



**TRABAJO DE GRADO**  
**Opción Seminario-Diplomado.**

**ECONOMÍA CIRCULAR IMPLEMENTADA  
EN EL PROYECTO BET-MON**

Corporación Universitaria Remington.  
Facultad de Ingeniería  
Ingeniería Industrial

Cristian David Betancourt Montes  
Lina María Villa Henao  
Opción de Trabajo de grado Seminario-Diplomado  
2025

## Tabla de Contenidos

|  |    |
|--|----|
| Resumen .....                                    | 3  |
| Marco conceptual y contextual .....              | 4  |
| Titulo y subtítulo .....                         | 6  |
| Desarrollo e implementación del aprendizaje..... | 7  |
| Figuras y tablas .....                           | 12 |
| Conclusiones.....                                | 17 |
| Referencias.....                                 | 18 |

## Resumen

Este proyecto tiene como fin la reducción de costos de producción, minimizar el impacto ambiental y fomentar la economía circular utilizando materias primas locales en la elaboración de concentrado para cerdo.

Hay diversas fórmulas para elaborar un concentrado porcino, la problemática es que, en la elaboración de estos, la mayoría de sus insumos son importados, ignorando nuestras grandes reservas agrícolas. Por esa razón este proyecto busca implementar una economía circular en la reutilización de nuestras materias primas y optimización de los procesos.

Es buen objetivo poder darle un mejor uso a esos restos de materias primas como lo es la yuca y el plátano, que muchas veces terminan en la basura. Con la ayuda del proyecto BET-MON estos desperdicios se convertirán en alimento de alta calidad para los cerdos. En Colombia la producción de cerdos es un negocio grande y rentable. En 2022, por ejemplo, consumimos 667.694 toneladas de carne de cerdo, lo que significa que se necesitó entre 1,67 y 2 millones de toneladas de alimento porcino para suplir esa necesidad. Ahora bien, mientras empresas multinacionales como lo es Soya e ITALCOL continúan importando materias primas con los costos y riesgos que esto implica, BET-MON propone un enfoque diferente, en donde no solo sea más económica, sino que también sea sostenible, algo que hoy en día no podemos ignorar.

Según el Departamento Nacional de Planeación (DNP) en Colombia los desperdicios mas grandes se ven reflejados en frutas y verduras, con respecto a esta información se busca realizar una optimización de recursos enfocado en este sector, en donde podamos reutilizar estos residuos y transformarlos en alimentación porcina.

### Palabras clave

- Alimentación porcina
- Concentrado para animales
- Reducción de costo
- Materias primas locales
- Economía circular
- Reutilización de recursos
- Desperdicios

## Marco conceptual y contextual

La variación e incremento en el concentrado de los animales se vieron afectados por la sujeción de materias primas importadas, a raíz de esta necesidad se ha conllevado a buscar alternativas locales para la fabricación de estos alimentos. Tras la pandemia del COVID-19 y la guerra de Ucrania en 2022 se registró el mayor impacto en los costos de producción, causado principalmente por la coyuntura internacional del mercado de las materias primas, como el maíz y la soya, más la devaluación del peso colombiano.

Mientras que un kilo de maíz en 2020 se conseguía en Bogotá o en Medellín por \$879, en 2023 su valor fue de \$1.760, con un aumento del 100,23%. Por su parte, la torta de soya pasó de \$1.564 el kilo a \$3.020 con un incremento del 93,09%. Aumentando el costo de producción en un 74%. (Julián Veléz Robledo, 2023).

BET-MON es un proyecto personal que actualmente se encuentra en la fase investigativa la que duró aproximadamente 1 año, y lista para su fase prueba y error que esta estipulada para iniciar el 15 de marzo de 2025, la cual tiene como objetivo la fabricación de concentrados empezando por la especie porcina y misionándose 6 especies más.

Este emprendimiento surgió a raíz de la necesidad que vivían los campesinos al no poder comprar un bulto de este concentrado por su alto costo en el mercado, debido a esto y a la alta producción de materia prima como lo es la yuca y el plátano se implementó una investigación para poder suplir esta necesidad y aprovechar estas reservas.

A través de una ardua investigación se pudo contactar con un Docente de la UNAL el cual tiene un título de Zootecnista Msc en Desarrollo Sistemas Sostenibles Agrarios, el señor Oscar Arroyave.

Con la ayuda del Profesor se logró identificar materias de bajo costo y alta producción, productos que en muchas ocasiones son desperdiciados; con base a estos insumos se pudo desarrollar una fórmula para alimentos, la cual se enfocó en el concentrado porcino.

En el entorno competitivo actual, existen diversas empresas cuya función es la

fabricación de concentrados para animal, las cuales manejan grandes cantidades de producción. Las empresas ITALCOL y SOLLA son dos de las más conocidas a nivel nacional. La problemática que presentan estas empresas es que la mayoría de sus materias primas son importadas, como lo establece la empresa ITALCOL en su política.

“ITALCOL dedicada a la elaboración de alimentos para animales, comercialización y almacenamiento de materias primas pecuarias, en sus plantas de producción, empleando materias primas nacionales e importadas.” (Italcol, 2023)

Debido a esta problemática las empresas están sujeta a la variación de precio. Por ende, se busca implementar una línea de concentrado diferente e innovadora para poder optimizar estos procesos y con ello disminuir los costos.

Según el Departamento Nacional de planeación (DNP), en Colombia los alimentos que más se desperdician son frutas y verduras: 62% (6.1 millones de toneladas, ton).(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022)

Las frutas y verduras pueden ser utilizadas como fuentes de nutrientes para la elaboración de concentrado animal. Uno de los beneficios que ofrecen estas, son; Aporte de energía, fuente de fibra, vitaminas y minerales, alternativas económica y sostenible.

Con base a esta información, el proyecto BET-MON afirma que es posible la fabricación de concentrado animal, con materias primas locales, y cumpliendo con los estándares de calidad, con el fin de reducir la dependencia de insumos importados y fomentar un entorno productivo más sostenible y rentable para los pequeños y medianos empresarios.

**BET-MON**

**Aprovechamiento de Materias Primas Locales para la Producción Sostenible de alimentación Porcina**

## **Desarrollo e implementación del aprendizaje**

- **Reutilización de materias primas**

El proyecto BET-MON. Está enfocado en utilizar las materias primas más abundante en el sector de Córdoba, dando como objetivo reutilizar los recursos y brindar una reducción de desperdicios y optimización de procesos.

Estos recursos principalmente son desperdiciados en las veredas y pueblos aledaños, en los cuales el transporte y el bajo nivel socioeconómico son los problemas fundamentales en los campesinos, ya que no tienen como vender sus cosechas ni trasportarlas a los pueblos principales o ciudades, debido a que el transporte es muy caro y es una materia prima muy desvalorizada. Llegando a la desgracia de desperdiciarse.

Este desperdicio también se ve en las Verdulerías ya que por su gran tiempo en las estanterías y no poderse comercializar, llega un punto en el que, a ojos de humano se clasifica como verdura o fruta dañada, llegando a la desgracia de desecharlas, sin conocer los nutrientes que aún poseen estas, ni tener en cuenta los conceptos de economía circular.

Otro de los ingredientes que utilizaremos para poder aportar a una mejor sostenibilidad, es el aceite de frituras, una de nuestras misiones es recolectar este aceite en los puestos de comida rápida y restaurantes, en donde estos son arrojados a la deriva, sin conocer que puede ser procesado para un buen beneficio.

- **Uso eficiente de los recursos**

La reutilización estos recursos no solo ayuda al medio ambiente, sino también permite reducir los costos. Por ejemplo, uno de los ingredientes para la fabricación de concentrado es la harina de plátano. En vez de comprar esta materia de primera mano, BET-MON reutilizará los desperdicios de este sector y los procesará para generar su propia harina, y así contribuir a la disminución de desperdicios de frutas y verduras.

Según el Departamento Nacional de planeación (DNP), en Colombia los alimentos que más se desperdician son frutas y verduras: 62% (6.1 millones de toneladas, ton).(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022)

- **Aumentar la eficiencia**

Buscar recursos que aporten calidad al producto y bajo costo es el objetivo. Las frutas y verduras pueden ser utilizadas como fuentes de nutrientes para la elaboración de concentrado animal. Uno de los beneficios que ofrecen estas, son; Aporte de energía, fuente de fibra, vitaminas y minerales, alternativas económica y sostenible.

- **Mejorar la calidad del producto**

BET-MON esta enfocado en brindar un producto de calidad para la alimentación porcina, en el cual sus competidores serán los mas grandes de la industria, con esto comprobaremos la calidad del concentrado y por medio de un ciclo PHVA se realizarán mejoras continuas, con el fin de brindar un concentrado de calidad, un concentrado en cual el cerdo le guste y cuide su metabolismo.

**ESQUEMA DE ALIMENTACION BASADO EN CONCENTRADO  
EN LA ETAPA DE LEVANTE ENGORDE**

| SEMANA | Peso promedio | Kilos de alimento / cerdo/ día |
|--------|---------------|--------------------------------|
| 1      | 23            | 1                              |
| 2      | 26            | 1.1                            |
| 3      | 29            | 1.2                            |
| 4      | 33            | 1.3                            |
| 5      | 37            | 1.4                            |
| 6      | 41            | 1.6                            |
| 7      | 45            | 1.7                            |
| 8      | 50            | 1.8                            |
| 9      | 54            | 1.9                            |
| 10     | 59            | 2.1                            |
| 11     | 64            | 2.2                            |
| 12     | 69            | 2.3                            |
| 13     | 74            | 2.4                            |
| 14     | 79            | 2.5                            |
| 15     | 84            | 2.6                            |
| 16     | 89            | 2.7                            |
| 17     | 95            | 2.8                            |
| 18     | 100           | 2.9                            |

Resaltado es alimento levante, después del pesaje, se cuadra el esquema de alimentación de acuerdo al peso promedio del lote, ejemplo: pesaron y el promedio de peso dio 29 kilos, esa semana y hasta el próximo pesaje, dar 1.2 kilos/cerdo/día de alimento de levante

Con base al esquema anterior se llevará un seguimiento de cómo va funcionando el concentrado en los porcinos y determinando si es un producto de calidad.

- **Empaques sostenibles**

Otra manera de contribuir al medio ambiente es, con una implementación de empaques biodegradables y en su segunda opción esta la reutilización de empaques los cuales estos son lavados y nuevamente utilizados con el fin de extender su vida útil.

- **Logística sostenible**

Una de las metas de BET-MON es aliarse con la empresa Solística para que sea ella encargándose de la parte logística, ya que aparte de tener una planta en el sector de Córdoba posee principios sostenibles. Solística, especializada también en soluciones logísticas, ha sido reconocida por sus prácticas amigables con el medioambiente. Estas son las buenas prácticas que implementó y hoy hacen la diferencia en el sector. (Redacción Semana, 2023)

- **Metodología**

Tabla construida por autor propio.

| Materias primas     | Cantidad | Valor             |  |
|---------------------|----------|-------------------|--|
| Yuca                | 1kl      | \$ 350            | Materia prima en abundancia del sector   |
| Platano             | 1kl      | \$ 200            |  |
| Auyama              | 1kl      | \$ 400            |  |
| Harina de Yuca      | 1kl      | \$ 1.200          | Productos faciles de conseguir   |
| harina de Sangre    | 1kl      | \$ 1.300          |  |
| Mogolla de trigo    | 1kl      | \$ 1.800          |  |
| Salvado de maiz     | 1kl      | \$ 1.800          |  |
| Salvado de arroz    | 1kl      | \$ 1.200          |  |
| Aceite de Fritura   | 1kl      | \$ 1.000          | Productos difiicil de conseguir  |
| Harina de huesos    | 1kl      | \$ 1.500          |  |
| Carbonato de calcio | 1kl      | \$ 2.000          |  |
| Fosfato Bicalcico   | 1kl      | \$ 27.000         |  |
| Sal Marina          | 1kl      | \$ 500            |  |
| Premezcla           | 12kl     | \$ 316.260        | productos que se pueden hacer por medio de las materias y suplementos en el sector |
| <b>Total</b>        |          | <b>\$ 356.510</b> |  |

En la tabla anterior podemos visualizar los insumos y su valor por kilogramo, cuyos datos fueron obtenidos atreves de recorridos e investigación en el sector. Estos son los más factibles para la elaboración de alimento animal, materias que muchas veces son desperdiciadas.

Con la ayuda del Docente Oscar se pudo formular la elaboración de un concentrado con estas materias primas, principalmente con la Yuca y el plátano.

FORMULA

| Ingredientes       | Inicio     | Levante    | Engorde    |
|--------------------|------------|------------|------------|
|                    | %          | %          | %          |
| Harina de sangre   |            |            |            |
| Metionina          |            |            |            |
| Harina de platano  | 24,5       | 27,6       | 28,4       |
| Harina de yuca     | 50         | 50         | 50         |
| Aceite de fruturas | 6,34       | 6,29       | 8,35       |
| Harina de huesos   |            |            |            |
| Sal marina         |            |            |            |
| <b>TOTALES</b>     | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> |

Mediante este proyecto, la economía circular se ve reflejada en varios aspectos, como;

- **Menor impacto ambiental**  
La importación de insumos agropecuarios conlleva a el transporte de grandes cantidades de materia prima lo que cusa una alta huella de carbono. Si utilizamos materia prima local podemos reducir la distancia y minimizar los gases contaminantes.
- **Fomentar la economía local**  
Con una planta de producción en el sector podemos brindarle un empleo digno a los campesinos y personas de bajo recursos para así hacer crecer el pueblo en su estado socioeconómico.
- **Reducción de costos de producción**  
Dado que el proyecto BET-MON, esta constituido por materias primas locales ofrece un bajo costo en sus productos. Gracias a estos los campesinos y los medianos y pequeños empresarios se les facilitará más la adquisición de estos concentrados, dando como fin una buena rentabilidad en sus negocios porcinos.

Ahora bien, si hablamos de proyecciones, debemos tener en cuenta su demanda y rentabilidad.

Un factor importante en la rentabilidad agropecuaria es la producción animal. Durante 2022, el consumo fue de 667.694 toneladas de carne de cerdo, 7,2% superior al de 2021. (AGRONEGOCIOS, 2022). Dejando como claridad que la producción porcina es un negocio bastante lucrativo. (Cesar Gutierrez, 2024)

Si tomamos como referencia los datos de la revista AGRONEGOCIOS, y hacemos una conversión para hallar la cantidad de concentrado, teniendo en cuenta las toneladas de carne.

El FCR Promedio para cerdos de engorde está entre 2.5 y 3.0, lo que significa que por cada 1 kg de carne producido se necesitan de 2.5 a 3 kg de alimento

### **Cálculo**

- Mínimo (FCR 2.5):

$$66.694 \quad \times 2.5 = 1.669.235 \text{ toneladas de alimento}$$

- Máximo (FCR 3.0):

$$66.7694 \quad \times 3.0 = 2.003.082 \text{ toneladas de alimentos}$$

### **Resultado**

Para producir una cantidad de 667.694 toneladas de carne de cerdo, se necesitaron entre 1.67 y 2.00 millones de toneladas de alimento.

Teniendo en cuenta los resultados, damos como conclusión que el alimento de cerdo es uno de los que más impacto tiene en la producción agrícola.

## Figuras y tablas

The image shows a screenshot of the Itacol website. At the top, there is an orange navigation bar with the Itacol logo on the left and several menu items: TU EMPRESA, TUS LÍNEAS DE PRODUCTOS, SÉ PARTE DE NUESTRA EMPRESA, TE PUEDE INTERESAR, SOSTENIBILIDAD, and BLOG. Below the navigation bar, there is a green sidebar menu with the heading 'PROGRAMA' and two items: 'SOYA' and 'MAÍZ'. The main content area is titled 'LÍNEA MATERIAS PRIMAS' and features a grid of six images, each with a caption below it: 'Torta de Soya', 'Soya Extruida', 'Cookie meal', 'Maíz Amarillo', 'Maíz Extruido', and 'Ddgs'. On the right side of the page, there is a vertical sidebar with the Itacol logo, a star icon, and a WhatsApp icon at the bottom.

# BET-MON

LÍNEA MATERIAS PRIMAS

HARINA DE SANGRE



METIONINA



HARINA DE PLATANO



ACEITE DE FRITURAS



HARINA DE YUCA



HARINA DE HUESO



SAL MARINA



*Tabla 1. Comparación de presupuestos en materias primas*

| <i>ITALCOL</i>         |                 |                  | <i>BET-MON</i>           |                 |                 |
|------------------------|-----------------|------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|
| <i>Materias Primas</i> | <i>Cantidad</i> | <i>Precio</i>    | <i>Materias primas</i>   | <i>Cantidad</i> | <i>Precio</i>   |
| <i>Torta de Soya</i>   | <i>1kl</i>      | <i>\$6.346</i>   | <i>Harina Sangre</i>     | <i>1 kl</i>     | <i>\$1.300</i>  |
| <i>Cookie Meal</i>     | <i>1 kl</i>     | <i>\$13.000</i>  | <i>Metionina</i>         | <i>1 kl</i>     | <i>\$5.000</i>  |
| <i>Maíz Amarillo</i>   | <i>1 kl</i>     | <i>\$5.554</i>   | <i>Harina de Plátano</i> | <i>1 kl</i>     | <i>\$1.300</i>  |
| <i>Maíz Extruido</i>   | <i>1 kl</i>     | <i>\$ 15.847</i> | <i>Aceite de fritura</i> | <i>1 kl</i>     | <i>\$1.000</i>  |
| <i>DDGS</i>            | <i>1 kl</i>     | <i>\$14.650</i>  | <i>Harina de yuca</i>    | <i>1 kl</i>     | <i>\$1.200</i>  |
| <i>Total</i>           |                 | <i>\$55.397</i>  | <i>Harina de hueso</i>   | <i>1 kl</i>     | <i>\$1.500</i>  |
|                        |                 |                  | <i>Sal Marina</i>        | <i>1 kl</i>     | <i>\$1.500</i>  |
|                        |                 |                  | <i>Total</i>             |                 | <i>\$12.800</i> |

- **Proceso de transformación para las materias primas.**

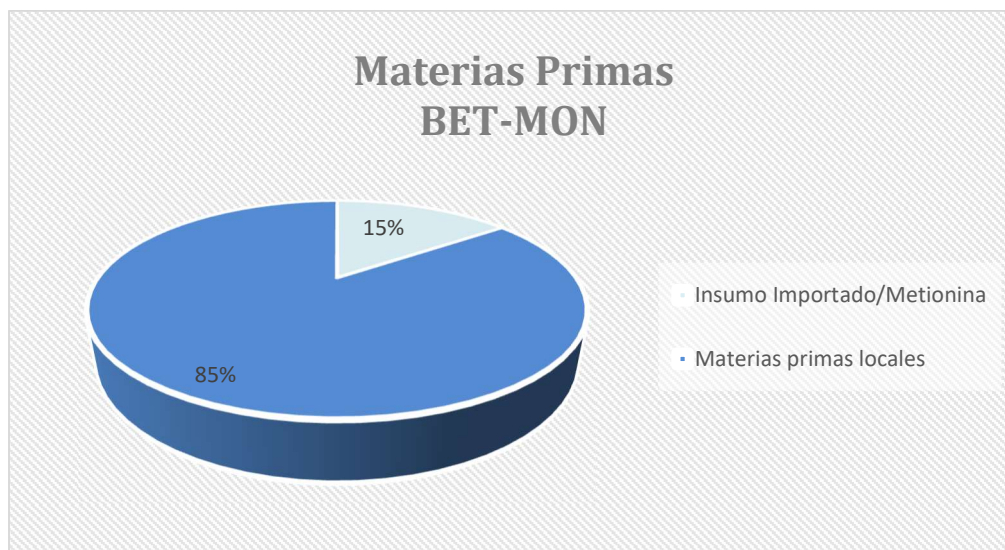
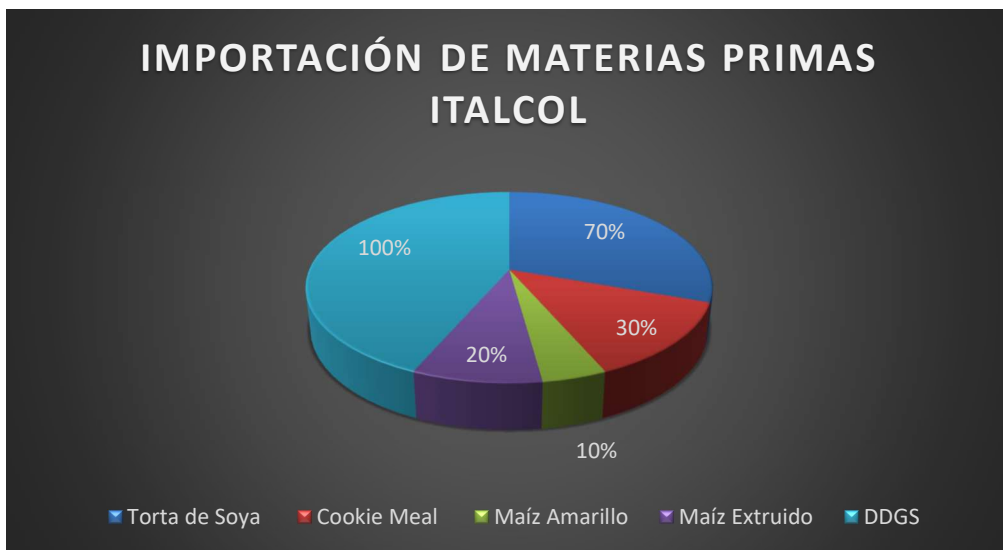
BET-MON es un emprendimiento que busca integrar la mayoría de sus procesos e insumos en una economía circular por ende en vez de comprar sus insumos a terceros fabrica sus propios nutrientes como lo es;

Harina de Sangre: Esta es recolectada de los mataderos de reces o de cualquier animal y es cocinada hasta el punto de volverse harina

Aceite de frituras: Se recolecta en los restaurantes y puestos de comida rápida en los que no tienen conocimiento de que hacer con estos. Este es uno de los ingredientes ya que aporta fuentes de energía y mejora la palatabilidad del alimento.

Harina de plátano y Harina de Yuca: Es recolectado en los pueblos, veredas y verdulerías en donde abundan y se desperdician estos nutrientes se cortan en pequeñas porciones y se deshidratan después se tritura hasta conseguir la harina.

Harina de hueso: Los huesos son recolectados en las carnicerías y mataderos, grandes cantidades que no le haya un destino. Su proceso es calcinar estos huesos todo un día y después triturarlos en una maquina de martillo hasta conseguir la harina de este.



## Conclusiones

- La implementación de la economía circular permitirá a BET-MON a reducir residuos y mejorar la eficiencia en sus procesos productivos.
- Las materias primas locales ayudarán a reducir las Emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases. El transporte de insumos (marítimo, aéreo o terrestre) resalta significativamente la huella de carbono debido a su uso de combustibles fósiles.
- La reutilización de insumos disminuirá la cantidad de desperdicios que hoy equivale a un 6.1 millones de toneladas en frutas y verduras.
- El uso de empaques biodegradables y de segunda mano generará beneficios ambientales y económicos.
- La asociación con la empresa Solistica ayudará a la empresa BET-MON a mejorar su proceso de logística debido a sus puntos estratégicos y a su aporte con el medio ambiente.

## Referencias

- AGRONEGOCIOS. (2022, May 17). *Rentabilidad en carne de Cerdo*.
- Cesar Gutierrez. (2024, August 17). *Granja Porcina: Guía básica para comenzar con la tuya*. Inteligencia Industrial.
- Italcol. (2023, May). *Política - Italcol*. [https://italcol.com/tu-empresa/politica/?utm\\_source=chatgpt.com](https://italcol.com/tu-empresa/politica/?utm_source=chatgpt.com)
- Julián Veléz Robledo. (2023, May 17). *Aunque los costos de producción subieron el sector porcícola crecería 6,2% en 2023 | Agronegocios.co*. <https://www.agronegocios.co/finca/aunque-los-costos-de-produccion-subieron-el-sector-porcicola-creceria-6-2-en-2023-3616928>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022, August 29). *Minambiente, interesado en ayudar a disminuir el desperdicio de alimentos -*. <https://www.minambiente.gov.co/minambiente-interesado-en-ayudar-a-disminuir-el-desperdicio-de-alimentos/>
- Redacción Semana. (2023, October 18). *Solística, una de las empresas de transporte de carga más sostenibles en Colombia - Semana*. [https://www.semana.com/mejor-colombia/articulo/a-punta-de-innovacion-esta-empresa-de-transporte-de-carga-es-una-de-las-mas-sostenibles-en-colombia/202302/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.semana.com/mejor-colombia/articulo/a-punta-de-innovacion-esta-empresa-de-transporte-de-carga-es-una-de-las-mas-sostenibles-en-colombia/202302/?utm_source=chatgpt.com)