

# Dispositivo portátil recolector de café para mejorar las condiciones ergonómicas del trabajador en Santander

*Portable coffee picker to improve ergonomic conditions of the worker in Santander*

Susan Tatiana Rodríguez Garcés<sup>1</sup>, Edward Arístides Fuentes Cortés<sup>1</sup>, Javier Rincón Sánchez<sup>1</sup>

## Resumen

Siendo el café uno de los productos de mayor expansión y producción en el departamento de Santander, y debido a las condiciones del puesto de trabajo que experimentan las personas al realizar el proceso de recolección, se diseñó un dispositivo que cumpliera con las normas básicas de la ergonomía en un puesto de trabajo.

El objetivo de la investigación era encontrar una alternativa viable de recolección y almacenamiento, que mejorara el proceso y las condiciones ergonómicas en el puesto de trabajo del recolector, además que ayudara a aumentar la productividad y competitividad de los caficultores de las provincias de Guanentá y Comunera del departamento de Santander.

Para el prototipo se realizó la recolección de datos a través de la observación de campo, la entrevista a expertos, recolectores y caficultores y la consulta bibliográfica; con la información anterior se elaboraron bosquejos conceptuales y se obtuvo el diseño final que llevó a la construcción de un dispositivo que cumpliera los requerimientos para la recolección y almacenamiento de granos de café, como instrumento de mejora del proceso de recolección manual de café dentro del eslabón de la cadena de producción, que mejoró significativamente la salud del trabajador así como los tiempos de recogida del mismo.

<sup>1</sup> Centro Agroturístico,  
Regional Santander,  
Correo correspondencia  
nrincons@sena.edu.co

Para la comprobación del dispositivo se realizaron pruebas en campo, donde se analizaron los factores a prevenir, como el riesgo disergonómico, la incidencia y severidad de los disturbios músculo esqueléticos relacionados con el trabajo; los resultados fueron utilizados en retroalimentación para las mejoras y ajustes al prototipo para su óptimo funcionamiento.

**Palabras claves:** Caficultor, Ergonomía, Productividad, Prototipo, Recolección.

## Summary

Since coffee is one of the products of greatest expansion and production in the department of Santander, and due to the working conditions that people experience during the harvesting process, a device was designed to comply with the basic ergonomic standards in a work site.

The objective of the research was to find a viable alternative for harvesting and storage that would improve the process and ergonomic conditions at the picker's work station, and to contribute to the increase in productivity and competitiveness of coffee growers in the provinces of Guanentá and Comunera in the department of Santander.

For the prototype, data was collected through field observation, interviews with experts, collectors and coffee growers and bibliographic consultation; with the above information, conceptual sketches were prepared and the final design was obtained, leading to the construction of a device that meets the requirements for the collection and storage of coffee beans, as an instrument to improve the manual coffee collection process within the production chain link, which significantly improved the health of the worker as well as the collection times thereof.

For the testing of the device, field tests were carried out, where the factors to be prevented were analyzed, such as dysergonomic risk, incidence and severity of work-related musculoskeletal disorders; the results were used as feedback for improvements and adjustments to the prototype for its optimal operation.

**Key Word:** Coffee growers, Ergonomics, Harvest, Productivity, Prototype

## Introducción

La cadena productiva del café está compuesta por eslabones que son base en la producción artesanal y PYME como la obtención de insumos, producción de café, acopio y ventas. Según el Programa de las Naciones Unidas (PNUD) en su informe de la Cadena Productiva del Café para el Desarrollo en el 2014, dentro de las prácticas rurales relacionadas con la producción agrícola del café, la recolección se identifica como la principal actividad dentro de su producción, demandando mano de obra no calificada, ocupado principalmente por personas en condición de vulnerabilidad, de escasos recursos o por trabajadores transitorios según la época de cosecha, (PNUD, 2014, p. 24). A su vez, en 2021 la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC) indicó que el 54,4% de los productores cafeteros estaba en pobreza o en vulnerabilidad a la pobreza. De los cuales el 15,6% de los productores cafeteros se encontraba en la pobreza extrema, 25% en la pobreza moderada y 13,8% era vulnerable a ser pobre (FNC, 2021, p. 27).

A nivel mundial, según la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, el café es uno de los productos de mayor producción y comercialización en muchos países, por ser un sustento económico para la mayoría de las poblaciones; en los años 2017/18 aumentó su producción en un 9,3%, al alcanzar 170,2 millones de sacos (FNC, 2018, p. 3). En Colombia se registraron 848.789 hectáreas en café, sembradas por un total de 539.741 caficultores, lo que da un promedio de 1,57 hectáreas por agricultor en los más de 600 municipios productores (FNC, 2021, pp. 37-38).

