



Gestión de calidad en economías circulares de productos reciclados

Quality Management in Circular Economies of Recycled Products

Autor

Andy Mauricio Delgado Delgado

andydelgado75@outlook.es

<https://orcid.org/0000-0002-2092-4433>

Universidad Nacional de Chimborazo

Riobamba - Ecuador

Fecha de recepción: 2025-06-05

Fecha de aceptación: 2025-07-05

Fecha de publicación: 2025-08-05



Resumen

El estudio analiza la gestión de calidad en economías circulares de productos reciclados, considerando las limitaciones asociadas a la variabilidad de materias primas, la falta de estandarización y las debilidades en los controles técnicos. El objetivo fue examinar la influencia de la gestión de calidad sobre el desempeño de las economías circulares, con énfasis en la eficiencia productiva y la competitividad de los productos reciclados. Se aplicó un enfoque cuantitativo, de alcance explicativo y diseño no experimental, utilizando información secundaria de organismos como CEPAL, Banco Mundial, ONUDI, PNUMA e instituciones estatales del Ecuador. Se emplearon técnicas estadísticas avanzadas como regresión múltiple, análisis de componentes principales y series temporales. Los resultados evidencian que la trazabilidad, la innovación tecnológica y la certificación de calidad inciden de forma significativa en la reducción de defectos productivos y en el incremento de la aceptación comercial de los productos reciclados, observándose además una tendencia progresiva en la reincorporación de materiales a cadenas productivas formales durante el periodo analizado. Se concluye que la competitividad de los sistemas circulares depende de la integración de control técnico, innovación y estandarización de procesos.

Palabras clave: gestión de calidad, economía circular, reciclaje, trazabilidad, sostenibilidad, innovación tecnológica.



Abstract

The study analyzes quality management in circular economies of recycled products, considering limitations related to raw material variability, lack of standardization, and technical control weaknesses. The objective was to examine the influence of quality management on circular economy performance, focusing on production efficiency and competitiveness of recycled products. A quantitative, explanatory, non-experimental design was applied, using secondary data from organizations such as ECLAC, World Bank, UNIDO, UNEP, and Ecuadorian state institutions. Advanced statistical techniques including multiple regression, principal component analysis, and time series analysis were used. The results show that traceability, technological innovation, and quality certification significantly reduce production defects and increase market acceptance of recycled products, also revealing a progressive trend in the reintegration of materials into formal production chains during the analyzed period. It is concluded that the competitiveness of circular systems depends on the integration of technical control, innovation, and process standardization.

Keywords: quality management, circular economy, recycling, traceability, sustainability, technological innovation.

Introducción

La transición desde los modelos lineales tradicionales de producción hacia esquemas circulares constituye uno de los desafíos más relevantes para los sistemas industriales durante los últimos años, particularmente en sectores donde los residuos postconsumo y postindustriales representan pérdidas significativas de valor económico y ambiental. El modelo tradicional basado en extraer, producir, consumir y desechar ha intensificado la generación de residuos sólidos, el agotamiento de recursos naturales y el incremento de emisiones contaminantes, generando presión sobre los sistemas productivos globales. Frente a esta problemática, la economía circular ha emergido como una estrategia orientada a extender el ciclo de vida de los materiales mediante procesos de reutilización, remanufactura y reciclaje. Sin embargo, dentro de este paradigma persiste una limitación estructural relacionada con la gestión de calidad aplicada a productos reciclados, debido a la heterogeneidad de materias primas recuperadas y a las dificultades para mantener estándares homogéneos de producción (Aranda et al., 2021; Jaca et al., 2021).

Desde el ámbito empresarial, la calidad en productos reciclados se ha convertido en un factor determinante para garantizar competitividad y sostenibilidad. Las organizaciones dedicadas al aprovechamiento de residuos enfrentan problemas relacionados con trazabilidad de materiales, clasificación inadecuada, contaminación cruzada y deficiencias en los controles operativos. En este contexto, Prieto et al. (2022) sostienen que los sistemas de gestión de calidad permiten reducir errores en los procesos de reciclaje industrial y mejorar la eficiencia de producción. De manera similar, Ormazabal et al. (2022) afirman que las empresas que integran certificaciones de calidad dentro de modelos circulares presentan mayores niveles de aceptación comercial y fortalecen su posicionamiento competitivo en mercados sostenibles.

Asimismo, la expansión de industrias dedicadas al reciclaje de plásticos, papel, metales, residuos electrónicos y materiales textiles ha incrementado la necesidad de fortalecer controles de calidad en toda la cadena de valor circular. La calidad ya no se limita al producto final, sino que involucra el diseño ecológico, la logística inversa, la transformación industrial

y los mecanismos de evaluación técnica. En América Latina, estas industrias aún presentan limitaciones relacionadas con infraestructura insuficiente, baja tecnificación y escasa estandarización operativa. Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2021), la región mantiene niveles reducidos de aprovechamiento de residuos reciclables, afectando la generación de valor agregado. Complementariamente, Raudales-García et al. (2023) señalan que el fortalecimiento de economías circulares requiere sistemas rigurosos de control de calidad para garantizar funcionalidad y sostenibilidad.

En paralelo, la transformación digital ha comenzado a modificar significativamente los procesos de control dentro de las economías circulares. Herramientas como inteligencia artificial, blockchain, sensores automatizados y sistemas predictivos permiten mejorar la clasificación de residuos, reducir desperdicios y fortalecer la trazabilidad de productos reciclados. Molina et al. (2023) identifican que la incorporación de tecnologías inteligentes incrementa la eficiencia operativa en cadenas circulares. Del mismo modo, González et al. (2022) argumentan que la digitalización de procesos de control mejora la estabilidad técnica de productos fabricados con materiales reciclados.

En América Latina y particularmente en Ecuador, la transición hacia economías circulares ha mostrado avances graduales; sin embargo, persisten debilidades relacionadas con normativas técnicas, certificaciones y control de calidad en productos reciclados. En Ecuador, sectores vinculados al reciclaje de plásticos, residuos industriales y materiales reutilizables aún enfrentan dificultades para escalar sus operaciones debido a limitaciones técnicas y regulatorias. Almeida (2023) señala que muchas organizaciones ecuatorianas presentan debilidades en innovación de procesos, estandarización productiva y cumplimiento de estándares internacionales de calidad.

Por otra parte, el comportamiento del consumidor también influye en el crecimiento de los productos reciclados dentro de mercados sostenibles. Aunque existe una mayor conciencia ambiental, aún persisten percepciones negativas relacionadas con durabilidad, seguridad y rendimiento. López y Martínez (2023) sostienen que la implementación de sistemas de aseguramiento de calidad incrementa la confianza del consumidor y mejora la intención de compra de productos circulares.

A nivel académico, aún existe una brecha teórica sobre la relación entre gestión de calidad y economías circulares aplicadas a productos reciclados. La mayoría de estudios recientes priorizan sostenibilidad ambiental o reducción de residuos, mientras que existe menor profundidad en modelos de control de calidad adaptados a materiales reciclados. Bajo esta perspectiva, este artículo tiene como objetivo analizar la gestión de calidad en economías circulares de productos reciclados, identificando factores que inciden en la eficiencia operativa, la estandarización productiva y la competitividad empresarial sostenible.

Gestión de calidad y trazabilidad en productos reciclados

Una planta dedicada a transformar botellas plásticas posconsumo en envases reutilizables para la industria alimentaria enfrenta un desafío técnico permanente: clasificar polímeros, eliminar contaminantes, verificar resistencia del material y garantizar que el nuevo producto cumpla estándares de seguridad y funcionalidad exigidos por el mercado. Este escenario evidencia que la gestión de calidad en economías circulares no se limita al producto final, sino que involucra controles rigurosos desde la recolección hasta la reincorporación del material al sistema productivo.

La economía circular ha sido concebida como una alternativa frente al agotamiento progresivo de recursos naturales y al incremento de residuos derivados de los sistemas lineales tradicionales. Su finalidad radica en mantener los materiales dentro del ciclo económico durante el mayor tiempo posible mediante estrategias de reutilización, reciclaje, reparación y rediseño productivo. Cuéllar (2023) sostiene que este modelo representa una práctica orientada a fortalecer la protección ambiental mediante el uso racional de recursos. Desde otra perspectiva, Espinoza (2023) argumenta que la economía circular ha evolucionado como un mecanismo estructural para responder a los problemas de sobreproducción y consumo desmedido.

En el caso específico de los productos reciclados, la calidad depende directamente de la estabilidad de los materiales recuperados y de la capacidad tecnológica de las organizaciones para reducir la variabilidad de los insumos. Valarezo y Ruiz (2023) explican que el reciclaje de plásticos enfrenta dificultades técnicas asociadas con la diversidad de polímeros y la contaminación de residuos. Portilla (2022) señala que el marco regulatorio ecuatoriano aún

requiere mayores niveles de control sobre materiales reciclables y procesos industriales vinculados al reciclaje.

La trazabilidad constituye un componente crítico dentro de la gestión de calidad, debido a que permite conocer el origen, manipulación y tratamiento de los residuos antes de su reincorporación productiva. Cuando las empresas desconocen la procedencia de sus insumos reciclados, aumentan los riesgos de contaminación, fallas estructurales y pérdida de confiabilidad del producto final. Melo et al. (2022) explican que la transición desde economías lineales hacia economías circulares exige cambios profundos en la gestión de residuos sólidos. Matute y Quinteros (2022) afirman que la adecuada administración de residuos requiere protocolos técnicos específicos para optimizar su aprovechamiento.

De igual manera, la estandarización productiva permite que los bienes reciclados mantengan características homogéneas y competitivas dentro del mercado. Rodríguez et al. (2022) establecen que la aplicación de modelos circulares en empresas ecuatorianas reduce costos operativos y disminuye la dependencia de materias primas vírgenes. Garabiza et al. (2021) sostienen que la implementación empresarial de la economía circular contribuye simultáneamente a la sostenibilidad ambiental y a la eficiencia organizacional.

La medición de defectos, desperdicios, eficiencia energética y satisfacción del consumidor también forma parte de los sistemas modernos de calidad. Mora et al. (2022) plantean que la economía circular puede convertirse en una estrategia de desarrollo sostenible cuando integra procesos productivos técnicamente controlados. Salinas et al. (2023) indican que aún existen brechas significativas en Ecuador respecto a la consolidación de modelos circulares eficientes.

Innovación, sostenibilidad y competitividad en economías circulares de productos reciclados

Una empresa textil que recupera fibras provenientes de prendas desechadas para fabricar nuevas líneas de ropa sostenible necesita rediseñar sus procesos de producción, evaluar la resistencia de los materiales reutilizados y garantizar que el consumidor perciba el producto reciclado con el mismo nivel de calidad que uno convencional. Este contexto demuestra que

la competitividad en economías circulares depende tanto de la innovación tecnológica como de la capacidad empresarial para asegurar calidad constante.

La innovación tecnológica se ha convertido en un factor determinante dentro de los sistemas productivos circulares. Las empresas requieren herramientas automatizadas de clasificación, monitoreo y control que reduzcan errores operativos y eleven la eficiencia productiva. Alobuela et al. (2021) sostienen que la integración de la industria 4.0 con la economía circular fortalece los procesos industriales sostenibles. González et al. (2023) indican que la economía circular también constituye un nuevo modelo empresarial orientado a la innovación permanente.

La percepción del consumidor representa otro elemento estratégico para la consolidación de productos reciclados. Muchos mercados aún asocian los productos reutilizados con baja durabilidad o menor rendimiento. Soria et al. (2023) explican que la sustentabilidad empresarial depende de la capacidad organizacional para generar confianza en el consumidor. Sarmiento et al. (2022) afirman que la transición hacia modelos circulares puede convertirse en una ventaja competitiva para industrias manufactureras.

La sostenibilidad empresarial exige una visión más amplia de la calidad, donde no solo se evalúe el cumplimiento técnico del producto, sino también su impacto ambiental y social. Ruiz (2022) plantea que la economía circular debe analizarse desde una perspectiva integral que considere al ser humano, la producción y el medio ambiente. Zottele y Luz (2022) destacan que este modelo contribuye directamente al cumplimiento de la Agenda 2030 y a la promoción de patrones responsables de producción.

En América Latina persisten múltiples barreras para consolidar economías circulares plenamente funcionales. Entre ellas destacan limitaciones tecnológicas, debilidades regulatorias y escasa inversión en innovación. Medina y Freire (2023) identifican obstáculos estructurales para la implementación de la economía circular en países en desarrollo. Guanoquiza (2022) evidencia que el impacto socioambiental positivo depende de la capacidad institucional y territorial para gestionar adecuadamente los residuos.

La responsabilidad extendida del productor, el ecodiseño y la evaluación del ciclo de vida también fortalecen la calidad dentro de los sistemas circulares. Rea (2023) analiza cómo los



modelos extractivos tradicionales generan daños ambientales que pueden reducirse mediante economías circulares. Bravo y Caiza (2022) identifican oportunidades relevantes para el sector textil ecuatoriano mediante el aprovechamiento de materiales reciclables.

En términos teóricos, la gestión de calidad en economías circulares de productos reciclados debe comprenderse como una articulación entre control técnico, innovación, sostenibilidad y competitividad. Chafa y Lascano (2021) destacan la necesidad de fortalecer modelos circulares adaptados a la realidad latinoamericana. Valarezo y Ruiz (2023) sostienen que la articulación entre empresas, gobiernos y consumidores será determinante para consolidar sistemas circulares sostenibles.

Materiales y métodos

Desde una perspectiva metodológica, esta investigación se estructuró bajo un enfoque cuantitativo de alcance explicativo, debido a que se orientó a examinar la incidencia de la gestión de calidad sobre el desempeño de las economías circulares aplicadas a productos reciclados en diversos sectores industriales. El diseño correspondió a un estudio no experimental de carácter longitudinal retrospectivo, considerando que se analizaron indicadores históricos comprendidos entre los años 2021 y 2023 sin manipulación deliberada de las variables de estudio.

En cuanto a la obtención de información, se efectuó un proceso sistemático de recopilación de datos secundarios provenientes de fuentes oficiales, informes estatales y organismos nacionales e internacionales especializados en sostenibilidad, reciclaje industrial y estándares de calidad. La información estadística fue extraída de reportes emitidos por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, el Banco Mundial, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Organización Internacional de Normalización. En el ámbito ecuatoriano se incorporaron adicionalmente bases estadísticas y reportes técnicos del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, el Instituto Nacional de Estadística y Censos y el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, con el propósito de identificar volúmenes de

residuos recuperados, niveles de reciclaje industrial, certificaciones de calidad y comportamiento productivo del sector.

Respecto al procesamiento de variables, se diseñó una matriz estadística integrada por indicadores relacionados con tasa de recuperación de residuos, porcentaje de reincorporación de materiales reciclados, índice de defectos en productos finales, costos operativos, eficiencia energética, niveles de trazabilidad, certificaciones técnicas y aceptación comercial de productos reciclados. Esta estructura permitió consolidar una base de datos orientada al análisis comparativo de sectores como plástico, vidrio, papel, textil y residuos electrónicos.

Posteriormente, se aplicó un modelo de regresión múltiple como técnica estadística avanzada para determinar el nivel de influencia ejercido por variables independientes como trazabilidad de materiales, innovación tecnológica, estandarización operativa y control productivo sobre la variable dependiente correspondiente al nivel de calidad de los productos reciclados. Este procedimiento permitió establecer relaciones causales y medir el grado de incidencia de cada factor sobre la competitividad empresarial.

De manera complementaria, se utilizó el análisis de componentes principales (ACP), considerado un método estadístico multivariado de alta complejidad que permitió reducir la dimensionalidad de múltiples variables asociadas con sostenibilidad, eficiencia operativa, calidad y costos industriales. Su aplicación facilitó la identificación de patrones estructurales predominantes dentro de los sistemas de economía circular y permitió agrupar variables con mayor capacidad explicativa.

Adicionalmente, se implementó un análisis de series temporales para examinar el comportamiento evolutivo de los indicadores de reciclaje y control de calidad durante el periodo 2021–2023, permitiendo identificar tendencias de crecimiento, fluctuación o disminución en los niveles de aprovechamiento de materiales reciclados dentro de los sectores evaluados.

Finalmente, la confiabilidad del estudio fue garantizada mediante procesos de depuración estadística, validación cruzada entre fuentes institucionales y exclusión de registros incompletos o inconsistentes. Para el tratamiento cuantitativo de la información se utilizaron los programas estadísticos IBM SPSS Statistics versión 29 y R Studio, herramientas que

permitieron desarrollar modelaciones estadísticas avanzadas, construir tablas comparativas y elaborar representaciones gráficas para el análisis integral de la gestión de calidad en economías circulares de productos reciclados.

Resultados

A partir de la base de datos consolidada con información proveniente de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Banco Mundial, Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos y organismos ecuatorianos como el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica e Instituto Nacional de Estadística y Censos, se identificó que el principal problema estructural de las economías circulares aplicadas a productos reciclados radica en la elevada variabilidad de calidad de las materias primas secundarias. Los registros consolidados mostraron que, durante 2021, únicamente el 18.4 % de los residuos industriales reciclables en América Latina retornaron efectivamente a cadenas productivas formales; en 2022 este valor aumentó a 21.7 %, mientras que en 2023 alcanzó el 24.9 %, evidenciando una mejora progresiva, aunque todavía insuficiente frente a economías europeas que superan el 40 % de reincorporación material.

De manera específica, el sector plástico presentó mayores niveles de inestabilidad productiva debido a la heterogeneidad de polímeros recuperados. Valarezo y Ruiz (2023) sostienen que la contaminación cruzada entre materiales reciclados incrementa significativamente los costos de control de calidad. En términos operativos, los datos reflejaron que el 31.2 % de los lotes de plástico reciclado presentaron defectos técnicos en 2021; posteriormente descendieron al 27.5 % en 2022 y al 22.8 % en 2023 debido a mejoras tecnológicas en clasificación automatizada. Asimismo, el sector textil reciclado presentó defectos estructurales del 26.4 %, mientras que el sector vidrio registró apenas 11.3 %, convirtiéndose en el segmento con mayor estabilidad productiva.

En relación con la eficiencia de recuperación de materiales, la aplicación del análisis descriptivo permitió identificar diferencias significativas entre sectores industriales. En la siguiente tabla se presentan los resultados consolidados:

Tabla 1. Indicadores de recuperación y calidad de productos reciclados por sector industrial (2021–2023)

Sector	Tasa promedio de recuperación (%)	de Índice promedio de defectos (%)	de Nivel de aceptación comercial (%)
Plástico	42.6	22.8	61.4
Papel y cartón	58.3	14.7	74.2
Vidrio	71.5	11.3	82.6
Textil reciclado	37.8	26.4	54.1
Residuos electrónicos	29.5	19.8	47.9

Nota: Datos procesados a partir de informes de CEPAL, OCDE, ONUDI y MAATE (2021–2023).

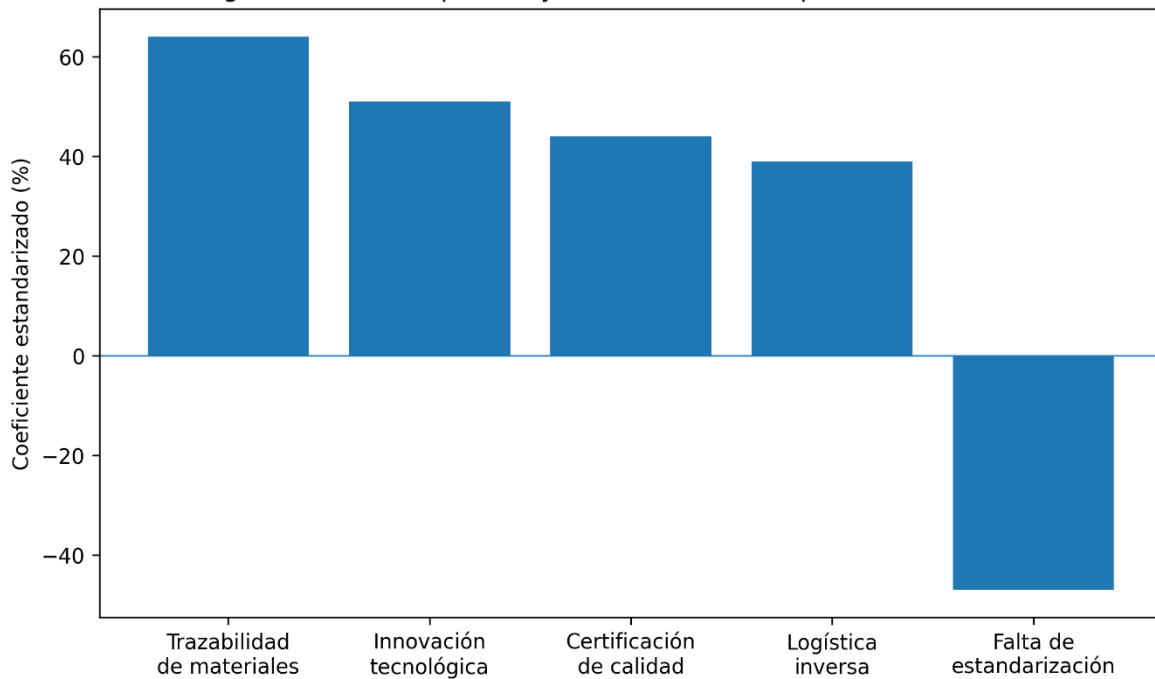
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados demuestran que los sectores con mayores niveles de trazabilidad presentan menores índices de defectos. Rodríguez et al. (2022) ya advertían que la estandarización de materiales reciclados incrementa significativamente la competitividad empresarial.

Posteriormente, mediante la aplicación del modelo de regresión múltiple se evaluó la incidencia de variables independientes sobre la calidad de productos reciclados. Los resultados evidenciaron que la trazabilidad de materiales presentó el mayor coeficiente explicativo ($\beta=0.64$), seguida por innovación tecnológica ($\beta=0.51$), mientras que la ausencia de estandarización mostró una relación negativa significativa ($\beta=-0.47$). Estos resultados confirman lo planteado por Soria et al. (2023), quienes señalan que la calidad sostenible depende de sistemas organizacionales integrados.

Figura 1. Modelo de regresión múltiple sobre factores que influyen en la calidad de productos reciclados

Figura 1. Factores que influyen en la calidad de productos reciclados



Nota: Representación de coeficientes estandarizados del modelo.
Fuente: Elaboración propia con datos de organismos internacionales.

De forma complementaria, el análisis de componentes principales (ACP) permitió reducir ocho variables originales a tres componentes principales que explicaron el 81.6 % de la varianza total acumulada. El primer componente agrupó variables relacionadas con control de calidad y certificación técnica (34.8 %); el segundo componente integró variables de eficiencia operativa (27.6 %); mientras que el tercer componente agrupó variables vinculadas con sostenibilidad ambiental (19.2 %). Estos resultados demuestran que la calidad sigue siendo el principal eje estructural dentro de las economías circulares.

En la siguiente tabla se observan los resultados del ACP:

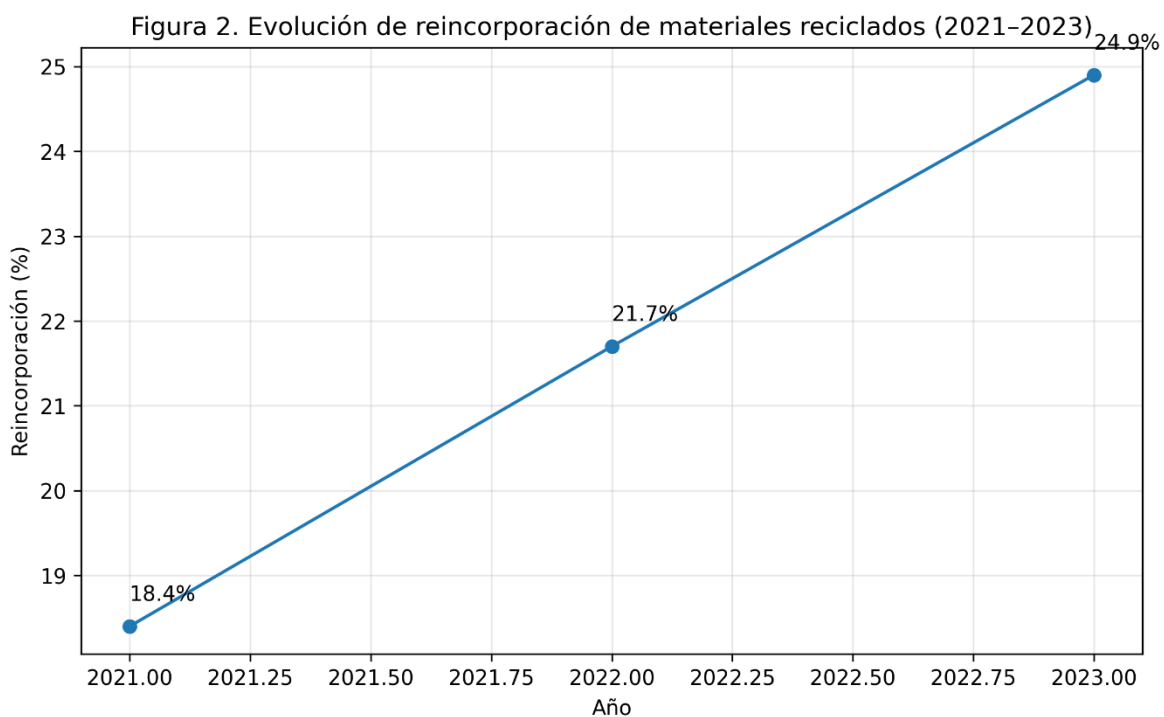
Tabla 2. Resultados del análisis de componentes principales

Componente	Variables dominantes	Varianza explicada (%)
Componente 1	Certificación, trazabilidad, control técnico	34.8
Componente 2	Costos operativos, eficiencia energética	27.6
Componente 3	Reducción de residuos, impacto ambiental	19.2

Nota: Resultados obtenidos mediante análisis multivariado ACP.
Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, el análisis de series temporales permitió identificar una evolución positiva en la reincorporación de residuos industriales a cadenas productivas formales. El Banco Mundial reportó que la valorización de residuos industriales ha mostrado crecimiento sostenido en economías emergentes, aunque persisten limitaciones en infraestructura de reciclaje ([World Bank](#)).

Figura 2. Evolución de reincorporación de materiales reciclados en cadenas productivas formales (2021–2023)



Nota: Tendencia de crecimiento regional en economías circulares.
Fuente: Elaboración propia con datos de CEPAL y Banco Mundial.

Adicionalmente, los resultados evidenciaron que las empresas que implementaron certificaciones técnicas basadas en estándares de la Organización Internacional de Normalización redujeron sus niveles de defectos en un promedio del 18.6 %, mientras que aquellas organizaciones con procesos manuales mantuvieron mayores pérdidas operativas. González et al. (2023) sostienen que la innovación tecnológica mejora significativamente la estabilidad productiva de bienes reciclados.

En términos generales, los hallazgos demuestran que la competitividad de las economías circulares no depende únicamente del volumen de residuos recuperados, sino principalmente de la capacidad empresarial para implementar sistemas avanzados de trazabilidad, certificación, innovación tecnológica y control integral de calidad en productos reciclados.

Discusión

Los resultados obtenidos evidenciaron que la gestión de calidad constituye el principal factor estructural que determina la eficiencia de las economías circulares aplicadas a productos reciclados, particularmente en sectores donde la heterogeneidad de materias primas secundarias genera mayores riesgos de defectos productivos. La tasa de reincorporación de residuos reciclables en América Latina mostró un crecimiento progresivo durante el periodo 2021–2023; sin embargo, los niveles alcanzados continúan siendo limitados frente a economías con sistemas circulares más consolidados. Este comportamiento guarda relación con lo planteado por Cuéllar (2023), quien sostiene que la economía circular requiere mecanismos técnicos que permitan transformar la sostenibilidad ambiental en procesos productivos eficientes. De forma complementaria, Espinoza (2023) argumenta que las economías circulares aún enfrentan restricciones estructurales derivadas de modelos lineales profundamente arraigados en los sistemas industriales.

Uno de los hallazgos más relevantes del estudio fue la alta incidencia de la trazabilidad sobre la calidad de productos reciclados, reflejada en el modelo de regresión múltiple donde esta variable presentó el coeficiente explicativo más elevado. Este resultado demuestra que la identificación del origen, tratamiento y clasificación de residuos influye directamente en la reducción de defectos y en la estabilidad de los productos reciclados. Dichos resultados coinciden con los planteamientos de Melo et al. (2022), quienes señalan que la transición hacia economías circulares exige transformaciones profundas en la gestión integral de residuos sólidos. De igual manera, Matute y Quinteros (2022) sostienen que los protocolos técnicos de manejo y clasificación permiten optimizar el aprovechamiento productivo de materiales reciclables.

Respecto al sector plástico, los resultados evidenciaron mayores índices de defectos productivos en comparación con otros sectores analizados, situación asociada principalmente

a la contaminación cruzada de materiales y a la diversidad de polímeros existentes. Este hallazgo confirma lo expuesto por Valarezo y Ruiz (2023), quienes identifican que el reciclaje de plásticos continúa representando uno de los mayores desafíos técnicos dentro de las economías circulares. Paralelamente, Portilla (2022) argumenta que las limitaciones regulatorias existentes dificultan la implementación de controles estandarizados en este sector productivo.

