerzo repetitivo
Fermentación	Reposo controlado para eliminación de mucilago	360 min (6 h)	Contacto con microorganismos, vapores
Lavado	Limpieza del grano con agua corriente	60 min	Caídas, contacto con agua, resbalones
Secado	Exposición al sol o secadora mecánica	480 min (8 h)	Exposición solar, deshidratación
Trilla y clasificación	Separación por tamaño y calidad	120 min (2 h)	Golpes, polvo, sobreesfuerzo
Empaque	Ensacado y sellado	45 min	Posturas forzadas, levantamiento de peso
Transporte	Traslado del café empacado	60 min	Caídas, cargas pesadas

Fuente: Elaboración propia

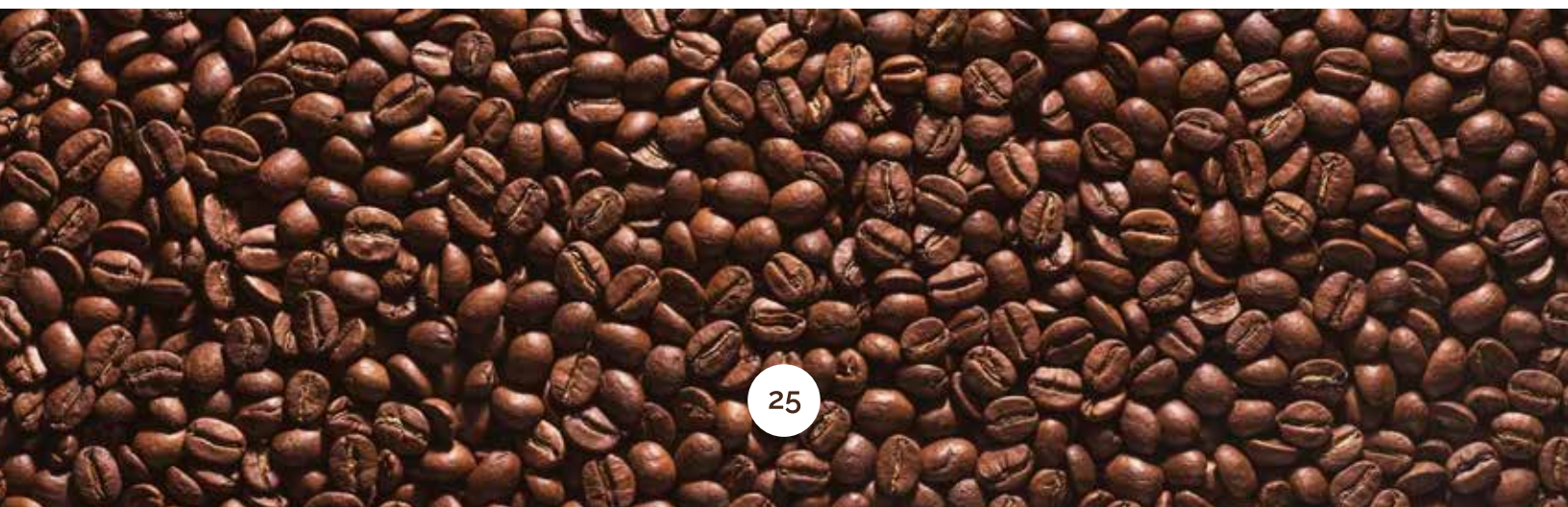


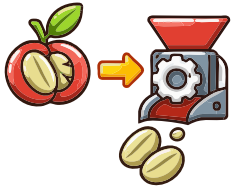
Diagrama de procesos

El siguiente diagrama representa la secuencia de actividades principales en el proceso productivo del café, a partir del descerezado hasta el transporte.

Se muestran las entradas, procesos, inspecciones y salidas.



Fuente informativa: Elaboración propia.
Íconos: Generados por IA chat GPT.



