

FACTORES DE ÉXITO PARA IMPULSAR LA EFECTIVIDAD DE LA ECONOMÍA CIRCULAR 4.0 DEL SECTOR INDUSTRIAL EN MANUFACTURERAS DE PLÁSTICOS EN CIUDAD JUÁREZ^{1,2,3}

Success factors to promote the effectiveness of Circular Economy 4.0
of the industrial sector in plastic manufacturers at Ciudad Juárez

*Comunicación proveniente del 1er Congreso Internacional de
Ciencias Administrativas CICA '23 UACJ*

Recibido: 11 de enero de 2024

Aceptado: 3 de abril de 2024

1- Francisco Arturo Bribiescas Silva*. Doctor en Ciencias Administrativas. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
Correo electrónico: fbribiescas@uacj.mx.  ORCID ID: 0000-0003-3562-6276. *autor de correspondencia

2- Areli Giovana Palma Villalobos. Estudiante de Licenciatura en Administración de Empresas. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Correo electrónico: al185535@alumnos.uacj.mx

3- Ana Laura Salazar Zúñiga. Estudiante de Licenciatura en Administración de Empresas. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Correo electrónico: al151239@alumnos.uacj.mx



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

RESUMEN

Actualmente las empresas son presionadas a definir estrategias para responder a los cambios en mercados globales relacionados a la Economía Circular 4.0, para frenar problemas de contaminación y desperdicio, proponiendo la reutilización de materiales que no deben volver al medio ambiente. La investigación consistió en conocer un modelo empresarial económico sostenible para implementar la Economía Circular 4.0 y determinar áreas de inversión para su desarrollo exitoso, abarcando los procesos productivos y el reaprovechamiento de materiales, basándose en los beneficios de pasar de Economía Lineal a Economía Circular, favoreciendo reducción de costos y cuidado al medio ambiente. Los resultados mostraron el conocimiento de este modelo y que procesos se realizan para el éxito de este. El avance tecnológico y la inteligencia artificial, como la robótica (AMP Robotics), son fundamentales en este modelo ya que señalan el futuro de la economía, donde dichos sistemas se aplican exitosamente en procesos de gestión empresariales.

Palabras clave: Economía circular; Sostenibilidad; Reducción de costos.

ABSTRACT

Currently, companies are pressured to define strategies to respond to changes in global markets related to Circular Economy 4.0, to curb pollution and waste problems, proposing the reuse of materials that should not return to the environment. The research consisted on knowing a sustainable economic business model to implement Circular Economy 4.0 and determine investment areas for its successful development, covering production processes and the reuse of materials, based on the benefits of moving from Linear Economy to Circular Economy, favoring cost reduction and care for the environment. The results showed the knowledge of this model and what processes are carried out for its success. Technological advancement and artificial intelligence, such as robotics (AMP Robotics), are fundamental in this model since they point to the future of the economy, where these systems are successfully applied in business management processes.

Key words: Circular economy; Sustainability; Cost reduction.

Clasificación JEL: Q01

Introducción

Desde el inicio de la globalización, el mundo en general se ha vuelto un espacio consumista en el que las personas tendemos a adquirir más y más productos que luego van a ser desechados porque “han llegado” al final de su utilidad. De esto, nace el problema de la sobreproducción, el consumismo y la contaminación mundial, por lo que esta investigación se enfocara en encontrar información actual de las acciones pertinentes que se llevan a cabo en el sector industrial.

En la actualidad los avances de la tecnología industrial se han hecho presentes en el proceso productivo, de la manera en cómo que se adquieren, fabrican y desechan los recursos causando que los principales problemas de la llamada economía lineal sean el desabasto de dichos recursos y un constante daño al ecosistema por el desecho de residuos y emisiones de contaminación al medio ambiente. Es necesario consumir para vivir, esto no es cuestionable. Sin embargo, se ha desviado al consumismo que tiene que ver con el exceso, con tomar más, mucho más de lo necesario y, por lo tanto, exigir más recursos de los que el planeta puede aportar (Camacho, 2013).

La economía circular viene a hacer un cambio en el proceso productivo de la industria pues, debido a un alza en precios y escasas de recursos naturales, minerales y energéticos, se busca que dichos recursos recirculen o den la vuelta de manera constante en toda la cadena de valor disminuyendo la necesidad de estos. En consecuencia, se minimizará el desecho, el daño al medio ambiente y, habrá una menor pérdida de recursos económicos (Linaza, 2022).

En una economía circular donde nada se desperdicia, el nexo entre todas las actividades económicas y sociales establecerá las pautas del cuidado ambiental mediante un uso más racional del agua en sus procesos de producción; por alguna razón toda actividad es causa o efecto de otras donde el nexo determina qué materiales van a reprocesarse a una escala de valor mayor que otros. Mientras se logren los mismos niveles de calidad en las diferentes etapas de producción de los residuos con menor consumo de agua y energía, se alcanzará el punto óptimo en la economía circular.

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar áreas de inversión para el desarrollo exitoso de la Economía Circular 4.0, del cual se desprendieron dos objetivos específicos:

- Comprender el cambio global implicado en la evolución a la Economía Circular 4.0.
- Evaluar el sector industrial para conocer la capacidad de adaptación de la economía circular 4.0.

Se desarrolló previamente un ejercicio de concatenación entre el planteamiento, objetivos e hipótesis, asegurando la correlación antes de continuar con esta investigación.

1. Revisión de Literatura

La economía circular en la industria 4.0, se puede entender como un sistema de aprovechamiento de recursos en el que se reduce el uso de los mismos y se minimiza la producción al mínimo necesario para la empresa. La economía circular se basa en la reutilización de los elementos que por sus características

o propiedades no pueden volver al medio ambiente e intenta que se adopte la idea de utilizar materiales biodegradables o agradables al medio ambiente para que puedan reincorporarse al ciclo de producción (Castro, 2019).

Sin duda, la economía circular promueve el desarrollo sostenible, pues atrae la atención de clientes preocupados por el medio ambiente, además de traer diversos beneficios empresariales ya que permite el reutilización y el reciclaje de recursos. Por esto, es importante entender los factores de éxito que hacen posible la economía circular 4.0 a través de la industria 4.0 (Ynzunza et al., 2017).

Tabla 1. Matriz de autores

Autor		Título del artículo	Reflexión breve
1	Fuentes (2022)	La economía circular y la industria 4.0 como modelo de producción para aprovechar la biomasa urbana	Uno de los retos más grandes que enfrentará la Economía Circular 4.0 será la misma recuperación de la materia prima y distinguir aquellas sustancias peligrosas que puedan existir.
2	Casquete (2022)	Aplicación de indicadores bibliográficos de la economía circular en la industria 4.0	Para lograr una eficiente aplicación de la Economía Circular, el diseño de los productos que serán obtenidos por medio del proceso circular tiene una influencia muy grande. El diseño exitoso se puede lograr a través de los prototipos generados por medio de la Inteligencia Artificial (IA).
3	Bustamante (2021)	Oportunidades tecnológicas de la industria 4.0 en el sector empresarial de la economía circular	Existen distintas herramientas de implementación que han tenido éxito en el desarrollo de la Economía Circular. Unas de estas herramientas son la AMP Robotics y Zenrobotics que, utilizan inteligencia artificial para categorizar los tipos de materiales en residuos para utilizarlos posteriormente en el proceso productivo
4	Geywitz (2020)	Economía Circular. Implantación en Ingeniería, Fabricación y Diseño Industrial	En el artículo se puede observar que, tres son los tipos de manufactura que podrían modernizar el proceso productivo; la manufactura integrada, la manufactura flexible, y la manufactura aditiva.
5	Adrados (2021)	La Economía Circular en la Cadena de Suministro	Es importante conocer la pirámide de la jerarquía en la gestión de residuos. La pirámide más que nada muestra de forma detallada las acciones que está llevando una empresa en cada uno de sus eslabones en función al aprovechamiento de sus recursos y de la generación de residuos.

Continúa...

	Autor	Título del artículo	Reflexión breve
6	Martínez y Porcelli (2018)	Estudio sobre la economía circular como una alternativa sustentable frente al ocaso de la economía tradicional (primera parte)	La EC enfrenta diversos problemas: problemas de adaptación, aceptación política y de cambio de cultura en la sociedad, además de que la EC no toma en cuenta que todo proceso implica un desgaste de energía.
7	Cadillo et al. (2022)	Economía circular en pequeñas y medianas empresas de América Latina (2019-2021): revisión de literatura científica	En nuestro país y, en general en América Latina, aún existe una deficiencia en las estrategias sanitarias y en la gestión de los recursos, lo que es algo muy básico para la transición del modelo tradicional/ lineal al circular.
8	Bravo y Martillo (2019)	Economía circular y la industria 4.0 como estrategia del comercio internacional en el Ecuador	El autor nos habla sobre el comercio internacional, y como el desarrollo sostenible en los procesos productivos ayuda a las organizaciones a alcanzar un mercado mucho más amplio en el intercambio de bienes y servicios producidos con tecnologías limpias.

Fuente: Elaboración propia.

La economía circular es un modelo económico regenerativo y restaurativo por diseño, que busca transitar desde el actual modelo económico lineal, basado en el *hacer, usar, desechar*, hacia un modelo circular que permita el aprovechamiento y uso eficiente de nuestros escasos y valiosos recursos. Sin embargo, no se puede hablar de economía circular sin mencionar la cuarta revolución industrial, las dos son caras de una misma moneda, ya que la industria 4.0 provee las tecnologías que permiten el desarrollo de los nuevos modelos de negocio circulares, y la economía circular incentiva, promueve y da sentido al desarrollo de estas tecnologías; dando paso a lo que se conoce como Economía Circular 4.0 (CIEC, 2023).

Después de la pandemia de la COVID-19 se desataron múltiples deficiencias en la economía mundial, desde el desabasto de los recursos naturales por el consumismo de productos de higiene y limpieza, hasta la pérdida de utilidades en muchas empresas porque la gente dejó de consumir bienes de segunda necesidad o que no eran primordiales. La economía circular traerá una solución a muchos de los problemas desencadenados después de la pandemia, pues la economía circular propone un marco alternativo para adoptar un modelo económico más resiliente e inclusivo en los países de América Latina y el Caribe (Schröder et. al, 2020). Sin embargo, el éxito de la economía circular dependerá totalmente del uso de las herramientas tecnológicas de la Industria 4.0. Dicho esto, los países de ALC deberán invertir en investigación y desarrollo a fin de estudiar la tecnología de la Industria 4.0 para poder adaptarlas el nuevo modelo de la economía circular.

Las tres grandes áreas industriales que constituyen una prioridad para la economía circular en ALC son el sector minero y extractivo, la gestión de residuos y el reciclaje, y la bioeconomía (Schröder et. al, 2020). Conseguir la inversión para una o todas de estas áreas involucradas, será el reto que tiene que enfrentar la economía circular 4.0. Tomando en consideración que todas las investigaciones alrededor de la economía circular principalmente en América latina están cobrando mucha importancia en la in-

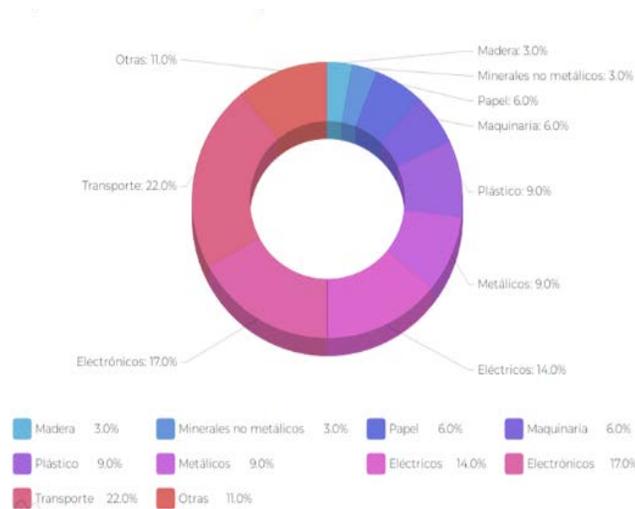
industria a raíz de la pandemia que afectó al mundo en 2020, el principal problema al que se enfrentan las empresas es la inversión, ya que la tecnología 4.0 contempla altos costos de instalación y mantenimiento y la inversión que la industria ha hecho hasta el momento en su proceso productivo ha sido relativamente baja. En la investigación de Patrick Schröder se señala que dicha inversión representa en promedio tan solo el 0.66% del PIB de la región, además, las empresas públicas y privadas solo financian el 36% de dicha inversión, lo que demuestra la limitada capacidad de las organizaciones para absorber las tecnologías de la Industria 4.0 (Schröder et. al, 2020).

En una economía circular donde nada se desperdicia, el nexo entre todas las actividades económicas y sociales establecerá las pautas del cuidado ambiental mediante un uso más racional del agua en sus procesos de producción; por alguna razón toda actividad es causa o efecto de otras donde el nexo determina qué materiales van a procesarse a una escala de valor mayor que otros. Mientras se logren los mismos niveles de calidad en las diferentes etapas de producción de los residuos con menor consumo de agua y energía, se alcanzará el punto óptimo en la economía circular.

2. Metodología

Actualmente, Ciudad Juárez es la segunda ciudad en el país con mayor número de empresas IMMEX, contando con 319 unidades económicas de este tipo. (DECJ, 2013).

Figura 1. Empresas manufactureras por sector



Fuente: DECJ (2013).

De las 319 empresas manufactureras o *maquiladoras* que se encontraron en Ciudad Juárez, el estudio se enfoca solamente en el 9% que representan las manufactureras de plástico, es decir en 28 empresas. Dicho esto, para que la muestra sea representativa se tendría que aplicar el cuestionario a 27 de las 28 empresas especializadas en plásticos. Sin embargo, para efectos de nuestra investigación y de poder cumplir con el cronograma de nuestro proyecto, se utilizó una muestra por conveniencia. De acuerdo con Ortega (2023), el muestreo por conveniencia es una técnica de muestreo no probabilístico y no aleatorio

utilizada para crear muestras de acuerdo con la facilidad de acceso, la disponibilidad de las personas de formar parte de la muestra, en un intervalo de tiempo dado o cualquier otra especificación práctica de un elemento particular. Utilizando esta muestra por conveniencia, se aplicó la encuesta a 23 maquiladoras, incluyendo a todas aquellas que utilicen material reciclable.

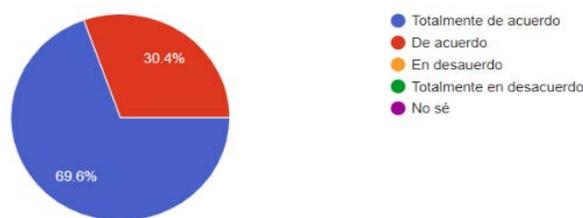
Con la finalidad de lograr el propósito de la investigación, se hace uso de la metodología cualitativa (Veduzco, 2022), aplicando técnicas de investigación de la metodología cualitativa: análisis documental y cuestionarios, sobre todo. Para llevar a cabo los cuestionarios, se creó un instrumento de investigación dirigido a 27 empresas (n) fabricantes de plásticos en la ciudad, específicamente a personal administrativo dentro de estas empresas (ingenieros dentro del área productiva, gerentes, representantes de compras, y representantes de ventas). El cuestionario constó de 25 preguntas, las cuales fueron formuladas mediante la escala de Likert, sin embargo, previo a la aplicación real del cuestionario, fue necesario un pilotaje para evaluar cada una de las preguntas.

Para la elaboración del instrumento, se tomaron como referencia preguntas de los autores Ocaña et al. (2013), Toral (2022) y Verduzco (2022). Finalmente, se requirió de la utilización de *Google forms*, como herramienta tecnológica para facilitar el levantamiento de los datos. El periodo de levantamiento de datos está sujeto a un cronograma de actividades que va de septiembre del 2023 a octubre del mismo año. Por último, se hizo uso del software SPSS para llevar a cabo la interpretación y correlación de los resultados obtenidos en los cuestionarios

La finalidad del estudio piloto es evaluar si el instrumento de medición es factible y viable, detectando posibles fallos o problemas en la forma y contenido, para saber si es realizable o no el estudio principal. Para esto se aplicó el cuestionario a tres personas expertas en el área de plásticos de la industria maquiladora en Ciudad Juárez, comprobando así si se puede contestar de manera satisfactoria o si habrá que realizar cambios para posteriormente poder ser aplicados con éxito a la muestra obtenida previamente. De lo anterior, se concluyó que el cuestionario puede ser contestado de manera satisfactoria por la población a la que va dirigida. Sin embargo, el cuestionario, al ser evaluado por la Maestra Lizzenet Chávez de la carrera de economía, profesional de redacción y formulación de cuestionarios, sí que hubo necesidad de reformular las preguntas 1, 2, 3, 6, 9, 11, 12, 15 y 17. Además, fue necesario reformular una parte de las instrucciones del cuestionario.

Para efectos de la investigación, se seleccionaron aquellas preguntas con más relevancia (6 preguntas abajo señaladas), sin embargo, fueron evaluadas las 25 preguntas en su totalidad.

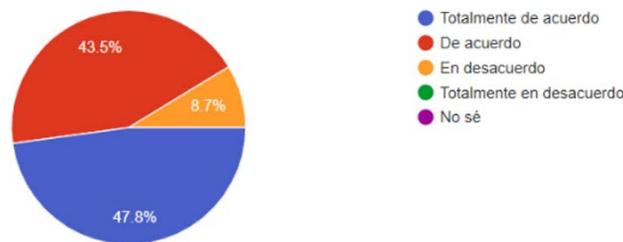
Figura 2. ¿Considera que la economía circular representa un papel clave para reducir los daños del medio ambiente?



Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo.

De acuerdo con los datos obtenidos, los resultados muestran que la mayoría de las personas que respondieron a la encuesta están de acuerdo en que la economía circular representa un cambio positivo a las empresas y que es importante que la mayoría de estas dejen de lado la economía lineal e implementen los cambios a la economía circular. Ya que esta economía se enfoca principalmente en el cuidado del medio ambiente, además de que las empresas reduzcan los costos que se generan con los residuos, que se inviertan en nuevas maquinarias para garantizar un mayor uso de la materia prima y que los clientes estén comprometidos con el medio ambiente.

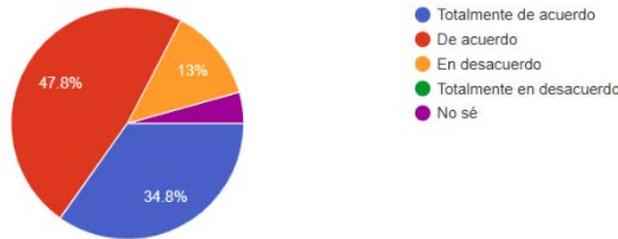
Figura 3. Innovar, adaptar y reducir los costos de los procesos en las empresas ¿son necesarios en la implementación de la economía circular?



Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo.

De acuerdo con los resultados de esta pregunta la mitad de las respuestas nos señalan que la innovación, adaptación y reducción de costos en las empresas son necesarias para un exitoso cambio de economía lineal a economía circular en la línea de producción. Aquí se puede concluir que esta reducción de residuos y emisiones de carbono al medio ambiente en conjunto con una reducción en los costos operativos son un requisito importante para un cambio efectivo en las empresas.

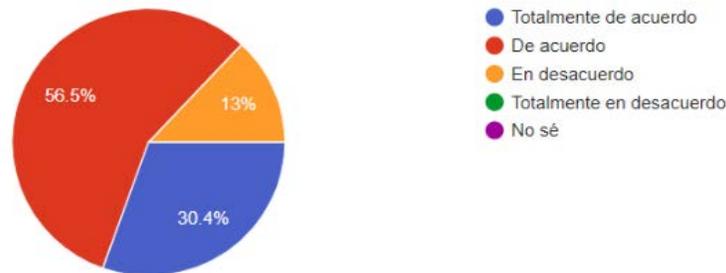
Figura 4. ¿La economía circular contempla una producción más sostenible y un consumo responsable en su modelo de negocios?



Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo.

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta pregunta los encuestados están de acuerdo en que la economía circular hace una producción más sostenible y responsable así podemos concluir que ya que las materias primas se mantienen más tiempo en los ciclos productivos se pueden aprovechar de mejor manera ayudando a generar menos residuo así es como la economía circular establece un modelo de producción y consumo más sostenible para los negocios.

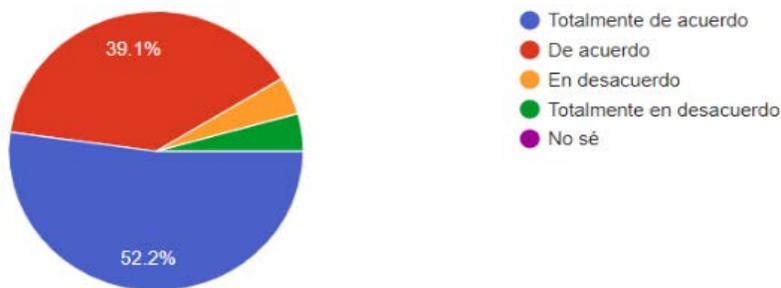
Figura 5. ¿Los avances tecnológicos permiten que los cambios en los procesos aseguren el éxito de la economía circular?



Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo.

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta pregunta la mitad de las respuestas dicen estar de acuerdo en que los avances tecnológicos aseguran el éxito de la economía circular, aquí se puede concluir que para las empresas la tecnología ha tomado un papel de mejora en los procesos de producción y en la eficiencia ya que las tecnologías emergentes son clave para comenzar con este cambio de economía lineal a circular que den de soluciones enfocadas en la interconectividad, la automatización y así permitir la creación de ciclos de producción cerrados.

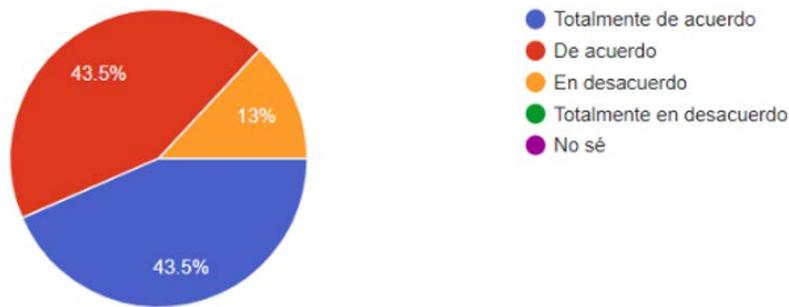
Figura 6. ¿La conservación del medio ambiente es responsabilidad de las grandes industrias por sus altos niveles de contaminación?



Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo.

De acuerdo con los resultados de esta pregunta, concluimos que gran parte de la responsabilidad de controlar los altos niveles de contaminación en el medio ambiente es de las maquiladoras como tal. Ellas son responsables de crear programas de control de residuos, motivar a sus empleados a utilizar las 4 R's, colocar contenedores de reciclaje, y promover esta cultura de cuidado del planeta. Si bien nosotros somos parte de esta responsabilidad, sin embargo, la mayoría considera que las industrias al ser las que generan la mayor parte de contaminantes ellas deben de tomar la primera acción como parte de la responsabilidad de sus acciones.

Figura 7. ¿La utilización de productos reciclados, beneficia al mismo tiempo al medio ambiente y a la empresa?



Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo.

La mayoría de los encuestados considera que no solo se beneficia el medio ambiente al utilizar productos reciclados, sino que también la economía, sólo una pequeña parte considera lo contrario. Esto nos lleva a concluir que entonces el utilizar productos reciclados nos generará una reducción de costos que permitirá mejorar la economía de la ciudad ya que, los productos y servicios serán de menor costo al no ser creados desde cero. Sin embargo, consideramos que este beneficio a la economía será a largo plazo, pues el introducir procedimientos de reutilización, reciclaje y separado de sustancias, a la vez, es un costo que hay que absorber primero.

3. Resultados

Se muestran las hipótesis planteadas en esta investigación en este apartado debido a que se desarrolló la validación de estas, mostrando los siguientes resultados:

3.1. Prueba de hipótesis general

H1: La implementación de la economía circular 4.0 está vinculada positivamente a la reducción de costos.

H0: La implementación de la economía circular 4.0 no está vinculada positivamente a la reducción de costos.

Tabla 2. Cruce de Economía circular 4.0 y Reducción de costos

		Reducción de costos				
		Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Total	
Economía Circular 4.0	Totalmente de acuerdo	Recuento	2	0	0	2
		Recuento esperado	.3	1.6	.1	2.0
		% del total	8.7%	0.0%	0.0%	8.7%
	De acuerdo	Recuento	2	17	0	19
		Recuento esperado	3.3	14.9	.8	19.0
		% del total	8.7%	73.9%	0.0%	82.6%
	En desacuerdo	Recuento	0	1	1	2
		Recuento esperado	.3	1.6	.1	2.0
		% del total	0.0%	4.3%	4.3%	8.7%
Total	Recuento	4	18	1	23	
	Recuento esperado	4.0	18.0	1.0	23.0	
	% del total	17.4%	78.3%	4.3%	100.0%	

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo.

Tabla 3. Pruebas de chi-cuadrado para hipótesis general

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	21.285 ^a	4	<.001
Razón de verosimilitud	13.530	4	.009
Asociación lineal por lineal	10.741	1	.001
N de casos válidos	23		

a. 8 casillas (88.9%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .09.

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo.

Como el valor de significancia (valor crítico observado) $0.001 < 0.05$ rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa, es decir que la implementación de la economía circular 4.0 está vinculada positivamente a la reducción de costos.

3.2 Prueba de hipótesis específicos

3.2.1 Hipótesis específica 1

H1: A mayores avances tecnológicos e investigación, mayor será el cambio que permita el éxito de la economía circular 4.0.

H0: A mayores avances tecnológicos e investigación, menor será el cambio que permita el éxito de la economía circular 4.0.

Tabla 4. Cruce de Economía circular 4.0 y Avances tecnológicos

			Avances tecnológicos			
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Total
Economía Circular 4.0	Totalmente de acuerdo	Recuento	1	1	0	2
		Recuento esperado	.3	1.7	.1	2.0
		% del total	4.3%	4.3%	0.0%	8.7%
	De acuerdo	Recuento	2	17	0	19
		Recuento esperado	2.5	15.7	.8	19.0
		% del total	8.7%	73.9%	0.0%	82.6%
	En desacuerdo	Recuento	0	1	1	2
		Recuento esperado	.3	1.7	.1	2.0
		% del total	0.0%	4.3%	4.3%	8.7%
Total	Recuento	3	19	1	23	
	Recuento esperado	3.0	19.0	1.0	23.0	
	% del total	13.0%	82.6%	4.3%	100.0%	

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo.

Tabla 5. Pruebas de chi-cuadrado para hipótesis específica 1

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	13.571 ^a	4	.009
Razón de verosimilitud	7.420	4	.115
Asociación lineal por lineal	5.750	1	.016
N de casos válidos	23		

a. 8 casillas (88.9%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .09.

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo.

Como el valor de significancia (valor crítico observado) $0.009 < 0.05$, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa, es decir que a mayores avances tecnológicos e investigación, mayor será el cambio que permita el éxito de la economía circular 4.0.

3.2.2 Hipótesis específica 2

H1: La economía circular 4.0 contribuye positiva y directamente al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible.

H0: La economía circular 4.0 no contribuye positiva y directamente al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible.

Tabla 6. Cruce de Economía circular 4.0 y Desarrollo sostenible

Economía Circular 4.0	Totalmente de acuerdo		Desarrollo sostenible			Total
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	
	Totalmente de acuerdo	Recuento	2	0	0	2
		Recuento esperado	.2	1.7	.1	2.0
		% del total	8.7%	0.0%	0.0%	8.7%
	De acuerdo	Recuento	0	19	0	19
		Recuento esperado	1.7	16.5	.8	19.0
		% del total	0.0%	82.6%	0.0%	82.6%
	En desacuerdo	Recuento	0	1	1	2
		Recuento esperado	.2	1.7	.1	2.0
		% del total	0.0%	4.3%	4.3%	8.7%
Total	Recuento	2	20	1	23	
	Recuento esperado	2.0	20.0	1.0	23.0	
	% del total	8.7%	87.0%	4.3%	100.0%	

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo.

Tabla 7. Pruebas de chi-cuadrado para hipótesis específica 2

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	33.925 ^a	4	<.001
Razón de verosimilitud	18.858	4	<.001
Asociación lineal por lineal	16.743	1	<.001
N de casos válidos	23		

a. 8 casillas (88.9%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .09.

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo.

Como el valor de significancia (valor crítico observado) $0.001 < 0.05$, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa, es decir que la economía circular 4.0 contribuye positiva y directamente al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible.

3.3 Correlación

Tabla 8. Correlaciones

		7. ¿Considera que la economía circular representa un papel clave para reducir los daños del medio ambiente?	11. Innovar, adaptar y reducir los costos de los procesos de la empresa ¿son necesarios en la implementación de la economía circular?	14. ¿La economía circular contempla una producción más sostenible y un consumo responsable en su modelo de negocios?	15. ¿Los avances tecnológicos permiten que los cambios en los procesos aseguren el éxito de la economía circular?	17. ¿La conservación del medio ambiente es responsabilidad de las grandes industrias por sus altos niveles de contaminación?	19. ¿La utilización de productos reciclados, beneficia al mismo tiempo al medio ambiente y a la economía?
7. ¿Considera que la economía circular representa un papel clave para reducir los daños del medio ambiente?	Correlación de Pearson	1	.256	-.040	.032	.091	.293
	Sig. (bilateral)		.238	.857	.884	.679	.175
	N	23	23	23	23	23	23
11. Innovar, adaptar y reducir los costos de los procesos de la empresa ¿son necesarios en la implementación de la economía circular?	Correlación de Pearson	.256	1	.672**	.366	.219	.124
	Sig. (bilateral)	.238		<.001	.086	.315	.572
	N	23	23	23	23	23	23
14. ¿La economía circular contempla una producción más sostenible y un consumo responsable en su modelo de negocios?	Correlación de Pearson	-.040	.672**	1	.416*	.013	.095
	Sig. (bilateral)	.857	<.001		.048	.952	.667
	N	23	23	23	23	23	23
15. ¿Los avances tecnológicos permiten que los cambios en los procesos aseguren el éxito de la economía circular?	Correlación de Pearson	.032	.366	.416*	1	.128	.078
	Sig. (bilateral)	.884	.086	.048		.560	.724
	N	23	23	23	23	23	23

Continúa...

		7. ¿Considera que la economía circular representa un papel clave para reducir los daños del medio ambiente?	11. Innovar, adaptar y reducir los costos de los procesos de la empresa ¿son necesarios en la implementación de la economía circular?	14. ¿La economía circular contempla una producción más sostenible y un consumo responsable en su modelo de negocios?	15. ¿Los avances tecnológicos permiten que los cambios en los procesos aseguren el éxito de la economía circular?	17. ¿La conservación del medio ambiente es responsabilidad de las grandes industrias por sus altos niveles de contaminación?	19. ¿La utilización de productos reciclados, beneficia al mismo tiempo al medio ambiente y a la economía?
17. ¿La conservación del medio ambiente es responsabilidad de las grandes industrias por sus altos niveles de contaminación?	Correlación de Pearson	.091	.219	.013	.128	1	.022
	Sig. (bilateral)	.679	.315	.952	.560		.922
	N	23	23	23	23	23	23
19. ¿La utilización de productos reciclados, beneficia al mismo tiempo al medio ambiente y a la economía?	Correlación de Pearson	.293	.124	.095	.078	.022	1
	Sig. (bilateral)	.175	.572	.667	.724	.922	
	N	23	23	23	23	23	23

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo.

Para la realización de la correlación, se seleccionaron 6 de las 25 preguntas del cuestionario previamente diseñado, esto con el fin de elegir aquellas que tuvieran más peso con las hipótesis del trabajo. Cabe aclarar que, para la correlación sólo se tomaron en cuenta 6, sin embargo, para el levantamiento de datos sí fueron respondidas la totalidad de las preguntas por las personas participantes de la investigación. Acorde a los resultados de la tabla, nos indica que hay una fuerte correlación entre las preguntas 11 y 14 y una correlación media entre las preguntas 14 y 15. El análisis estadístico elaborado se consideró muestra por conveniencia, por un lado, por el factor tiempo y en algunos casos por el manejo discrecional de algunas organizaciones, pudiera tener un sesgo, sin embargo, en esta investigación la muestra del sector de Plásticos fue casi totalmente cubierta, por la razón de ser un sector muy importante por el control del desperdicio, aun cuando el número de encuestados pareciera bajo. Las encuestas dirigidas al personal más involucrado en este tema de la Economía Circular, fue por un lado referente a su involucramiento y además de tener influencia en la toma de decisiones respecto a medir, regular y controlar el desperdicio generado en los procesos

Conclusión

Tal y como se ha comprobado en el presente trabajo de investigación la economía circular 4.0 en el sector industrial se ha hecho presente de manera más común, ya que el cuidado del medio ambiente es algo de lo que las empresas están plenamente conscientes. La economía circular ofrece soluciones para el desarrollo económico abordando profundamente la causa de retos mundiales tales como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, el incremento de residuos y de contaminación, al tiempo que revela grandes oportunidades de crecimiento. Según los resultados obtenidos en esta investigación la inversión en los procesos para darle la reutilización correcta a la materia prima es un factor de éxito de vital importancia para las empresas para así poder llevar a cabo esa transición hacia una economía circular y aunque no es uniforme y varía en función de una serie de factores como el grado de industrialización, el nivel de desarrollo tecnológico, según la disponibilidad de recursos las empresas vinculan de manera positiva la reducción de costos a este cambio además se debe tener en cuenta que los avances tecnológicos juegan un papel importante ya que a mayores avances tecnológicos e investigación, mayor será el cambio que permita el éxito de la economía circular 4.0. La economía circular es una estrategia que ha venido implementándose como una enmienda a muchos de los problemas, es decir que la economía circular 4.0 contribuye positiva y directamente al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible.

En respuesta a las preguntas de investigación se puede concluir que la economía circular 4.0 ofrece numerosos beneficios a las empresas, incluyendo la reducción de costos, la mejora de la eficiencia, el aumento de la competitividad, al adoptar este modelo de producción sostenible, las empresas pueden contribuir al desarrollo sostenible de la sociedad y al cuidado del medio ambiente. Las áreas de inversión en las que se aplicaría la economía circular serían la investigación y desarrollo de tecnologías de la industria 4.0, la gestión de residuos y reciclaje y la mejora de la eficiencia en el uso de recursos que es el principal beneficio de esta transición de economía lineal a circular. Los cambios que habrá al aplicar la economía circular son variados pero uno de los más importantes y que es a la vez un beneficio es una mayor eficiencia y reducción de costos ya que la integración de tecnologías de la Industria 4.0 en los procesos de economía circular permite una mayor eficiencia en el uso de los recursos, lo que a su vez conduce a una reducción de costos para las empresas y por supuesto al aplicar esto se llega a un menor cambio climático al reducir la dependencia de los recursos naturales y promover la reutilización y el reciclaje, creando un sistema más resiliente y sostenible a largo plazo.

El tiempo que las empresas necesitarán para adaptarse es incierta ya que la adopción e implementación de la Industria 4.0 y la economía circular en todo el mundo aún se encuentra en una etapa incipiente de desarrollo, ya que esta cambiará la forma en que se operan los procesos, la cadena de suministro y los modelos de negocio además de la inversión que requieren las empresas para aplicar estos cambios.

Para finalizar con esta investigación se puede aportar al tema que la economía circular beneficia a las empresas en la reducción de costos, además de que con el paso de los años incrementa la demanda en el mercado, es por esto que las empresas se ven obligados a dejar de lado la economía lineal e innovar para llevar a cabo la implementación de la economía circular. De esta forma logran cumplir con los requerimientos del cliente y disminuyen la explotación de los recursos naturales. Aumentando de manera considerable la calidad de vida del ser humano y disminuyendo el porcentaje del impacto climático.

Referencias

- Adrados, M. (2021). *La Economía Circular en la cadena de suministro*. Universidad Zaragoza. 10-18. <https://zaguan.unizar.es/record/112313>.
- Bravo, K. V., & Martillo, K. E. (2019). *Economía circular y la industria 4.0 como estrategia del comercio internacional en el ecuador*. Universidad de Guayaquil.
- Bustamante, V. (2021). *Oportunidades tecnológicas de la industria 4.0 en el sector empresarial de la economía circular*. Universidad de Cantabria. https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/23109/Bustamante_Lopez-Ver%c3%b3nica.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Cadillo, A., Silva, N., & Jiménez, C. (2022). Economía circular en pequeñas y medianas empresas de América Latina (2019-2021): Revisión de literatura científica. *Fundación Universitaria San Mateo*, 37-40. <https://cipres.sanmateo.edu.co/ojs/index.php/libros/article/view/597>.
- Camacho, C. (2013). Del consumismo al consumo sostenible. *Punto de vista*, 4(6), 113. DOI: <https://doi.org/10.15765/pdv.v4i6.405>.
- Casquete, T. (2022). *Aplicación de indicadores bibliográficos de la economía circular en la industria 4.0*. Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/64389/4/CASQUETE%20ZAPATA%20TAMARA%20ADRIANA.pdf>.
- Castro, J. (2019). *¿Qué es la economía circular y que significa en la Industria 4.0?* Blog Corponet. <https://blog.corponet.com/que-es-la-economia-circular-y-que-significa-en-la-industria-4-0>.
- CIEC (2023). *Economía Circular 4.0*. Centro de Innovación y Economía Circular. <https://ciecircular.com/>.
- DECJ (2013). *Industrias e innovación ¿Por qué invertir en Ciudad Juárez?* Desarrollo Económico de Ciudad Juárez, A.C <https://www.desarrolloeconomico.org/nuestras-industrias.php>.
- Fuentes, G. (2022). *La economía circular y la industria 4.0 como modelo de producción para aprovechar la biomasa urbana*. Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/60758/1/4.%20TRABAJO%20DE%20TITULACION-GENESIS%20FUENTES%20MORA.pdf>.
- Geywitz, S. (2020). Economía Circular. Implantación en Ingeniería, fabricación y diseño industrial. Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. *Ensayos*, (87), 288-295. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S185335232020001000288.
- Linaza, M. T. (2022). *¿Qué es la Economía Circular?* Cic40: V Congreso de la industria conectada. <https://cic40.es/tecnologias-habilitadoras/que-es-la-economia-circular/>.
- Martínez, A., & Porcelli, A. (2018). Estudio sobre la economía circular como una alternativa sustentable frente al ocaso de la economía tradicional (primera parte). *Dialnet*, 16(22), 301-334. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6760587>.
- Ocaña M., Pérez, M., & Quijano, R. (2013). Elaboración y validación de una escala de creencias de los alumnos de educación secundaria obligatoria respecto al medio ambiente. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 17(1), 431-454. <https://www.redalyc.org/pdf/567/56726350025.pdf>.

- Ortega, C. (2023). *¿Qué es el muestreo por conveniencia?* QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/muestreo-por-conveniencia/>.
- Schröder, P., Albaladejo, M., Alonso, P., MacEwen, M., & Tilkanen, J. (2020). *La economía circular en América Latina y El Caribe, Oportunidades para fomentar la resiliencia*. Chatham House. <https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/2021-03/2021-01-13-spanish-circular-economy-schroder-et-al.pdf>.
- Toral, M. (2022). *Percepción de la economía circular en empresas del parque industrial de Cuenca-Ecuador, Año 2021*. Universidad del Azuay. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/11765/1/17293.pdf>.
- Verduzco, D. (2022). *La Economía Circular: una alternativa para la industria del plástico*. Universidad Autónoma de Querétaro. <https://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/3942/1/CAMAC-293200-1122-1122-Diana%20Angely%20Verduzco%20Valenzuela.pdf>.
- Ynzunza, C. B., Izar, J. M., Bocarando, J. G., Aguilar, F., & Larios, M. (2017). El Entorno de la Industria 4.0. *Conciencia Tecnológica*, 54. <https://www.redalyc.org/journal/944/94454631006/94454631006.pdf>.