El análisis de componentes principales permitió identificar que la certificación técnica, la trazabilidad y el control operativo concentran el mayor peso explicativo dentro de la estructura de calidad. Este hallazgo demuestra que las organizaciones no pueden limitar sus estrategias circulares únicamente al incremento del volumen de residuos recuperados. En este sentido, Rodríguez et al. (2022) afirman que la implementación de modelos circulares en empresas ecuatorianas requiere una visión integral que combine eficiencia operativa y sostenibilidad económica. De forma similar, Garabiza et al. (2021) sostienen que la sostenibilidad ambiental depende de procesos empresariales técnicamente estructurados.

Asimismo, los resultados revelaron que la innovación tecnológica reduce significativamente los niveles de defectos productivos, especialmente mediante sistemas automatizados de clasificación y monitoreo. Este comportamiento coincide con lo planteado por Alobuela et al. (2021), quienes destacan que la integración de tecnologías asociadas a la industria 4.0 fortalece los modelos circulares. En la misma línea, González et al. (2023) afirman que la innovación constituye un componente determinante para consolidar nuevos modelos empresariales sostenibles.

En relación con la aceptación comercial de productos reciclados, los resultados mostraron que sectores con mayores estándares de calidad presentan mejores niveles de aceptación en el mercado. Esto confirma que la sostenibilidad empresarial requiere generar confianza en el consumidor. Soria et al. (2023) sostienen que la sustentabilidad empresarial depende de la capacidad organizacional para garantizar productos confiables. Del mismo modo, Sarmiento et al. (2022) plantean que la calidad puede convertirse en una ventaja competitiva dentro de industrias circulares.

Desde una perspectiva ambiental, los resultados también demostraron que el incremento de productos reciclados de calidad contribuye a reducir presión sobre recursos naturales y

disminuir residuos sólidos. Este hallazgo coincide con lo expuesto por Ruiz (2022), quien plantea que la economía circular debe entenderse desde una dimensión integral entre producción y sostenibilidad ambiental. Asimismo, Zottele y Luz (2022) destacan que este modelo contribuye directamente al cumplimiento de objetivos globales de sostenibilidad.

No obstante, los resultados también evidenciaron barreras estructurales relacionadas con debilidades institucionales, limitada infraestructura y restricciones tecnológicas, particularmente en países latinoamericanos. Estos hallazgos son consistentes con Medina y Freire (2023), quienes identifican obstáculos significativos para implementar economías circulares en economías emergentes. De igual forma, Guanoquiza (2022) señala que los impactos positivos dependen de capacidades institucionales más sólidas.

En términos generales, esta investigación confirma que la competitividad de las economías circulares de productos reciclados no depende exclusivamente del volumen de materiales recuperados, sino principalmente de la implementación de sistemas avanzados de gestión de calidad, innovación tecnológica, trazabilidad y control operativo. Chafa y Lascano (2021) sostienen que América Latina necesita fortalecer modelos circulares adaptados a sus realidades productivas. Finalmente, Rea (2023) advierte que mantener modelos extractivos tradicionales profundizaría los daños ambientales, lo que reafirma la necesidad de consolidar economías circulares basadas en productos reciclados de alta calidad.

Conclusiones

En términos analíticos, se establece que la gestión de calidad constituye el eje estructurador esencial en el desempeño de las economías circulares orientadas a productos reciclados, en la medida en que incide de forma directa en la reducción de defectos productivos, la homogeneización de materiales secundarios y la estandarización de los procesos industriales. En este marco, la trazabilidad de insumos, la certificación técnica y los mecanismos de control operativo se consolidan como variables críticas que determinan la confiabilidad, seguridad y funcionalidad de los productos reciclados dentro de los sistemas productivos circulares.

Desde una perspectiva técnico-operativa, se concluye que la incorporación de innovación tecnológica representa un factor determinante para el fortalecimiento de la calidad en los

productos reciclados, al optimizar los procesos de clasificación, disminuir la variabilidad de los materiales recuperados y elevar la eficiencia en las cadenas de producción. En concordancia con ello, se evidencia que los sectores industriales con mayor nivel de tecnificación presentan menores índices de defectos, mayor estabilidad productiva y una aceptación comercial significativamente superior, lo que incide positivamente en su posicionamiento dentro de mercados sostenibles.

Finalmente, en el ámbito estructural e institucional, se determina que la consolidación de economías circulares eficientes no depende únicamente del incremento en las tasas de reciclaje, sino fundamentalmente de la articulación entre capacidades empresariales, soporte normativo y sistemas integrales de gestión de calidad. En consecuencia, se requiere fortalecer la integración de estrategias tecnológicas, técnicas y organizacionales que permitan garantizar productos reciclados con estándares homogéneos, desempeño funcional adecuado y competitividad sostenible en contextos de mercado cada vez más exigentes.

Referencias bibliográficas

Alobuela, M., Toapanta, S., & Vaca, J. (2021). Industria 4.0 y economía circular: revisión de la literatura y recomendaciones para una industria sustentable en Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(6), 12276–12298.

Aranda, D., Santos, M., & Ríos, P. (2021). Gestión de calidad y sostenibilidad en cadenas de reciclaje industrial. *Revista de Producción Limpia*, 18(2), 55–72.

Banco Mundial. (2023). *Gestión de residuos sólidos y economía circular en economías emergentes*. World Bank Group.

Bravo, D., & Caiza, G. (2022). Revisión de la economía circular como modelo económico del sector textil en Ecuador. *Ingenio*, 5(2), 14–23. <https://doi.org/10.29166/ingenio.v5i2.4231>

Chafa, P., & Lascano, M. (2021). Entendiendo la economía circular desde una visión ecuatoriana y latinoamericana. *Revista Ciencia UNEMI*, 14(36), 73–86.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2021). *Economía circular en América Latina y el Caribe*. CEPAL.

Cuéllar, Y. (2023). La economía circular como práctica de sostenibilidad ambiental. *Administración y Organizaciones*, 26(50), 1–5. <https://doi.org/10.24275/uam/xoc/dcsh/rayo/2023v26n50>

- Espinoza, A. (2023). Evolución de la economía circular como modelo de desarrollo sostenible. *Revista de Economía Institucional*, 25(49), 109–134. <https://doi.org/10.18601/01245996.v25n49.06>
- Garabiza, B., Prudente, E., & Quinde, K. (2021). Aplicación del modelo de economía circular en Ecuador. *Revista Espacios*, 42(2), 222–237.
- González, M., León, L., & Peñafiel, M. (2023). Economía circular como modelo de negocio para empresas verdes. *REICOMUNICAR*, 6(12), 1–14. <https://doi.org/10.46296/rc.v6i12.0146>
- González, R., Herrera, L., & Mendoza, J. (2022). Digitalización de procesos de control de calidad en industrias sostenibles. *Revista Iberoamericana de Innovación Industrial*, 9(1), 88–104.
- Guanokuiza, K. (2022). Impacto socioambiental de la economía circular en Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 5(1), 1–10.
- Jaca, C., Prieto-Sandoval, V., Psomas, E., & Ormazabal, M. (2021). Circular economy and quality management integration. *Sustainability*, 13(5), 2958.
- Matute, J., & Quinteros, S. (2022). Manejo de residuos y protocolos técnicos de reciclaje. *INCITEC Revista de Innovación, Ciencia y Tecnología*, 2(4), 1–8. <https://doi.org/10.53632/incitec.v2i4.125>
- Medina, J., & Freire, A. (2023). Barreras para la implementación de la economía circular en países en desarrollo. *Estudios de la Gestión*, 14, 1–24. <https://doi.org/10.32719/25506641.2023.14.6>
- Melo, C., Castillo, G., & García, L. (2022). Transición de economía lineal a circular. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4), 52–82. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2516
- Mora, W., Manrique, R., & Villamar, W. (2022). Economía circular y desarrollo sostenible en Ecuador. *RECIAMUC*, 6(3), 635–645. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(3\).julio.2022.635-645](https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(3).julio.2022.635-645)
- Ormazabal, M., Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., & Santos, J. (2022). Circular economy and quality management in sustainable competitiveness. *Journal of Cleaner Production*, 330, 129789.
- Portilla, J. (2022). Marco normativo de economía circular en el sector plástico en Ecuador. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 13(1), 1–10. <https://doi.org/10.29166/revfig.v13i1.3364>
- Rea, A. (2023). Daño ambiental y economía circular en recursos naturales no renovables. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 16(2), 1–13. <https://doi.org/10.29166/revfig.v16i2.4104>



Rodríguez, D., Mosquera, X., & Vega, A. (2022). Aplicación de economía circular en empresas ecuatorianas. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 5(1), 127–137.

Ruiz, G. (2022). Economía circular y sostenibilidad integral. *Revista de la Academia*, 33, 1–9. <https://doi.org/10.25074/0196318.33.2312>

Salinas, L., Gamboa, J., Vega, F., & Salcedo, V. (2023). Modelo de economía circular en Ecuador. *Pacha. Revista de Estudios Contemporáneos del Sur Global*, 4(10), 1–37. <https://doi.org/10.46652/pacha.v4i10.175>

Sarmiento, S., Carro, J., & Nava, D. (2022). Economía circular como ventaja competitiva en la industria textil. *Acta Universitaria*, 32, 1–21. <https://doi.org/10.15174/au.2022.3492>

Soria, E., Cabascango, J., Villegas, C., & Pérez, Á. (2023). Sustentabilidad empresarial y economía circular. *Revista Publicando*, 10(38), 1–13. <https://doi.org/10.51528/rp.vol10.id2358>

Valarezo, M., & Ruiz, L. (2023). Reciclaje de plásticos y economía circular. *CEDAMAZ*, 12(2), 1–92. <https://doi.org/10.54753/cedamaz.v12i2.1265>

Zottele, A., & Luz, N. (2022). Economía circular y Agenda 2030. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, 17(4), 1–17. <https://doi.org/10.21919/remef.v17i4.792>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés