

# Análisis del impacto ambiental de la cadena de valor del sector textil y de la moda de lujo de fibra alpaca

*Adriana Risi, Universidad de Lima, Perú, 20181611@aloe.ulima.edu.pe*  
*Alejandro Landa, Universidad de Lima, Perú, 20173518@aloe.ulima.edu.pe*  
*Rosa Patricia Larios-Francia, Universidad de Lima, Perú, rlariosf@ulima.edu.pe*  
*Nicolas Salazar Medina, Universidad de Lima, Perú, nsalazar@ulima.edu.pe*  
Corresponding author: 20181611@aloe.ulima.edu.pe

## Resumen

**Citation:** Risi, A., Landa, A., Larios-Francia, R. P., & Salazar Medina, N. (2023). Análisis del impacto ambiental de la cadena de valor del sector textil y de la moda de lujo de fibra alpaca. Proceedings of the 2023 Academy of Latin American Business and Sustainability Studies (ALBUS), Santo Domingo, Dominican Republic. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10155418>

El sector textil y de la moda de fibra de alpaca es reconocido por su lujo y calidad, pero también presenta desafíos ambientales significativos. Este estudio realiza un análisis comparativo del impacto ambiental en la industria textil de moda de alpaca, utilizando la metodología del Life Cycle Assessment (LCA). Se evalúan las etapas del ciclo de vida, desde la cría de alpacas hasta la disposición final de las prendas, identificando los principales impactos ambientales de las dos empresas de moda de alpaca más representativas del sector: Incalpaca y Grupo Michell. Se proponen medidas y recomendaciones para mejorar la sostenibilidad, como prácticas de gestión de residuos, eficiencia en el uso de recursos y adopción de prácticas más sostenibles. Este estudio contribuye a comprender y abordar el impacto ambiental del sector de moda de alpaca, promoviendo prácticas más sostenibles y mitigando su huella ambiental.

**Palabras clave:** Impacto Ambiental, Industria textil, Life Cycle Assessment, Moda de Alpaca, Sostenibilidad.

## Introducción

La industria textil y de la moda es una de las industrias más contaminantes del mundo debido a su impacto negativo en diversos aspectos ambientales, responsable de entre el 2% y el 8% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, así como importantes impactos en la contaminación del agua, suelos, hasta el efecto en la pérdida de biodiversidad (United Nations environment programme & United Nation Fashion for Climate, 2023)<sup>1</sup>. En Perú, la industria textil es una de las más importantes y antiguas del país, con una larga tradición en la producción de prendas de alta calidad. Uno de los principales materiales utilizados para la confección de prendas y tejidos es la fibra de alpaca, que proviene de camélidos sudamericanos criados en lo alto de la Cordillera de los Andes del Perú. Las prendas confeccionadas con dichas fibras están clasificadas como artículos de lujo (MINAGRI, 2021).

A nivel mundial la utilización de fibras de origen animal representa a el 1,62% al 2021 (Killpack, 2023). Perú es el principal exportador de fibra de alpaca, representando el 87% de todas las alpacas a nivel mundial (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2022; Fernandez-Lizama, Espinoza-Catamayo, Chavez-Soriano, & Raymundo, 2019). Los mercados internacionales aprecian el modo de procesamiento de la fibra, que ha sido transmitido por los ancestros andinos en Perú por más de 2000 años (MINCETUR, 2017). En 2020, el país exportó alrededor de 5,5 millones de kilogramos de productos textiles de alpaca, según el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo de Perú, y en el primer semestre del 2021 alcanzaron los \$100 millones. Los principales destinos de

exportación son EE. UU., Italia y China (PromPerú, 2021), aunque Japón es también un destino importante: el volumen total de productos de hilo fino importados alcanzó los 1.226,7 millones de USD y el grupo de accesorios de prendas de vestir representó \$1.054,0 millones (ADEX Trade, 2022).

Este crecimiento ha sido impulsado por factores que incluyen un aumento de la demanda de textiles sostenibles de alta calidad, y los esfuerzos de los sectores público y privado para promover la industria textil de alpaca en el mercado internacional. La preferencia de los consumidores por los productos de alpaca se debe a la calidad de la fibra, como su suavidad, duración, ligereza, calidez, propiedades térmicas, y su carácter lujoso y sedoso (Huanca Mamani, 2019; Liu et al., 2015; Lupton et al., 2006; Machaca Machaca et al., 2017; Mueller, 2008). Asimismo, es hipoalergénica, térmica y con su lana se puede fabricar una diversidad de productos (MINAGRI, 2021) gracias a su flexibilidad para tejer patrones y diseños intrincados.

Por otro lado, la fibra de alpaca es considerada una de las fibras más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente disponibles en la industria textil (Huanca Mamani, 2019; Cristobal, 2020). Las alpacas son animales que no dañan el suelo con sus pezuñas y no requieren grandes cantidades de agua para sobrevivir, su fibra es biodegradable y puede ser reciclada y reutilizada (*Land – Why Alpaca*, n.d.). Es recolectada cada año sin dañar al animal, es resistente y duradera, lo que significa que prolonga su uso durante mucho tiempo antes de requerir ser reemplazada.

Una de las principales afecciones ambientales de la industria textil y de la moda surge del manejo de residuos. La producción de textiles de alpaca genera grandes cantidades de residuos *pre-consumer* y *post-consumer*, como fibra, hilos, telas de desecho, telas sobrantes y prendas. Se estima que la producción anual de fibras de alpaca en el Perú equivale a alrededor de 6,000 toneladas (Killpack, 2023), y se espera que esta cifra aumente en los próximos años debido a la creciente demanda de textiles de alta calidad, como en el caso del año 2022 que a comparación del 2021 subieron las cifras de exportación en un 37% (Comexperu, 2022). De la misma manera, aumentan los residuos textiles, se estima que entre el 10% y el 15% de las fibras de alpaca se pierden en el proceso de producción (Naser, 2022). Además, según el Ministerio del Ambiente de Perú, en el año 2019 se generaron alrededor de 8.3 millones de toneladas de residuos sólidos en todo el país, de los cuales el 6% correspondía a residuos textiles, cifras que nos presentan una concepción de la magnitud del problema y la importancia de buscar soluciones sostenibles para su gestión.

Estos residuos pueden tener un impacto significativo en el medio ambiente si no se eliminan adecuadamente, ya que el 85% de todos los textiles terminan en el vertedero cada año y pueden tener impactos negativos no solo en la economía local, sino también en el medio ambiente y la salud humana. Cuando los desechos de fibra de alpaca se desechan en vertederos o se incineran, liberan sustancias tóxicas que contaminan a los suelos y al agua, además de comprometer la salud de las personas, animales y plantas que dependen de estos recursos (Stenton, 2021). Por otro lado, cuando estos se descomponen en los vertederos, producen metano y un gas de efecto invernadero que contribuye al cambio climático; no obstante, también estos contaminan aguas subterráneas por lixiviados tóxicos (Aguilar, 2021). Asimismo, considerando que la fibra de alpaca es una materia prima valiosa y su producción requiere mucha energía y recursos naturales, cuando los desechos textiles se desechan en lugar de reciclarse, se pierde la oportunidad de utilizar ese recurso para la creación de nuevos productos y recuperar parte de su valor económico y de esta forma no solo se considere el aspecto ambiental sino también a largo plazo el beneficio económico y social se haga notar y se vean beneficiado de ellos (Osburg, 2020). Por ello, es importante abordar adecuadamente su gestión y promover soluciones sostenibles que minimicen estos impactos negativos.