A. Descerezado
(1.5h)



B. Fermentación
(6h)



C. Lavado
(1h)



D. Secado
(8h)



E. Trilla y Clasificación
(2h)



F. Empaque
(0.75h)



G. Transporte
(1h)

Ruta crítica del proceso

Con base en los tiempos registrados, se construyó una ruta crítica (PERT) que **identifica las actividades que determinan la duración total del ciclo productivo.**

*Fuente informativa: Elaboración propia.
Íconos: Generados por IA chat GPT.*

Fases metodológicas

Revisión documental: Consulta de normas técnicas (Resolución 0312 de 2019, Resolución 2646 de 2008, normatividad de SST en el sector agrícola) y estudios previos relacionados con la caficultura.

Trabajo de campo: Observación directa en una finca cafetera y levantamiento de información mediante entrevistas a trabajadores y supervisores.

Mapeo de procesos: Diagrama de flujo del proceso desde descerezado hasta empaque/ transporte con desglose de actividades (subtareas), recursos humanos, equipos y materiales.

Identificación de riesgos: Uso de herramientas como la matriz de peligros GTC 45 para categorizar riesgos físicos, ergonómicos, químicos, biológicos y mecánicos.

Estudio de tiempos y movimientos: Medición cronometrar de actividades clave (ejemplo: tiempo promedio de recolección de un kilo de café cereza, duración del descerezado por carga, secado por lote).

Análisis de la información: Comparación de resultados con estándares de producción y lineamientos de SST, Pareto de pérdidas de tiempo, correlación entre causas de demora y riesgos identificados.

Propuesta de intervención: Jerarquía de controles (eliminar, sustituir, controles de ingeniería, controles administrativos, EPP).

Validación: Implementar medidas en un módulo/sector por 4-8 semanas y medir impactos.

Informe final: Recomendaciones, cronograma y plan de seguimiento.

- Instrumentos y herramientas
- Formatos de observación.
- Formatos de inspección y matriz de riesgos.
- Encuestas y entrevistas semiestructuradas.
- Software simple (Excel) para análisis y registro estadístico y gráficos.





Resultados

Resumen cuantitativo: tiempos por etapa y participación porcentual

Se registraron tiempos promedio por lote (unidad de referencia: un lote aproximado de 125 kg de café cereza procesado) **mediante cronometraje directo en la finca analizada.** Los tiempos observados fueron los siguientes

Tabla 3: Tiempos

<i>Etapa / Actividad</i>	<i>Tiempo promedio (min/lote)</i>	<i>% del tiempo total</i>
Descerezado	90	7,41 %
Fermentación	360	29,63 %
Lavado	60	4,94 %
Secado	480	39,51 %
Trilla y clasificación	120	9,88 %
Empaque	45	3,70 %
Transporte	60	4,94 %
Total	1.215 min (20,25 h)	100 %

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El proceso completo exige en promedio 20,25 horas por lote, distribuido mayoritariamente en secado (≈39,5%) y fermentación (≈29,6%). Estas dos etapas concentraron casi el 70% del tiempo total y constituyen los cuellos de botella principales del flujo productivo.

Matriz breve de hallazgos (riesgo vs. frecuencia / impacto)

A partir de la observación y la aplicación de la GTC-45 se consolidaron los riesgos más relevantes asociados a cada etapa, priorizados por su frecuencia y severidad:



- **Secado:** alto impacto (exposición solar -> golpes de calor, deshidratación, fatiga) y alta duración -> prioridad máxima para controles de ingeniería y administrativos.
- **Fermentación:** riesgo biológico moderado-alto (contacto con microorganismos; potencial para enfermedades dérmicas o gastrointestinales si hay malos manejos) y larga duración -> controles de higiene y protocolos.
- **Descerezado y trilla:** riesgos mecánicos y ergonómicos (cortes, atrapamientos, movimientos repetitivos) -> alta probabilidad de lesiones físicas agudas y crónicas si no hay EPP y mantenimiento.
- **Empaque y transporte:** riesgos ergonómicos y de sobreesfuerzo -> generan mayor incidencia de trastornos musculoesqueléticos (lumbalgias, tendinitis).

