Revista científica Sociedad & Tecnología

ISSN: 2773-7349

Fecha de presentación: 10/10/2026 Fecha de aceptación: 30/10/2026 Fecha de publicación: 10/11/2026

Bayron Javier Álvarez-Castillo
E-mail: balvarez3@utmachala.edu.ec
Orcid: https://orcid.org/0009-0005-1723-4430

Wilton Eduardo Romero-Black
E-mail: weromero@utmachala.edu.ec
Orcid: https://orcid.org/0000-0001-5200-1361

Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador

Cita sugerida (APA, séptima edición).

Álvarez-Castillo, B. J., & Romero-Black, W. E. (2026). Los costos de no calidad y su incidencia en la productividad bananera: caso finca San Felipe Org. *Revista Sociedad & Tecnología*, 9(S3), 1941-1960, DOI: https://doi.org/10.51247/55tamn70

==== o ====

Los costos de no calidad y su incidencia en la productividad bananera: caso finca San Felipe Org.

RESUMEN

Los costos de no calidad reducen la eficiencia de las empresas bananeras al convertir fruta cosechada en pérdidas dentro de la empacadora. Este estudio estimó los costos de no calidad por fallas internas en tres fincas de San Felipe S.A. (Don Capuzo, Cuatro Hectáreas y Córdova) y describió su relación con la productividad medida como costo por caja exportable. Se aplicó un diseño no experimental, cuantitativo y descriptivo, con hoja de verificación de diez fallas operativas, diagrama de Pareto y valoración económica durante cinco semanas. Se registraron 967 fallas; seis factores acumularon el 80,87 % y las coronas mordidas o rasgadas, las gubias sin filo y los cortes bruscos concentraron el 60,91 %. El costo estimado fue de $6.557,35 (82,84 % por fruta rechazada), con 4,15 fallas por 100 racimos procesados y $0,4225 por caja exportable, el 6,04 % de su precio. Los resultados son estimaciones basadas en parámetros definidos y no permiten inferir causalidad. Se recomienda medir el rechazo real y el costo total por caja.

Palabras clave: Costos de no calidad; productividad bananera; fallas internas; diagrama de Pareto; hoja de verificación; fruta rechazada; Banano.

==== o ====

Non-quality costs and their incidence on banana productivity: San Felipe Org. farm case.

ABSTRACT

Non-quality costs reduce the efficiency of banana companies by turning harvested fruit into losses at the packing plant. This study estimated the internal-failure costs of non-quality in three farms of San Felipe S.A. (Don Capuzo, Cuatro Hectáreas and Córdova) and described their relationship with productivity, measured as cost per exportable box. A non-experimental, quantitative and descriptive design was used, with a checklist of ten operational failures, Pareto analysis and economic valuation over five weeks. A total of 967 failures were recorded; six factors accounted for 80.87 % and bitten or torn crowns, blunt tools and abrupt cuts concentrated 60.91 %. The estimated cost was $6,557.35 (82.84 % from rejected fruit), with 4.15 failures per 100 processed bunches and $0.4225 per exportable box, 6.04 % of its price.

The results are parameter-based estimates and do not allow causal inference. Measuring actual rejection and cost per box is recommended.

Keywords: Non-quality costs; Banana productivity; Internal failures; Pareto chart; checklist; Rejected fruit; banana.

==== o ====

Os custos da má qualidade e o seu impacto na produtividade da banana: O caso da fazenda San Felipe Org.

RESUMO

Os custos da má qualidade reduzem a eficiência das empresas bananeiras, convertendo os frutos colhidos em perdas dentro da unidade de embalagem. Este estudo estimou os custos da má qualidade devido a defeitos internos em três explorações da San Felipe S.A. (Don Capuzo, Cuatro Hectáreas e Córdova) e descreveu a sua relação com a produtividade, medida como custo por caixa exportável. Foi aplicado um desenho não experimental, quantitativo e descritivo, utilizando uma lista de verificação de dez defeitos operacionais, um diagrama de Pareto e valorização económica ao longo de cinco semanas. Um total de 967 defeitos foram registados; seis fatores foram responsáveis por 80,87%, sendo que as coroas mordidas ou rasgadas, os sulcos profundos e os cortes irregulares representaram 60,91%. O custo estimado foi de 6.557,35 dólares (82,84% devido a frutos rejeitados), com 4,15 defeitos por 100 cachos processados e 0,4225 dólares por caixa exportável, representando 6,04% do preço. Estes resultados são estimativas baseadas em parâmetros definidos e não permitem inferir causalidade. Recomenda-se a medição da taxa real de rejeição e do custo total por caixa.

Palavras-chave: Custos da baixa qualidade; produtividade da banana; defeitos internos; diagrama de Pareto; lista de verificação; frutos rejeitados; banana.

INTRODUCCIÓN

En las empresas agroindustriales ecuatorianas, la implementación de sistemas de costos de no calidad suele aplazarse por restricciones financieras, escasez de personal especializado y desconocimiento de su impacto directo sobre la productividad. Mientras las medianas firmas se limitan a una contabilidad tradicional que oculta las fallas operativas, las pequeñas aplican métodos obsoletos. La falta de indicadores dificulta cuantificar las pérdidas y perpetúa ineficiencias que consumen valiosos recursos (Viteri Guzmán, 2021).

Los costos de calidad reúnen los recursos que una organización destina a prevenir defectos, detectarlos y corregir sus consecuencias, ya sea dentro de la planta o frente al cliente (Feigenbaum, 1956).

En la investigación de Schiffauerova y Thomson., (2006) concluyeron que ese modelo es el más utilizado, aunque pocas empresas lo incorporan de manera sistemática a su gestión. La evidencia empírica es coherente con esa idea: con datos secundarios del sector manufacturero, Plewa et al. (2016) observaron que el costo total de calidad y el de las fallas son menores cuando el desempeño de calidad es más alto.

La literatura especializada en costos de calidad abarca diversos sectores industriales, aunque el análisis enfocado en la mala calidad y los costos ocultos sigue siendo limitado. En este sentido, Dimitrantzou et al. (2020) desarrollaron revisiones sistemáticas recientes que ordenan metódicamente los beneficios derivados de medir estos costos operativos, identificando además las principales líneas de investigación pendientes dentro de la gestión empresarial y el control moderno de procesos.

La gestión económica de los procesos productivos en el sector agrícola requiere un control riguroso de las desviaciones para evitar pérdidas financieras significativas en campo. Sobre

este aspecto, Erreyes et al. (2020) analizaron la gestión de costos de la calidad en las empresas bananeras de la Provincia El Oro, evidenciando que una adecuada estructuración contable permite identificar con absoluta precisión las ineficiencias operativas y optimizar así la rentabilidad global.

Los costos de calidad agrupan los recursos financieros destinados a prevenir, detectar y corregir defectos dentro de la planta o frente al cliente final. Al respecto, Plewa et al. (2016) examinaron evidencia empírica en el sector manufacturero moderno y observaron que el costo total de calidad, así como el rubro específico de las fallas, disminuyen de manera significativa cuando el desempeño de calidad de la organización alcanza niveles superiores y estables.

La literatura sobre costos de calidad abarca la manufactura, la gestión, la salud y la construcción, pero es limitada la dedicada específicamente a los costos de mala calidad y a los costos ocultos Walston et al. (2025). Las revisiones sistemáticas recientes ordenan los beneficios y los efectos de medir estos costos y señalan líneas de investigación pendientes Psomas et al. (2022). En economías emergentes su aplicación sigue siendo restringida: una encuesta a empresas industriales marroquíes halló un uso limitado de los sistemas de costos de calidad, con la complejidad de implementación como principal barrera Ayach et al. (2019).

Ecuador es el principal exportador mundial de banano ACORBANEC, (2026) por lo que la gestión de la calidad a lo largo de la cadena, desde el cultivo hasta la comercialización, condiciona su competitividad y el cumplimiento de los estándares de inocuidad que exigen los mercados internacionales Yunga-Armijos et al. (2023). La incorporación de tecnología fitosanitaria y de prácticas de postcosecha reduce las ineficiencias y convierte el rendimiento agrícola en una ventaja competitiva (Velásquez, 2020).

En el sector bananero ecuatoriano, los costos de no calidad inciden de forma directa en la productividad agrícola. Las diferencias de rendimiento entre unidades productivas se asocian con prácticas agronómicas inadecuadas y con la aplicación ineficiente de plaguicidas, lo que obliga a los productores a asumir gastos que no agregan valor por falta de rigor técnico y de control de calidad. Esta ineficiencia operativa genera mermas que frenan el desarrollo del sector (Quiloango Chimarro et al., 2024).

Los costos de no calidad alteran la medición real de la productividad. Para sostener volúmenes elevados de cosecha, otros productores recurren a una fertilización desajustada a la absorción del cultivo, que reduce la eficiencia en el uso de nutrientes y encubre ineficiencias operativas con una productividad aparente cuyos costos económicos y ambientales pueden superar sus beneficios (Zhang et al., 2025).

Pese a ello, la evidencia que valora económicamente las fallas internas de la empacadora bananera mediante hoja de verificación y análisis de Pareto es escasa Lalangui-Balcázar y Meleán Romero (2022). Este estudio aborda ese vacío en tres fincas de San Felipe S.A. y examina cómo el índice de rechazo se traduce en el costo por caja exportada y en el margen de utilidad.

Descripción del objeto de estudio

San Felipe S.A. es una empresa bananera orgánica ubicada en la parroquia La Peaña, cantón Pasaje (El Oro, Ecuador), que exporta su fruta mediante contratos de venta y opera bajo un arrendamiento de cinco años. Dispone de 64 ha distribuidas en tres fincas: Don Capuzo (30 ha), Cuatro Hectáreas (4 ha) y Córdova (30 ha). La superficie condiciona el volumen de fruta de cada finca y se considera al comparar costos por caja.

La pérdida de valor del banano durante el proceso de embarque se manifiesta como una deficiencia sistémica que trasciende el simple descarte de producto. Esta problemática se origina en errores técnicos de precisión, como calibres fuera de estándar, desmanado irregular o embalajes deficientes. El daño mecánico puede inducir estrés fisiológico en la fruta, mayor liberación de etileno, maduración prematura y mayor vulnerabilidad ante patógenos fúngicos antes de la cadena de frío (Pathare y Al-Dairi , 2022).

Bajo este escenario, el estudio de los costos de no calidad en la productividad del ciclo actual utiliza la estratificación de fallas y la valoración económica de las mermas como herramientas para diseñar una ruta crítica de mejora continua que reduzca las ineficiencias biológicas y operativas.

Objetivo General:

Determinar los costos de la no calidad mediante la aplicación de herramientas investigativas que inciden en la productividad de la empresa bananera San Felipe S.A.

Objetivos Específicos:

- Identificar las principales causas que generan costos de la no calidad.
- Cuantificar los costos de no calidad mediante el análisis de las mermas registradas y los costos operativos hundidos en la fruta rechazada
- Establecer la relación entre el índice de rechazo y la productividad por caja exportada, permitiendo identificar el impacto real de las ineficiencias en el margen de utilidad

DESARROLLO

Costos de la no calidad

Los costos de la no calidad erosionan la competitividad al generar fugas financieras por fallos operativos. Neutralizarlos exige alinear estrategias al entorno macroeconómico, impulsando una adaptación ágil orientada a la mejora continua. Su control definitivo requiere gestionar el talento bajo indicadores, transformando ineficiencias estructurales en auténtica excelencia operativa y estratégica. (Ordoñez-Sigua et al., 2020).

La aplicación rigurosa de metodologías de análisis y control en los procesos de manufactura permite mitigar drásticamente las fallas operativas que comprometen la estabilidad financiera. Al respecto, Campos-Valenciano et al. (2023) demuestran que la identificación exhaustiva de los defectos internos y los tiempos improductivos optimiza el rendimiento general de las líneas de producción, reduciendo de manera efectiva los costos ocultos que merman la rentabilidad neta de las empresas agroindustriales modernas.

Los costos de no calidad equivalen al costo de la mala calidad, que abarca las fallas internas y externas y se distingue de los costos de prevención y evaluación, incurridos para evitar el defecto. Valenzuela Jiménez (2016) sostiene que estos costos afectan la productividad y la competitividad de la empresa y que la contabilidad tradicional tiende a ocultarlos dentro del costo de ventas.

Los daños físicos ocasionados durante la manipulación postcosecha alteran severamente las propiedades metabólicas y la calidad comercial de los frutos perecibles. Sobre este aspecto, Maia et al. (2011)evidencian que los golpes mecánicos sufridos a temperatura ambiente inducen alteraciones fisiológicas perjudiciales que aceleran el deterioro del producto, incrementando significativamente los volúmenes de merma y generando pérdidas económicas sustanciales que afectan directamente la eficiencia global de la cadena de suministro agrícola.

Su identificación es difícil en las pymes. Una revisión documental en Colombia concluyó que la contabilidad de costos aumenta el control económico y permite diferenciar los costos de calidad de los de no calidad Herrera Vega et al. (2022). Al aplicar el modelo de prevención, evaluación y fallas en 50 pequeñas empresas industriales, Teplická y Hurná (2021) observaron que la reducción de los costos de calidad se reflejó sobre todo en menores costos de fallas internas y externas.

En la agroindustria de pequeña escala, Márquez Bravo et al. (2023) estudiaron los costos de calidad en pequeños productores de queso. Las fallas internas y externas en las fincas bananeras generan ineficiencias y desperdicios críticos en la cadena agroindustrial. Durante la postcosecha y la comercialización, la ausencia de estándares rigurosos provoca rechazos,

reprocesos o descartes. Esta dinámica de fábrica oculta refleja cómo el manejo deficiente produce gastos hundidos que encarecen las operaciones sin aportar valor agregado (Quiloango Chimarro et al., 2024).

En el ámbito agronómico, los costos de no calidad derivan de la deficiente precisión técnica y del manejo empírico. Prácticas ineficientes, como la fertilización química desequilibrada o excesiva, reducen la absorción de nutrientes y generan impacto ambiental. Esa desconexión entre las necesidades del cultivo y los insumos aplicados constituye un desperdicio financiero directo que erosiona los márgenes de ganancia (Zhang et al., 2025).

Los costos de no calidad representan la cuantificación financiera de las ineficiencias operativas y se manifiestan en mermas, reprocesos, ejecución de garantías y devoluciones de clientes. Integrar prácticas que previenen los defectos desde el origen del proceso permite reducir estos gastos y evitar destinar capital a corregir errores predecibles, lo que mejora la rentabilidad y consolida la reputación comercial (Jadhav, 2025).

Los costos de no calidad corresponden a las pérdidas económicas derivadas de procesos ineficientes y de productos que no cumplen los requisitos exigidos. Incluyen mermas, reprocesos, reinspecciones y tiempos de paro, es decir, gastos innecesarios que afectan directamente la rentabilidad al invertir recursos en corregir errores operativos (Campos-Valenciano et al., 2023).

En el banano, los costos de cosecha y empaque representan pérdidas financieras significativas cuando existen ineficiencias operativas. Estos fallos internos incluyen los daños mecánicos ocasionados por manipulación deficiente y el rechazo de fruta que incumple los estándares técnicos o presenta problemas fitosanitarios (Rosero Villavicencio et al., 2024).

Asimismo, las deficiencias productivas generan un desperdicio de insumos químicos y de materiales de empaque, y obligan a realizar reprocesos. A esto se suman los tiempos de inactividad operativa, en los que las interrupciones del flujo logístico obligan a pagar salarios sin generar producción (Campos-Valenciano et al., 2023).

Cuando estos errores no se filtran en la empacadora, pueden derivar en fallas externas: si la fruta dañada logra exportarse, puede desarrollar problemas fúngicos o maduración prematura durante el tránsito, con multas, devoluciones comerciales y deterioro de la reputación Lassois et al. (2010). En haciendas bananeras de El Oro, sin embargo, la incidencia de las fallas externas fue mínima (0,92 % del costo de calidad), lo que refuerza la importancia de las fallas internas (Erreyes-Veleucha et al., 2020).

Productividad

La productividad agrícola de las economías en desarrollo suele verse limitada por explotaciones muy pequeñas, métodos rudimentarios, escaso acceso al crédito y escasez de insumos, como documentan Amao et al. (2021) para Nigeria.

La capacidad operativa en el sector bananero se evalúa mediante el rendimiento de fruta comercializable por hectárea. Maximizar este volumen exportable requiere una gestión agronómica tecnificada que potencie la genética vegetal y mitigue riesgos externos. Lograr operaciones sostenibles exige optimizar recursos, aplicando estrictos criterios de eficiencia técnica, excelencia operativa y conservación integral del suelo (Quiloango Chimarro et al., 2024).

El rendimiento por hectárea mide la productividad agronómica del lote. En la empacadora, en cambio, la productividad se expresa por unidad de producto conforme: es la relación entre la producción exportable y los recursos consumidos para obtenerla, incluidos los recursos perdidos en fruta rechazada OECD, (2001). Por ello, en este estudio la productividad por caja exportada se operacionaliza con dos indicadores: el costo de no calidad por caja exportable y su peso sobre el precio de la caja. Estos indicadores describen la eficiencia del empaque y complementan, sin sustituir, el rendimiento por hectárea, que no se midió.

El índice de rechazo, es decir, la proporción de fruta que no alcanza el estándar de exportación, enlaza las fallas operativas con esa productividad: cada punto de rechazo convierte fruta cosechada en pérdida económica y eleva el costo por caja exportada. A su vez, ese costo reduce el ingreso por caja que puede convertirse en margen de utilidad, entendido como la diferencia entre el ingreso neto y el costo total por caja.

Una idea central es que mejorar la calidad reduce reprocesos, errores y retrasos, y con ello eleva la productividad. La evidencia empírica sobre costos de retrabajo lo respalda. En 40 proyectos de edificación, Mahamid, (2020) halló una relación inversa entre el costo del retrabajo y la productividad laboral: a mayor costo de retrabajo, menor productividad, con modelos de regresión de R^2 entre 0,78 y 0,82. En 27 mypes textiles peruanas, Bonilla Pastor, (2015) encontró una correlación inversa entre la calificación de la gestión de la calidad y el costo de desechos y desperdicios, que promedió 7,4 % del costo de producción; la etapa de corte y habilitado tuvo la mayor tasa de desperdicio 9,93 %.

El rendimiento auténtico trasciende el volumen cosechado y se relaciona con la eficiencia nutricional. Sincronizar la fertilización con la absorción fisiológica del banano optimiza el crecimiento y el rendimiento sin excesos químicos. Esta gestión metódica transforma insumos en fruta exportable y combina rentabilidad económica con sostenibilidad ambiental a largo plazo (Zhang et al., 2025).

El desempeño operativo se consolida a través del análisis sistemático y la eficiencia técnica de los procesos. Al erradicar pasos redundantes, minimizar los cuellos de botella y acortar los tiempos de entrega, las organizaciones logran agilizar sustancialmente sus flujos de trabajo. Esta optimización operativa permite maximizar el volumen de producción empleando una cantidad igual o inferior de recursos. En consecuencia, las operaciones diarias se transforman en sistemas altamente dinámicos y estructurados, lo que garantiza una reducción directa e inmediata de los costos de producción por unidad (Jadhav, 2025).

La productividad se incrementa al optimizar los procesos operativos mediante la prevención y eliminación sistemática de fallas. Al reducir los tiempos de paro y minimizar desperdicios, la organización maximiza la utilización de sus líneas, generando un mayor volumen de productos conformes empleando eficientemente sus recursos (Campos-Valenciano et al., 2023).

En el sector bananero, la eficiencia del proceso trasciende la recolección masiva de racimos y se expresa en la capacidad de maximizar el volumen de cajas exportables de calidad superior, con un rendimiento constante del personal operativo y sin tiempos muertos. Eliminar los cuellos de botella en la empacadora asegura un flujo ágil y continuo, y la tasa de conversión permite determinar qué porcentaje de la fruta cosechada se exporta frente a los descartes por daños. Finalmente, la eficiencia técnica exige estandarizar el uso de materiales como cartones y productos químicos, de modo que se produzcan mayores volúmenes con menos desperdicio (ACORBANEC, 2026)

Método

El estudio fue no experimental, cuantitativo y descriptivo, con observación directa y pasiva en el área de empaque de tres fincas de San Felipe S.A. La recolección se realizó del 17 de agosto al 16 de septiembre de 2026, en los días de embarque. Las fincas se eligieron por conveniencia: la empresa autorizó el acceso a las instalaciones y a los registros de producción y contabilidad. La unidad de observación fue el racimo en la estación de desmane y empaque. La observación se realizó en los días de embarque, sin manipular ni alterar el entorno de trabajo. La unidad de observación fue el racimo en la estación de desmane y empaque.

Instrumento y recolección de datos

La información primaria se recolectó con una hoja de verificación (checklist) estructurada de diez fallas operativas (F01 a F10; Tabla 1), diseñada para registrar la frecuencia de fallas internas, entre ellas los cortes bruscos por la aplicación de fuerza extra en la estación de desmane. El instrumento fue validado por un experto en costos de no calidad Docente

investigador en la Universidad Técnica de Machala Phd en Ciencia y Tecnología Ambiental revisó la pertinencia y la claridad de los diez ítems antes de su aplicación de lo que se quiere encontrar. El registro lo realizó un único observador, el autor, con marcas de frecuencia en una hoja por finca y semana; cada hoja admitía un máximo de 20 marcas por falla. Si una falla llegó a ese tope, su frecuencia se considera subestimada. Al ser un solo observador, no se estimó la concordancia entre observadores, lo que se reconoce como limitación.

Tabla 1

Fallas operativas incluidas en la hoja de verificación

Código	Falla operativa evaluada
F01	Corona de las manos de banano mordidas o rasgadas
F02	Cuello de los dedos rotos por manipulación
F03	Daño mecánico por las gubias sin filo
F04	Cortes bruscos o incompletos
F05	Aplicación de fuerza extra en cada racimo
F06	Retrasos por la dilución del látex
F07	Calibres fuera del estándar
F08	Errores en el desflore o pesaje
F09	Desmanado irregular
F10	Embalajes deficientes

Nota. Códigos y denominaciones del instrumento aplicado en el área de empaque de San Felipe S.A. Todas son fallas internas, porque se detectan antes de la entrega al cliente. Corona mordida daño estético o físico, cuello roto pedúnculo fracturado por golpe, gubias sin filo, corte desgarrado en vez de corte limpio, cortes bruscos es corte violento o a medias dejando tejido colgado, fuerza extra tracción innecesaria, retrasos por látex demora en lavado de la corona, calibres fuera del estándar son dedos que no cumplen con el diámetro exigido, errores de desflore/pesaje es mal desflore y peso incorrecto por caja, desmanado irregular corte de mano al raquis mal ejecutado, embalajes deficientes cajas en mal estado.

Variables, indicadores y parámetros

La valoración económica se limitó a las fallas internas, porque no existen registros de devoluciones ni reclamos. La fruta rechazada se estimó con un índice de rechazo de 5 % valor que la administración de la hacienda reporta como rechazo habitual en empacador mayordomo de la hacienda, comunicación personal, el precio de la caja fue de $7 y la mano de obra se asignó en 5 horas por finca (Tabla 2). Se calcularon la participación de cada falla (ecuación 1), el índice de fallas por 100 racimos procesados (ecuación 2), el costo de no calidad (ecuación 3), la productividad por caja exportada, expresada como costo de no calidad por caja y como proporción del precio (ecuaciones 4 y 5), y su relación con el índice de rechazo (ecuación 6).

Tabla 2

Parámetros de la valoración económica

Parámetro	Valor	Fuente o justificación
Índice de rechazo (r)	5 %	Mayordomo de la Hacienda
Precio de la caja exportable (P)	$7,00	Contrato
Horas de mano de obra asignadas (h)	5 por finca; 15 en total	Asignación del estudio
Costo por hora (c)	$75,00	Derivado de $375 ÷ 5 h por finca
Racimos por caja	1,5	Derivado de 1.164,075 racimos ÷ 776,05 cajas
Presupuesto anual de costos de calidad	$252.000	Presupuesto de San Felipe S.A.

Nota. Los valores de 5 % de rechazo y de 5 horas por finca son supuestos del estudio; los resultados económicos son estimaciones condicionadas a ellos.

$$\text{Participación de la falla i (\%)} = f_i \div \Sigma f \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Índice de fallas} = \Sigma f \div \text{racimos procesados} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{CNC} = (\text{cajas equivalentes rechazadas} \times P) + (h \times c) \quad (3)$$

$$\text{CNC por caja} = \text{CNC} \div \text{cajas exportables (Q)} \quad (4)$$

$$\text{Peso sobre el precio (\%)} = (\text{CNC por caja} \div P) \times 100 \quad (5)$$

$$\text{CNC por caja} = (r \times P) + (h \times c \div Q) \quad (6)$$

donde CNC es el costo de no calidad, f la frecuencia de cada falla, P el precio de la caja, r el índice de rechazo, h las horas asignadas, c el costo por hora y Q las cajas exportables. La ecuación 6 expresa la relación entre el índice de rechazo y la productividad por caja exportada: cada unidad de rechazo aporta P al costo por caja, y la mano de obra aporta un costo fijo repartido entre las cajas.

Análisis de datos

Los datos del checklist se digitalizaron en una matriz de Excel para consolidar las frecuencias. Se elaboró un diagrama de Pareto por finca y unificado, con un umbral de 80 % acumulado para definir las causas vitales Juran y Godfrey, (1999). Para contrastar si la distribución de fallas difiere entre fincas se aplicó una prueba χ^2 de homogeneidad ($\alpha = 0,05$). Como el índice de rechazo es un parámetro, se evaluó su efecto con valores de 3 %, 5 % y 7 %. Con tres fincas no es posible estimar un coeficiente de correlación, por lo que la relación entre el índice de rechazo y la productividad por caja se analizó con la ecuación 6 y con la comparación entre fincas. El impacto sobre el margen de utilidad se expresó como la erosión del ingreso por caja (ecuación 5) y, ante la falta del costo por caja, como el aumento relativo del margen que resultaría si el costo de no calidad fuera cero, para márgenes sobre ventas ilustrativos de 10 %, 15 %, 20 % y 25 %. Los costos del presupuesto anual se clasificaron según el modelo de prevención, evaluación y falla.

Consideraciones éticas

El propietario de San Felipe S.A. autorizó verbalmente la observación en el área de empaque y el uso de los registros de producción y contabilidad con fines académicos. Se mantuvo la confidencialidad de la información comercial y no se registraron datos personales de los trabajadores.

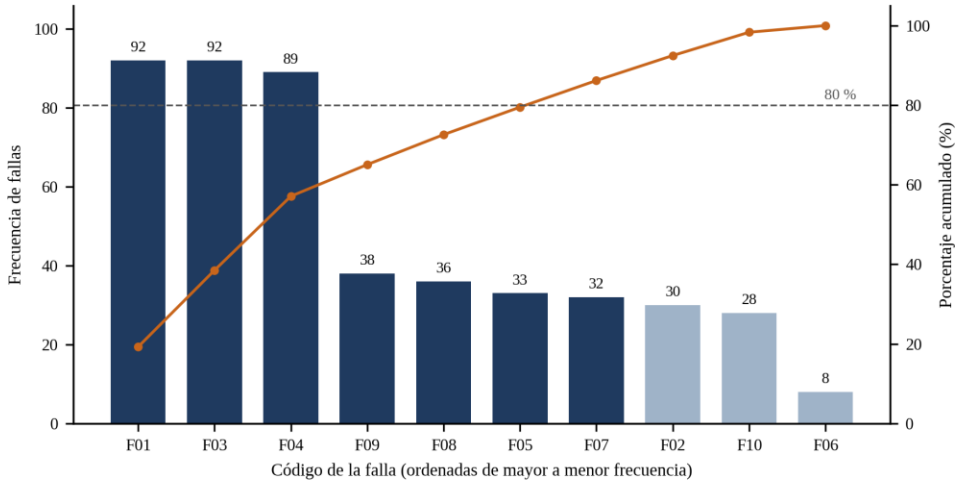
Resultados

Los resultados se presentan por finca y de forma unificada (Figuras 1 a 4 y Tablas 3 y 4); a continuación se analizan la relación entre el índice de rechazo y la productividad por caja exportada y el impacto sobre el margen de utilidad (Tablas 5 a 7).

Finca de Don Capuzo

Figura 1

Diagrama de Pareto de las fallas operativas en la finca Don Capuzo



Nota. Las barras oscuras son las causas vitales (hasta alcanzar el 80 % acumulado) y las claras, las triviales; la línea naranja es el porcentaje acumulado y la línea punteada, el umbral de 80 %. Los códigos se describen en la Tabla 1. Elaboración propia con datos de la hoja de verificación (n = 478).

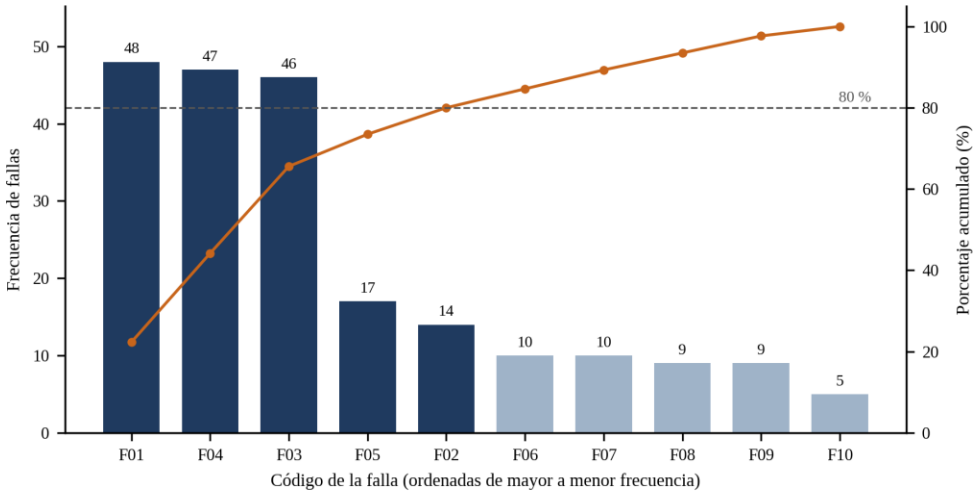
Esta finca registró 478 fallas, el 49,43% de las 967 del estudio, y es la de mayor volumen de fallas. Las coronas mordidas o rasgadas (F01) y el daño por gubias sin filo (F03) empatan con 92 casos cada una (19,25%; acumulado 19,25% y 38,49%), seguidas de los cortes bruscos o incompletos (F04) con 89 (18,62%; 57,11%). Después hay un salto: el desmanado irregular (F09) tiene 38 (7,95%; 65,06%), los errores de desflore o pesaje (F08) 36 (7,53%; 72,59%), la fuerza extra por racimo (F05) 33 (6,90%; 79,50%) y los calibres fuera del estándar (F07) 32 (6,69%; 86,19%). Cierran el cuello de dedos roto (F02) con 30 (6,28%; 92,47%), los embalajes deficientes (F10) con 28 (5,86%; 98,33%) y los retrasos por látex (F06) con 8 (1,67%). Con seis factores el acumulado es 79,50%, por debajo del umbral, así que se necesitan siete causas vitales. Las triviales (F02, F10 y F06) suman 66 fallas (13,81%). Tres factores casi iguales concentran el 57,11% y el resto forma una cola larga y pareja, lo que es compatible con tres puntos críticos en el área de corte más un problema general de proceso. Es el Pareto más abierto de las tres fincas. F01, F03 y F04 alcanzan 20 de 20 marcas en las semanas 1 y 4, el techo de la escala, por lo que sus frecuencias reales podrían ser mayores.

Todas las fallas son internas, porque se detectan en el empaque antes de llegar al cliente. Se asignaron 5 horas, con 6.470,01 kg de fruta rechazada estimada y un costo de no calidad de $2.809,95, el 42,85% del total del estudio. De ese monto, $2.434,95 (86,65%) corresponden a fruta rechazada y $375 (13,35%) a mano de obra asignada. La incidencia es de 4,58 fallas por 100 racimos procesados (4,36 sobre observados), y cada caja exportable carga $0,4039, el 5,77% de los $7 por caja. Cada falla equivale a $5,88. El peso en costo (42,85%) es menor que el peso en fallas (49,43%): la finca concentra volumen, pero su tasa es intermedia. Como F03 es el factor ligado a la herramienta, el rubro de prevención asociado es el afilado, con $1.000 anuales en el presupuesto.

Finca de las Cuatro Hectáreas

Figura 2

Diagrama de Pareto de las fallas operativas en la finca Cuatro Hectáreas



Nota. Las barras oscuras son las causas vitales (hasta alcanzar el 80 % acumulado) y las claras, las triviales; la línea naranja es el porcentaje acumulado y la línea punteada, el umbral de 80 %. Los códigos se describen en la Tabla 1. Elaboración propia con datos de la hoja de verificación (n = 215).

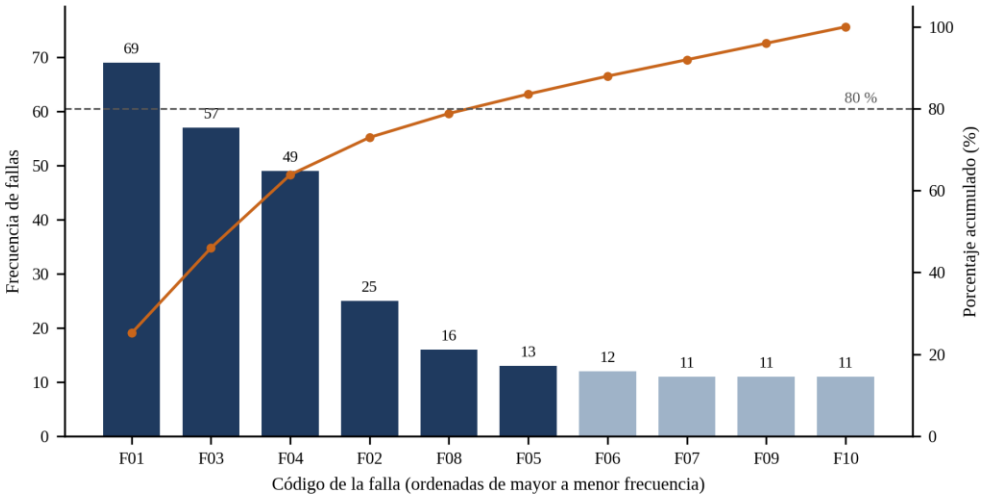
Esta finca registró 215 fallas, el 22,23% del total. Las coronas mordidas o rasgadas (F01) tienen 48 casos (22,33%; acumulado 22,33%), los cortes bruscos (F04) 47 (21,86%; 44,19%) y las gubias sin filo (F03) 46 (21,40%; 65,58%). Siguen la fuerza extra (F05) con 17 (7,91%; 73,49%) y el cuello roto (F02) con 14 (6,51%), con el que el acumulado llega exactamente a 80,00% (172 de 215). Son, por tanto, cinco causas vitales. Las triviales suman 43 fallas (20,00%): los retrasos por látex (F06) y los calibres (F07) empatan con 10 casos (4,65%), los errores de desflore o pesaje (F08) y el desmanado (F09) empatan con 9 (4,19%), y los embalajes (F10) cierran con 5 (2,33%). Los empates de la cola no tienen un orden real. Es el Pareto más pronunciado en número de factores: tres causas casi iguales (entre 21,40% y 22,33%) y un salto a 7,91%. Con una intervención sobre coronas, cortes y gubias se alcanzaría casi dos tercios de las fallas.

Se asignaron 5 horas, con 2.155,74 kg de fruta rechazada estimada y un costo de $1.186,30, el 18,09% del total. De ese monto, $811,30 (68,39%) corresponden a fruta rechazada y $375 (31,61%) a mano de obra, por lo que en esta finca la mano de obra pesa casi un tercio del costo. La incidencia es de 6,18 fallas por 100 racimos procesados (5,89 sobre observados), la más alta de las tres. Cada caja carga $0,5118, el 7,31% de los $7, el valor más alto, y cada falla equivale a $5,52. El mayor costo por caja se explica en buena parte por el volumen: con 3.477 racimos procesados, los $375 fijos se reparten entre pocas cajas. Es la finca de mayor costo por caja, aunque la de menor peso absoluto.

Finca Córdova

Figura 3

Diagrama de Pareto de las fallas operativas en la finca Córdova



Nota. Las barras oscuras son las causas vitales (hasta alcanzar el 80 % acumulado) y las claras, las triviales; la línea naranja es el porcentaje acumulado y la línea punteada, el umbral de 80 %. Los códigos se describen en la Tabla 1. Elaboración propia con datos de la hoja de verificación (n = 274).

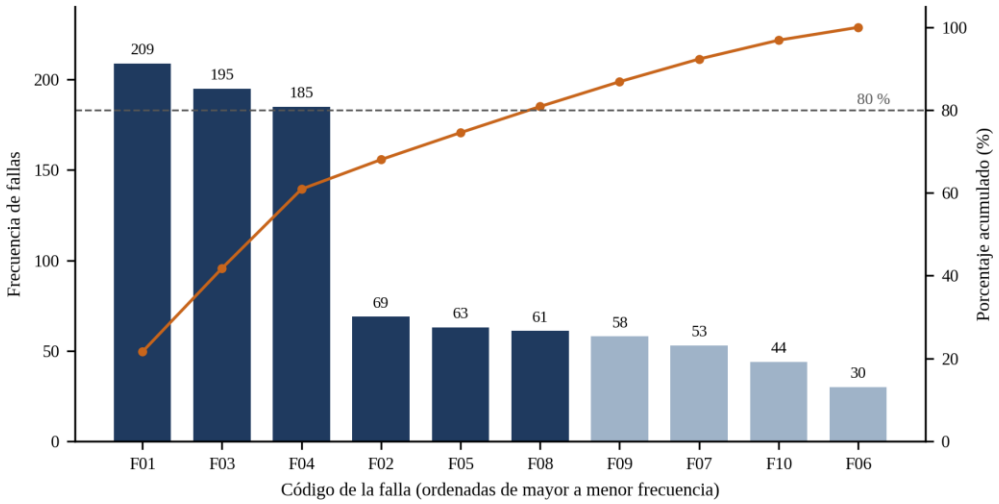
Esta finca registró 274 fallas, el 28,34% del total. Las coronas mordidas o rasgadas (F01) lideran con 69 casos (25,18%; acumulado 25,18%), seguidas de las gubias sin filo (F03) con 57 (20,80%; 45,99%) y los cortes bruscos (F04) con 49 (17,88%; 63,87%). El cuello de dedos roto (F02) ocupa el cuarto lugar con 25 (9,12%; 72,99%), seguido de los errores de desflore o pesaje (F08) con 16 (5,84%; 78,83%) y la fuerza extra (F05) con 13 (4,74%), con el que el acumulado llega a 83,58%. Con cinco factores el acumulado queda en 78,83%, así que se necesitan seis causas vitales. Las triviales suman 45 fallas (16,42%): los retrasos por látex (F06) tienen 12 (4,38%) y los calibres (F07), el desmanado (F09) y los embalajes (F10) empatan con 11 casos cada uno (4,01%), sin orden real entre ellos. El Pareto es pronunciado, con los tres primeros en 63,87%. Esta finca se distingue por el cuello roto: 25 casos (9,12%), frente a 6,51% en Cuatro Hectáreas y 6,28% en Don Capuzo.

Se asignaron 5 horas, con 5.808,78 kg de fruta rechazada estimada y un costo de $2.561,10, el 39,06% del total. De ese monto, $2.186,10 (85,36%) corresponden a fruta rechazada y $375 (14,64%) a mano de obra. La incidencia es de 2,92 fallas por 100 racimos procesados (2,79 sobre observados), la más baja de las tres. Cada caja carga $0,4100, el 5,86% de los $7, y cada falla equivale a $9,35. Su peso en costo (39,06%) supera su peso en fallas (28,34%) porque tiene más cajas por falla, de modo que es la finca de mejor desempeño relativo por tasa. Además de las fallas de corte, el cuello roto remite a la manipulación posterior al corte, cuyo costo asociado es de capacitación y supervisión, no de mantenimiento de equipos.

Unificado

Figura 4

Diagrama de Pareto unificado de las fallas operativas en las tres fincas



Nota. Las barras oscuras son las causas vitales (hasta alcanzar el 80 % acumulado) y las claras, las triviales; la línea naranja es el porcentaje acumulado y la línea punteada, el umbral de 80 %. Los códigos se describen en la Tabla 1. Elaboración propia con datos de la hoja de verificación (n = 967).

Las tres fincas suman 967 fallas (Tabla 3; Figura 4). Lideran las coronas mordidas o rasgadas (F01) con 209 casos (21,61 %), las gubias sin filo (F03) con 195 (20,17 %; acumulado 41,78 %) y los cortes bruscos o incompletos (F04) con 185 (19,13 %; 60,91 %). Siguen el cuello roto (F02) con 69 (7,14 %; 68,05 %), la fuerza extra (F05) con 63 (6,51 %; 74,56 %) y los errores de desflore o pesaje (F08) con 61 (6,31 %), con los que el acumulado llega a 80,87 %. Son seis causas vitales, con 782 fallas. Las cuatro triviales suman 185 fallas (19,13 %): el desmanado (F09) con 58 (6,00 %), los calibres (F07) con 53 (5,48 %), los embalajes (F10) con 44 (4,55 %) y los retrasos por látex (F06) con 30 (3,10 %). El Pareto es pronunciado en la cabecera, con tres causas dominantes y una cola pareja. F01, F03 y F04 son los tres primeros en las tres fincas, lo que indica un patrón común a la empresa. Las diferencias aparecen después: el desmanado (F09) es cuarto en Don Capuzo (38 casos) pero séptimo en el unificado, y el cuello roto (F02) es octavo en Don Capuzo (30) pero cuarto en el unificado por el peso de Córdova (25).

Tabla 3

Pareto unificado de las fallas operativas en las tres fincas

Rango	Código	Falla	f	%	% acum.	Clase
1	F01	Coronas mordidas o rasgadas	209	21,61	21,61	Vital
2	F03	Gubias sin filo	195	20,17	41,78	Vital
3	F04	Cortes bruscos o incompletos	185	19,13	60,91	Vital
4	F02	Cuello de dedos roto	69	7,14	68,05	Vital
5	F05	Fuerza extra por racimo	63	6,51	74,56	Vital
6	F08	Errores de desflore o pesaje	61	6,31	80,87	Vital
7	F09	Desmanado irregular	58	6,00	86,87	Trivial
8	F07	Calibres fuera del estándar	53	5,48	92,35	Trivial
9	F10	Embalajes deficientes	44	4,55	96,90	Trivial
10	F06	Retrasos por látex	30	3,10	100,00	Trivial

Nota. f = frecuencia (N = 967); % acum. = porcentaje acumulado. Se clasificaron como vitales las fallas necesarias para alcanzar el 80 % acumulado. Elaboración propia con datos de la hoja de verificación.

La distribución de las fallas difiere entre fincas ($\chi^2(18) = 30,60$; $p = 0,032$), con una magnitud pequeña (V de Cramér = 0,13). Dado el tope de 20 marcas del instrumento, la prueba debe leerse como descriptiva.

Se asignaron 15 horas en total. La fruta rechazada estimada fue de 14.434,53 kg (1.164,075 racimos, equivalentes a 776,05 cajas) y el costo de no calidad fue de $6.557,35 (Tabla 4): $5.432,35 (82,84 %) corresponden a fruta rechazada y $1.125 (17,16 %) a mano de obra. La incidencia es de 4,15 fallas por 100 racimos procesados (3,96 sobre observados), cada caja exportable carga $0,4225, el 6,04 % de los $7, y cada falla equivale a $6,78. El margen de utilidad figura como «NO VERIFICABLE» porque falta el costo por caja. El checklist solo recoge fallas internas y no hay registro de devoluciones ni reclamos, así que la categoría de fallas externas queda sin evidencia, no descartada.

Tabla 4

Indicadores de costo de no calidad por finca y total

Indicador	Don Capuzo	Cuatro Hectáreas	Córdova	Total
Fallas (n)	478	215	274	967
Participación en las fallas (%)	49,43	22,23	28,34	100
Fruta rechazada estimada (kg)	6.470,01	2.155,74	5.808,78	14.434,53
Costo de fruta rechazada ($)	2.434,95	811,30	2.186,10	5.432,35
Costo de mano de obra ($)	375,00	375,00	375,00	1.125,00
Costo de no calidad ($)	2.809,95	1.186,30	2.561,10	6.557,35
Participación en el costo (%)	42,85	18,09	39,06	100
Fallas por 100 racimos procesados	4,58	6,18	2,92	4,15
Fruta rechazada por caja ($)	0,3500	0,3500	0,3500	0,3500
Mano de obra por caja ($)	0,0539	0,1618	0,0600	0,0725
Costo de no calidad por caja ($)	0,4039	0,5118	0,4100	0,4225
Peso sobre el precio de $7 (%)	5,77	7,31	5,86	6,04
Costo por falla ($)	5,88	5,52	9,35	6,78

Nota. Costos estimados con un rechazo de 5 % y un precio de $7 por caja. La fruta rechazada por caja equivale a 5 % × $7; la mano de obra por caja es la diferencia respecto del costo de no calidad por caja. Los costos por caja incluyen un costo fijo de mano de obra ($375 por finca) repartido entre las cajas de cada finca.

En el presupuesto anual de $252.000, los costos por fallas internas son $27.000 (10,71 %): fruta rechazada $15.000, desperdicio de materiales $8.000 y horas por inactividad $4.000. La

prevención suma $4.000 (afilado y renovación de herramientas $1.000, que equivalen a 0,40 % del presupuesto y a 1/27 de las fallas internas, y mantenimiento preventivo de infraestructura $3.000) y la evaluación, $7.000 por el evaluador y el supervisor de calidad (Tabla 5). Si el presupuesto cubre las tres fincas, el costo estimado de fruta rechazada ($1.086,47 por semana) es 3,48 veces la partida semanal ($312,50), y la mano de obra estimada ($225 por semana) es 2,70 veces la partida de horas por inactividad ($83,33). Con estos datos, esa desproporción es una asociación, no una prueba, y las dos comparaciones dependen del 5 % de rechazo y de las horas asignadas.

Tabla 5

Presupuesto anual de costos de calidad según el modelo de prevención, evaluación y falla

Categoría	Rubros	Monto anual ($)	% del presupuesto
Prevención	Afilado y renovación de herramientas ($1.000); mantenimiento preventivo de infraestructura ($3.000)	4.000	1,59
Evaluación	Evaluador y supervisor de calidad	7.000	2,78
Fallas internas	Fruta rechazada ($15.000); desperdicio de materiales ($8.000); horas por inactividad ($4.000)	27.000	10,71
Fallas externas	Sin registros de devoluciones ni reclamos	n. d.	n. d.
Total	**Sin fallas externas**	**38.000**	**15,08**

Nota. n. d. = no disponible. Clasificación propuesta por el autor a partir de las partidas del presupuesto. Los costos por fallas externas no se descartan: no existen registros.

Relación entre el índice de rechazo y la productividad por caja exportada

En el modelo de valoración, el costo de no calidad por caja depende del índice de rechazo y del costo fijo de mano de obra repartido entre las cajas (ecuación 6). Con un rechazo de 5 % y un precio de $7, la fruta rechazada aporta $0,35 por caja en las tres fincas; lo que cambia entre fincas es la mano de obra por caja, que va de $0,054 en Don Capuzo a $0,162 en Cuatro Hectáreas (Tabla 4). Así, cada punto porcentual de rechazo equivale a $0,07 por caja exportada, es decir, al 1 % del precio.

Entre fincas, el índice de fallas (Córdova 2,92; Don Capuzo 4,58; Cuatro Hectáreas 6,18) y el costo por caja (Don Capuzo $0,4039; Córdova $0,4100; Cuatro Hectáreas $0,5118) coinciden en señalar a Cuatro Hectáreas como la finca de mayor costo por caja, pero no ordenan igual a las otras dos. Con tres fincas y un rechazo fijado como parámetro no es posible estimar un coeficiente de correlación entre el índice de rechazo y la productividad por caja, y la diferencia observada refleja en buena parte el reparto de un costo fijo entre pocas cajas (3.477 racimos procesados en Cuatro Hectáreas). La covariación empírica exige registrar el rechazo real por finca y semana.

Como el índice de rechazo es un supuesto, se evaluó su efecto (Tabla 6). Con 3 % de rechazo, el costo de no calidad sería de $4.384,41 ($0,2825 por caja; 4,04 % del precio) y con 7 %, de $8.730,29 ($0,5625 por caja; 8,04 %). El costo estimado de la fruta rechazada pasaría de 2,09 a 4,87 veces la partida semanal presupuestada, de modo que la desproporción respecto del presupuesto se mantiene en todo el rango evaluado.

Tabla 6

Sensibilidad del costo de no calidad al índice de rechazo

Índice de rechazo	Costo de fruta rechazada ($)	Costo de no calidad ($)	Costo por caja ($)	Peso sobre el precio (%)	Fruta ÷ partida semanal
3 %	3.259,41	4.384,41	0,2825	4,04	2,09
5 %	5.432,35	6.557,35	0,4225	6,04	3,48
7 %	7.605,29	8.730,29	0,5625	8,04	4,87

Nota. Se mantienen constantes la mano de obra ($1.125) y las cajas exportables. La partida semanal de fruta rechazada es $15.000 ÷ 48 semanas = $312,50.

Impacto sobre el margen de utilidad

El ingreso por caja es de $7 por contrato, y el margen unitario depende del costo total por caja, que la empresa no entregó para este estudio. Por ello, el impacto se expresó como la proporción del ingreso que absorbe el costo de no calidad 6,04 %, es decir, $0,4225 de $7 y, para dimensionar su efecto sobre el margen, como el aumento relativo que este tendría si el costo fuera cero, en márgenes ilustrativos de 10 % a 25 % (Tabla 7). Son escenarios, no márgenes observados, y constituyen una cota superior porque la fruta rechazada se valoró al precio de venta.

Tabla 7

Efecto potencial del costo de no calidad sobre el margen de utilidad (escenarios)

Margen sobre ventas supuesto	Margen por caja ($)	Margen potencial sin CNC (%)	Aumento relativo del margen (%)
10 %	0,70	16,04	60,4
15 %	1,05	21,04	40,3
20 %	1,40	26,04	30,2
25 %	1,75	31,04	24,2

Nota. Escenarios ilustrativos, no márgenes observados. Margen potencial sin CNC = margen supuesto + 6,04 puntos porcentuales; aumento relativo = 6,04 ÷ margen supuesto. Constituye una cota superior, porque la fruta rechazada se valoró al precio de venta de $7 por caja.

DISCUSIÓN

Los costos de no calidad de San Felipe S.A. se asocian en este estudio con un grupo reducido de factores. Las coronas mordidas o rasgadas (21,61%), las gubias sin filo (20,17%) y los cortes bruscos o incompletos (19,13%) concentran el 60,91% de las 967 fallas, y seis factores acumulan el 80,87%. Esos tres factores encabezan la lista en las tres fincas. Todas las fallas se detectan antes del cliente, por lo que corresponden a fallas internas. La valoración estimada fue de $6.557,35 en cinco semanas, equivalente a $0,4225 por caja exportable, y el 82,84% de ese monto corresponde a fruta rechazada. Es una estimación con parámetros y no una medición directa por tipo de falla.

Estos resultados coinciden con Rosero Villavicencio et al. (2024), quienes inspeccionaron 200 cajas en cinco fincas de Los Ríos y encontraron que los daños físicos fueron los más frecuentes, con el 43% de las cajas afectadas. Atribuyen la corona mal confeccionada a una técnica deficiente o a una herramienta de corte de mala calidad, y el corte de cuchillo a una herramienta desafilada, lo que respalda la asociación observada aquí entre coronas, cortes y gubias. Reportan también cuello quebrado en 15 de 200 cajas (7,5%), vinculado con un manejo deficiente de la fruta, magnitud comparable al cuello roto de este estudio (7,14% de las fallas), aunque las bases sean distintas. Señalan que el 20% de los productores no capacita a su personal en postcosecha y que no hallaron diferencias significativas entre fincas, lo que

sugiere un problema extendido, como el patrón común de las tres fincas estudiadas. Hay diferencias: su distribución fue más pareja y no valoraron los defectos en dinero.

También coinciden con Erreyes-Veleucha et al. (2020), quienes hallaron en haciendas de El Oro que el 61% del costo de producción corresponde a costos de calidad, con predominio de la prevención (83,81% del costo de calidad) y una incidencia mínima de fallas externas (0,92%). Aquí el presupuesto destina $4.000 a prevención y $7.000 a evaluación, frente a $27.000 de costos por fallas internas (Tabla 5), de modo que la inversión preventiva parece baja frente a la pérdida estimada. Las magnitudes no son comparables, porque esos autores midieron prevención, evaluación y fallas, y este estudio solo valora las fallas internas. Coinciden en que la calidad se gestiona dentro del proceso y en que reducir las fallas exige prevención y capacitación.

Un resultado distinto aporta Maldonado Correa et al. (2023), quienes concluyen que las pequeñas bananeras de El Oro gestionan sus costos de forma parcial: obtienen los reportes al final de la producción y no hallaron relación significativa entre el procedimiento de control y la toma de decisiones ($r = 0,06$; $p = 0,725$). Este trabajo registra frecuencias semanales y estima el costo durante el proceso, y el presupuesto de San Felipe separa una partida de costos por fallas internas. La diferencia se explica por la fuente: ellos encuestaron a 42 empresas, y aquí se observó directamente una empresa durante cinco semanas. Por eso no se contradice su resultado, que mide percepciones, sino que se muestra otra forma de uso de la información de costos.

También difieren de Reina Gomez et al. (2023), quienes analizaron la merma con el software Agrosft y se centraron en la calibración, concluyendo que reducir el tiempo de calibración implica perder cerca de un kilo de peso. Su criterio es el tiempo y el peso, y el de este estudio es la frecuencia de fallas y su costo. En esta muestra los calibres fuera del estándar ocupan el octavo lugar (5,48%) y el desmanado irregular el séptimo (6,00%), por debajo de los factores de corte. Estos datos no permiten contrastar su hallazgo del kilogramo, porque aquí no se pesó el racimo y las horas de demora se asignaron, no se midieron. Coinciden en que el estropeo de la fruta en el proceso eleva la merma, y ninguno de los dos estudios mide aún el rechazo real por tipo de falla.

En conjunto, los autores en acuerdo respaldan la asociación entre técnica, herramientas y fallas internas. Los que difieren señalan límites: la medición parcial de los costos y el foco en el tiempo y el peso. Los resultados se limitan a tres fincas y cinco semanas, y la relación entre rechazo y productividad por caja queda pendiente hasta medir el rechazo real.

Para la gestión de San Felipe S.A., los resultados señalan tres frentes que concentran la mayor parte de las fallas: el estado y el afilado de las gubias, la técnica de corte y de confección de la corona, y la manipulación posterior al corte, donde el cuello roto pesa más en Córdova. Son hipótesis de intervención que deben validarse, porque el diseño descriptivo no permite atribuir causas. Medir el rechazo real por tipo de falla permitiría ponderar el Pareto por costo y no solo por frecuencia.

El estudio tiene limitaciones. Abarca tres fincas de una empresa durante cinco semanas. El costo depende de supuestos rechazo de 5 %, horas asignadas, precio de $7, de modo que el costo por falla y el costo por caja reflejan en buena parte el reparto de costos fijos y no diferencias medidas. El instrumento tiene un tope de 20 marcas, que subestima las fallas más frecuentes. La fruta rechazada se valoró al precio de venta, lo que constituye una cota superior del costo. Además, no hubo datos de fallas externas ni de costo por caja. Las investigaciones futuras deberían registrar el rechazo real por finca y semana, medir el rendimiento por hectárea e incorporar el margen de utilidad real.

CONCLUSIONES

Los costos de no calidad de San Felipe S.A. se originan en fallas internas del desmane y el empaque, y se concentran en pocas causas. De las 967 fallas registradas en las tres fincas,

seis factores acumulan el 80,87 % y los tres primeros que son coronas mordidas o rasgadas, gubias sin filo y cortes bruscos o incompletos suman el 60,91 %. Esos tres factores encabezan el Pareto en las tres fincas, lo que indica un patrón común asociado a la técnica de corte y al estado de las herramientas.

Se constató una pérdida estimada de $6.557,35 en cinco semanas, equivalente a 14.434,53 kg de fruta rechazada (776 cajas) y 15 horas de mano de obra asignadas. El 82,84 % corresponde a fruta rechazada y el 17,16 % a mano de obra. Por tratarse de una estimación basada en parámetros (rechazo de 5 %, costo por caja y costo por hora), no es una medición directa por tipo de falla.

Se registraron 4,15 fallas por cada 100 racimos procesados (4,58 en Don Capuzo, 6,18 en Cuatro Hectáreas y 2,92 en Córdova), y cada caja exportable carga $0,4225 de costo de no calidad, el 6,04 % de su precio de $7. La relación entre el índice de rechazo y la productividad por caja exportada es estructural: cada punto porcentual de rechazo equivale a $0,07 por caja, es decir, al 1 % del precio. La covariación empírica entre fincas no pudo estimarse porque el rechazo se fijó como parámetro y solo se observaron tres fincas. Estos indicadores describen la eficiencia del empaque, no equivalen a productividad por hectárea ni permiten afirmar causalidad, aunque son coherentes con la literatura que vincula los costos de mala calidad con la productividad.

El impacto sobre el margen de utilidad solo pudo acotarse: el costo de no calidad erosiona hasta 6,04 puntos porcentuales del ingreso por caja, lo que equivale a un aumento relativo máximo del margen de entre 24,2 % y 60,4 % si el margen sobre ventas estuviera entre 25 % y 10 %. El margen real no pudo establecerse por falta del costo por caja, y las fallas externas quedan sin evidencia por no existir registros de devoluciones ni reclamos. El objetivo general se cumplió en su alcance descriptivo; su valor definitivo exige medir el rechazo real por tipo de falla, incorporar el costo por caja, registrar las fallas externas y medir el rendimiento por hectárea.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses relacionado con la investigación, su desarrollo, el análisis de los resultados o la publicación del presente artículo. Asimismo, manifiestan que el estudio se realizó con independencia académica y que sus resultados se presentan de manera objetiva, sin que intereses personales, profesionales o económicos hayan influido en su contenido.

Contribución de los autores

Bayron Javier Álvarez Castillo: Participó en la concepción y planificación de la investigación, la revisión de los fundamentos teóricos, el diseño metodológico, la recopilación y organización de los datos, así como en el análisis e interpretación de los resultados relacionados con los costos de no calidad y la productividad bananera. Contribuyó, además, a la redacción y revisión crítica del manuscrito.

Wilton Eduardo Romero Black: Contribuyó al desarrollo metodológico del estudio, la organización y sistematización de los datos, la valoración económica de las fallas operativas, la interpretación de los resultados y la formulación de las conclusiones y recomendaciones. Asimismo, participó en la revisión crítica del manuscrito y en la aprobación de su versión final.

REFERENCIAS

Márquez Bravo, Y. J., Saltos Solórzano, J. V., Alcívar Martínez, B. J., & Vélez Mero, Á. A. (Abril de 2023). Costos de calidad en pequeños productores de queso. *Revista de Investigación en Ciencias Administrativas y Sociales, VI*(14), 23-42. https://doi.org/10.33996/revistaneque.v6i14.106

ACORBANEC. (2026). *Ecuador exporta más de 377 millones de cajas de banano en 2025*. Portal Frutícola: https://www.portalfruticola.com/noticias/2026/01/28/banano-ecuador-2025-2/

Amao, O. D., Antwi, M. A., Oduniyi, O. S., Oni, T. O., & Rubhara, T. T. (2021). PERFORMANCE OF AGRICULTURAL EXPORT PRODUCTS ON ECONOMIC GROWTH IN NIGERIA. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development, XI*(1), 47-52. https://doi.org/10.18488/journal.ajard.2021.111.47.52

Ayach, L., Anouar, A., & Bouzziri, M. (2019). Quality cost management in Moroccan industrial companies: Empirical study. *Journal of Industrial Engineering and Management, XII*(1), 97–114. https://doi.org/https://doi.org/10.3926/jiem.2749

Bonilla Pastor, E. (2015). La gestión de la calidad y su relación con los costos de desechos y desperdicios en las mypes de la confección textil. *Ingeniería Industrial*(33), 37-50. https://www.redalyc.org/pdf/3374/337443854002.pdf

Campos-Valenciano, T., del Rocío Sánchez-Delgado, L., Rodríguez-Esquivel, M. A., Castillo-Corral, D., Gutiérrez-Gómez, E. M., & Valdéz-Gutiérrez, M. E. (2023). Aplicación del Análisis de Modo y Efecto de Falla en Producción y su Impacto en Costos de No Calidad en una Empresa Refresquera. *Conciencia Tecnológica*(66), 58-69. https://www.redalyc.org/journal/944/94477589006/94477589006.pdf

Dimitrantzou, C., Psomas, E., & Vouzas, F. (2020). Future research avenues of cost of quality: A systematic literature review. *The TQM Journal, XXXII*(6), 1599–1622. https://doi.org/https://doi.org/10.1108/TQM-09-2019-0224

Erreyes, G., Zumba, L., Romero, W., & Mora, N. (30 de Noviembre de 2020). La gestión de costos de la calidad en empresas bananeras de la Provincia El Oro. *593 Digital Publisher CEIT, V*(6-1), 254-269. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7897668

Erreyes-Veleucha, G. N., Zumba-Carrión, L. A., Romero-Black, W. E., & Mora-Sánchez, N. V. (2020). La gestión de costos de la calidad en empresas bananeras de la Provincia El Oro: caso el Porvenir. *593 Digital Publisher CEIT, V*(6-1), 254-269. https://doi.org/doi.org/10.33386/593dp.2020.6-1.398

Feigenbaum, A. V. (1956). *Total quality control* (Vol. XXXIV). Harvard Business Review. https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=cGzxgjWUkaYC&oi=fnd&pg=PA221&dq=total+quality+control+feigenbaum&ots=1ZnEg5XkxH&sig=JbgeQz74thZL7uV3F_VtNKK_sU4&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

HerreraVega, J. C., Carrillo Landazába, M. S., Cohen Padilla, H. E., Coello Torres, G., & Barrios Ramos, L. (2022). Estudio de los costos de la no calidad en pymes en Colombia. *Signos, Investigación en Sistemas de Gestión, XIV*(2), 1-25. https://doi.org/https://doi.org/10.15332/24631140.7792

Jadhav, S. (2025). A Systematic Review of Total Quality Management (TQM) Principles and Their Impact on Organizational Performance. *International Journal of Scientific Research and Technology*, 232-244. https://www.ijsrtjournal.com/article/A+Systematic+Review+of+Total+Quality+Management+TQM+Principles+and+Their+Impact+on+Organizational+Performance

Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1999). *Juran's Quality Handbook* (Quinta ed.). McGraw-Hill. https://doi.org/https://www.academia.edu/download/38161019/juran.pdf

Lalangui-Balcázar, M. I., & Meleán Romero, R. (2022). Gestión de costos como ventaja competitiva en empresas productoras de banano: abordaje teórico. *INNOVA Research Journal, VII*(3.2), 19-35. https://doi.org/https://doi.org/10.33890/innova.v7.n3.2.2022.2136

Lassois, L., Jijakli, M. H., Chillet, M., & de Lapeyre de Bellaire, L. (2010). Crown rot of bananas: preharvest factors involved in postharvest disease development and integrated control methods. *Plant Disease, XCIV*(6), 648–658. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-94-6-0648

Mahamid, I. (2020). Study of relationship between rework and labor productivity in building construction projects. *Revista de la Construcción, XIX*(1), 30-41. https://doi.org/10.7764/RDLC.19.1.30-41

Maia, V. M., Chamhum Salomão, L. C., Lopes Siqueira, D., Puschman, R., Gonçalves Mota Filho, V. J., & Cecon, P. R. (2011). Physical and metabolic alterations in "Prata Anã" banana induced by mechanical damage at room temperature. *Scientia Agricola, LXIIX*(1), 31–36. https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S0103-90162011000100005

Maldonado Correa, K. E., Armijos Rogel, G. L., & Lalangui Balcazar, M. I. (23 de Febrero de 2023). Aplicación de la gestión de costos en pequeñas empresas productoras de banano, Provincia El Oro. *Polo del Conocimiento, VIII*(2), 479-1499. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9152070

OECD. (2001). *Measuring Productivity – OECD Manual: Measurement of Aggregate and Industry-level Productivity Growth.* https://www.oecd.org/en/publications/measuring-productivity-oecd-manual_9789264194519-en.html?__cf_chl_tk=AShO2jpX1ZdeEo7mk1SZIvUie144WNz6jZKMs6xkuck-1792730996-1.0.1.1-ZEAB7t3m_Y5oFggMi214f4L1MxrI82qo8jm8kvCQDDo

Ordoñez-Sigua, J. R., Moreno-Narváez, V. P., & Torres-Palacios, M. M. (1 de Octubre de 2020). Los costos de la no calidad y su incidencia en la rentabilidad de las PYMES. *CIENCIAMATRIA, VI*(1), 220-248. https://doi.org/10.35381/cm.v6i2.368

Pathare, P. B., & Al-Dairi , M. (2022). Effect of mechanical damage on the quality characteristics of banana fruits during short-term storage. *Discover Food (Springer), II*(1). https://link.springer.com/article/10.1007/s44187-022-00007-7

Plewa, M., Kaiser, G., & Hartmann, E. (2016). Is quality still free? Empirical evidence on quality cost in modern manufacturing. *International Journal of Quality & Reliability Management, XXXIII*(9), 1270-1285. https://doi.org/https://doi.org/10.1108/IJQRM-11-2014-0189

Psomas, E., Dimitrantzou, C., & Vouzas , F. (2022). Practical implications of cost of quality: A systematic literature review. *International Journal of Productivity and Performance Management, LXXI*(8), 3581–3605. https://doi.org/https://doi.org/10.1108/IJPPM-10-2020-0524

Quiloango Chimarro, C. A., Raymundo Gioia, H., & de Oliveira Costa, J. (5 de Agosto de 2024). Typology of Production Units for Improving Banana Agronomic Management in Ecuador. *AgriEngineering, VI*(3), 2811-2823. https://doi.org/10.3390/agriengineering6030163

Reina Gomez, Y. G., Chacón Contreras, A. I., & Aguilar Dueñas, J. E. (2023). Análisis de la merma del banano a partir del software Agrosft. *Minerva Journal, IV*, 106-113. https://doi.org/https://doi.org/10.47460/minerva.v2023iSpecial.122

Rosero Villavicencio, W. J., Torres Jaramillo, L. A., Suárez Valles, M. Á., & Villón Leoro, H. P. (2024). Monitoreo de principales daños durante el proceso de empaque de banano (Musa AAA): Los Ríos. *Monitoreo de principales daños durante el proceso de empaque de banano (Musa AAA): Los Ríos, VII*, 671 - 717. https://doi.org/https://doi.org/10.51736/c0cb0r31

Schiffauerova, A., & Thomson , V. (2006). A Review of Research on Cost of Quality Models and Best Practices. *International Journal of Quality & Reliability Management, XXIII*(4), 1-23. https://doi.org/https://doi.org/10.1108/02656710610672470

Teplická, K., & Hurná, S. (2021). New approach of costs of quality according their trend of during long period in industrial enterprises in SMEs. *Management Systems in Production Engineering, XXIX*(1), 20-26. https://doi.org/DOI 10.2478/mspe-2021-0003

Valenzuela Jimenez, L. F. (2016). Los costos de la mala calidad como quinto elemento del costo: Aproximación teórica en la gestión de la competitividad en medio de la convergencia contable. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión, XXIV*(1), 63–84. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18359/rfce.1622

Velásquez, A. I. (Mayo de 2020). ANÁLISIS DE LAS EXPORTACIONES DE BANANO EN EL MARCO COMERCIAL MÚLTIPARTES ENTRE ECUADOR Y LA UNIÓN EUROPEA. *OBSERVATORIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA, XVIII*(5), 1-7. https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/105

Viteri Guzmán, G. K. (Octubre de 2021). Sistema de información gerencial para el control de costos de empresas agroindustriales del Cantón Daule. *Revista Universidad y Sociedad., XIII*(5), 605-614. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202021000500605&script=sci_arttext

WALSTON, J. D., BADAR, M. A., KLUSE, C. J., & ROSTOM, R. (2025). A Review Analysis of Cost of Quality, Cost of Poor Quality, and Hidden Quality Cost. *Journal of Technology Studies, L*(1), 1-13. https://doi.org/https://doi.org/10.21061/ jts.435

Yunga-Armijos, L. C., Toro-Vivanco, A. D., & Capa-Tejedor, M. E. (8 de Marzo de 2023). Planificación de un Sistema de Gestión de Calidad para exportación de banano. *Digital Publisher CEIT, VIII*(3), 582-595. https://doi.org/doi.org/10.33386/593dp.2023.3.1787

Zhang, X., Zhao, L., Huang, Q., Pang, B., Zhou, Z., & Lu, Y. (2025). Synchronized Fertilization Based on Crop Nutrient Uptake and Fertilizer Nutrient Release Characteristics Increases Nutrient Use Efficiency in Banana. *Scientific Reports, 15*(34449), 1-12. https://www.nature.com/articles/s41598-025-17602-0