El objetivo de la investigación es comprender el impacto ambiental del sector textil de moda de lujo de fibra de alpaca, así como identificar los aspectos críticos que contribuyen a dicho impacto, para ello se evaluará el ciclo de vida de las prendas de fibra de alpaca, desde la cría de las alpacas hasta la disposición final de prendas, utilizando la metodología Life Cycle Assessment (LCA). El estudio generará conocimiento y recomendaciones que permitan tomar medidas concretas para mejorar la sostenibilidad del sector textil de moda de lujo de fibra alpaca y minimizar su huella ambiental.

## **La cadena de valor de la fibra de alpaca**

La fibra de alpaca tiene como característica principal su finura, que oscila entre las 13,5 hasta las 36 micras (Larios-Francia et al., 2023), y que son clasificadas en 7 grupos de calidades, ultrafina (igual o menor a 18  $\mu$ , superfina (18,1 a 20 $\mu$ ), extrafina (20,1 a 23 $\mu$ ), fina (23,1 a 26,5 $\mu$ ), semifina (26,6 a 29 $\mu$ ), semigruesa (29,1 a 31,5 $\mu$ ) y gruesa (más de 31,5 $\mu$ ) (INACAL NTP 231.301, 2022) y su longitud alcanza de 10 a 20 centímetros, cantidad que crece regularmente en un año. Además, estas se presentan naturalmente en más de 22 colores, de los cuales son más frecuentes 9 colores sólidos: blanco (BL), Light fawn (beige claro) (LF), café claro (CC), café (CA), café rojizo (CR), café oscuro (CO), negro (NE), gris (G) y api (A), tanto en raza Huacaya como en el Suri (Huanca Mamani, 2019); por su parte (Enríquez Salas, 2015) ha identificado 12 colores con respecto a la raza Suri.

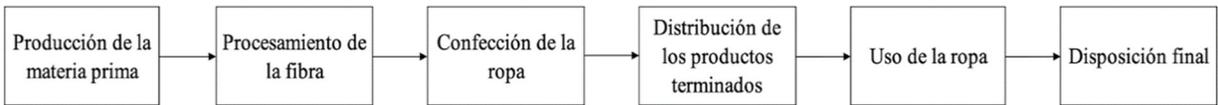
La cadena de valor de la fibra de alpaca inicia desde las praderas donde son criadas a más de 4800 m.s.n.m., posterior la fibra es clasificada y categorizada según calidades para pasar a los procesos textiles artesanales o industriales de hilado, teñido, tejido, luego los productos textiles serán incorporados a los distintos procesos de confección, en estos procesos textiles y de confección se utiliza energía, combustible, materiales, insumo y transporte; en ellos se generan residuos preconsumo, los cuales son reciclados en su mayoría. Después, de tener el producto final de fibra de alpaca, se embala y transporta desde el centro de fabricación hasta un centro de distribución o directamente al punto de venta. Finalmente, son adquiridos por los clientes, quienes les darán uso, harán cuidado de las mismas, y harán la disposición final, generando residuos posconsumo.

## **Impacto ambiental de la cadena de valor de fibra de alpaca (con su texto)**

El aspecto ambiental se refiere a “la conservación y uso adecuado del aire, el agua y la tierra; así como la regeneración de recursos renovables; la sustituibilidad de los recursos no renovables; y el cumplimiento de la capacidad de asimilación de sustancias peligrosas o contaminantes.” (Kunz et al., 2020). Al ser un mercado en crecimiento y tan valorado a nivel de la exportación a nivel nacional, estos deben tener prácticas sostenibles, “satisfacen las necesidades presentes sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras.” (Campos et al., 2020).

## **Evaluación de ciclo de vida (Life Cycle Assessment- LCA)**

La evaluación del ciclo de vida (ECV) es una técnica que se utiliza para evaluar el impacto ambiental de productos, procesos o servicios. Incluye todas las fases del ciclo de vida, desde la extracción de materias primas, el procesamiento de materiales, la fabricación, la distribución, el uso, la reparación y el mantenimiento, el reciclaje y, por último, el fin de la vida útil (análisis de la cuna a la tumba) (Klepp et al., 2017).



**Figura 1.** Diagrama de bloques de las etapas del Life Cycle Assessment de las prendas de alpaca

## **Producción de la materia prima**

Varios estudios sobre las emisiones de carbono a lo largo del ciclo de vida de prendas de vestir fabricadas con diferentes materiales crudos identificaron la producción de fibras y la fase de uso como los principales contribuyentes al impacto ambiental general (Bart et al., 2023). La producción de fibras implica la alimentación, cría y esquilado de las alpacas. Los sistemas de alpacas en los Andes peruanos son principalmente sistemas pastoriles, donde los pastizales naturales son la única fuente de alimento para los animales (Hinojosa et al., 2019), por lo que son consumidos recursos naturales como alimentos y agua para la alimentación de las alpacas, así como para el mantenimiento del lugar donde son criadas. Durante esta fase también se emiten gases de efecto invernadero como el metano y el dióxido de carbono, que son liberados en el proceso de digestión de los animales.

Además, los desechos orgánicos de alpaca pueden liberar amoníaco, lo que contribuye a la contaminación del aire local si no se elimina adecuadamente. (Bur, A. 2013). Sin embargo, las emisiones provienen principalmente del consumo de energía de la maquinaria en el proceso de la esquila, que pueden incluir dióxido de carbono, óxido de nitrógeno y dióxido de azufre, de acuerdo con la fuente de energía utilizada y el proceso de fabricación específico.

## **Procesamiento de la fibra**

Los principales procesos realizados en estos tejidos textiles son el hilado, teñido del hilo y finalmente el tejido (Bartl et al., 2023). Aunque también involucra el lavado y cardado de la fibra de alpaca para su procesamiento en tops, hilo para telares o tejidos. Estos procesos requieren energía para el funcionamiento de las máquinas y equipos utilizados. Si la energía utilizada proviene de fuentes no renovables, puede contribuir a las emisiones de gases de efecto invernadero y al cambio climático. Con respecto al uso del agua, la producción textil utiliza una gran cantidad de agua para la limpieza, procesamiento y teñido de las fibras. Este último, además, utiliza grandes cantidades de químicos como colorantes y fijadores que pueden contaminar las aguas residuales y ser tóxicos para la vida acuática si no son gestionados adecuadamente. Además, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) se emite durante todos los procesos de fabricación de prendas de alpaca, y el Óxido de nitrógeno durante los procesos de teñido y acabado de la ropa, que también pueden contribuir a la formación de smog y lluvia ácida (Bur, 2013).

En cuanto la gestión de los residuos sólidos, se pueden generar desechos como fibras y residuos sobrantes, materiales deben ser dispuestos adecuadamente para evitar la acumulación de residuos. Debido a que el hilo de alpaca representa el 70% de los costos totales de producción, es muy importante minimizar el desperdicio o el exceso de material (Cristobal et al., 2020).

## **Confección de prendas**

Esta etapa es donde se fabrica la ropa (prendas) a partir de tejidos: incluye el corte de tela, la costura y el ensamblaje, seguido de actividades que añaden valor (Fung & Choi, 2018). Comprende el corte, armado y acabado de las prendas de fibra de alpaca, y genera desechos como trapos y exceso de hilo. Estos desechos pueden terminar en vertederos y contribuir a la contaminación del suelo y el agua. Además, el corte, ensamble y acabado utiliza energía en forma de electricidad y gas. Por otro lado, es importante tener en cuenta el uso de productos químicos durante el proceso de acabado. Esto puede implicar el uso de tintes, lejía y fijadores, entre otros, que si no son manipulados adecuadamente pueden representar un riesgo para el medio ambiente y la salud humana. Tal y como los procesos previos explicados, el proceso de acabado puede liberar contaminantes al aire como partículas finas, compuestos orgánicos volátiles y óxidos de nitrógeno.

## **Distribución de los productos terminados**

La etapa de distribución incluye el empaquetado del producto, el transporte al país importador, el transporte al centro minorista, el almacenamiento del producto en el centro minorista y, finalmente, el transporte por parte del cliente desde el centro minorista hasta su dirección de domicilio (Bartl et al., 2023). El transporte de productos terminados implica emisiones de gases de efecto invernadero y el consumo de energía, cuyo impacto ambiental depende de la distancia recorrida, el modo de transporte utilizado y la eficiencia energética de los vehículos utilizados. Además, el empaque utilizado para el envío de las prendas puede generar desechos, especialmente si se utilizan materiales frágiles o desechables, por lo que deben tenerse en cuenta los materiales utilizados para el empaquetado y procesamiento posterior: reciclado, reutilización o eliminación. El principal impacto de la venta al por menor se produce a través de la energía utilizada en las tiendas (Steinberger et al., 2009; Eryuruk, 2012). Finalmente, los almacenes y centros de distribución donde se almacenan los productos terminados usan energía para la iluminación, el control de temperatura y otras operaciones que pueden generar emisiones de gases de efecto invernadero.

## **Uso de prendas**

Incluye el uso y cuidado de los consumidores hacia la ropa de alpaca. El lavado también contribuye a la contaminación de los cuerpos de agua, como la dispersión de productos químicos nocivos provenientes de detergentes, solventes y suavizantes, así como microfibras y productos químicos textiles. Estos impactos varían a nivel mundial en función de la escasez de agua y la infraestructura, como las plantas de tratamiento de aguas residuales (Laitala et al., 2020). Debido a las características inherentes de la misma y con el cuidado adecuado, estas pueden durar muchos años. El cuidado adecuado es la clave para mantener y extender su vida útil, siendo una de las mejores formas de cuidado el lavado a mano. Al ser la fibra de alpaca una fibra natural, las prendas son muy delicadas, por lo que requiere una atención especial cuando son lavadas. Se considera que las prendas de alpaca tienen una durabilidad de 109 usos - incluye 2 usuarios diferentes - durante todo el ciclo de vida de la prenda y que se lava después de cada 5,2 usos, lo que da un total de 21 lavados durante su vida útil (Wiedemann et al., 2020).

## **Disposición final**

Incluye la eliminación o reciclaje de las prendas de alpaca. Con respecto a la disposición final de las prendas de alpaca, no es recomendable desecharlas directamente a la basura porque, a pesar de que están compuestas de un producto natural y sostenible, pueden tardar años en biodegradarse y contaminar el medio ambiente al descomponerse en vertederos. De esa manera, contribuirían con la acumulación de residuos sólidos y la contaminación del suelo. Asimismo, si las prendas contienen tintes o productos químicos, estos pueden filtrarse en el suelo y contaminar el agua subterránea, afectando la salud de la fauna que depende del agua para sobrevivir y el bienestar de las personas.

## **Materiales y Métodos**

### **Orientación y tipo de Alcance**

En esta investigación adoptaremos un enfoque mixto que combina tanto métodos cuantitativos como cualitativos, integrando aspectos de ambos enfoques. Por un lado, se cuantificará el impacto ambiental generado, y por el otro se llevará a cabo un análisis detallado y se propondrán recomendaciones y soluciones con el objetivo de abordar los problemas identificados. El tipo de estudio es descriptivo y exploratorio. El estudio descriptivo se utiliza para recopilar datos y describir la situación actual en el campo del impacto ambiental en el sector de moda de alpaca. El exploratorio tiene como objetivo investigar y descubrir nuevas ideas, perspectivas y posibles relaciones en el tema del impacto ambiental en el sector textil de alpaca.

### **Materiales, técnicas e instrumentos**

En esta investigación se utilizará como herramienta principal el Life Cycle Assessment (LCA) o análisis del ciclo de vida. Esta herramienta permite evaluar el impacto ambiental potencial de un producto o proceso a lo largo de su ciclo de vida, desde la extracción de la materia prima hasta su disposición final. El LCA proporciona una perspectiva integral y científicamente fundamentada que considera múltiples categorías de impacto, como emisiones de gases de efecto invernadero, consumo de recursos naturales, contaminación del aire, agua y suelo, entre otros. De esta forma, es posible determinar qué opciones son más sostenibles y hacer recomendaciones basadas en los resultados obtenidos.

La información recopilada para el LCA es rescatada de los reportes de sostenibilidad de las empresas analizadas, que están publicados en sus páginas web y son de carácter público. Además, para la data del sector y el cálculo de los porcentajes de utilización en cada etapa del LCA, nos basamos en el reporte publicado por PromPerú en 2021: “Análisis, medición e interpretación de la huella ambiental de la cadena de valor de la alpaca basada en un Análisis de Ciclo de Vida”. Se muestra la tabla 1.

Para esta investigación se seleccionaron los impactos ambientales generados por las empresas de moda de alpaca en Perú, así como prácticas y soluciones sostenibles.

**Tabla 1.** Impacto ambiental del uso de una chompa de alpaca (0.4 kg) del sector (Promperu, 2021)

	<b>Calentamiento Global (kg CO2-eq)</b>	<b>Eutrofización (kg PO4-eq)</b>	<b>Consumo de Agua (m3)</b>	<b>Agotamiento Abiótico (MJ)</b>
Producción de la materia prima	0,314	4,50E-04	6,37E-07	0,003
Procesamiento de la fibra	0,028	5,09E-05	9,93E-04	1,091
Confección de la ropa	0,017	5,44E-05	9,35E-04	0,639
Distribución de los productos terminados	0,	7,49E-05	2,19E-04	0,869
Uso de la ropa	0,017	6,95E-05	1,88E-04	0,197
Disposición final	0,008	-2,97E-06	-3,93E-06	-0,007
<b>Total</b>	<b>0,449</b>	<b>6,97E-04</b>	<b>2,33E-03</b>	<b>2,792</b>

### Variables muestra y/o participantes

La muestra de estudio incluye a dos empresas peruanas líderes en el sector de moda de alpaca: Incalpaca y Grupo Michell. Incalpaca se destaca por su enfoque en la calidad, la innovación y la responsabilidad social, lo que les ha permitido liderar la producción y venta de prendas de alpaca a nivel mundial. Han obtenido certificaciones como WRAP y RAS, demostrando su compromiso con la responsabilidad social y el cuidado de las alpacas. Incalpaca también se alinea con la Agenda 2030 y ha implementado tecnologías eficientes y renovables, así como fibras recicladas en sus productos. Además, han establecido un sistema integral de gestión de residuos sólidos y medidas de ahorro energético (Incalpaca, 2021).

Por otro lado, Grupo Michell cuenta con 90 años de experiencia en el procesamiento de fibra de alpaca y es reconocido a nivel mundial por su calidad, innovación y responsabilidad ambiental. Han obtenido certificaciones como RAS, OEKO-TEX Standard 100, GOTS, OCS, USDA/NOP y Certificación Orgánica de la Unión Europea, respaldando sus prácticas sostenibles en la crianza de alpacas y la producción de materiales libres de sustancias peligrosas. Grupo Michell también realiza campañas ambientales, como RAEEcicla, y promueve la economía circular a través de productos reciclados (Grupo Michell, 2021).

Ambas empresas han sido reconocidas por su compromiso con la sostenibilidad y han implementado programas para minimizar su impacto ambiental. Estas acciones reflejan su liderazgo en la industria textil y su contribución a la protección del medio

### Resultados

Para realizar el Life Cycle Assessment, definimos las distintas etapas del ciclo de vida de las prendas de alpaca: desde la obtención de la materia prima hasta la disposición final de las prendas. Estas etapas son explicadas a continuación junto con los impactos ambientales que ocasionan tales como el calentamiento global, la eutrofización, definida como “la sobrecarga de nutrientes de nitrógeno y fósforo, que puede tener efectos adversos en los mares, lagos, ríos y riachuelos” (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2022), el consumo de agua y el agotamiento abiótico, que se refiere al agotamiento irreversible de los recursos naturales no renovables, tales como los minerales y los combustibles fósiles, debido a la sobreexplotación.

A partir de los datos recolectados en los reportes de sostenibilidad más recientes de ambas empresas, se muestra impacto de los indicadores estudiados por cada una de ellas tomando como base el uso de una chompa de 0,4 kg:

**Tabla 2.** Impacto ambiental del uso de una chompa de alpaca (0.4 kg) por empresa y sector

	<b>Incalpaca</b>	<b>Grupo Michell</b>	<b>Sector</b>
Calentamiento Global (kg CO2-eq)	4,4595	14,2998	0,4490
Consumo de Agua (m3)	0,1401	0,6492	0,0023
Agotamiento Abiótico (MJ)	56,0609	0,0348	2,7920

### Impactos ambientales cualitativos en el Life Cycle Assesment

En las tablas a continuación, se presentan los resultados de los impactos ambientales en las seis etapas del Life Cycle Assesment: la producción de la materia prima, el procesamiento de la fibra, la confección de la ropa, la distribución de los productos terminados, el uso de la ropa y su disposición final. Se toma como unidad base 1 chompa de 0.4 kg de fibra de alpaca **Análisis de las empresas seleccionadas: Incalpaca y Grupo Michell**

A continuación, se presentan los Life Cycle Assesments de ambas empresas analizadas - Incalpaca y Grupo Michell. El impacto total de cada indicador es rescatado de cada uno de sus reportes de sostenibilidad; sin embargo, para tener un análisis más detallado de cada una de las etapas, se usa como base la Tabla 1, donde tomamos los porcentajes de participación de cada una de las etapas del Life Cycle Assesment.

### Life Cycle Assesment de Incalpaca

La producción anual de Incalpaca comprende aproximadamente 400 mil kilogramos de fibra de alpaca. Si consideramos que cada alpaca produce 1.9 kilogramos de fibra de alpaca por año (MIDAGRI, 2021), obtendremos una cantidad de aproximadamente 210 000 cabezas de alpaca a disposición de la empresa. Para obtener su LCA, multiplicamos su producción anual - 400 000 kilogramos de fibra de alpaca - por los valores de la tabla 3.2.1, pues sus operaciones están basadas en la región de Arequipa.

**Tabla 3.** Impacto ambiental del uso de una chompa de alpaca (0.4 kg) de Incalpaca

<b>Etapas</b>	<b>Calentamiento Global (kg CO2)</b>	<b>Consumo de Agua (m3)</b>	<b>Agotamiento Abiótico (MJ)</b>
Producción de la materia prima	3,1187	0	0,0602
Procesamiento de la fibra	0,2781	0,0597	21,9063
Confección de la ropa	0,1688	0,0562	12,8305
Distribución de los productos terminados	0,6456	0,0132	17,4487
Uso de la ropa	0,1688	0,0113	3,9556
Disposición final	0,0795	-0,0002	-0,1406
<b>Total</b>	<b>4,4595</b>	<b>0,1401</b>	<b>56,0609</b>

En el caso de la tabla 2, se puede observar el impacto que genera una prenda de 0.4 kg en el life cycle assessment de la empresa Inalpaca, lo cual nos da el resultado aproximado de que genera 4,4595 kg de CO2 al calentamiento global, 0,1401 m3 en el consumo del agua y finalmente en el agotamiento abiótico genera 56,0609 MJ. Estos datos muestran cómo Inalpaca ha implementado medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, la eutrofización, el uso del agua y el agotamiento de los recursos abióticos. Sus esfuerzos por reducir las emisiones y promover el reciclaje se destacan por reducir el impacto ambiental.

### Life Cycle Assesement del Grupo Michell

Aunque en su informe de sostenibilidad, el Grupo Michell no proporciona datos específicos sobre la cantidad de kilogramos producidos o exportados, se menciona que el 90% de su producción de prendas se destina a la exportación. Según los datos de Veritrade, en 2021, la empresa exportó prendas por un valor de 31 millones de dólares, con un valor promedio de 15 dólares por kilogramo. Basándonos en esta información, estimamos que el Grupo Michell genera aproximadamente 2.3 millones de kilogramos de prendas de fibra de alpaca.

**Tabla 4.** Impacto ambiental del uso de una chompa de alpaca (0.4 kg) del Grupo Michell

Etapa	Calentamiento Global (kg CO2)	Consumo de Agua (m3)	Agotamiento Abiótico (MJ)
Producción de la materia prima	10,0003	0	3,74E-05
Procesamiento de la fibra	0,8917	0,2765	0,0136
Confección de la ropa	0,5414	0,2604	0,0080
Distribución de los productos terminados	2,0701	0,0610	0,0108
Uso de la ropa	0,5414	0,0524	0,0025
Disposición final	0,2548	-0,0011	-0,0001
Total	14,2998	0,6492	0,0348

En el caso de la tabla 3, se puede observar el impacto que genera una prenda de 0.4 kg en el life cycle assessment del grupo Mitchell, lo cual nos da el resultado aproximado de que genera 14,2998 kg de CO2 al calentamiento global, 0,6492 m3 en el consumo del agua y finalmente en el agotamiento abiótico genera 0,0348 MJ.

### Comparación entre el impacto ambiental de Inalpaca, el Grupo Michell y el sector

**Tabla 5.** Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (kg de CO2-eq) por el uso de una chompa de 0,4 kg entre el sector, Inalpaca y Grupo Michell

	Sector	Inalpaca	Grupo Michell
Producción de la materia prima	0,3140	31,187	100,003
Procesamiento de la fibra	0,0280	0,2781	0,8917
Confección de la ropa	0,0170	0,1688	0,5414
Distribución de los productos terminados	0,0650	0,6456	20,701
Uso de la ropa	0,0170	0,1688	0,5414
Disposición final	0,0080	0,0795	0,2548
Total	0,4490	44,595	142,998

**Tabla 6.** Consumo de agua (m3) por el uso de una chompa de 0,4 kg entre el sector, Incalpaca y Grupo Michell

	Sector	Incalpaca	Grupo Michell
Producción de la materia prima	0,0000	0,0000	0,0000
Procesamiento de la fibra	0,0010	0,0597	0,2765
Confección de la ropa	0,0009	0,0562	0,2604
Distribución de los productos terminados	0,0002	0,0132	0,0610
Uso de la ropa	0,0002	0,0113	0,0524
Disposición final	0,0000	-0,0002	-0,0011
Total	0,0023	0,1401	0,6492

**Tabla 7.** Agotamiento Abiótico (MJ) por el uso de una chompa de 0,4 kg entre el sector, Incalpaca y Grupo Michell

	Sector	Incalpaca	Grupo Michell
Producción de la materia prima	0,003000	0,060237	0,000037
Procesamiento de la fibra	1,091,000	21,906,301	0,013592
Confección de la ropa	0,639000	12,830,546	0,007961
Distribución de los productos terminados	0,869000	17,448,740	0,010826
Uso de la ropa	0,197000	3,955,583	0,002454
Disposición final	-0,007000	-0,140554	-0,000087
Total	27,920	560,609	0,0348

## Discusión

El objetivo de este análisis es, en primer lugar, evaluar el impacto ambiental que generan las empresas textiles de manufactura de alpaca e identificar en qué etapa del ciclo de vida de sus productos se genera el mayor impacto ambiental, para posteriormente dar recomendaciones para contrarrestarlo. Además, estos resultados serán contrastados con los obtenidos por el sector.

En las tablas 3 y 4 pudimos observar que las principales unidades de medida para el impacto ambiental que utilizamos son Kg de CO<sub>2</sub>, m<sup>3</sup> de agua y Agotamiento abiótico (MJ). Esto se debe a que son los indicadores que representan mayor riesgo a nuestro medio ambiente. En el caso del CO<sub>2</sub>, las emisiones totales directas son usualmente de 3.6 kg CO<sub>2</sub> -eq por kg de producto terminado (textil y confección). Con una producción de alrededor de siete mil toneladas al año, resulta una emisión total anual de 25,200 toneladas de CO<sub>2</sub> eq. (33% de las emisiones totales de toda la cadena de valor). Si se considera toda la cadena de valor, desde producción de las materias primas hasta la distribución en el país de destino, el impacto climático es de 10,8 kg de CO<sub>2</sub>-eq por cada kilogramo de producción exportada (Salas, 2009). En el caso del agua, en la industria textil esta es utilizada para varios procesos, lo que resulta un consumo significativo y la generación de aguas residuales que pueden llegar a contaminar suelos y aguas limpias. Si no son tratadas con anticipación, y se llega a consumir en casos como el de la alpaca hasta 0.4 m<sup>3</sup> de agua por prenda (Huiman, 2021).

En el análisis de los indicadores: Calentamiento Global, Consumo de agua, Agotamiento Abiótico, de las dos empresas más representativas del sector textil alpaquero (Incalpaca y Michell) y las demás empresas del sector (cuya producción es mucho menor y por ello tiene índices menores, los cuales no son representativos); se aprecia un mejor manejo de Incalpaca respecto a Michell en los

índices de Calentamiento Global y Consumo de agua. En Calentamiento Global, la producción de Kg de CO<sub>2</sub>-eq de Incalpaca es el 31.18% de la producción de Michell, mientras que el sector representa tan solo un 3.4% consumido por Michell. En el Consumo de Agua, Incalpaca solo consume el 21.58% de lo que consume Michell y el sector utiliza tan solo el 1.64% de lo empleado por Incalpaca. Ambos indicadores señalarían unas mejores prácticas de uso de recursos y tecnología por parte de Incalpaca. Sin embargo, en el indicador de Agotamiento Abiótico (agotamiento de recursos por su uso), Incalpaca muestra un indicador que representa cerca de 1600 veces el consumo realizado por el Grupo Michell, y el sector representa un 1.25% del agotamiento de Incalpaca.

Según nuestros resultados, ambas empresas producen una cantidad considerablemente mayor de kg de CO<sub>2</sub> en comparación con el sector. Se evidencia esto con el promedio del consumo de estas, que equivale 9,3 kg de CO<sub>2</sub> vs 0,449 kg de CO<sub>2</sub>, lo cual representa una gran diferencia. Con respecto al consumo hídrico en metros cúbicos, obtenemos como promedio para las empresas 0,39 m<sup>3</sup>, mientras que el sector consume 0,0023 m<sup>3</sup> aproximadamente por chompa de 0,4kg. Finalmente, en el caso del agotamiento abiótico hay una notable diferencia entre los tres casos: 56 MJ por parte de Incalpaca, muy por encima que el sector, de 2,792 MJ, y también de Michell, que es de 0,03 MJ. Esto puede atribuirse a los diferentes tipos de procesos que utilizan las empresas, y demuestra además que no existe un promedio estándar en la generación de estas sustancias. Cabe resaltar que ambas empresas respaldan sus reportes de sostenibilidad con bajo diferentes practicas sostenibles que ejecutan y que ambas son empresas con años de experiencia y son lideres en este rubro.

En este análisis sectorial se presentaron los Life Cycle Assessments tanto de Incalpaca como del Grupo Michell para identificar los procesos con mayores impactos ambientales negativos. Si bien las empresas analizadas han implementado prácticas sostenibles y eficientes que les han permitido disminuir su huella ambiental, es importante reconocer que aún existen oportunidades de mejora para ambas.

### **Impacto ambiental en los procesos de Incalpaca**

Con respecto a la emisión de gases de efecto invernadero de Incalpaca, esta es considerablemente más alta en la etapa de producción de la materia prima con 4.009.835 kg de CO<sub>2</sub>. Esto representa cerca del 90% de la liberación de gases de impacto climático en todo el proceso, lo que significa una oportunidad de mejora para la compañía.

En cuanto a la eutrofización, esta alcanza su nivel máximo nuevamente en la primera etapa, con 92 kg de PO<sub>4</sub>. Este exceso de nutrientes en los cuerpos acuáticos puede deberse al manejo inadecuado de los desechos generados por las alpacas o el uso de fertilizantes en las áreas de pastoreo. En las dos siguientes etapas - y en la disposición final - el impacto se reduce considerablemente a valores aceptables. Sin embargo, vuelve a subir para la distribución de los productos terminados y el uso de la ropa, con 70 y 75 kg de PO<sub>4</sub> respectivamente.

En el caso de la distribución de los productos terminados, esto puede deberse a la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas durante el transporte y almacenamiento de los productos. Por otro lado, en lo que respecta al uso de la ropa, el valor elevado es ocasionado gracias al uso de detergentes y otros productos de limpieza que contienen fosfatos, que, al ser liberados en las aguas residuales, los nutrientes adicionales promueven el crecimiento de algas y plantas acuáticas.

Con respecto al consumo hídrico, este presenta su punto máximo durante la distribución de los productos terminados, con 50 m<sup>3</sup> de agua. Esto puede deberse a la gran cantidad de agua utilizada para hacer la limpieza de los vehículos de transporte, de los contenedores, embalaje y el

mantenimiento de las instalaciones. La segunda etapa más elevada es la del uso de la ropa, refiriéndose específicamente al lavado de la misma. Finalmente, en lo que respecta al agotamiento abiótico, observamos un pico máximo en el procesamiento de la fibra, con 35 544 767 mega joules. Esto puede deberse al uso de energía eléctrica, gas natural y productos químicos. La etapa siguiente, la confección de la ropa, también presenta un valor elevado, lo que puede ser atribuido al consumo de energía, pero también al uso de los productos químicos utilizados en los procesos de teñido y acabado. Las siguientes etapas muestran un agotamiento abiótico aceptable.

### **Impacto ambiental en los procesos del Grupo Michell**

En el caso de las emisiones de CO<sub>2</sub> del Grupo Michell, observamos que en la primera etapa - la producción de la materia prima - es en la que más se genera CO<sub>2</sub>, con más de 73 millones de kg. Esto puede ser ocasionado por la generación de gases de parte del ganado a través de la respiración y la descomposición del estiércol de los animales. No obstante, hay un cambio grande en lo que respecta en las otras etapas, tan solo en la siguiente - en el procesamiento de la fibra - se produce un poco más de 5 millones de kg, lo que es un 7% de la anterior etapa y es debido al consumo de energías combustibles y procesamientos químicos. En el caso de la confección de la ropa, se generan 3 millones de kg de CO<sub>2</sub> y finalmente en las últimas 3 etapas se generan 111, 29 y 14 kg respectivamente.

Con respecto a la eutrofización, se puede observar que la emisión de PO<sub>4</sub> es muy variable. En la primera etapa - la producción de la materia prima - se empieza con una cantidad de 529 kg de emisión de PO<sub>4</sub>. Esto puede deberse a la alimentación rica en fósforo hacia el animal para el crecimiento desarrollo de sus tejidos. Además, puede atribuirse al uso de fertilizantes. La emisión se reduce significativamente en el caso de las dos siguientes etapas: en el procesamiento de la fibra con tan solo de 32 kg de PO<sub>4</sub> y en la confección de la ropa con de 35 kg. No obstante, en la siguiente etapa de distribución de los productos terminados, esta vuelve a aumentar a 421 kg y en el uso de la ropa se mantiene con un valor similar de 400 kg de PO<sub>4</sub>, para finalmente, en la última etapa de disposición final, baje a tan solo 17 kg de PO<sub>4</sub> siendo este el menor valor de todo el proceso. En lo referente al consumo hídrico del Grupo Michell, notamos que en la primera etapa - la producción de la materia prima - hay un consumo nulo de agua, lo cual cambia con el procesamiento de la fibra en el que se consumió 660 mil m<sup>3</sup> de agua. En la siguiente etapa, la confección de ropa, también se utiliza una cantidad semejante pero ligeramente menor de 611 mil m<sup>3</sup> de agua y esta se duplica en la distribución de los productos terminados con 1.3 millones de m<sup>3</sup> de agua. Sin embargo, esta disminuye en las siguientes etapas como en el uso de la ropa a 1.1 millones de m<sup>3</sup> de agua y finalmente en la disposición final nos da un resultado negativo de -24 mil m<sup>3</sup> de agua.

Finalmente, en el caso del agotamiento abiótico, en el procesamiento de la fibra tenemos un pico de 190 millones de megajoules. Esto puede deberse al uso continuo de energía que es necesaria para todo este proceso. En la siguiente etapa, de la confección de la ropa, se tienen 10 millones de megajoules. Al igual que en el caso anterior, se debe al uso de energías y combustibles, además de la utilización de los productos químicos en el teñido y acabado. A continuación, en la tabla 8 presentamos alternativas de mejora para contrarrestar los impactos negativos en el medio ambiente.

Al implementar estos puntos permite que las empresas de este rubro se comprometan y se enfoquen en los componentes del flujo de la materia prima y que consideren las tecnologías nuevas como medio de transición para lograr la sostenibilidad. Es así que esta propuesta de ecoeficiencia presenta la idea de mantener altos estándares de calidad, pero al mismo tiempo vincular esos objetivos con las necesidades del medio ambiente. Uno de los principales beneficios de este proceso es generar

un mayor interés del público en el mercado, incrementar su credibilidad; sin embargo, es evidente que hay obstáculos que las empresas tienen que pasar para que sean ambientalmente responsables. Pero también se sabe que en la actualidad cada vez se da más facilidades y beneficios a las empresas que luchan contra la contaminación y desean reducir su impacto ambiental.

**Tabla 8. Recomendaciones de mejora para las empresas de producción de prendas de alpaca**

	Calentamiento Global	Eutrofización	Consumo de Agua	Agotamiento Abiótico
Producción de la materia prima	Prácticas de pastoreo sostenible (rotación de pastizales, manejo de rebaños) para evitar la degradación de suelo y maximizar la captura de carbono.	Técnicas regenerativas agrícolas en los pastizales (compost orgánico, siembra de leguminosas) para reducir el uso de fertilizantes químicos. Evitar la aproximación de nutrientes hacia fuentes acuáticas cercanas a través de medidas de control.	Implementación de prácticas de riego eficiente en los pastizales de la alpaca (irrigación controlada, riego por goteo) Captación y almacenamiento de agua de lluvia para usarla en periodos de escasez hídrica.	Implementación de técnicas de conservación del suelo (compost orgánico, cultivos de cobertura, rotación de cultivos). Evitar la sobreexplotación y agotamiento de los nutrientes esenciales de los suelos.
Procesamiento de la fibra	Adopción de maquinaria energéticamente eficiente. Uso de energías renovables en las operaciones (energía eólica, paneles solares) Disminución de los riesgos de incumplimiento de leyes y se mejoran las relaciones de la comunidad y la empresa.	Implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales para minimizar la contaminación de las mismas (filtración, purificación, reutilización y reciclaje) Reducción del consumo energético y emisiones contaminantes. Disminución del volumen y toxicidad de los residuos.	Instalación de sistemas de reciclaje y reutilización del agua en los procesos de lavado, cardado e hilado. Implementación de tecnologías de ahorro de agua. Modificación de los procesos de lavado, como la captura a través de filtros en lavadoras, y la mejora de los filtros para capturar fibras en el tratamiento de aguas residuales. (European Parliament, 2019)	Utilización de maquinaria y equipos eficientes para minimizar el desperdicio de materiales. Reutilización de residuos de la fibra en otros productos o industrias. Reducción del derroche de recursos apoyándose en la mejora continua.
Confección de la ropa	El papel que las escuelas y colegios podrían desempeñar, tanto en la concienciación sobre la sostenibilidad como en el fomento de las habilidades y hábitos necesarios para crear, reparar y cuidar la ropa (European Parliament, 2019)	Utilización de productos químicos no tóxicos en los procesos de tinturería y acabado. Gestión adecuada de los productos químicos utilizados. Tratamiento de las aguas residuales.	Prácticas de lavado y enjuague eficientes. Utilización de detergentes biodegradables y tecnologías de bajo consumo hídrico.	Uso de técnicas de corte y confección que maximicen la utilización de los recursos disponibles y minimicen los desperdicios de la tela. Prácticas de diseño sostenible para optimizar el uso de la fibra de alpaca disponible.

	Utilización de energías renovables. Fomentación de la producción local para reducir emisiones propias del transporte.			
Distribución de los productos terminados	Implementar sistemas de transporte sostenibles de bajas emisiones. Optimización de las rutas de distribución para disminuir las distancias recorridas.	Asegurar que los productos químicos empleados en el embalaje no se derramen al medioambiente.	Implementación de medidas de gestión del agua en los procesos logísticos (optimización de rutas de entrega), ya que la reducción del uso de combustible disminuye indirectamente el consumo de agua.	Adopción de medidas de embalaje sostenible y reducción de residuos durante la distribución y almacenamiento de las prendas (materiales reciclables, minimización del uso de plásticos de un solo uso).
Uso de la ropa	Promociones prácticas de cuidado de la ropa (lavado a bajas temperaturas, evitar usar secadoras, planchar solo cuando sea necesario). Presentar las prendas de alpaca como una alternativa sostenible a la moda rápida, disminuyendo la demanda de prendas nuevas y sus emisiones.	Fomentación del uso de detergentes y productos de limpieza biodegradables para minimizar la liberación de nutrientes dañinos en las aguas residuales. Educación a los consumidores sobre la importancia del uso responsable de los recursos hídricos.	Fomentación de prácticas de lavado consciente (bajas temperaturas, reutilización del agua para otros fines domésticos, uso de las cargas completas de lavado).	Promoción del cuidado y mantenimiento adecuados de las prendas (evitar uso excesivo de detergentes y otros productos químicos agresivos) para aumentar su vida útil.
Disposición final	En el Reino Unido, autoridades locales han fomentado el establecimiento de centros de reciclaje, por ejemplo, en estacionamientos de supermercados, y operan programas de recolección en el bordillo de la calle para facilitar la eliminación de ropa (European Parliament, 2019)	Educación a los consumidores sobre la importancia de reparar, volver a usar, reutilizar y alquilar son preferibles a reciclar o desechar la ropa. (European Parliament, 2019)  Establecimiento de sistemas de recolección y gestión de residuos para	Fomento de métodos sostenibles de disposición de ropa como el reciclaje social, donde los consumidores pueden desprenderse de productos permitiendo que otros consumidores los obtengan sin costo alguno. (Öztürk & Şahin, 2023) Esto minimiza el consumo adicional de agua asociado	Recuperar y revender artículos que los clientes ya no desean. (European Parliament, 2019)  Alquilar o rentar ropa a los clientes para que pueda ser utilizada por varias personas. (European Parliament, 2019)

Promoción de la reutilización o reciclaje de las prendas de alpaca al final de su vida útil.  
Organización de programas de recolección de las prendas para evitar que se desvíen a los vertederos y tengan una segunda vida.

evitar la contaminación del suelo.

a la producción de prendas nuevas.

Desarrollar modelos de 'suscripción', que permiten a los clientes intercambiar ropa y también incentivan a los minoristas a utilizar las prendas muchas veces antes de desecharlas.  
(European Parliament, 2019)

## Conclusiones

A partir de la investigación realizada se plantean las siguientes conclusiones:

Tanto Incalpaca como el grupo Michell han implementado prácticas sostenibles que han permitido disminuir sus efectos ambientales perjudiciales; sin embargo, existen oportunidades para todas ellas en distintas áreas de operaciones.

La gestión adecuada del agua es un aspecto crítico en todas las etapas del ciclo de vida de las prendas de alpaca, por lo que la implementación de prácticas de ahorro, reutilización, reciclaje y la adopción de tecnologías de bajo consumo hídrico son medidas clave para reducir su consumo.

El manejo de los productos químicos utilizados durante la producción y el procesamiento de las prendas de alpaca es fundamental para mitigar el impacto de la eutrofización; por lo que la adopción de productos químicos biodegradables y el uso de sistemas de tratamiento de aguas residuales efectivos son recomendaciones importantes.

El calentamiento global es otro factor determinante en todas las etapas del ciclo de vida de las prendas de alpaca, por lo que es necesario promover la producción de la moda sostenible, utilizar materiales de bajo impacto ambiental y mejorar las prácticas de fabricación para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

La disposición final de las prendas de alpaca también debe ser considerada, pues es importante fomentar la reutilización, el reciclaje y el compostaje de todos los productos textiles para reducir el impacto ambiental asociado con la disposición de estos.

## Referencias

- Alberto Huiman Cruz (2021). Los residuos peligrosos generados en la industria textil peruana para el caso de la Alta costura, fibra de alpaca y curtiembre. v. Inst. investig. Fac. minas metal. cienc. geogr. vol 25. ISSN-L:1561-0888
- Bartle, K, Mogrovejo, P, Duenas, A, Quispe, I (2023) Cradle-to-grave environmental analysis of an alpaca fiber sweater produced in Peru. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167023>
- Fernandez-Lizama, V., Espinoza-Ccatamayo, A., Chavez- Soriano, P., & Raymundo, C., (2019). Alpaca Waste Management Model for Improving Fiber Productivity Through the use of Biomass in Andean Highland Communities. IOP Conference Series. doi:10.1088/1757-899X/689/1/012010
- ComexPeru (2022) Exportaciones textiles crecieron un 30.5% al tercer trimestre de 2022. <https://www.comexperu.org.pe/articulo/exportaciones-textiles-crecieron-un-305-al-tercer-trimestre-de-2022>
- Cristobal, J.(2020). Waste Reduction with Lean Manufacturing Model in an Alpaca Wool Workshop. Universidad Continental. doi:10.1088/1757-899X/999/1/012014
- Enríquez Salas, P. (2015). La alpaca suri, de la extinción a la conservación de la biodiversidad de colores y la importancia de la bioartesanía textil en el distrito de Nuñoa (Melgar-Puno). Revista Investigaciones Altoandinas Journal of High Andean Investigation, 17(3), 291. <https://doi.org/10.18271/ria.2015.140>
- Huanca Mamani, T. (2019). Manual del Alpaquero. INACAL NTP 231.301, Pub. L. No. 231.301:2022, Fibra de alpaca clasificada. Definiciones, clasificación por grupos de calidades, requisitos y rotulado 1 (2022)

- Incalpaca (2021). Reporte de Sostenibilidad 2021, Gupo Inca, <https://www.incalpaca.com/es/sostenibilidad/>
- Killpack, K. (2023). Identifying low carbon sources of Sheep wool, hair, alpaca fiber, and silk fiber. <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Final230630%20BLS23044%20UCC%20report%20MMCF%20fiber%20v04.pdf>
- Klepp, I. G., Laitala, K., & Henry, B. (2017). Use phase of apparel: A literature review for Life Cycle Assessment with focus on wool (Issue 6). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25769.90729>
- Land - Why Alpaca. (n.d.). Retrieved October 3, 2023, from <https://whyalpaca.com/facts/>
- Land - Why Alpaca. (n.d.). Retrieved October 3, 2023, from <https://whyalpaca.com/facts/>
- Larios-Francia, R., Cárdenas, O., Rodríguez-Huanca, F. H., Ccopa, J., Condori, A., Hernández, W., Chaves-Bellido, L., Díaz, B., Chavez, R., Sánchez, J., & Galvez, C. (2023). Textile characteristics of the Huacaya alpaca fibre, according to agroecological zones, sex and age in the Puno Region (Peru). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 34(2). <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i2.21356>
- Liu, X., Wang, L., & Wang, X. (2015). Evaluating the Softness of Animal Fibers. In at RMIT UNIVERSITY on March (Vol. 13).
- Lupton, C. J., McColl, A., & Stobart, R. H. (2006). Fiber characteristics of the Huacaya Alpaca. *Small Ruminant Research*, 64(3), 211-224. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.04.023>
- Machaca Machaca, V., Bustinza Choque, A. V., Corredor Arizapana, F. A., Paucara Oesa, V., Quispe Peña, E. E., & Machaca Machaca, R. (2017). Fiber characteristics of huacaya alpaca at cotaruse, Apurimac, Perú. In *Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru* (Vol. 28, Issue 4, pp. 843-851). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <https://doi.org/10.15381/rivep.v28i4.13889>
- Michell D. (2019). Reporte de Sostenibilidad 2019. Michell Group. [https://www.michell.com.pe/sustainability\\_report.pdf](https://www.michell.com.pe/sustainability_report.pdf)
- Michell D. (2021). Reporte de Sostenibilidad 2021. Michell Group. <https://www.michell.com.pe/pdf/Reporte-Sostenibilidad-2021.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2022). MIDAGRI: El 87% de la población mundial de alpacas se encuentra en el Perú. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/636546-midagri-el-87-de-la-poblacion-mundial-de-alpacas-se-encuentra-en-el-peru>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2022, August 1). El 87% de la población mundial de alpacas se encuentra en el Perú. Nota de Prensa. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/636546-midagri-el-87-de-la-poblacion-mundial-de-alpacas-se-encuentra-en-el-peru>
- Mueller, J. P. (2008). Special Animal Fibers in South America. Comunicación Técnica INTA EEA Bariloche. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-special animal fibers in south america .pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-special%20animal%20fibers%20in%20south%20america.pdf)
- PromPeru (2021). Análisis, medición e interpretación de la huella ambiental de la cadena de valor de la alpaca bajo Análisis de Ciclo de Vida. Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo. <https://hdl.handle.net/20.500.14152/5159>
- Ramón, V. L. (2010). Infraestructura sustentable: las plantas de tratamiento de aguas residuales. Quivera. *Revista de Estudios Territoriales*, 12(2), 58-69. ISN: 1405-8626
- Ranfagni, S., & Ozuem, W. (2022). Luxury and Sustainability: Technological Pathways and Potential Opportunities. *Sustainability*, 14(9), 5209. DOI: 10.3390/su14095209

- Rolling, V., & Sadachar, A. (2018). Are sustainable luxury goods a paradox for millennials? *Social Responsibility Journal*, 14(4), 802-815. DOI: 10.1108/SRJ-07-2017-0120
- Salas C., G., & Condorhuaman C., C. (2009). HUELLA DE CARBONO EN LA INDUSTRIA TEXTIL. *Revista Peruana De Química E Ingeniería Química*, 12(2), 25–28. Recuperado a partir de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/4314>
- Saricam, C; Erdumlu, N; Silan, A; Dogan, B L; Sonmezcan, G. (2017). Determination of consumer awareness about sustainable fashion. *ProQuest*. DOI:10.1088/1757-899X/254/17/172024
- Saygili, Ebrú. (2020). Un análisis de las divulgaciones de sostenibilidad de las empresas textiles y de prendas de vestir en Turquía. Turquía. Scopus. DOI: 10.32710/tekstilvekonfeksiyon.471049
- Sigaard, A. S., & Laitala, K. (2023). Natural and Sustainable? Consumers' Textile Fiber Preferences. *Fibers*, 11(2), 12. <https://doi.org/10.3390/fib11020012>
- Schmutz, M., Hischier, R., Som, C., 2021. Factors allowing users to influence the environmental performance of their T-shirt. *Sustainability* 13, 2498. <https://doi.org/10.3390/su13052498>.
- Social and Environmental Impact Report. Naadam (2020). Nadaam. <https://cdn.shopify.com/s/files/1/0313/7821/files/NAADAM-Impact-Report-2020.pdf?v=1619099287>
- Srivastava; A; Bandhu, S (2022). Avances y desafíos biotecnológicos en gestión textil de efluentes para una bioeconomía sostenible: estudios de casos de la India. India. Scopus. DOI: 10.1016/j.cscee.2022.100186
- Steinberger, J.K., Friot, D., Jilliet, O., Erkman, S., 2009. A spatially explicit life cycle inventory of the global textile chain. *Int. J. Life Cycle Assess.* 14, 443–445. <https://doi.org/10.1007/s11367-009-0078-48>
- Thorisdottir, T. S., & Johannsdottir, L. (2020). Corporate Social Responsibility Influencing Sustainability within the Fashion Industry. A Systematic Review. *Sustainability*, 12(21), 9167. DOI: 10.3390/su12219167
- Tonino Pencarelli; Viktória Ali Taha; Škerháčková, Veronika; Valentiny, Tomáš; Fedorko, Richard (2020). Luxury Products and Sustainability Issues from the Perspective of Young Italian Consumers. *ProQuest*. DOI:10.3390/su12010245
- United Nations environment programme, & United Nation Fashion for Climate. (2023). The Sustainable fashion communication playbook. <https://doi.org/https://doi.org/10.59117/20.500.11822/42819>
- Urbina, E. C. (2020). Investigación cualitativa. *Applied Sciences in Dentistry*, 1(3). *ASD Journal. Applaid Science in Dentistry*
- United Nations environment programme, & United Nation Fashion for Climate. (2023). The Sustainable fashion Communication playbook. [hhttps://doi.org/hhttps://doi.org/10.59117/20.500.11822/42819](https://doi.org/hhttps://doi.org/10.59117/20.500.11822/42819)
- Victoria-Sophie, O., Davies, I., Vignesh, Y., & Fraser, M. (2021). Perspectives, Opportunities and Tensions in Ethical and Sustainable Luxury: Introduction to the Thematic Symposium: *JBE. Journal of Business Ethics*, 169(2), 201-210. DOI: 10.1007/s10551-020-04487-4
- Wadera, Deepti; Kaur, Jaspreet (2019). Comparing sustainability practices in luxury brands: A conceptual model. *Journal of Asia Entrepreneurship and Sustainability*, 15(3), 151-194. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.126605
- Wiedemann, S., Biggs, L., Nebel, B., Bauch, K., Laitala, K., Klepp, I.G., Swan, P.G., Watson, K., 2020. Environmental impacts associated with the production, use, and end-of-life of a

woollen garment. Int. J. Life Cycle Assess. 25, 1486–1499. <https://doi.org/10.1007/s11367-020-01766-0>.

## Autores



Adriana Risi, Bachiller en Ingeniería Industrial por la Universidad de Lima, Lima, Perú, con enfoque en Ingeniería Empresarial y la Industria de la Moda. Cursos de Extensión por Parsons School of Design - The New School y University of California Los Angeles Extension. Puede ser contactada al correo [20181611@aloe.ulima.edu.pe](mailto:20181611@aloe.ulima.edu.pe) (OrcID 0009-0004-6487-5444)

Alejandro Alonso Landa Pereyra, Estudiante de Ingeniería Industrial por la Universidad de Lima, Lima, Perú, con enfoque en Ingeniería Empresarial. Cursos Puede ser contactado al correo [20173518@aloe.ulima.edu.pe](mailto:20173518@aloe.ulima.edu.pe) (OrcID 0009-0001-0760-1568)



PhD Rosa Patricia Larios-Francia, Doctora en Gestión Estratégica con mención en Gestión empresarial y sostenibilidad, Magíster en Ingeniería Industrial; Especialización Internacional en Gestión de la Innovación, Especialización de Gobernabilidad e Innovación Pública. Experta en Gestión de Innovación, Gestión de MIPYME, Sostenibilidad, Gobernanza, Gestión Estratégica empresarial, Industria textil de la moda y artesanía. docente universitaria de posgrado y pregrado. Contactar el [rlariosf@ulima.edu.pe](mailto:rlariosf@ulima.edu.pe) (OrcID 0000-0002-1471-9185)



Dr. Nicolás F. Salazar Medina es docente en la Carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería en la Universidad de Lima, Lima, Perú. El Dr. Salazar enseña a estudiantes de pregrado y ha realizado investigaciones en los campos de ergonomía, gestión y manufactura. El Dr. Salazar puede ser contactado en el correo [Nsalazar@ulima.edu.pe](mailto:Nsalazar@ulima.edu.pe) (OrcID 0000-0001-9583-9745)