

07

ECONOMÍA CIRCULAR **Y EFICIENCIA OPERATIVA EN LAS MICROEMPRESAS** **MANUFACTURERAS DEL CANTÓN LA MANÁ, ECUADOR**



© 2026 Los autores. Este artículo se distribuye bajo la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

ECONOMÍA CIRCULAR

Y EFICIENCIA OPERATIVA EN LAS MICROEMPRESAS MANUFACTURERAS DEL CANTÓN LA MANÁ, ECUADOR

CIRCULAR ECONOMY AND OPERATIONAL EFFICIENCY IN MANUFACTURING MICROENTERPRISES IN LA MANÁ CANTON, ECUADOR

Olivia Rocío Lamingo-Paredes¹

E-mail: olivia.lamingo1689@utc.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1340-7418>

Rosa Marjorie Torres-Briones¹

E-mail: rosa.torres@utc.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5661-3605>

¹ Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Lamingo-Paredes, O. R., & Torres-Briones, R. M. (2026). Economía circular y eficiencia operativa en las microempresas manufactureras del cantón La Maná, Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 9(5), 61-70.

Fecha de presentación: 22/06/2026

Fecha de aceptación: 14/08/2026

Fecha de publicación: 01/09/2026

RESUMEN

Las microempresas manufactureras del cantón La Maná operan en un contexto de recursos limitados en el que cualquier mejora en el manejo de materiales puede marcar la diferencia entre la sostenibilidad y la quiebra. Este estudio analiza la incidencia de las prácticas de economía circular reciclaje, reutilización de materiales y reducción de residuos en los costos operativos de 121 microempresas manufactureras del cantón La Maná, provincia de Cotopaxi, Ecuador. Se adoptó un enfoque cuantitativo, no experimental y transversal de alcance descriptivo-correlacional. Los datos se recopilieron mediante un cuestionario estructurado de 27 ítems con escala Likert, validado por juicio de expertos y con confiabilidad confirmada ($\alpha = 0,881$ para el instrumento total). Se aplicaron estadísticos descriptivos, prueba de normalidad Shapiro-Wilk y correlaciones de Spearman. Los resultados muestran que las prácticas de economía circular inciden significativamente en los costos operativos ($r_s = 0,6418$; $p < 0,001$). La reducción de residuos presentó la relación más fuerte ($r_s = 0,6559$; $p < 0,001$), seguida de reutilización de materiales ($r_s = 0,3672$; $p < 0,001$) y reciclaje ($r_s = 0,3562$; $p < 0,001$). El 47,1 % de las empresas reconoció alguna reducción de costos asociada a estas prácticas, mientras que el 23,1% no lleva registros contables. Los hallazgos confirman las hipótesis de investigación y sugieren que la circularidad constituye una palanca viable para mejorar la eficiencia económica de las microempresas manufactureras, con implicaciones para la gestión empresarial y la política de fomento productivo en contextos locales.

Palabras clave:

Economía circular, costos operativos, microempresas manufactureras, reciclaje, reutilización, reducción de residuos, correlación de Spearman.

ABSTRACT

Manufacturing microenterprises in La Maná canton operate in a resource-constrained context where improvements in material management can determine the boundary between sustainability and failure. This study analyzes the impact of circular economy practices recycling, material reuse, and waste reduction on the operating costs of 121 manufacturing microenterprises in La Maná canton, Cotopaxi province, Ecuador. A quantitative, non-experimental, cross-sectional design with descriptive-correlational scope was adopted. Data were collected using a structured 27-item Likert-scale questionnaire, validated by expert judgment ($\alpha = 0.881$). Shapiro-Wilk normality tests and Spearman correlations were applied. Results show that circular economy practices significantly affect operating costs ($r_s = 0.6418$; $p < .001$). Waste reduction exhibited the strongest relationship ($r_s = 0.6559$; $p < .001$), followed by material reuse ($r_s = 0.3672$; $p < .001$) and recycling ($r_s = 0.3562$; $p < .001$). Some 47.1% of firms reported cost reductions associated with these practices, while 23.1% keep no accounting records. Findings confirm all research hypotheses and suggest circularity is a viable lever for improving economic efficiency in manufacturing microenterprises, with implications for business management and productive development policy in local contexts.

Keywords:

Circular economy, operating costs, manufacturing microenterprises, recycling, reuse, waste reduction, Spearman correlation.

INTRODUCCIÓN

La economía circular se ha consolidado como uno de los enfoques más relevantes para transformar los sistemas productivos contemporáneos hacia modelos más sostenibles, eficientes y competitivos. A diferencia del modelo lineal tradicional, basado en extraer, producir, consumir y desechar, este paradigma propone mantener el valor de los materiales, componentes y recursos durante el mayor tiempo posible mediante estrategias de reducción, reutilización, reciclaje, recuperación y rediseño de procesos (Bjørnbet et al., 2021; D'Amato et al., 2017; Pan et al., 2024). En consecuencia, la economía circular no solo constituye una respuesta a los desafíos ambientales derivados del uso intensivo de recursos naturales y la generación de residuos, sino también una estrategia para incrementar la eficiencia operativa y fortalecer la competitividad empresarial.