Santander, según el observatorio de competitividad de la Cámara de Comercio de Bucaramanga, contribuye con 52.013 hectáreas cultivadas, siendo el Socorro la capital de la provincia Comunera el mayor productor del departamento con 3641 hectáreas, seguido de San Gil capital de la provincia de Guanentá con 2194 hectáreas (Cámara de Comercio, 2018, p. 1).

La recolección de café es una actividad económica que se realiza por trabajadores en edad productiva menores de 52 años en su mayoría, a quienes se les debe garantizar una protección y seguridad social mínima, el mantenimiento de su salud para no perjudicar su capacidad laboral (FNC, 2021, p.16). Durante el proceso de recolección que realiza la persona donde se implica la adopción de posturas que involucran tronco y extremidades en posición de flexión, se pueden notar una serie de afectaciones generadas en el trabajador, como consecuencia de las condiciones de su puesto de trabajo.

Estas posturas forzadas, en adición a la tarea repetitiva de la recolección, las exigencias biomecánicas como levantar y transportar cargas pesadas y uso de elementos o equipo vibratorio pueden generar o agravar desórdenes de los tejidos blandos o del sistema músculo esquelético (Useche y Marín, 2022, p.19). Así como por la herramienta que se utiliza para la recolección del grano de café, la cual es conocida como la Catabra o el Coco recolector, siendo este, un recipiente con unas medidas de 35 cm de largo, 26,1 cm de fondo y 37 cm de alto, y su funcionamiento es el de almacenar los granos de café recolectados; este equipo debe estar sujeto

a la cintura del recolector de café hasta lograr su llenado, que posteriormente será llevado para su vaciado en un punto lejano al lugar de trabajo, en innumerables veces. A medida que se va realizando la recolección este recipiente va adquiriendo peso, generando un sobreesfuerzo y una presión sobre las extremidades inferiores proporcionalmente al peso del café que se ha recogido; lo que puede llegar a generar accidentes durante el recorrido en los surcos de café y en el traslado que se tiene que hacer para el vaciado de la Catabra, generando dolores como la lumbalgia, que es una dolencia que aparece por un mecanismo neurológico que implica la activación de los nervios que transmiten el dolor y el desencadenamiento de la contractura muscular y la inflamación (Callejo, 2021). Además, otra situación que aumenta el riesgo de accidente y que genera que este trabajo se vuelva más complejo es el clima, que al presentarse fenómenos atmosféricos de tipo hidrometereológico como la lluvia hacen que el suelo por donde el trabajador transita se vuelva resbaloso aumentando la probabilidad de una caída, y en ocasiones causando que esta sea más grave e inminente debido al peso que genera el recipiente. Según Useche y Marín para el 2022 las jornadas de trabajo muchas veces, sobre todo en tiempo de recolección pueden superar las 8 horas diarias, lo que hace que se enfrenten a una mayor exposición temporal al riesgo biomecánico (Useche y Marín, 2022, p. 19).

En la actualidad existen nueve métodos de recolección de café, cinco que se realizan manualmente y cuatro de forma mecanizada. El desarrollo y la creación del prototipo de

recolección de café consiste en simplificar las posibles afecciones que puede causar en la persona que realiza el trabajo, así como también dar una respuesta que aumente la eficiencia en la recolección manual.

### Materiales y métodos

El diseño y construcción del prototipo se realizó en las instalaciones del Centro Agroturístico de San Gil (Santander), igual que el análisis de las piezas del sistema que se efectuó mediante Inventor v 2021 software para el diseño asistido por computador (CAD) producido por la empresa de software autoDesk. Al diseñar un sistema, producto o prototipo se debe considerar detallar y especificar las necesidades que se van a resolver y a su vez la correlación entre componentes o piezas que compongan el modelo, de forma que se conviertan en un conjunto unificado que satisfaga todas las disposiciones y funciones para las que se ha concebido.

Para la construcción del prototipo se realizó la recolección de datos mediante la observación de campo, la entrevista a expertos, recolectores y caficultores y la consulta bibliográfica. Seguidamente partiendo de la necesidad se elaboraron los bosquejos que se utilizaron para obtener el diseño del prototipo recolector de café en software CAD y la selección de los materiales a implementar. Para la comprobación del prototipo se realizaron pruebas de funcionamiento en campo, analizando el comportamiento y las condiciones ergonómicas del recolector en el puesto de trabajo.

### Recolección de datos

En esta etapa inicial del proyecto se realizó una investigación sobre la recolección de café, en la que se obtuvo fuentes de información como el comité de cafeteros de la región, experiencias personales y testimonios de personas que realizan esta labor permanentemente.

En el proceso investigativo se pudo evidenciar que existen varios métodos para recolectar los granos de café, algunos no lograron su permanencia en el mercado y otros con ayuda de la tecnología se están implementando cada vez más en el sector cafetero, a continuación, se hace una breve descripción de algunos de estos métodos.

### Catabra o coco recolector

Tradicionalmente, en la cosecha manual de café se utiliza un recipiente abierto con capacidad aproximada para 10 kg de café en cereza, denominado “coco” o catabra, el cual va sujeto a la cintura del trabajador, para almacenar temporalmente los frutos que son desprendidos con las manos (Cenicafé, 2018, p. 2).

En la cosecha manual, los recolectores realizan el siguiente ciclo:

- a. Transporte de las manos vacías para buscar los frutos maduros.
- b. Se desprenden los granos y se sostienen en los dedos.

- c. Se llevan los frutos a la palma de la mano.
- d. Finalmente se descargan los frutos en el coco recolector.

 **Figura 1. Posición de la catabra. Adaptado de un vuelco a la recolección del café, por bioseguridad**



(El tiempo, 2020).

### Recolección con lonas

Consiste en colocar lonas elaboradas en mallas de Sarán en las calles del cafetal, debajo de los árboles donde se hará la recolección, unidas por un sistema velcro de 5cm de ancho, en cada uno de los bordes más largos de la malla. Sobre estas lonas, el recolector deja caer los granos desprendidos del árbol. Estos frutos sobre las lonas luego son vaciados en la estopa o costal que posteriormente se llevará a la tolva de recibo (Cenicafé, 2018, p. 5).



Figura 2. Paso a paso del proceso de recolección con lonas. Adaptado de Avances Técnicos Cenicafé



(FNC, 2018).

### Canguro 2M Plus

El Canguro 2M es un dispositivo, diseñado por CENICAFÉ para la cosecha manual de café; está conformado por dos mangas que se fijan a las manos del recolector mediante resortes a manera de guante abierto; la manga dispone de un aro plástico para facilitar su apertura y el ingreso de los frutos desprendidos, que descienden hasta un bolso sujeto a la cintura y hombros del recolector (UAM, 2017).



Figura 3. Canguro 2M Plus. Adaptado de Cosecha de café más eficiente con Canguro 2M Plus



(UAM, 2017).

### Equipo Alfa

El sistema Alfa es una máquina eléctrica que parece un rodillo y trabaja con baterías que duran más de una jornada. Tiene un rotor golpeador con la geometría y tamaño de los glomérulos o racimos de frutos de café, que permite tumbar el grano (Agricultura y Ganadería, 2017).



Figura 4. Equipo ALFA. Adaptado de: Avanzan pruebas de cosecha asistida para café



(Agricultura y Ganadería, 2017).

### Derribadora DSC

Tiene una estructura semejante a la de una guadaña con un brazo para poder trabajar en las densidades de siembra, dispone de un cabezal vibratorio o impactador, en forma de mano, de alta velocidad que al hacer contacto muy suave con la rama cargada de frutos maduros provoca una onda, lo que hace que los frutos se desprendan (Agricultura y Ganadería, 2017).



Figura 5. Derribadora DSC. Adaptado de: Avanzan pruebas de cosecha asistida para café



(Agricultura y Ganadería, 2017).

Durante el proceso de investigación que se realizó se identificó que los métodos de recolección de café que existen y se han venido implementando en los últimos años, en su mayoría no cumplen con algunas normas que plantea la ISO TR 12295 del 2014, NTC5693 del 2009 y demás sobre la ergonomía en puestos de trabajo y manipulación manual de cargas respectivamente.

Por lo anterior, se vio la necesidad de diseñar y construir un dispositivo para asistir la

recolección manual de café, implementando un sistema que le permita al recolector tener un mejor desempeño y ergonomía en la labor que ejerce, beneficiándolo al hacer óptimo el proceso de desplazamiento y recolección del café.

### Identificación de tecnologías utilizadas que resuelven la necesidad

Partiendo de las necesidades identificadas y el análisis que se realizó para el diseño del prototipo, se logró identificar una serie de tecnologías que se implementaron en el desarrollo de la herramienta para la recolección de café, como un sistema de succión que mejora el desempeño del proceso y brinda a la persona una mejor ergonomía y movilidad en la labor.

### Ventajas y desventajas

La herramienta diseñada, proyecta la ventaja de solucionar las necesidades de tipo ergonómico, de manejo de cargas y de movilidad en el proceso de recolección de café. Sus ventajas radican en la factibilidad de aumentar la carga y trasportarla durante su recolección y al momento de llevarlo al punto de acopio.

Esta solución planteada es un avance tecnológico para el proceso de recolección en el sector cafetero. Sin embargo, se ha encontrado que una desventaja, se ha generado debido al constante uso del sistema de succión, lo que implica garantizar la energía suficiente para alimentar el sistema a través de un respaldo de baterías. A su vez

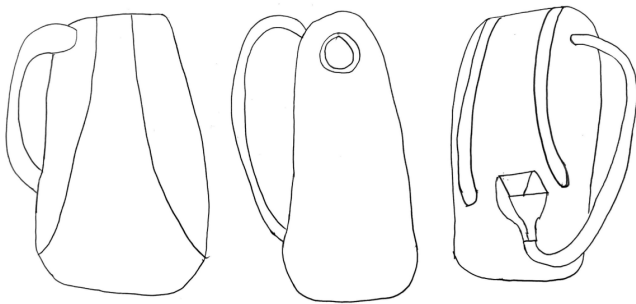
este dispositivo requiere que se garantice un mantenimiento habitual por parte del usuario.

### Diseño conceptual

El diseño conceptual es una etapa importante al momento de idear la solución que satisfaga las necesidades que se identificaron y plantearon en los objetivos para el diseño del recolector de café.

Para la elaboración de los bocetos del producto se tuvo en cuenta su función y el mercado al cual estaba dirigido, haciendo que este fuera eficiente y de fácil adquisición para los productores de café de toda clase.

 **Figura 6. Diseño conceptual del dispositivo portátil recolector de café.**



### Diseño, simulación y análisis

La herramienta se desarrolló bajo el uso de Inventor v 2021 software para el diseño asistido por computador (CAD) producido por la empresa de software autoDesk, donde se pudo evidenciar las virtudes del prototipo, así como los cambios estructurales para su implementación. Para el desarrollo de la

herramienta, se hizo un estudio en el sector comercial, dentro del área del municipio del Socorro y sus alrededores, con el fin de obtener los materiales más utilizados y comercializados, de esta manera dar una solución económica para su implementación.

 **Figura 7. Diseño CAD del dispositivo portátil recolector de café**



### Construcción y pruebas

Para la fase final de construcción y pruebas de funcionamiento del prototipo, con el soporte del análisis de los diseños realizados se construyó un primer prototipo del dispositivo para la recolección de granos de café con un sistema de succión modificado y adecuado para la realización del proceso, con el cual se minimizan los accidentes en el lugar de trabajo, mejorando la herramienta que se utiliza en el método de recolección manual tradicional.

El almacenamiento de los granos de café pasará de ser llevado en las extremidades inferiores a la espalda soportado por la cintura, lo cual hará que el proceso sea más seguro para el recolector de café.

 **Figura 8. Proceso de construcción dispositivo portátil recolector de café**



### Características del prototipo

- | Tanque de almacenamiento plástico de 350 x 420 x 170 mm.
- | Bolso impermeable diseñado para contener y transportar el dispositivo recolector de café.
- | Una batería recargable de 12V a 5.
- | Una bandeja diseñada antropométricamente con medidas de 150x140x130 mm, la cual facilita la recolección de los granos de café y permite su succión.
- | Manguera de una pulgada que permite el transporte de los granos de café.
- | Sistema de succión compuesto por un motor de 12 V y una hélice.
- | La succión de granos de café se realiza por una apertura de ¾ de pulgada, esto limita el paso de granos más grandes.
- | Bandeja recolectora hecha de plástico biodegradable.

### Resultados y discusión

Al realizar las pruebas y análisis de funcionamiento del dispositivo recolector de café al cual se le denominó Stigma (Σ, σ) por la letra griega, se observa que el dispositivo satisface la necesidad identificada en ergonomía. A su vez, mejora el proceso de recolección significativamente, haciéndolo más eficiente, impactando directamente al recolector o usuario final, ya que con su implementación obtiene una carga distribuida, dándole una movilidad más segura, acortando los tiempos de recolección y vaciado, aumentando su productividad.

Otro resultado del proyecto de investigación fue la obtención de una mejora en la capacidad de almacenamiento aumentando su peso de granos de café, a su vez que esta herramienta se puede implementar en los diferentes tipos de surcos o cultivos existentes. Por ser portátil no aumenta los tiempos ni cambia el tipo de proceso, con la reubicación de la carga y la implementación

de tecnología en la recolección manual el usuario ve impactado positivamente su salud y economía.

Con respecto a los materiales que se usaron en la construcción, se logró la disminución de los costos y tiempos de fabricación, teniendo una viabilidad económica al alcance de cualquier recolector. Cabe aclarar que se continúan haciendo pruebas en un entorno controlado, así como en el área de recolección manual (cosecha), con el fin de registrar más resultados y mejoras requeridas.

 **Figura 10. Dispositivo portátil recolector de café – