

## La transición a una economía circular como una ventaja competitiva en la Pyme de la manufactura textil en Tlaxcala, México

The transition to a circular economy as a competitive advantage in the textile manufacturing SME in Tlaxcala, Mexico

\*Susana Sarmiento Paredes<sup>1</sup>, Jorge Carro Suárez<sup>2</sup>, Doroteo Nava<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Económico-Administrativas, Universidad Autónoma de Tlaxcala.  
sarmientosusana@yahoo.com.mx, 2464623856

<sup>2</sup> Programa Académico de Ingeniería, Universidad Politécnica de Tlaxcala. Avenida Universidad Politécnica  
jorge.carro@uptlax.edu.mx, 2464651300

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Económico-Administrativas, Universidad Autónoma de Tlaxcala.  
leryme@hotmail.com, 2464623856

\*Autor de correspondencia

### Resumen

Ante la crisis ambiental, las empresas requieren modelos de producción que mitiguen el cambio climático y representen una ventaja competitiva, siendo la economía circular una alternativa. El objetivo de este estudio fue determinar si los principios de economía circular: preservar y mejorar el capital natural, optimizar el rendimiento de los recursos y promover la efectividad del sistema representan una ventaja competitiva, tomando como objeto de estudio las pequeñas y medianas empresas (Pyme) del sector textil de Tlaxcala, México. La metodología consistió en realizar un diagnóstico sobre la percepción de las variables. Posteriormente, se realizó un análisis descriptivo y de varianza (Anova), una prueba Tukey, un análisis de correlación y un análisis de regresión para determinar su significancia y relación. Los resultados revelaron que los principios de economía circular permitirán a la Pyme un desempeño superior con respecto a la competencia, haciéndola diferente y bajando sus costos. Se concluye que la economía circular sí puede impactar en el cuidado ambiental y en la competitividad.

**Palabras clave:** Economía circular; ventaja competitiva; Pyme.

### Abstract

Faced with the environmental crisis, companies require production models that mitigate climate change and represent a competitive advantage, with the circular economy being an alternative. The objective of this study was to determine if the principles of circular economy: to preserve and improve natural capital, to optimize the performance of resources, and to promote the effectiveness of the system represent a competitive advantage, taking as object of study the textile small and medium-sized enterprises (SME) of Tlaxcala, Mexico. The methodology consisted of making a diagnosis on the perception of the variables. Subsequently, a descriptive and variance analysis, a Tukey test, a correlation analysis, and a regression analysis were performed to determine their significance and relationship. The results revealed that the circular economy principles will allow the SME to perform better than the competition, making it different and lowering its costs. It is concluded that the circular economy can impact environmental care and competitiveness.

**Keywords:** Circular economy; competitive advantage; SME.

Recibido: 08 de febrero de 2022

Aceptado: 29 de abril de 2022

Publicado: 22 de junio de 2022

**Cómo citar:** Sarmiento Paredes, S., Carro Suárez, J., & Nava, D. (2022). La transición a una economía circular como una ventaja competitiva en la Pyme de la manufactura textil en Tlaxcala, México. *Acta Universitaria* 32, e3492. doi: <http://doi.org/10.15174/au.2022.3492>

## Introducción

La manufactura textil se distingue porque su producción a escala internacional genera un número considerable de empleos y es un trampolín para el desarrollo económico de países dedicados a la exportación (López & Rodríguez, 2016; Rodríguez & Fernández, 2006). Este sector, en conjunto con la industria de la confección, aporta el 3.7% del producto interno bruto (PIB) en México (Secretaría de Economía [SE], 2017). A nivel nacional, la industria textil está conformada por un 12.07% de grandes empresas y un 76.15% de pequeñas y medianas empresas (Pymes) (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2017). A nivel región, Puebla y Tlaxcala conforman la Cámara de la Industria Textil (CITEX), con 120 afiliados en los subsectores de hilos, tejidos y acabados, con 88 empresas en Puebla y 32 en Tlaxcala, representando el 34% del total del país (CITEX, 2019; Gobierno de México, 2015; INEGI, 2017; Secretaría de Desarrollo Económico [Sedeco], 2020). A pesar de su contribución en el desarrollo económico, la industria textil en México sufre rezago tanto tecnológico como en su infraestructura, lo cual se ha complicado ante un contexto cambiante y cada vez más competitivo, limitándolo para innovar. No obstante, los textiles ecológicos, los e-textiles, los textiles personalizados y los textiles inteligentes son considerados el futuro de este sector. Por ello, es importante apoyarlo para impulsar su desarrollo y competitividad (Sarmiento *et al.*, 2018).

Actualmente, hay sectores que por el tipo de insumos, procesos y productos generan residuos y consumen grandes cantidades de recursos naturales, siendo uno de ellos el sector textil. Asimismo, investigaciones revelan que este sector es identificado como uno de los más contaminantes en el mundo (Ellen MacArthur Foundation, 2017; European Commission, 2020; Xu *et al.*, 2019). Esto se debe a que los microplásticos fibrosos liberados de los textiles sintéticos están contribuyendo significativamente a la contaminación ambiental (Snoek, 2017; Zhang *et al.*, 2022), ya que producen grandes cantidades de efluentes coloreados intensivos al medio ambiente, los cuales contaminan gravemente el agua y el suelo, además de que dañan la salud de los seres vivos (Markandeya *et al.*, 2022; Saxena *et al.*, 2021).

En la Unión Europea, el textil es considerado como uno de los sectores con mayor repercusión ambiental, donde a la producción textil, a través de los tintes y los productos de acabado, se le responsabiliza aproximadamente del 20% de la contaminación mundial del agua potable y menos del 1% de todos los textiles en el mundo se reciclan en nuevos textiles (Carrillo, 2019; Damar *et al.*, 2012; European Commission, 2020; Khan & Malik, 2013; Ministerio de Ciencia e Innovación, 2021; Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2021; Snoek, 2017; Xu *et al.*, 2019). La prevención de los desechos a lo largo del ciclo de vida de sus productos y la eliminación, o al menos la minimización, de los residuos que terminan en vertederos son uno de los mayores desafíos que la industria textil debe afrontar (De Paoli, 2015; Koszewska, 2018). Bajo esta perspectiva, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2018), en la Agenda 2030, en el objetivo de desarrollo sostenible "Producción y consumo responsable", enfatiza la necesidad de hacer más y mejores cosas con menos recursos, incrementando las ganancias netas de bienestar de las actividades económicas mediante la reducción de la utilización de recursos, la degradación y la contaminación durante todo el ciclo de vida de un producto. Ante esto, es necesario que en la Pyme textil se implementen acciones que les permitan responsabilizarse de sus productos desde la gestación y hasta después de su vida útil (Bateman & Snell, 2005; CEPAL, 2018; Ertz *et al.*, 2019; Jäämaa & Kaipia, 2022). Esta situación ubica a la economía circular como una herramienta de gestión en la Pyme que puede contribuir a alcanzar acciones enmarcadas en los objetivos de desarrollo sostenible (Mulder & Albaladejo, 2020). Por ello, la necesidad de mejorar los sistemas de gestión de residuos textiles y de avanzar hacia un modelo de economía circular es evidente y necesaria (Koszewska, 2018; Morales, 2019; Snoek, 2017; Xu *et al.*, 2019).

Ante la necesidad de una sostenibilidad medioambiental, este nuevo sistema de producción puede ayudar a minimizar el impacto negativo sobre el medio ambiente, ofreciendo una alternativa al modelo lineal empresarial tradicional (Besenbacher, 2015; Ellen MacArthur Foundation, 2015; Escobedo & Andrade, 2018; Foro Económico Mundial 2018; Ghisellini *et al.*, 2016; Hidalgo, 2017; Johansson & Henriksson, 2020; Kowszyk & Maher, 2018; Morales, 2019; Rashid *et al.*, 2013). De igual forma, derivado de la Covid-19, las empresas se han visto sometidas a una gran presión por mejorar su rendimiento (Demuner, 2021). Esta situación de contingencia también ha puesto de manifiesto importantes deficiencias en la economía lineal, revelando la importancia de que las empresas revisen y optimicen sus flujos de materiales y energía, lo cual representa una oportunidad para implementar la economía circular, independientemente del tamaño, giro y ubicación geográfica de las empresas (Fundación Cotec para la Innovación, 2021; Schröder *et al.*, 2020). La economía circular propone un marco alternativo para adoptar un modelo económico resiliente e inclusivo en los países de América Latina y el Caribe (Schröder *et al.*, 2020).

### Economía circular y ventaja competitiva

La economía circular es un modelo de producción y consumo que busca generar beneficios ambientales, económicos y sociales a nivel global, mediante la reducción, reutilización, alquiler, reparación, renovación y reciclaje de productos y materiales existentes todas las veces que sea posible para crear un valor añadido y de esta forma poder extender el ciclo de vida de los productos (Berg *et al.*, 2018; Fundación Cotec para la Innovación, 2021; García, 2018; Geissdoerfer *et al.*, 2017; Korhonen *et al.*, 2018a; Korhonen *et al.*, 2018b; Porcelli & Martínez, 2018). Busca convertir productos que están al final de su vida útil en recursos para otros bienes, cerrando bucles en ecosistemas industriales y minimizando residuos (Cerdá & Khalilova, 2016). El término economía circular fue introducido por el arquitecto y economista suizo Walter R. Stahel, quien propuso que los materiales se pueden procesar en un circuito cerrado que transforma los residuos en recursos, centrándose en la propuesta de estrategias industriales para la prevención de desechos y eficiencia de recursos, bajo un concepto de economía de bucle (Stahel & Reday-Mulvey, 1981). Años después, McDonough & Braungart (2002) desarrollaron el concepto "*Cradle to Cradle*" (de la cuna a la cuna), en el que mencionan que todos los materiales relacionados con los procesos industriales deben de reducir el impacto negativo en el medioambiente y diseñarse para recuperarse y reutilizarse.

Posteriormente, Ellen MacArthur, inspirada en sus competencias de regatas al realizar extensos recorridos con recursos limitados, pensó en cómo lograr que dichos recursos tuvieran una naturaleza regenerativa. Esto dio pie a que años después se creara la fundación Ellen MacArthur, teniendo como objetivo impulsar la transición hacia una economía circular y regenerativa con base en los siguientes tres principios:

1) Preservar y mejorar el capital natural, controlando reservas finitas y equilibrando los flujos de recursos naturales. La finalidad de este principio es que cuando en el sistema de producción se necesiten los recursos, por medio del sistema circular se seleccionarán de forma sensata, eligiéndose tecnologías y procesos que utilicen recursos renovables o de mayor rendimiento, con este sistema de producción también se puede mejorar o aumentar el capital natural porque busca la regeneración de los recursos.

2) Optimizar el rendimiento de los recursos, circulando siempre productos, componentes y materiales en su nivel más alto de utilidad, en los ciclos técnico y biológico. En este principio se plantea la necesidad de diseñar para reelaborar, renovar y reciclar, con la finalidad de mantener circulando en la economía los materiales y componentes por más tiempo, lo cual permitirá optimizar su rendimiento.

3) Promover la efectividad del sistema, detectando y eliminando del diseño las externalidades negativas. La finalidad de este principio es que en las empresas se implementen estrategias que les permitan reducir el daño causado en otros sistemas y áreas como la alimentación, la movilidad, la educación, la sanidad o el entretenimiento, así como gestionar factores externos como el uso del suelo y la contaminación acústica, del aire y del agua, o el vertido de sustancias tóxicas (Cerdá & Khalilova, 2016; Ellen MacArthur Foundation, 2015).

Cabe destacar que recientemente se han realizado acciones para impulsar la implementación de la economía circular en el sector textil, tales como la creación de conciencia en el cuidado y uso del agua y de la energía; la programación de tiempos de recogidas separadas obligatorias para nuevos flujos de residuos textiles; el otorgamiento de incentivos y apoyos a modelos de negocio circulares; el mejoramiento del entorno empresarial y normativo para la manufactura de textiles ecoamigables; el impulso en la clasificación, la reutilización y el reciclaje de textiles; el informar a los consumidores para que adquieran productos textiles sostenibles; y el desarrollo de etiquetas ecológicas que pueden colocar en los artículos textiles los productores que respeten los criterios ecológicos y que garanticen un uso limitado de sustancias nocivas y una reducción de la contaminación del agua y del aire; esto con la finalidad de impulsar el desarrollo de textiles sostenibles y circulares como una estrategia para fortalecer la competitividad industrial y la innovación en la Pyme textil (European Commission, 2020; García, 2018; Ministerio de Ciencia e Innovación, 2021; Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2021).

Estas tendencias, en el mediano plazo, demandarán en la Pyme textil implementar nuevos enfoques administrativos en su sistema de producción, siendo una alternativa la economía circular, la cual representa una ventaja competitiva porque puede impactar en su rentabilidad. Además, puede favorecer el incremento de la eficiencia en la utilización de recursos, ahorro de costes, desarrollo de innovación; promover el desarrollo de empleos verdes; así como reducir la dependencia de la importación de fuentes de energía, materias primas y mercancías, impactando en su crecimiento y permitiéndole desarrollar la capacidad para resistir el deterioro causado por la evolución de la misma industria. Aunado a esto, las empresas que pueden hacer más con menos tendrán una ventaja competitiva sobre aquellas que deben buscar recursos costosos y pagar su propia contaminación (Cañellas & Llebot, 2015; Foro Económico Mundial 2018; Morales, 2019; Organización Internacional del Trabajo (OIT), 2021; Porter, 2016; Van der Heijden, 2018). La Pyme, al implementar la economía circular, debe invertir, pero obtendrá beneficios a largo plazo (Foro Económico Mundial, 2018; Morales, 2019; Schröder *et al.*, 2020). También se debe considerar que para ser parte de los sistemas de mercados abiertos y competitivos actuales hay que prestar atención a los precios de los productos, los cuales reflejan tanto los costos del medio ambiente como de otros recursos (Díaz, 2015).

En este siglo XXI la Pyme debe reinventar su quehacer cotidiano, implementando acciones que la lleven a una mejora en su desempeño ambiental, social y económico, y que le permitan ser identificada como un sistema sustentable. Destacando lo establecido por Carro *et al.* (2019), ser una empresa sustentable impactará en un mayor valor a largo plazo y permitirá a las Pyme estar mejor preparadas para lidiar con los retos económicos, sociales y ambientales que se vislumbran en los próximos años. Esto le representará a la Pyme una ventaja competitiva, este concepto se puede entender como un conjunto de elementos singulares que diferencian a una empresa de otras, y que dan alto valor agregado y significación al trabajo de las personas. Asimismo, una empresa con ventaja competitiva se distingue por estar a la delantera en el mercado, por lo que los usuarios le dan preferencia (Hernández, 2011). Para que la Pyme tenga ventaja competitiva, debe ocuparse en implementar acciones para conseguir costos bajos y lograr la diferenciación. Con respecto a costos bajos, se deben reorganizar sus actividades de tal manera que pueda lograr una mayor efectividad en la elaboración de sus productos. En relación con la diferenciación, la Pyme debe ofrecer a los usuarios un producto con un desempeño superior con respecto al de la competencia (Porter, 2007, 2016).

Además, la necesidad de normas legales que protejan el medio ambiente está obteniendo una generalizada, aunque remisa, aceptación. Se considera *generalizada* porque se quiere un planeta en el que se pueda vivir, y *remisa* por la arraigada creencia de que la normatividad ambiental erosiona la competitividad. Sin embargo, normas medioambientales bien trazadas pueden desencadenar innovaciones que reduzcan el coste total de un producto o que incrementen su valor, lo que hará posible que la empresa emplee más productivamente una amplia gama de factores (desde las materias primas hasta la energía o la mano de obra), con lo cual se compensarán los costes de la mejora ambiental. Este aumento en la productividad de los recursos hará a la empresa más competitiva (Porter, 2003), destacando que la economía circular se ha planteado como una herramienta clave para alcanzar varios objetivos de desarrollo sostenible establecidos por las Naciones Unidas, con los cuales se busca impulsar un desarrollo sostenido, inclusivo y en armonía con el medio ambiente (CEPAL, 2018; Mulder & Albaladejo, 2020; Schröder *et al.*, 2020). En la Tabla 1 se muestra la relación entre los principios de economía circular analizados y los objetivos de desarrollo sostenible.

Tabla 1. Relación entre principios de economía circular y objetivos de desarrollo sostenible.

Principios de Economía Circular	Objetivos de Desarrollo Sostenible
Preservar y mejorar el capital natural	Agua limpia y saneamiento
	Energía asequible y no contaminante
	Industria, innovación e infraestructura
	Ciudades y comunidades sostenibles
	Acción por el clima
	Vida submarina
	Vida de ecosistemas terrestres
Optimizar el rendimiento de los recursos	Producción y consumo responsable
Promover la efectividad del sistema	Fin de la pobreza
	Hambre cero
	Salud y bienestar
	Educación de calidad
	Igualdad de género
	Trabajo decente y crecimiento económico
	Reducción de las desigualdades
	Paz, justicia e instituciones sólidas
	Alianzas para lograr objetivos

Fuente: Elaboración propia con base en Ellen MacArthur Foundation (2015) y CEPAL (2018).

Cabe señalar que las políticas circulares ya son parte de las agendas públicas en la Unión Europea y en China, y recientemente se han ido adoptando en países de América Latina y el Caribe. Esta corriente está comenzando a ser considerada en la agenda multilateral e incorporándose en un creciente número de modelos de negocio (Mulder & Albaladejo, 2020). Asimismo, la CEPAL (2018) busca potenciar la incorporación de los objetivos de desarrollo sostenible en las instituciones, las políticas y los planes de desarrollo de los países. También, la economía circular está siendo incluida en las agendas de política pública y la actividad privada en varios países de América Latina y el Caribe, así como en otras regiones del mundo, lo cual hace pertinente implementar un sistema de producción circular en la Pyme de la manufactura textil objeto de estudio.

Con base en lo anterior, el objetivo de esta investigación fue determinar si los principios de economía circular, que son preservar y mejorar el capital natural, optimizar el rendimiento de los recursos y promover la efectividad del sistema, pueden representar una ventaja competitiva para las empresas, tomando como objeto de estudio a la Pyme textil del estado de Tlaxcala, México. Como hipótesis de investigación se planteó que los principios de la economía circular, preservar y mejorar el capital natural, optimizar el rendimiento de los recursos y promover la efectividad del sistema, sí son determinantes para generar una ventaja competitiva en la Pyme textil.

## Materiales y métodos

En este estudio se realizó una investigación mixta, la cual es un proceso que implica la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, pero con preponderancia cuantitativa (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). Las variables estudiadas fueron economía circular y ventaja competitiva. Con base en la teoría, para la primera variable, las dimensiones analizadas fueron *preservar y mejorar el capital natural*, *optimizar el rendimiento de los recursos* y *promover la efectividad del sistema*, analizando los factores *clasificación de desechos*, *infraestructura y tecnología*, *uso de energías renovables*, *regeneración de recursos naturales*, *manejo de desechos*, *gestión de desechos*, *gestión de factores externos* y *estrategias ambientales*. Las dimensiones y factores de la primera variable se propusieron tomando como referencia los principios de economía circular de la Fundación de Ellen MacArthur (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Para la segunda variable, las dimensiones analizadas fueron *costos bajos* y *diferenciación*, analizando los factores *control de proveedores y distribuidores*, *conocimiento del mercado*, *calidad del producto*, *gestión del producto*, *imagen corporativa* y *manejo de tecnologías*. Las dimensiones y factores de la segunda variable se propusieron considerando los criterios de los dos tipos básicos de ventaja competitiva de Michael Porter (Porter, 2007, 2016) (Tabla 2).

Tabla 2. Variables de investigación.

Variable	Dimensión	Factor	Reactivos
Economía circular	Preservar y mejorar el capital natural	Clasificación de desechos	1
		Infraestructura y tecnología	1
		Uso de energías renovables	2
		Regeneración de recursos naturales	2
	Optimizar el rendimiento de los recursos	Manejo de desechos	3
		Gestión de desechos	2
	Promover la efectividad del sistema	Gestión de factores externos	3
Estrategias ambientales		5	
Ventaja competitiva	Costos bajos	Control de proveedores y distribuidores	2
		Conocimiento del mercado	3
	Diferenciación	Calidad del producto	4
		Gestión del producto	4
		Imagen corporativa	3
	Manejo de tecnologías	2	

Fuente: Elaboración propia.

La investigación se enfocó en la Pyme textil en México, por su participación en la economía nacional, por el número de unidades económicas que representa y por el número de empleos que genera, considerando como objeto de estudio a la Pyme del estado de Tlaxcala por su representatividad en la estructura empresarial del estado (Sedeco, 2020) y por ser considerado, por la Secretaría de Economía (SE), como uno de los 10 estados de México con mayor producción textil (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]-Cámara Nacional de la Industria Textil [Canaintex], 2020; Quiñonez, 2017).

Para medir las variables de investigación, se diseñó un instrumento con 37 reactivos, considerando los principios de economía circular de la fundación Ellen MacArthur y los dos tipos básicos de ventaja competitiva de Michael Porter. El instrumento se dividió en dos secciones, en la primera se analizó la variable economía circular con 19 reactivos y en la segunda se estudió la ventaja competitiva con 18 reactivos. En la medición de cada ítem se aplicó la escala de medida métrica por intervalos. Se consideró el criterio del método de escalamiento Likert considerando cinco categorías en cada ítem (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018), asignando valores del uno al cinco, donde el 1 se especificó como *nada determinante*, 2 *poco determinante*, 3 *indiferente*, 4 *determinante* y 5 *muy determinante*. El instrumento se validó por juicio de expertos, invitando a cinco jueces de reconocida formación profesional, amplia experiencia en los temas y reconocimiento por la comunidad académica (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008). Y su confiabilidad se calculó empleando el índice de alfa de Cronbach (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). Para la aplicación del instrumento, en el perfil del encuestado se consideró al personal con experiencia mínima de dos años en el sector, desempeñando puestos directivos, de mandos medios y operativos. Específicamente, se solicitó que el cuestionario fuera contestado por personal vinculado con el sistema de producción, por su relación y experiencia en los procesos relacionados con la elaboración de los productos. Para el análisis cualitativo se observó el ambiente interno de las empresas y se entrevistó al director general o gerente de planta, así como a directivos responsables del sistema de producción. De acuerdo con datos de Sedeco (2020), en el estado de Tlaxcala se tienen registradas 38 pequeñas empresas textiles y 32 medianas. De esta manera, la población objeto de estudio se conformó por 70 empresas.

Con los datos recabados se inició con un análisis estadístico descriptivo y, posteriormente, se realizó un análisis de varianza (Anova) para un modelo de bloques aleatorizados para determinar la existencia de diferencias ( $p < 0.05$ ) en las medias de las dimensiones de la variable economía circular, así como entre las dimensiones de la variable *ventaja competitiva*. Como complemento, se aplicó la prueba de Tukey para realizar comparaciones múltiples entre las medias con un nivel de significancia del 95% (Montgomery, 2014). Los resultados fueron analizados empleando los programas estadísticos Minitab 17 ® e IBM SPSS Statistics 21®.

Para determinar la existencia de correlaciones significativas ( $p < 0.05$ ) entre las dimensiones de economía circular y las dimensiones de ventaja competitiva, se aplicó el análisis de correlación de Pearson ( $r$ ), clasificando los resultados con base en el criterio de Roundtree (De Muth, 2014). A partir de los resultados de correlaciones, se realizó el análisis de regresión lineal, teniendo como variables dependientes las dimensiones de ventaja competitiva: costos bajos y diferenciación, y como variables predictoras (independientes) las dimensiones de la variable economía circular: preservar y mejorar el capital natural, optimizar el rendimiento de los recursos y promover la efectividad del sistema; con la finalidad de dar respuesta a la hipótesis planteada y establecer las conclusiones finales.

## Resultados

### Confiabilidad del instrumento

El instrumento se aplicó en 41 de 70 pequeñas y medianas empresas, lo que representó el 59% de la población objeto de estudio, de las cuales el 56% (23) fueron pequeñas empresas y el 44% (18) empresas medianas. Se recabaron 108 instrumentos en total para el análisis, obteniendo aproximadamente tres por empresa. Los encuestados fueron directores generales o gerentes de planta, así como supervisores y operativos con experiencia en el sistema de producción en la Pyme textil. Con respecto a la confiabilidad del instrumento de medición, de acuerdo con el coeficiente alfa de Cronbach, resultó de 0.943, lo que indicó una confiabilidad elevada (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

## Análisis descriptivo

Con base en la información recabada, en la Tabla 3 se muestran los resultados del análisis estadístico descriptivo de las variables sometidas a estudio, donde se presenta la media aritmética y la frecuencia de cada categoría.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de las variables de investigación: economía circular y ventaja competitiva.

Variable de investigación	Dimensión	Factor	Media						
				Preguntas	Nada determinante	Poco determinante	Indiferente	Determinante	Muy determinante
Economía circular	Preservar y mejorar el capital natural	Clasificación de desechos	4.18	1			6	71	31
		Infraestructura y tecnología	4.23	1			6	71	31
		Uso de energías renovables	2.72	2	84	18	18	65	31
		Regeneración de recursos naturales	1.8	2	121	60	35		
	Optimizar el rendimiento de los recursos	Manejo de desechos	4.1	3			83	112	129
		Gestión de desechos	3.4	2	53	66		97	
	Promover la efectividad del sistema	Gestión de factores externos	4.3	3	6	23		149	146
		Estrategias ambientales	3.7	5	92	19	48	211	170
Ventaja competitiva	Costos bajos	Control de proveedores y distribuidores	4.4	2			12	106	98
		Conocimiento del mercado	3.3	3	12	48	132	83	49
		Calidad del producto	4.3	4		25	59	220	177
	Diferenciación	Gestión del producto	3.8	4	29	55	30	165	153
		Imagen corporativa	3.6	3			168	95	61
		Manejo de tecnologías	3.9	2			60	101	55

Fuente: Elaboración propia.

## Análisis de varianza (Anova)

El resultado del análisis Anova para las dimensiones de la variable economía circular: preservar y mejorar el capital natural, optimizar el rendimiento de los recursos y promover la efectividad del sistema; y para las dimensiones de la variable ventaja competitiva: costos bajos y diferenciación, demostró la existencia de diferencias significativas al presentar un valor de  $p = 0.000$ , lo que significó que para la Pyme no todas tienen la misma importancia en su sistema de producción. Por tanto, se aplicó la prueba Tukey para identificar qué dimensiones presentan esas diferencias. En la Tabla 4 se muestran los resultados.

Tabla 4. Prueba Tukey para las dimensiones de las variables: economía circular y ventaja competitiva.

Dimensión	Nivel de determinación <sup>1</sup>
Promover la efectividad del sistema	4.18 ± 0.09 a
Optimizar el rendimiento de los recursos	3.95 ± 0.09 b
Costos bajos	3.89 ± 0.09 b,c
Diferenciación	3.73 ± 0.09 c
Preservar y mejorar el capital natural	3.18 ± 0.09 d

<sup>1</sup>Los valores con letras iguales no mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

Fuente: Elaboración propia.

## Análisis de correlación Pearson

Siguiendo la metodología planteada, los resultados obtenidos del análisis de correlación de Pearson se presentan en la Tabla 5, donde las dimensiones de economía circular: preservar y mejorar el capital natural, optimizar el rendimiento de los recursos y promover la efectividad del sistema presentaron correlaciones significativas fuertes con la dimensión de ventaja competitiva diferenciación. Sin embargo, con la dimensión de ventaja competitiva costos bajos, solamente se presentó una correlación significativa fuerte con la dimensión de economía circular preservar y mejorar el capital natural.

Tabla 5. Resultados del análisis de correlación Pearson.

Dimensiones de ventaja competitiva	Dimensiones de economía circular	Coefficiente de Pearson (r)	Significancia (p)	Grado de correlación
Costos bajos	Preservar y mejorar el capital natural	0.753	0.000	Fuerte
	Optimizar el rendimiento de los recursos	0.529	0.000	Moderada
	Promover la efectividad del sistema	0.506	0.000	Moderada
Diferenciación	Preservar y mejorar el capital natural	0.721	0.000	Fuerte
	Optimizar el rendimiento de los recursos	0.872	0.000	Fuerte
	Promover la efectividad del sistema	0.836	0.000	Fuerte

Fuente: Elaboración propia.

## Análisis de regresión simple

Con base en los resultados del análisis de correlación, se determinaron dos modelos de regresión. En la Tabla 6 se presenta el resumen del modelo 1 de regresión múltiple con la variable dependiente costos bajos, y en la Tabla 7 se presenta el resumen del modelo 2 con la variable dependiente diferenciación. En ambos casos, las variables independientes son las dimensiones de economía circular.

Tabla 6. Resumen del modelo 1 de regresión múltiple entre la dimensión costos bajos y las dimensiones de economía circular.

Modelo 1	R = 0.782		R <sup>2</sup> = 0.611		R <sup>2</sup> corregida = 0.600		F = 54.51 Sig. p = 0.000	
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados		t	Sig.		
	B	Error típico	Beta					
Constante	2.045	0.207			9.900	0.000		
Preservar y mejorar el capital natural	0.667	0.072	0.864		9.257	0.000		
Optimizar el rendimiento de los recursos	-0.384	0.124	-0.452		-3.109	0.002		
Promover la efectividad del sistema	0.295	0.088	0.393		3.334	0.001		

Variable dependiente: costos bajos.

Fuente: Elaboración propia.

Con base en los resultados del modelo 1 de regresión múltiple, se obtiene la ecuación de regresión (1) para la variable dependiente costos bajos, la cual es:

$$\text{Costos Bajos} = 2.045 + 0.667 \text{ PMCN} - 0.384 \text{ ORR} + 0.295 \text{ PES} \quad (1)$$

donde PMCN = Preservar y mejorar el capital natural, ORR = Optimizar el rendimiento de los recursos y PES = Promover la efectividad del sistema.

Tabla 7. Resumen del modelo 2 de regresión múltiple entre la dimensión diferenciación y las dimensiones de economía circular.

Modelo 2	R = 0.901		R <sup>2</sup> = 0.811		R <sup>2</sup> corregida = 0.806		F = 149.16 Sig. p = 0.000	
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados		t	Sig.		
	B	Error típico	Beta					
Constante	1.1741	0.126			9.322	0.000		
Preservar y mejorar el capital natural	0.144	0.044	0.213		3.270	0.001		
Optimizar el rendimiento de los recursos	0.284	0.075	0.382		3.775	0.000		
Promover la efectividad del sistema	0.255	0.054	0.389		4.734	0.000		

Variable dependiente: diferenciación.

Fuente: Elaboración propia.

Con base en los resultados del modelo 2 de regresión múltiple, se obtiene la ecuación de regresión (2) para la variable dependiente diferenciación, siendo la siguiente:

$$\text{Diferenciación} = 1.1741 + 0.144 \text{ PMCN} + 0.284 \text{ ORR} + 0.255 \text{ PES} \quad (2)$$

donde PMCN = Preservar y mejorar el capital natural, ORR = Optimizar el rendimiento de los recursos y PES = Promover la efectividad del sistema.

## Discusión

En los resultados del análisis estadístico descriptivo mostrados en la Tabla 3, se observó que en la variable economía circular, en la dimensión preservar y mejorar el capital natural, los factores analizados clasificación de desechos e infraestructura y tecnología fueron percibidos como determinantes al presentar una media aritmética de 4.18 y 4.23, respectivamente; mientras que el uso de energías renovables (2.72) y regeneración de recursos naturales (1.8) fueron percibidas con tendencia a indiferente y poco determinante.

En la dimensión optimizar el rendimiento de los recursos, el factor analizado manejo de desechos (implementación de acciones para reducir o dar un nuevo uso a los desechos) fue percibido como determinante al presentar una media de 4.1, y el factor gestión de desechos (que los residuos se vendan como materia prima a otras empresas) fue considerado con tendencia a indiferente (3.4).

En la dimensión promover la efectividad del sistema, los factores gestión de factores externos y estrategias ambientales fueron percibidos con una tendencia a determinantes al presentar una media de 4.3 y 3.7, respectivamente.

Con relación a la variable ventaja competitiva, en la dimensión costos bajos, los factores analizados control de proveedores y distribuidores, y calidad del producto fueron percibidos con una tendencia a determinantes al presentar una media de 4.4 y 4.3. En relación con el factor conocimiento del mercado, este presentó una tendencia a indiferente con una media de 3.3.

En la dimensión diferenciación, los factores analizados gestión del producto, imagen corporativa y manejo de tecnologías presentaron una tendencia hacia determinante, esto al presentar una media de 3.8, 3.6 y 3.9.

En los resultados de la prueba Tukey mostrados en la Tabla 4 se observaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las medias de las dimensiones de las variables analizadas: economía circular y ventaja competitiva, destacándose las dimensiones promover la efectividad del sistema, representada por la letra a, considerada como determinante (4.18), así como la dimensión preservar y mejorar el capital natural, representada por la letra d, percibida como indiferente (3.18).

Con respecto a la dimensión promover la efectividad del sistema, la Pyme considera importante contar con políticas ambientales para el control de los procesos y productos, que los productos tengan un valor añadido, que sean multifuncionales y que sean amigables con el medio ambiente. Asimismo, piensa que es muy importante conocer la normatividad en materia ambiental tanto estatal, nacional como internacional, para que pueda considerarse en su operabilidad y evitar problemas con el sector gobierno y la sociedad en general. No obstante, es importante mencionar que los encuestados manifestaron que la normatividad no se difunde de manera oportuna y que su implementación además de compleja requiere tiempo y recursos. También, la Pyme considera determinante el utilizar sus desechos como parte de su materia prima para elaborar productos, pero expresaron que no cuentan con la infraestructura y la maquinaria adecuada para poder hacerlo.

En la dimensión preservar y mejorar el capital natural, la cual es percibida como indiferente (3.18), se identificó que en la Pyme el contar con sistemas de tratamiento y reciclado de agua, con sistemas de captación de agua pluvial, con calentadores solares y con sistemas de alumbrado inteligente no es determinante para sus procesos, debido a que consideran que su implementación es costosa y compleja. Con relación a si se implementan acciones para clasificar los desechos que se generan, expresaron que solo separan aquellos que consideran peligrosos, debido a que no tienen la infraestructura que les permita minimizar los contaminantes y desechos tóxicos o poder clasificarlos (orgánicos e inorgánicos). No obstante, manifestaron que implementar estas acciones impulsaría su competitividad.

En relación con la dimensión optimizar el rendimiento de los recursos, esta presentó una tendencia hacia determinante (3.95), destacando la necesidad de implementar acciones para reducir los desechos generados en la elaboración del producto y que los desechos que se generen sean reutilizables o que se vendan a otras empresas. En este contexto, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat, 2018) informó que, en México, la mayor parte de los residuos que se tiran son reutilizables y reciclables, pero al mezclarlos se convierten en basura, lo que dificulta su aprovechamiento (solo el 9.6% se recicla), por lo que es necesario impulsar una gestión integral donde se pueda considerar como una acción sustantiva la separación de residuos, con la finalidad de contribuir en la disminución de los impactos negativos al planeta.

Con respecto a las dimensiones de la variable ventaja competitiva, las cuales son: costos bajos (3.89) y diferenciación (3.73), ambas presentaron una tendencia hacia determinante. En costos bajos se identificó que la cercanía de sus proveedores con la ubicación de la empresa, el costo de sus materias primas, el conocimiento de la oferta y demanda y la eficiencia de sus canales de distribución son determinantes para bajar costos. Asimismo, la calidad, el precio y la innovación teniendo como eje el aprendizaje continuo de su personal les puede generar una cartera de clientes fieles. Este resultado confirma lo mencionado por Gimenez *et al.* (2013), quienes indican que, para mantener un crecimiento sostenible, es necesario desarrollar una visión estratégica para tener la capacidad de reinventarse constantemente, anticiparse a las necesidades de los futuros clientes y crear una necesidad en ellos.

En la variable diferenciación, consideran muy determinante que sus clientes reconozcan la calidad de sus productos y reconocen que, si esta es mejor que la de su competencia les puede generar una ventaja competitiva, especialmente, para el cuidado y valoración de su imagen. Este resultado refleja que si una empresa quiere ser "diferente" a su competencia debe dar un valor agregado al cliente y formar ante él una imagen de calidad, frescura y prestigio como un conjunto de valores individuales con cualidades no solo sociales, sino también ambientales (Blázquez & Peretti, 2012). Reconocen la necesidad de innovar continuamente e informarlo a sus clientes para que noten el valor añadido por medio de publicidad, utilizando ahora tecnologías digitales, pero son indiferentes ante la importancia de que sus productos sean amigables con el medio ambiente. Esto reafirma los hallazgos de Viscarri (2011), quien menciona que para conseguir que el cliente no solo se fije en el precio, se requiere ser diferente en aspectos como posicionamiento de marca, diseño, innovación y seguridad. De la misma forma, Verdin & Tackx (2015) argumentan que la capacidad para innovar y agregar valor al cliente de forma continua es lo que determinará la diferencia.

Los resultados del análisis de correlación Pearson ( $r$ ) presentados en la Tabla 5 revelan que la dimensión costos bajos tiene una correlación fuerte con preservar y mejorar el capital natural. Esto significa que, entre más se controlen los recursos renovables y se implementen estrategias para bajar los consumos de energía, la empresa tendrá mayor capacidad de bajar costos. Sobre la dimensión diferenciación, esta presentó correlaciones fuertes con los tres principios de economía circular, por lo que además de preservar y mejorar el capital natural, debe optimizar el rendimiento de los recursos mediante la circulación de los productos en su máxima utilidad en los ciclos técnico y biológico y promover la efectividad del sistema para minimizar pérdidas, lo que generará una diferencia para la Pyme ante sus clientes y competidores.

Asimismo, las dimensiones optimizar el rendimiento de los recursos y promover la efectividad del sistema presentaron correlaciones moderadas con la dimensión costos bajos. No obstante, de acuerdo con la teoría, el optimizar el rendimiento de los recursos y el promover la efectividad del sistema puede impactar positivamente para bajar los costos, especialmente por los ahorros que se pueden generar al reutilizar los desechos como materia prima y eliminar los gastos que representan los factores externos negativos para el proceso, con el objetivo de alcanzar una economía regenerativa y restaurativa.

En la Tabla 6, donde se muestra el resumen del modelo 1 de regresión múltiple con la variable dependiente costos bajos, se observa un coeficiente de determinación  $R^2 = 0.60$ , lo que revela que el 60% de la percepción de la variable dependiente costos bajos es explicada por las tres variables independientes. El Anova presentó una distribución  $F = 54.51$  con  $p = 0.000$ , lo que indica la existencia de una tendencia significativa y, en este caso, que al menos una variable influye significativamente en el modelo. De los coeficientes Beta, se observa que a pesar de que los tres tienen una significancia  $p$  menor a 0.05, la variable preservar y mejorar el capital natural ocupa el 86.4% de importancia en el modelo, siendo la más determinante, lo cual se confirma con la ecuación de regresión (1), en donde solo la dimensión preservar y mejorar el capital natural influye significativamente en la variable dependiente costos bajos.

El análisis de regresión ratifica los resultados de la correlación Pearson, por lo que, si una empresa propone costos bajos para alcanzar una ventaja competitiva, tiene que dar mayor importancia a preservar y mejorar el capital natural; ya que, de acuerdo con el análisis Anova, se recomienda invertir en sistemas de tratamiento y reciclado de agua y en sistemas de energía renovable.

El sector textil es uno de los que utilizan grandes cantidades de agua y productos químicos para los procesos de acabado y secado (Damar *et al.*, 2012), productos que van desde compuestos y elementos inorgánicos hasta polímeros y productos orgánicos que se utilizan también para el diseño, decoloración, teñido, impresión y acabado. Investigaciones revelan la existencia de alternativas económicas y limpias para reemplazar los procesos actuales (Buthlezi *et al.*, 2012; Pala & Tokat, 2002; Yavuz & Aydin, 2002), por lo que es necesario que el sector adopte nuevos métodos de tratamiento y reciclaje de agua, los cuales impactarán directamente en la dimensión ambiental de desarrollo sustentable (Carro *et al.*, 2017) y en el objetivo 6 de la Agenda 2030 para garantizar la disponibilidad del agua, su gestión sostenible y saneamiento para todos con el objetivo de prevenir la contaminación del agua superficial y subterránea (Mihelcic & Zimmerman, 2012). Asimismo, el uso de energía renovable impacta dentro de la dimensión económica de sustentabilidad en el concepto *inversión verde* a través de dos vertientes: 1) Invertir para disminuir el consumo de energía con programas de administración y control de insumos, sistemas de alumbrado inteligente e implementación de sistemas de energía renovable; y 2) Invertir en tecnología ambiental con el fin de adoptar tecnología de vanguardia para el desarrollo de productos que cuiden el medio ambiente y actualizar sus equipos de transmisión de potencia por otros de mayor eficiencia (Carro *et al.*, 2017).

La energía renovable impulsa la economía, reduciendo la dependencia ante otras fuentes e incrementando la resiliencia en los sistemas de producción (Ellen MacArthur Foundation, 2015). De acuerdo con Bloomberg NEF (2018), la inversión en energía limpia en el mundo durante el segundo trimestre de 2018 fue de 76.7 mil millones de dólares, con una tendencia del 8% más año con año, lo que demuestra que las empresas en todo el mundo empiezan a considerar el uso de energías renovables como parte de su estrategia de negocios, ya que la disminución de sus costes les ha agregado más capacidad renovable a sus procesos que el carbón, el gas y el petróleo combinados (Besenbacher, 2015).

En la Tabla 7, donde se muestra el resumen del modelo 2 de regresión múltiple con la variable dependiente diferenciación, se obtuvo un valor  $R^2 = 0.806$ , por lo que en el modelo 2 el 80.6% de la percepción de la variable dependiente diferenciación es explicada por las tres variables independientes. Esto se reafirma con el valor  $F = 149.16$ , el cual, a diferencia del modelo 1, al ser un valor más alto, representa una mayor participación de las variables independientes en el modelo de regresión; ya que los valores del coeficiente Beta son casi equivalentes. Esto confirma lo presentado en la ecuación de regresión (2), donde se observa que los coeficientes de las dimensiones también son casi equivalentes, es decir, los tres influyen significativamente en la variable dependiente. No obstante, también son valores bajos, esto implica que para que una empresa sea diferente debe trabajar por igual en los tres principios de economía circular.

Para que una empresa pueda ser diferente, además de tener la capacidad de innovar continuamente, de preocuparse por el medio ambiente, de ser socialmente responsable, de invertir en energías renovables y de cuidar los recursos naturales, debe rediseñar sus procesos para refabricar, reacondicionar, reciclar y mantener sus componentes técnicos y materias circulando con el objetivo de impulsar el crecimiento de su economía (Ellen MacArthur Foundation, 2015; Morseletto, 2020). Requiere también ocuparse para que sus procesos sean más eficientes, lo que incluye reducir los daños en el medio ambiente (aire, agua y suelos). Para ello, tal como lo marca el objetivo 12 de la Agenda 2030, hay que fomentar el uso eficiente de recursos y de infraestructura e implementar empleos verdes adoptando un enfoque sistémico para lograr la cooperación desde el productor hasta el consumidor final. Esto llevará a lograr mejores planes de desarrollo; a reducir costos económicos a futuro, tanto sociales como ambientales; a aumentar la competitividad y a reducir la pobreza (CEPAL, 2018).

## Conclusiones

En la presente investigación se concluye que, ante la necesidad de una sostenibilidad medioambiental, la economía circular representa una alternativa para la Pyme textil, ya que se identificó que aún hay empresas que continúan trabajando bajo un sistema de producción lineal tradicional, el cual ya no es pertinente. Además, cada vez un mayor número de clientes se fija en las empresas con prácticas y productos sustentables.

Los resultados del análisis inferencial permitieron identificar la existencia de una relación significativa entre las variables de investigación: economía circular y ventaja competitiva, demostrando que la Pyme textil puede incrementar su ventaja competitiva al considerar en su sistema de producción los lineamientos enmarcados en los principios de economía circular, por lo que se acepta la hipótesis planteada: Los principios de la economía circular sí son determinantes para generar una ventaja competitiva en la Pyme textil.

Asimismo, se cumple con el objetivo de investigación establecido: Determinar qué principios de la economía circular pueden representar una ventaja competitiva para las empresas, ya que con base en los resultados, se concluye que si la Pyme textil requiere ser competitiva por costos bajos, es necesario preservar y mejorar el capital natural; y si busca ser diferente, además de preservar el capital natural, también debe optimizar el rendimiento de los recursos y promover la efectividad del sistema.

El análisis permitió identificar que el sector textil tiene la capacidad de implementar la economía circular. No obstante, a diferencia de las grandes empresas que cuentan con la capacidad económica para facilitar estos cambios, la Pyme no cuenta con los mismos recursos y no visualiza cambios a corto plazo porque tienen dificultades para reconocer las ventajas que representa ser visto como una empresa sustentable, por lo que es importante brindarles orientación sobre el impacto que podría tener la economía circular en sus procesos y en su economía. Sin embargo, se debe tener en cuenta que todo proceso de cambio lleva su tiempo, especialmente cuando se trata de modificar formas de pensamiento y creencias muy arraigadas, lo cual coincide con lo que afirma Carrillo (2019), quien afirma que lograr un cambio cultural es un reto para implementar la economía circular.

Con la presente investigación se demuestra que la economía circular, además de generar beneficios ambientales y económicos, puede convertirse en una alternativa para alcanzar una ventaja competitiva sostenible con la que también se puede contribuir a lograr los objetivos de desarrollo sostenible. Sin embargo, para que la implementación de la economía circular pueda ser un proceso menos complejo y una realidad en la Pyme textil, se requieren alianzas entre gobiernos, sector privado, sector educativo y sociedad, que constituyan las bases de principios y valores, con una visión compartida y metas comunes que tengan como aspecto prioritario a las personas y al planeta. Por tanto, es imperativo adoptar las medidas necesarias para reorientar y aprovechar los recursos económicos con los que las naciones cuentan para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible, así como impulsar las energías renovables y el cuidado de los recursos naturales a través de reglamentos, políticas e incentivos que faciliten y motiven inversiones públicas y privadas.

Existe un amplio margen de oportunidades para futuras investigaciones en otros sectores industriales que también tienen dudas sobre cómo esta herramienta puede impactar en su rentabilidad y qué nuevas acciones ambientales y sociales pueden implementar como parte de una nueva cultura institucional. Además, se podrían investigar vínculos con otros conceptos que vienen revolucionando la industria actual, como lo es Industria 4.0, específicamente, en el factor integración de sistemas en las dimensiones integración horizontal en toda la red de creación de valor y en la ingeniería de extremo a extremo a lo largo de todo el ciclo de vida del producto (Stock & Seliger, 2016).

Finalmente, cambiar modelos de producción, consumo y gestión en el ciclo de vida de un producto es una tarea que llevará tiempo, por lo que se necesita que todos los involucrados colaboren para reducir los desechos y aumentar las acciones de reciclaje, así como ya se está haciendo en otras partes del mundo ante la búsqueda de un nuevo panorama circular.

## Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Referencias

- Bateman, T., & Snell, S. (2005). *Administración. Un Nuevo panorama competitivo*. McGraw-Hill.
- Berg, A., Antikainen, R., Hartikainen, E., Kauppi, S., Kautto, P., Lazarevic, D., Piesik, S., & Saikku, L. (2018). *Circular economy for sustainable development*. SYKE.
- Besenbacher, F. (2015). *Delivering the circular economy: A toolkit for policymakers*. Ellen MacArthur Foundation. <https://emf.thirdlight.com/link/kewgovk138d6-k5kszv/@/preview/1?o>
- Blázquez, M., & Peretti, M. F. (2012). An organizational management model for sustainability through performance, adaptability and image. *Estudios Gerenciales*, 28(125), 40-50. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0123-59232012000400006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0123-59232012000400006)
- Bloomberg NEF. (2018). Clean energy investment trends, 2Q 2018. <https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/14/2018/07/BNEF-Clean-Energy-Investment-Trends-1H-2018.pdf>
- Buthelezi, S. P., Olaniran, A. O., & Pillay, B. (2012). Textile dye removal wastewater effluents using biofloculants produced by indigenous bacterial isolates. *Molecules*, 17(12), 14260-14274. doi: <https://doi.org/10.3390/molecules171214260>
- Cámara de la Industria Textil Puebla/Tlaxcala (CITEX). (2019). [Directorio]. Citex México. <https://www.citexmexico.com/directorio>
- Cañellas, M., & Llebot, J. E. (2015). *La estrategia de impulso a la economía verde y circular* [Diapositiva de Power Point]. Miteco. [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/red-de-autoridades-ambientales-raa-/04mcanellas-estrategiacatalanaeconomiacircular\\_tcm30-193387.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/red-de-autoridades-ambientales-raa-/04mcanellas-estrategiacatalanaeconomiacircular_tcm30-193387.pdf)
- Carrillo, J. C. (2019). *Promoción de la economía circular en el sector moda y textil en México*. Centro Mexicano de Derecho Ambiental, A. C. (Cemda). [https://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2019/08/CEM\\_moda\\_publicaci%C3%B3n.pdf](https://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2019/08/CEM_moda_publicaci%C3%B3n.pdf)
- Carro, J., Reyes, B., Rosano, G., Garnica, J., & Pérez, B. (2017). Sustainable development model for ceramic tile industry. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33(1), 131-139. doi: <https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.01.12>
- Carro, J., Sarmiento, S., & Rosano, G. (2019). Modelo de certificación para la dimensión institucional de desarrollo sustentable. *Acta Universitaria*, 29, 1-15. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-62662019000100150](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-62662019000100150)

- Cerdá, E., & Khalilova, A. (2016). Economía circular. *Economía Circular, estrategia y competitividad empresarial*, 401, 11-20.  
<https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomicoIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2018). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe.  
[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf)
- Damar, Y., Ates, A., & Ileri, R. (2012). Treatment of textile industry wastewater by Sequencing Batch Reactor (SBR), modelling and simulation of Biokinetic parameters.  
<https://www.semanticscholar.org/paper/Treatment-of-Textile-Industry-Wastewater-by-Batch-Damar-Ate/C5%9F/ef4238292c57bed57c9732207f147d7bad03eb39>
- De Muth, J. E. (2014). Basic statistics and pharmaceutical statically applications. CRC Press.
- De Paoli, A. (2015). Towards the circular economy: Identifying local and regional government policies for developing a circular economy in the fashion and textiles sector in Vancouver, Canada.  
[http://www.vancouvereconomic.com/wp-content/uploads/2016/04/Textiles\\_policyreport.pdf](http://www.vancouvereconomic.com/wp-content/uploads/2016/04/Textiles_policyreport.pdf)
- Demuner, M. R. (2021). Capacidad de innovación en empresas mexicanas: Mediación en la relación orientación aprendizaje-rendimiento empresarial. *Acta Universitaria. Multidisciplinary Scientific Journal*, 31, e3185.  
doi: <https://doi.org/10.15174/au.2021.3185>
- Díaz, R. (2015). Desarrollo sustentable: Una oportunidad para la vida. McGraw-Hill.
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition*.  
<https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-a-circular-economy-business-rationale-for-an-accelerated-transition>
- Ellen MacArthur Foundation. (2017). *A new textiles economy: Redesigning fashion's future*.  
<https://emf.thirdlight.com/link/2axvc7eob8zx-za4ule/@/preview/1?o>
- Ertz, M., Leblanc-Proulx, S., Sarigöllu, E., & Morin, V. (2019). Advancing quantitative rigor in the circular literature: New methodology for product lifetime extension business models. *Resources, Conservation & Recycling*, 150, 01-12. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104437>
- Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: Una aproximación a su utilización. *Avances de Medición*, 06, 27-36.  
[https://www.humanas.unal.edu.co/lab\\_psicometria/application/files/9416/0463/3548/Vol\\_6\\_Articulo3\\_Juicio\\_de\\_expertos\\_27-36.pdf](https://www.humanas.unal.edu.co/lab_psicometria/application/files/9416/0463/3548/Vol_6_Articulo3_Juicio_de_expertos_27-36.pdf)
- Escobedo, G. G., & Andrade, M. A. (2018). Desarrollo sustentable. Estrategia en las empresas para un mejor futuro. Alfaomega.
- European Commission. (2020). *Circular Economy Action Plan for a cleaner and more competitive Europe*.  
[https://ec.europa.eu/environment/pdf/circular-economy/new\\_circular\\_economy\\_action\\_plan.pdf](https://ec.europa.eu/environment/pdf/circular-economy/new_circular_economy_action_plan.pdf)
- Foro Económico Mundial. (2018). *Circular economy*. <http://www.sustainablesids.org/wp-content/uploads/2018/10/WEF-Circular-Economy.pdf>
- Fundación Cotec para la Innovación. (2021). *Anuario Cotec 2021 ¿Un año para borrar?. Cotec*. <https://cotec.es/observacion/anuario-2021/2ba99ebe-1932-6a29-823d-567ea9611084>
- García, S. (2018). Economía circular: 30 años del principio de desarrollo sostenible evolucionan en el nuevo gran objetivo medioambiental de la Unión Europea. *Revista de Estudios Europeos*, 71, 309-321.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6347885>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy. A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143(1), 757-768.  
doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- Gimenez, C., Macrini, D., & Miyaji, R. (2013). Calidad e innovación. Una visión estratégica empresarial. *Revista Digital del Instituto Internacional de Costos*, (11), 95-118.

- Gobierno de México. (2015). *Industria textil*.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/119183/Sector\\_Industria\\_Textil.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/119183/Sector_Industria_Textil.pdf)
- Hernández, S. (2011). *Introducción a la administración. Teoría general administrativa: origen, evolución y vanguardia*. McGraw Hill.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C.P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Hidalgo, M. (2017). *Un nuevo impulso hacia la economía circular*. Instituto Español de Estudios Estratégicos (IEEE).  
[http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs\\_analisis/2017/DIEEEA39-2017\\_Economia\\_circular\\_MMHG.pdf](http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_analisis/2017/DIEEEA39-2017_Economia_circular_MMHG.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)-Cámara Nacional de la Industria Textil (Canaintex). (2020). *Conociendo la industria Textil y de la confección. Colección de estudios sectoriales y regionales del INEGI*.  
[https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/702825195649.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825195649.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>
- Jäämaa, L., & Kaipia, R. (2022). The first mile problem in the circular economy supply chains – Collecting recyclable textiles from consumers. *Waste Management*, 141, 173-182.  
doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.01.012>
- Johansson, N., & Henriksson, M. (2020). Circular economy running in circles? A discourse analysis of shifts in ideas of circularity in Swedish environmental policy. *Sustainable Production and Consumption*, 23(1), 148-156.  
doi: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.05.005>
- Khan, S., & Malik, A. (2013). *Environmental and health effects of textile industry wastewater*. Environmental Deterioration and Human Health. Dordrecht: Springer.
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppala, J., (2018a). Circular economy: The concept and its limitations. *Ecological Economics*, 143, 37-46. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>
- Korhonen, J., Nuur, C., Feldman, A., & Birkie, S. E. (2018b). Circular economy as an essentially contested concept. *Journal of Cleaner Production*, 175, 544-552. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.111>
- Koszewska, M. (2018). Circular economy. Challenges for textile and clothing industry. *Autex Research Journal*, 18(4), 337-347. doi: <https://doi.org/10.1515/aut-2018-0023>
- Kowszyk, Y., & Maher, R. (2018). Estudios de caso sobre modelos de economía circular e integración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en estrategias empresariales en la UE y ALC.  
[https://eulacfoundation.org/es/system/files/economia\\_circular\\_ods.pdf](https://eulacfoundation.org/es/system/files/economia_circular_ods.pdf)
- López, P., & Rodríguez, P. M. (2016). The leadership of Asian countries in the Garment sector: Implications and repercussions for Latin America. *TLA-MELAU Revista de Ciencias Sociales*, 10(40), 152-175.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-69162016000200152&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-69162016000200152&script=sci_abstract&tlng=en)
- Markandeya, Mohan, D., & Shukla, S. (2022). Hazardous consequences of textile mill effluents on soil and their remediation approaches. *Cleaner Engineering and Technology*, 7, 100434.  
doi: <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100434>
- McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*. North point press.
- Mihelcic, J. R., & Zimmerman, J. B. (2012). *Environmental Engineering: Fundamentals, sustainability and design*. Alfaomega.
- Ministerio de Ciencia e Innovación. (2021). *España Circular 2030. Estrategia española de economía circular. Sectores prioritarios de actuación*. Gobierno de España. [https://www.miteco.gob.es/images/es/180206economicircular\\_tcm30-440922.pdf](https://www.miteco.gob.es/images/es/180206economicircular_tcm30-440922.pdf)
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2021). *I Plan de Acción de Economía Circular 2021-2023. Estrategia española de economía circular*. Gobierno de España.  
[https://www.giec.es/doc/i\\_plan\\_accion\\_eco\\_circular\\_2021\\_2023.pdf](https://www.giec.es/doc/i_plan_accion_eco_circular_2021_2023.pdf)
- Montgomery D. C. (2014). *Diseño y análisis de experimentos* (2ª Ed.). Limusa Wiley.
- Morales, M. F. (2019). La próxima revolución. *Revista Muy Interesante*, 01(3), 78-85.

- Morseletto, P. (2020). Targets for a circular economy. *Resources, Conservation & Recycling*, 153, 1-12. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104553>
- Mulder, N., & Albaladejo, M. (2020). *El comercio internacional y la economía circular en América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46618/1/S2000783\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46618/1/S2000783_es.pdf)
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2021). *Empleos verdes*. <https://www.ilo.org/global/topics/green-jobs/lang-es/index.htm>
- Pala, A., & Tokat, E. (2002). Color removal from cotton textile industry wastewater in an activated sludge system with various additives. *Water Research*, 36(11), 2920-2925. doi: [https://doi.org/10.1016/s0043-1354\(01\)00529-2](https://doi.org/10.1016/s0043-1354(01)00529-2)
- Porcelli, A. M., & Martínez, A. N. (2018). Legislative analysis of the circular paradigm economy. *Revista DIREITO GV*, 14(03), 1067-1105. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/2317-6172201840>
- Porter, M. E. (2003). Ser competitivo. Nuevas aportaciones y conclusiones. Capítulo 10. Verdes y competitivos. DEUSTO.
- Porter, M. E. (2007). Ventaja competitiva. Creación y sostenimiento de un desempeño superior. Grupo Editorial Patria.
- Porter, M. E. (2016). Competitive advantage. Creating and sustaining superior performance. Free Press.
- Quiñonez, A. (26 octubre de 2017). Tlaxcala entre los 10 estados con mayor producción Textil en el país. *Revista Digital Código Tlaxcala*. <https://www.codigotlaxcala.com/tlaxcala-los-10-estados-mayor-produccion-textil-en-pais/>
- Rashid, A., Asif, F. M. A., Krajnik, P., & Nicolescu, C. M. (2013). Resource conservative manufacturing: An essential change in business and technology paradigm for sustainable manufacturing. *Journal of Cleaner Production*, 57, 166-177. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.012>
- Rodríguez, C., & Fernández, L. (2006). Manufactura textil en México: Un enfoque sistémico. *Revista Venezolana de Gerencia*, 11(35), 335-351.
- Sarmiento, S., Nava, V., Carro, J., & Hernández, C. (2018). Comparative study of innovation factors in the small and medium-sized textile manufacturing enterprise. *Contaduría y Administración*, 63(3), 1344-1367. doi: <http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2018.1268>
- Saxena, G., Kishor, R., Zainith, S., & Bharagava, R. N. (2021). Environmental contamination, toxicity profile and bioremediation technologies for treatment and detoxification of textile effluent. En G. Saxena, V. Kumar & M. P. Shah (eds.), *Bioremediation for environmental sustainability* (pp. 415-434). Elsevier. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820524-2.00017-1>
- Schröder, P., Albaladejo, M., Alonso, P., MacEwen, M., & Tilkkanen, J. (2020). *La economía circular en América Latina y el Caribe. Oportunidades para fomentar la resiliencia*. <https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/2021-01/2021-01-13-spanish-circular-economy-schroder-et-al.pdf>
- Secretaría de Desarrollo Económico (Sedeco). (2020). *Directorio Industrial del Estado de Tlaxcala 2020*. Gobierno del Estado de Tlaxcala. <https://docplayer.es/198751882-Directorio-industrial-del-estado-de-tlaxcala-octubre-2020.html>
- Secretaría de Economía (SE). (2017). *Diagnóstico del impacto de la implementación del acuerdo de asociación transpacífico para el sector textil del vestido* [Versión final]. Gobierno de México. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/318269/PPCI-2016080469\\_-\\_Estudio\\_de\\_diagn\\_stico.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/318269/PPCI-2016080469_-_Estudio_de_diagn_stico.pdf)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). (2018). *La mayor parte de los residuos son reutilizables y reciclables si se separan*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/la-mayor-parte-de-los-residuos-son-reutilizables-y-reciclables-si-se-separan?idiom=es>
- Snoek, S. (2017). Circular economy in the textile industry. Transition theory in start-ups in the textile industry. MSC Climate Studies. <http://edepot.wur.nl/425277>
- Stahel, W. R., & Reday-Mulvey, G. (1981). Jobs for tomorrow: The potential for substituting manpower for energy. Vantage Press.

- Stock, T., & Seliger, G. (2016). Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0. *Procedia CIRP*, 40, 536-541. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.129>
- Van der Heijden, K. (2018). *Europe's circular economy competitive advantage*. GreenBiz. <https://www.greenbiz.com/article/europes-circular-economy-competitive-advantage>
- Verdin, P., & Tackx, K. (2015). *Are you creating or capturing value? A dynamic framework for sustainable strategy*. Associate Working Paper Series N° 36. [https://www.hks.harvard.edu/sites/default/files/centers/mrcbg/files/Verdin\\_final.pdf](https://www.hks.harvard.edu/sites/default/files/centers/mrcbg/files/Verdin_final.pdf)
- Viscarri, J. (2011). Modelo de creación de valor para el cliente. *XVI Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática*. [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/16640/Viscarri\\_modelo\\_creacion\\_valor\\_cliente.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/16640/Viscarri_modelo_creacion_valor_cliente.pdf)
- Xu, C., Cheng, H., & Liao, Z. (2019). An account of the textile waste policy in China (1991-2017). *Journal of Cleaner Production*, 234, 1459-1470. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.283>
- Yavuz, O., & Aydin, A. H. (2002). The removal of acid dye from aqueous solution by different adsorbents. *Fresenius Environ. Bull*, 11(7), 377-383.
- Zhang, Y., Lykaki, M., Markiewicz, M., Alrajoula, M. T., Kraas, C., & Stolte, S. (2022). Environmental contamination by microplastics originating from textiles: Emission, transport, fate and toxicity. *Journal of Hazardous Materials*, 430, 128453. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.128453>