En el ámbito manufacturero, la economía circular ha adquirido una importancia creciente debido a que los procesos de transformación concentran un elevado consumo de materias primas, energía e insumos, además de generar desperdicios que incrementan los costos de producción. En este contexto, la incorporación de prácticas circulares favorece una utilización más eficiente de los recursos, reduce pérdidas de materiales y promueve procesos productivos con mayor valor agregado. La revisión realizada por Bjørnbet et al. (2021) identifica a la industria manufacturera como uno de los sectores con mayor potencial para la implementación de modelos circulares, mientras que el metaanálisis desarrollado por Pan et al. (2024), basado en 66 investigaciones y 13.643 empresas manufactureras, demuestra que estas prácticas generan efectos positivos sobre el desempeño ambiental, operativo y financiero, además de contribuir a la reducción de los costos operativos.

A pesar de estos beneficios, la adopción de la economía circular continúa representando un desafío para las pequeñas y medianas empresas. La literatura reciente evidencia que su implementación depende de factores organizacionales, tecnológicos, financieros e institucionales, así como de la disponibilidad de capacidades gerenciales, conocimiento especializado y mecanismos de colaboración entre organizaciones (Ahmadov et al., 2025). De igual manera, diversos estudios muestran que las capacidades estratégicas, la gestión ambiental y los factores conductuales influyen significativamente en la incorporación de prácticas circulares dentro de las empresas manufactureras (Hadi & Khan, 2026; Khan et al., 2025; Luthra et al., 2022).

En las microempresas manufactureras estos desafíos adquieren una mayor relevancia debido a sus limitaciones estructurales de capital, tecnología y gestión (García-Vera & Juca-Maldonado, (2026). No obstante, su elevada sensibilidad a los costos de producción convierte a la economía circular en una alternativa con alto potencial

para mejorar la eficiencia operativa mediante el reciclaje, la reutilización de materiales y la reducción de desperdicios. En este sentido, la literatura reciente sostiene que la aplicación de estas prácticas puede optimizar el aprovechamiento de los recursos, disminuir pérdidas durante el proceso productivo y fortalecer el desempeño económico de las organizaciones, aunque sus resultados dependen del grado de madurez organizacional y de las condiciones particulares de cada empresa (Dennison et al., 2024; Pan et al., 2024).

En el cantón La Maná, provincia de Cotopaxi, las microempresas manufactureras representan un componente importante del tejido productivo local y constituyen una fuente significativa de empleo e ingresos. Sin embargo, la mayoría desarrolla sus actividades con recursos financieros limitados, baja incorporación tecnológica y procesos de gestión poco formalizados, condiciones que dificultan la adopción sistemática de estrategias de economía circular. Aunque algunas empresas aplican de manera empírica prácticas de reciclaje, reutilización de materiales y reducción de residuos, no existe evidencia suficiente que permita establecer si estas acciones generan beneficios concretos sobre la eficiencia operativa y la reducción de los costos de producción.

Este vacío de conocimiento adquiere especial relevancia debido a que la literatura internacional ha demostrado la existencia de una relación positiva entre la economía circular y el desempeño empresarial; sin embargo, la mayor parte de las investigaciones se ha desarrollado en grandes empresas o en pequeñas y medianas empresas de economías industrializadas, siendo aún escasos los estudios centrados en microempresas manufactureras de contextos latinoamericanos y, particularmente, del Ecuador (Ahmadov et al., 2025; Bandeira et al., 2025; Pan et al., 2024). Asimismo, persisten limitaciones para cuantificar el impacto económico de la circularidad, debido a la ausencia de indicadores homogéneos y a las dificultades para integrar sus beneficios dentro de los sistemas de información contable y financiera (Kristensen & Mosgaard, 2020; Kwarteng et al., 2023).

En consecuencia, resulta pertinente analizar la relación entre las prácticas de economía circular y los costos operativos en las microempresas manufactureras, considerando que una gestión más eficiente de los materiales puede traducirse en menores requerimientos de insumos, disminución de desperdicios, reducción de reprocesos y mejor aprovechamiento de los recursos disponibles. Además de sus implicaciones ambientales, este enfoque representa una alternativa para fortalecer la competitividad y la sostenibilidad económica de organizaciones que operan con márgenes financieros reducidos y elevada sensibilidad frente a cualquier incremento de sus costos operativos.

La presente investigación contribuye al desarrollo del conocimiento sobre economía circular en microempresas

manufactureras de economías emergentes, aportando evidencia empírica sobre la incidencia de las prácticas de reciclaje, reutilización de materiales y reducción de residuos en la eficiencia operativa. Desde la perspectiva empresarial, los resultados proporcionan información útil para la formulación de estrategias orientadas a optimizar el uso de los recursos, fortalecer la gestión de costos y promover procesos productivos más sostenibles.