Estos hallazgos **confirman la necesidad de priorizar intervenciones** sobre secado, fermentación (controles sanitarios) y descerezado/trilla (controles mecánicos y ergonómicos).

Relación riesgo — tiempo: cómo afectan los riesgos a la productividad

Se identificó una relación directa entre condiciones de trabajo riesgosas y tiempos mayores por actividad:



- En jornadas sin pausas ni sombra, la manipulación en secado implicó **remociones y reposicionamientos constantes** (para voltear el café al sol), lo que **incrementó tiempo efectivo** de atención al secado y generó fatiga, reduciendo el rendimiento de las demás tareas.
- En descerezado sin herramientas ergonómicas, la velocidad de **despulpado depende del esfuerzo humano y del estado de la máquina**; interrupciones por mantenimiento azaroso o pequeños atascos incrementaron tiempos y aumentaron riesgo de cortes.
- **Falta de EPP y capacitación se tradujo en pausas no programadas y menor ritmo por precaución**, además de incidentes reportados que provocaron pérdidas de tiempo (atención a lesionados, búsqueda de botiquín, etc.).

Conclusión parcial: controlar riesgos no sólo protege la salud; reduce interrupciones y mejora la eficiencia operativa.

Escenarios de mejora (estimaciones de impacto en tiempo) Se modelaron dos escenarios prácticos para estimar reducción de tiempos:

Escenario de mejora progresiva (medidas de bajo/medio costo)

Acciones: herramientas ergonómicas para descerezado, sombras/sombreadores y pausas planificadas en secado, mantenimiento preventivo de despulpadora, capacitación en manipulación de cargas y EPP.

- **Supuestos:** reducción del descerezado en 40% (90 -> 54 min), reducción del secado en 25% (480 -> 360 min) por sombra + mejores prácticas; las demás etapas mantienen tiempo observado.
- **Resultado:** nuevo total ≈ 1,059 min (≈ 17,65 h).
- **Mejora global estimada:** ≈ 12,8% de reducción del tiempo total.



Escenario de tecnificación (implementación más intensiva)

Acciones: secadora mecánica o sistema de secado mejorado + despulpadora de mayor capacidad + cinta para traslado y plataforma para empaque.



- **Supuesto práctico** (comparativa de finca manual vs. empresa tecnificada): finca manual 20,25 h vs empresa tecnificada \approx 12 h (valor referencial observado en empresas tecnificadas).
- **Reducción potencial:** \approx 40,7% (pasa de 20,25 h a 12 h por lote).

Interpretación: las medidas incrementales (bajo/medio costo) generan mejoras inmediatas y retornos rápidos (12–15% reducción temporal). La tecnificación completa ofrece mayor ganancia (\approx 40%), pero exige inversión superior y organización asociativa/cooperativa para hacerla viable en pequeñas fincas.

Evaluación de controles sugeridos y su priorización (jerarquía de controles)

Controles de eliminación / sustitución

Sustituir secado totalmente a cielo abierto por sombradores o secado mecánico (cuando sea viable). Alta prioridad para reducir exposición solar.

Controles de ingeniería

Implementar plataformas antideslizantes, tolvas de alimentación seguras en despulpadoras, canales de drenaje en lavaderos, y mesas ergonómicas para empaque.

Instalación de sombradores móviles, ventilación cruzada en áreas de trabajo y pequeñas secadoras solares/forzadas.





Controles administrativos

Pausas activas, rotación de tareas, cronogramas de trabajo que eviten exposición prolongada a sol, protocolos sanitarios para fermentación. Mantenimiento preventivo programado y registro de averías.

EPP

Guantes anticorte, botas impermeables antideslizantes, sombreros de ala ancha, protectores auditivos y mascarillas para polvo.

Capacitación y cultura

Formación continua en SST, manipulación de cargas, primeros auxilios y procedimientos de emergencia.

Prioridad operativa: comenzar por controles administrativos y EPP (rápida implementación y bajo costo), acompañados de controles de ingeniería sencillos (sombreadores, mantenimiento). Planificar proyectos de inversión para controles de ingeniería mayores (secadoras) a mediano plazo mediante asociaciones/cooperativas.

Indicadores (KPI) propuestos para seguimiento

Para cuantificar el impacto de las intervenciones se recomiendan los siguientes indicadores:



- **Tiempo promedio por lote** (h) — objetivo: reducir X% año a año.
- **% reducción de tiempo** en secado y descerezado — seguimiento por etapa.
- **Tasa de incidentes y accidentes** (n° por 100 trabajadores/ año) — objetivo: reducción sostenida.
- **Días perdidos por lesiones laborales** (Días-perdidos) — monitor de impacto en productividad.
- **% cumplimiento EPP** (observación directa) — objetivo: $\geq 90\%$.
- **Pérdida por calidad** (kg/lote rechazado) — indicador de mejora en procesos.

Medir antes y después (línea base y evaluación tras 4–8 semanas de piloto) para validar efectividad.

Discusión: coste/beneficio y factibilidad en fincas pequeñas

Pequeñas fincas familiares enfrentan barreras de capital y acceso a maquinaria: ahí las medidas administrativas, EPP y mejoras ergonómicas ofrecen el mayor retorno por baja inversión.

Asociatividad (cooperativas) permite acceder a financiamiento o adquirir secadoras compartidas, haciendo factible la tecnificación parcial.

Impacto en salud: la reducción de exposición solar y del sobreesfuerzo debería traducirse en menos trastornos musculoesqueléticos y eventos por estrés térmico; esto reduce ausentismo y costos médicos indirectos.

Sostenibilidad: las mejoras deben respetar prácticas que preserven la calidad de la bebida (no acelerar secado en detrimento de la calidad organoléptica).

Recomendaciones de intervención priorizadas (por fases y tiempo)

Corto plazo (0–3 meses)

- Implementar pausas activas y rotación de tareas.
- Protocolo de EPP obligatorio y entrega de guantes, botas y sombreros.
- Mantenimiento preventivo básico de despulpadora y trilladora.
- Sombreadores temporales en zonas de secado.

Mediano plazo (3–12 meses)

- Diseño/instalación de sombreadores permanentes y mejoras en drenaje/ventilación.
- Herramientas ergonómicas para descerezado y mesas para empaque.
- Programa de capacitación SST y manejo higiénico de fermentación.

Largo plazo (12+ meses)

- Evaluar inversión en secadora mecánica o secadores solares forzados mediante modelo de negocio cooperativo.
- Automatización parcial de transporte interno (cintas, carretillas).
- Certificación de buenas prácticas que permitan abrir nuevos mercados y mejores precios.

Limitaciones del estudio y recomendaciones metodológicas

- **Limitación temporal:** las mediciones se tomaron en un ciclo productivo puntual; se recomienda replicar en diferentes temporadas (pico y baja cosecha) para robustecer la línea base.
- **Variabilidad de lotes:** tamaños de lote y condiciones climáticas pueden modificar tiempos; se sugiere estandarizar el lote de referencia y repetir muestreos.
- **Necesidad de indicadores de salud específicos:** si bien se recolectaron reportes de síntomas y accidentes, se recomienda sistematizar la vigilancia epidemiológica (registro de consultas médicas/diagnósticos por año).
- **Costes y financiación:** las estimaciones de reducción de tiempo requieren análisis financiero local para determinar retorno de inversión (ROI) de secadoras o equipos.



Conclusiones

El análisis combinó estudio de tiempos y evaluación de riesgos siguiendo la GTC-45, mostrando que secado y fermentación son las etapas que más limitan la eficiencia y concentran riesgos.

Medidas de bajo costo (pausas activas, EPP, sombreadores móviles, herramientas ergonómicas y mantenimiento) pueden generar una reducción estimada del 12-13% en el tiempo total por lote.

La adopción de tecnologías adecuadas y la organización asociativa permitirían alcanzar reducciones mayores ($\approx 40\%$) y beneficios sostenibles en seguridad y competitividad.