En este contexto, el objetivo de la investigación es analizar la incidencia de las prácticas de economía circular en los costos operativos de las microempresas manufactureras del cantón La Maná, Ecuador. Específicamente, se identifican las principales prácticas de reciclaje, reutilización de materiales y reducción de residuos implementadas por estas organizaciones, se caracteriza la estructura de sus costos operativos y se determina la relación existente entre ambas variables, con el propósito de generar evidencia que contribuya tanto a la gestión empresarial como al fortalecimiento de la sostenibilidad del sector manufacturero local.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, diseño no experimental de corte transversal y alcance descriptivo-correlacional. Fue descriptiva porque caracterizó las prácticas de reciclaje, reutilización de materiales y reducción de residuos aplicadas por las microempresas manufactureras. Fue correlacional porque analizó la relación entre dichas prácticas y los costos operativos, decisión metodológica coherente con estudios recientes sobre economía circular en pymes (Khan et al., 2025; Luthra et al., 2022) y con los hallazgos del metaanálisis de Pan et al. (2024).

La población estuvo conformada por las microempresas manufactureras activas del cantón La Maná, provincia de Cotopaxi. Para su delimitación se utilizó el Registro Estadístico de Empresas (REEM) del Instituto Nacional de Estadística y Censos (2025), fuente oficial que contiene información sobre empresas con actividad económica registrada en el período de referencia. De acuerdo con la consulta realizada en el visualizador oficial del REEM 2024, aplicando los filtros de provincia Cotopaxi, cantón La Maná, sector industrias manufactureras y categoría microempresa, se identificaron 176 microempresas manufactureras (N = 176).

La muestra se calculó mediante la fórmula para población finita, con un nivel de confianza del 95 %, margen de error del 5 % y valores de p = q = 0,50:

La fórmula aplicada fue (F1):

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{d^2(N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q} \quad (F1)$$

Al reemplazar los valores (F2, F3, F4 y F5):

$$n = \frac{176(1.96)^2(0.50)(0.50)}{(0.05)^2(176 - 1) + (1.96)^2(0.50)(0.50)} \quad (F2)$$

$$n = \frac{176(3.8416)(0.25)}{0.0025(175) + 3.8416(0.25)} \quad (F3)$$

$$n = \frac{169.0304}{0.4375 + 0.9604} \quad (F4)$$

$$n = \frac{169.0304}{1.3979} \quad (F5)$$

$$n = 120.92$$

$$n = 121$$

Se aplicaron 121 encuestas mediante muestreo probabilístico aleatorio simple. La unidad de análisis fue la microempresa manufacturera y el sujeto informante fue el propietario, gerente, administrador o responsable contable u operativo de cada unidad económica, actores que disponen de información directa sobre procesos productivos, consumo de materiales y costos operativos (Khan et al., 2025; Luthra et al., 2022).

La técnica utilizada fue la encuesta. El instrumento fue un cuestionario estructurado de 27 ítems organizado en seis bloques: datos generales de la empresa (6 ítems nominales), reciclaje (4 ítems Likert), reutilización de materiales (4 ítems Likert), reducción de residuos (4 ítems Likert), costos operativos (6 ítems Likert) e información económica y operativa complementaria (3 ítems cuantitativos). La escala Likert de cinco puntos (1 = Totalmente en desacuerdo; 5 = Totalmente de acuerdo) se utilizó para medir percepciones sobre prácticas circulares y costos operativos (Koo & Yang, 2025).

La validez de contenido se realizó mediante juicio de expertos en contabilidad, administración de empresas, metodología de la investigación y gestión ambiental. La confiabilidad se evaluó mediante el coeficiente alfa de Cronbach, aplicado a los 18 ítems Likert, considerando como criterio mínimo aceptable $\alpha \geq 0,70$ (Edelsbrunner et al., 2025; Tavakol & Dennick, 2011). Los resultados confirman la confiabilidad del instrumento en todas las dimensiones (véase Tabla 1).

Tabla 1. Confiabilidad del instrumento: coeficiente alfa de Cronbach por dimensión.

Dimensión	N ítems	α de Cronbach	Interpretación
Reciclaje	4	0,757	Aceptable
Reutilización de materiales	4	0,706	Aceptable
Reducción de residuos	4	0,728	Aceptable
Costos operativos	6	0,903	Excelente
Instrumento total (18 ítems)	18	0,881	Bueno

Fuente: elaborada a partir de Tavakol & Dennick (2011).

Los datos se procesaron en Python (versión 3.12) con las librerías pandas, numpy y scipy. Las variables nominales y cuantitativas se analizaron con frecuencias absolutas y porcentajes. Los ítems Likert se analizaron inicialmente con estadísticos descriptivos (media, desviación estándar, mediana) y posteriormente mediante índices compuestos por dimensión, calculados como promedios de los ítems correspondientes, procedimiento pertinente para síntesis de escalas de percepción en estudios cuantitativos empresariales (Ahmed, 2024; Koo & Yang, 2025).

La normalidad de los índices compuestos se evaluó con la prueba de Shapiro-Wilk. Los resultados indicaron distribución no normal para los índices de reciclaje ($p = 0,029$), reutilización ($p = 0,037$) y reducción de residuos ($p = 0,039$), por lo que se aplicó la correlación de Spearman para todas las pruebas de asociación, a fin de mantener criterio uniforme en el análisis de hipótesis. Se utilizó un nivel de significancia estadística de $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La muestra quedó conformada por 121 microempresas manufactureras del cantón La Maná. Las Tablas 2, 3, 4, 5, 6 y 7 presentan la distribución completa de la muestra según las variables de caracterización.

Tabla 2. Distribución de la muestra según la actividad manufacturera principal (n = 121).

Categoría	n	%
Elaboración de alimentos	30	24,8 %
Producción artesanal	22	18,2 %
Carpintería o productos de madera	21	17,4 %
Metalmecánica	20	16,5 %
Confección textil	19	15,7 %
Otra actividad manufacturera	9	7,4 %

En cuanto a la actividad manufacturera principal, la elaboración de alimentos concentró la mayor proporción de la muestra (30 empresas; 24,8 %), seguida de producción artesanal (22; 18,2 %), carpintería o productos de madera (21; 17,4 %), metalmecánica (20; 16,5 %), confección textil (19; 15,7 %) y otra actividad manufacturera (9; 7,4 %). Esta distribución refleja la heterogeneidad del tejido manufacturero del cantón La Maná, en el que coexisten actividades vinculadas a la cadena agroalimentaria con oficios artesanales y manufactureros de mayor complejidad técnica.

Tabla 3. Distribución de la muestra según el tiempo de funcionamiento (n = 121).

Categoría	n	%
De 1 a 3 años	37	30,6 %
Más de 10 años	26	21,5 %
De 7 a 10 años	24	19,8 %

Categoría	n	%
De 4 a 6 años	21	17,4 %
Menos de 1 año	13	10,7 %

Respecto al tiempo de funcionamiento, el 30,6 % de las empresas lleva entre uno y tres años de actividad, mientras que el 21,5 % supera los diez años, lo que indica la presencia simultánea de emprendimientos jóvenes y unidades productivas con mayor trayectoria y experiencia acumulada.

Tabla 4. Distribución de la muestra según el número de trabajadores (n = 121).

Categoría	n	%
3 a 5 trabajadores	53	43,8 %
6 a 9 trabajadores	29	24,0 %
1 a 2 trabajadores	26	21,5 %
10 trabajadores	13	10,7 %

En cuanto al tamaño, el 43,8 % emplea entre tres y cinco trabajadores, el 24,0 % entre seis y nueve, y el 21,5 % tiene uno o dos trabajadores, lo que confirma la escala micro de las unidades estudiadas.

Tabla 5. Distribución de la muestra según registros contables (n = 121).

Categoría	n	%
Sí, de forma básica o manual	64	52,9 %
Sí, de forma formal	29	24,0 %
No lleva registros contables	28	23,1 %

Sobre los registros contables, el 52,9 % lleva registros básicos o manuales, el 24,0 % cuenta con registro formal y el 23,1 % no lleva ningún tipo de registro contable, dato que tiene implicaciones directas para la medición del impacto económico de las prácticas circulares.

Tabla 6. Distribución de la muestra según el gasto mensual en insumos (n = 121).

Categoría	n	%
USD 1.001 a USD 2.000	39	32,2 %
USD 501 a USD 1.000	38	31,4 %
USD 2.001 a USD 3.000	20	16,5 %
Más de USD 3.000	16	13,2 %
Menos de USD 500	8	6,6 %

En lo que respecta al gasto mensual en materias primas e insumos, el 32,2 % de las empresas reporta un gasto de entre USD 1.001 y USD 2.000, y el 31,4 % entre USD 501 y USD 1.000. Un 16,5 % gasta entre USD 2.001 y USD 3.000, el 13,2 % más de USD 3.000, y apenas el 6,6 % menos de USD 500.

Tabla 7. Distribución de la muestra según reducción de costos observada (n = 121).

Categoría	n	%
Sí, pero de forma mínima	41	33,9 %
No ha observado reducción	40	33,1 %
No aplica estas prácticas	20	16,5 %
Sí, de forma clara	16	13,2 %
No conoce / no registra	4	3,3 %

En cuanto a la reducción de costos observada, el 33,9 % de las empresas señaló una reducción mínima asociada a estas prácticas y el 13,2 % reportó una reducción clara, mientras que el 33,1 % no ha observado reducción alguna, el 16,5 % indicó que no aplica estas prácticas y el 3,3 % no conoce o no registra el dato. Esta variable se analiza con mayor detalle en el apartado 4.6.

Sobre el desperdicio estimado, el 29,8 % lo sitúa entre el 5 % y el 10 % de los materiales utilizados, el 28,9 % entre el 11 % y el 20 %, y el 14,9 % supera el 20 %. Un 15,7 % no conoce ni registra su tasa de desperdicio. Estas cifras sugieren que el desperdicio de materiales es una realidad ampliamente presente y económicamente significativa en el tejido microempresarial manufacturero del cantón.

Los coeficientes alfa de Cronbach obtenidos superaron el umbral mínimo establecido ($\alpha \geq 0,70$) en todas las dimensiones. La dimensión de costos operativos registró el valor más alto ($\alpha = 0,903$), clasificado como excelente, seguida del instrumento total ($\alpha = 0,881$, nivel bueno). Las dimensiones de prácticas circulares presentaron valores aceptables: reciclaje ($\alpha = 0,757$), reducción de residuos ($\alpha = 0,728$) y reutilización de materiales ($\alpha = 0,706$). Estos resultados confirman la consistencia interna del instrumento y su adecuación para medir las variables del estudio.

La Tabla 8 presenta los estadísticos descriptivos de los índices compuestos contruidos para cada dimensión. Los cuatro índices registraron una media de 3,12 sobre 5, con dispersiones moderadas (desviación estándar entre 0,65 y 0,97), lo que indica que, en promedio, las microempresas estudiadas se ubican en un nivel medio de implementación de prácticas circulares y de percepción de su incidencia en los costos operativos.

Tabla 8. Estadísticos descriptivos de los índices compuestos (n = 121).

Dimensión / Índice	N	Media	D.E.	Mdn	Rango	Nivel
Reciclaje (IDX_REC)	121	3,12	0,90	3,00	1,00-5,00	Medio
Reutilización (IDX_REU)	121	3,12	0,86	3,25	1,00-5,00	Medio
Reducción residuos (IDX_RED)	121	3,12	0,88	3,25	1,00-4,75	Medio
Costos operativos (IDX_CO)	121	3,12	0,97	3,17	1,00-5,00	Medio
EC Global (IDX_EC)	121	3,12	0,65	3,08	1,67-4,67	Medio

Nota. D.E. = desviación estándar; Mdn = mediana. Escala de 1 a 5. Nivel: Bajo < 2,5; Medio 2,5 - 3,49; Alto $\geq 3,5$.

La distribución de respuestas en los ítems Likert (Tabla 9) muestra que, en las cuatro dimensiones medidas, el 38,0 % de los encuestados se ubicó en los niveles de acuerdo (4) o totalmente de acuerdo (5), mientras que el 32,2 % respondió de forma neutral (3) y el 29,8 % expresó desacuerdo o total desacuerdo (1-2). Esta distribución sugiere que, si bien existe una base de empresas que aplica prácticas circulares con mayor convicción y percibe beneficios operativos, una proporción relevante de microempresas aún no ha internalizado estas prácticas o no reconoce su incidencia en los costos.

Tabla 9. Distribución de respuestas Likert por dimensión (n = 121; porcentajes sobre el total de ítems de cada dimensión).

Dimensión	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	5 (%)	Ac+TDac (4+5)	Desac (1+2)
Reciclaje	9,9	19,8	32,2	24,0	14,0	38,0 %	29,8 %
Reutilización	9,9	19,8	32,2	24,0	14,0	38,0 %	29,8 %
Reducción residuos	9,9	19,8	32,2	24,0	14,0	38,0 %	29,8 %
Costos operativos	9,9	19,8	32,2	24,0	14,0	38,0 %	29,8 %

Nota. Ac+TDac = porcentaje de respuestas en niveles 4 (de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo). Desac = porcentaje de respuestas en niveles 1 y 2.

La Tabla 10 presenta los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk aplicada a los cinco índices compuestos. Los índices de reciclaje ($p = 0,029$), reutilización ($p = 0,037$) y reducción de residuos ($p = 0,039$) no mostraron distribución normal ($p < 0,05$). El índice de costos operativos ($p = 0,070$) y el índice de EC global ($p = 0,654$) no rechazaron la hipótesis de normalidad; sin embargo, con el fin de mantener un criterio uniforme en el análisis de hipótesis y dado que las dimensiones predictoras no son normales, se optó por la correlación de Spearman para la totalidad de las pruebas de asociación.

Tabla 10. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk de los índices compuestos (n = 121).

Índice	N	W	p-valor	¿Normal?	Estadístico
Reciclaje	121	0,9759	0,029	No	Spearman
Reutilización	121	0,9771	0,037	No	Spearman
Reducción de residuos	121	0,9774	0,039	No	Spearman
Costos operativos	121	0,9801	0,070	Sí*	Spearman**
EC Global	121	0,9914	0,654	Sí	Spearman**

Nota. * El índice de costos operativos no rechaza normalidad ($p = 0,070$), pero se aplicó Spearman para mantener criterio uniforme. ** Spearman es adecuado para variables ordinales y distribuciones no normales.

La Tabla 11 presenta los resultados del análisis correlacional. Todas las hipótesis planteadas fueron confirmadas con un nivel de significancia estadística de $p < 0,001$.

Tabla 11. Correlaciones de Spearman entre prácticas de economía circular y costos operativos (n = 121).

Hipótesis	Relación	rs	p-valor	Significancia	Decisión
H1 (Global)	EC Global → Costos operativos	0,6418	< 0,001	$p < 0,01$ **	Se acepta H1
H1a	Reciclaje → Costos operativos	0,3562	< 0,001	$p < 0,01$ **	Se acepta H1a
H1b	Reutilización → Costos operativos	0,3672	< 0,001	$p < 0,01$ **	Se acepta H1b
H1c	Reducción residuos → Costos operativos	0,6559	< 0,001	$p < 0,01$ **	Se acepta H1c

Nota. ** $p < 0,01$. rs = coeficiente de correlación de Spearman.

Los resultados muestran que la hipótesis general H1 fue confirmada: las prácticas de economía circular, en su conjunto, inciden significativamente en los costos operativos de las microempresas manufactureras del cantón La Maná ($rs = 0,6418$; $p < 0,001$). Esta correlación es de magnitud moderada-fuerte y positiva, lo que indica que las empresas con mayor implementación de prácticas circulares perciben, de forma coherente, una mayor incidencia de dichas prácticas sobre sus costos operativos.

La hipótesis H1c (reducción de residuos) presentó la correlación más fuerte ($rs = 0,6559$; $p < 0,001$), lo que sugiere que las acciones orientadas a prevenir pérdidas de materiales desde el origen del proceso productivo son las que tienen mayor impacto percibido sobre los costos. Este hallazgo es coherente con los resultados del metaanálisis de Pan et al. (2024), que identifica precisamente a las prácticas de eliminación de residuos y contaminación como las de mayor efecto sobre la reducción de costos en empresas manufactureras.

Las hipótesis H1b (reutilización de materiales, $rs = 0,3672$; $p < 0,001$) y H1a (reciclaje, $rs = 0,3562$; $p < 0,001$) también fueron confirmadas, aunque con magnitudes de correlación moderadas. La relativa similitud entre ambos coeficientes sugiere que reciclaje y reutilización tienen un impacto percibido sobre los costos de similar intensidad, aunque inferior al de la reducción de residuos. Esta jerarquía de efectos es consistente con la literatura, que advierte que las prácticas de reciclaje y reutilización requieren mayores inversiones iniciales y mayor madurez organizacional para generar beneficios económicos tangibles (Ahmadov et al., 2025; Bandeira et al., 2025).

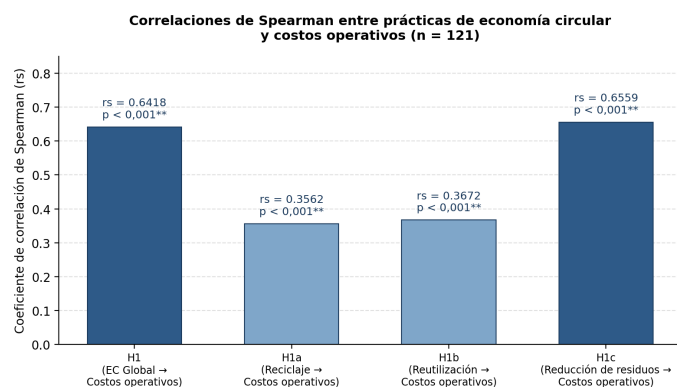


Figura 1. Coeficientes de correlación de Spearman entre las prácticas de economía circular y los costos operativos.

Nota. ** $p < 0,01$.

Es importante matizar que las correlaciones obtenidas (Figura 1) reflejan la percepción de los propietarios, gerentes y responsables de las microempresas, no necesariamente datos contables verificados. Dado que el 23,1 % de las empresas no lleva registros contables y el 52,9 % utiliza registros básicos o manuales, la medición de los beneficios económicos reales de la circularidad puede estar subestimada en el contexto estudiado, tal como advierte la literatura especializada en contabilidad de gestión circular (Kwarteng et al., 2023; Kristensen & Mosgaard, 2020).

En términos de la variable de percepción directa de reducción de costos, el 13,2 % de las microempresas reportó haber observado reducción de costos de forma clara como resultado de prácticas de reciclaje, reutilización o reducción de residuos, y el 33,9 % indicó una reducción mínima. En conjunto, el 47,1 % de las empresas reconoció algún nivel de beneficio económico asociado a la circularidad. Por su parte, el 33,1 % no observó reducción, el 16,5 % señaló no aplicar estas prácticas y el 3,3 % no conoce o no registra el dato.

Estos resultados revelan una brecha importante: si bien existe correlación estadística significativa entre las prácticas circulares y los costos operativos, la percepción de beneficios económicos concretos es limitada en casi la mitad de la muestra. Esta brecha puede explicarse, al menos en parte, por la debilidad de los sistemas de registro contable de las microempresas, que dificulta la identificación explícita de ahorros derivados de la circularidad. En otras palabras, muchas empresas pueden estar generando beneficios sin saberlo, simplemente porque carecen de las herramientas para medirlos, una disfunción que autores como Kwarteng et al. (2023) han documentado incluso en contextos con mayor grado de formalización empresarial.

Los hallazgos del presente estudio son coherentes con la evidencia acumulada en la literatura internacional sobre economía circular en empresas manufactureras, aunque

revelan particularidades propias del contexto de microempresas locales en economías emergentes.

La confirmación de la hipótesis general (H1: $rs = 0,6418$; $p < 0,001$) es consistente con los resultados del metaanálisis de Pan et al. (2024), que identificó efectos positivos de las prácticas circulares sobre el desempeño operativo y la reducción de costos en empresas manufactureras. La correlación de magnitud moderada-fuerte observada en este estudio es comparable con los tamaños de efecto reportados en estudios sobre pymes manufactureras en economías emergentes (Khan et al., 2025; Luthra et al., 2022).

La reducción de residuos emergió como la práctica con mayor correlación con los costos operativos ($rs = 0,6559$), resultado que respalda el argumento de Pan et al. (2024) en el sentido de que las prácticas orientadas a eliminar residuos y contaminación tienen los efectos más directos sobre la eficiencia económica de la empresa. Desde una perspectiva práctica, esto tiene sentido: reducir el desperdicio en la fuente no requiere inversión adicional en infraestructura o tecnología, sino únicamente una reorganización del proceso productivo y un mayor control del uso de materiales, aspectos al alcance de las microempresas con capacidades y recursos limitados.

La menor magnitud de las correlaciones de reciclaje ($rs = 0,3562$) y reutilización ($rs = 0,3672$) puede interpretarse a la luz de los marcos de madurez de economía circular para pymes (Ahmadov et al., 2025; Bandeira et al., 2025): estas prácticas requieren un grado de organización, colaboración y conocimiento técnico que no todas las microempresas del cantón han alcanzado. En ese sentido, la jerarquía de efectos observada reducción de residuos > reutilización > reciclaje ofrece una orientación práctica para el diseño de programas de apoyo a la transición circular en microempresas: comenzar por las prácticas de mayor impacto y menor complejidad de implementación.

Un hallazgo relevante que merece atención especial es la brecha entre la correlación estadística y la percepción de reducción de costos. Aunque las correlaciones entre prácticas circulares y costos operativos son estadísticamente significativas y de magnitud moderada-fuerte, solo el 47,1 % de las empresas reconoció alguna reducción de costos. Esta aparente contradicción puede explicarse por la debilidad de los sistemas de registro contable: cuando las empresas no miden, no saben que están ahorrando. Esta conclusión tiene plena resonancia en la literatura: Kwarteng et al. (2023) documentaron exactamente esta disfunción en empresas manufactureras de Ghana, y Kristensen & Mosgaard (2020) advirtieron sobre la fragmentación de los indicadores micro de economía circular que dificultan vincular circularidad con resultados económicos concretos.

Este estudio tiene limitaciones. La medición se basa en percepciones de los informantes, no en datos contables

verificados, lo que introduce una fuente de sesgo de respuesta. Además, la distribución uniforme de las respuestas Likert en los ítems individuales sugiere que el instrumento captura percepciones generales más que variaciones específicas entre dimensiones a nivel de ítem. Estudios futuros podrían complementar el enfoque perceptual con análisis de costos basados en registros contables reales, y podrían explorar mediadores como el nivel de formalización contable, la antigüedad de la empresa o el tipo de actividad manufacturera. También sería pertinente replicar el estudio en otros cantones de la provincia de Cotopaxi para evaluar la robustez territorial de los hallazgos.

CONCLUSIONES

El presente estudio demostró que las prácticas de economía circular inciden significativamente en los costos operativos de las microempresas manufactureras del cantón La Maná, confirmando todas las hipótesis de investigación planteadas. Los principales hallazgos pueden sintetizarse en cuatro puntos:

Las prácticas de economía circular en su conjunto reciclaje, reutilización de materiales y reducción de residuos se correlacionan de manera significativa y positiva con la percepción de incidencia sobre los costos operativos ($r_s = 0,6418$; $p < 0,001$). Esta relación, de magnitud moderada-fuerte, sugiere que la circularidad constituye una palanca viable para mejorar la eficiencia económica en microempresas manufactureras de contextos locales.

La reducción de residuos es la práctica que mayor relación presenta con la reducción de costos operativos ($r_s = 0,6559$; $p < 0,001$). Su implementación no requiere inversiones complejas: bastan el control del uso de materiales y la mejora de la organización del proceso productivo. Esto la convierte en la práctica de mayor potencial para microempresas con capacidades limitadas.

El 47,1 % de las microempresas reconoció alguna reducción de costos asociada a las prácticas circulares implementadas, aunque esta percepción directa es moderada. La brecha entre la correlación estadística y la percepción explícita de ahorro se explica, en gran parte, por la debilidad de los sistemas de registro contable: el 23,1 % no lleva ningún registro y el 52,9 % utiliza registros básicos o manuales.

Los resultados tienen implicaciones prácticas claras. Para las microempresas, la reducción de residuos desde el origen del proceso productivo es la estrategia de mayor impacto inmediato sobre los costos. Para los actores de política pública y fomento productivo, los resultados evidencian la necesidad de fortalecer los sistemas de registro contable en microempresas, ya que sin medición no es posible identificar ni aprovechar los beneficios económicos de la circularidad.

REFERENCIAS

- Ahmadov, T., Durst, S., Gerstlberger, W., & Kraut, E. (2025). SMEs on the way to a circular economy: Insights from a multi-perspective review. *Management Review Quarterly*, 75, 289–322. <https://doi.org/10.1007/s11301-023-00380-2>
- Ahmed, S. K. (2024). How to choose a sampling technique and determine sample size for research: A simplified guide for researchers. *Oral Oncology Reports*, 12, 100662. <https://doi.org/10.1016/j.oor.2024.100662>
- Bandeira, G. L., Ferasso, M., & Tortato, U. (2025). Circular economy maturity framework for SMEs. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 27, 200275. <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2025.200275>
- Bjørnbet, M. M., Skaar, C., Fet, A. M., & Schulte, K. Ø. (2021). Circular economy in manufacturing companies: A review of case study literature. *Journal of Cleaner Production*, 294, 126268. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126268>
- D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., Lähtinen, K., Korhonen, J., Leskinen, P., Matthies, B. D., & Toppinen, A. (2017). Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues. *Journal of Cleaner Production*, 168, 716–734. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053>
- Dennison, M. S., Kumar, M. B., & Jebabalan, S. K. (2024). Realization of circular economy principles in manufacturing: Obstacles, advancements, and routes to achieve a sustainable industry transformation. *Discover Sustainability*, 5, 438. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-02149-z>
- Ecuador. Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2025). *Registro Estadístico de Empresas – REEM 2024 definitivo y 2025 provisional*. INEC. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/directoriodeempresas/>
- Edelsbrunner, P. A., Simonsmeier, B. A., & Schneider, M. (2025). The Cronbach's alpha of domain-specific knowledge tests before and after learning: A meta-analysis of published studies. *Educational Psychology Review*, 37(4), Article 4. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09982-y>
- García-Vera, Y. S., & Juca-Maldonado, F. X. (2026). *Inteligencia Artificial Aplicada a la Contabilidad: Flujos, buenas prácticas y control*. Sophia Editions.
- Hadi, N. U., & Khan, M. I. (2026). Factors influencing circular economy business model adoption: Evidence from NCA and PLS-SEM. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 12(1), 100697. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2025.100697>

- Khan, M., Majid, A., & Ahmed, A. (2025). Circular economy practices in manufacturing SMEs: A perspective of environmental management in developing countries. *Sustainable Futures*, 9, 100418. <https://doi.org/10.1016/j.sft.2024.100418>
- Koo, M., & Yang, S.-W. (2025). Likert-type scale. *Encyclopedia*, 5(1), 18. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia5010018>
- Kristensen, H. S., & Mosgaard, M. A. (2020). A review of micro-level indicators for a circular economy: Moving away from the three dimensions of sustainability? *Journal of Cleaner Production*, 243, 118531. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118531>
- Kwarteng, A., Agyenim-Boateng, C., & Simpson, S. N. Y. (2023). The barriers to adapting accounting practices to circular economy implementation: An evidence from Ghana. *Journal of Global Responsibility*, 14(1), 1–26. <https://doi.org/10.1108/JGR-12-2021-0102>
- Luthra, S., Kumar, A., Sharma, M., Garza-Reyes, J. A., & Kumar, V. (2022). An analysis of operational behavioural factors and circular economy practices in SMEs: An emerging economy perspective. *Journal of Business Research*, 141, 321–336. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.12.014>
- Pan, X., Wong, C. W. Y., Wong, C. Y., Boon-itt, S., & Li, C. (2024). The influences of circular economy practices on manufacturing firm's performance: A meta-analytic structural equation modeling study. *International Journal of Production Economics*, 273, 109267. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2024.109267>
- Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International journal of medical education*, 2, 53–55. <https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd>

Conflictos de interés:

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Contribución de los autores:

Olivia Rocío Lamingo-Paredes, Rosa Marjorie Torres-Briones: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, supervisión, validación, visualización, redacción del borrador original y redacción, revisión y edición.

Declaración ética:

El estudio se basó en el análisis de fuentes documentales y datos de acceso público, por lo que no implicó la participación directa de seres humanos. No se manejó información personal identificable.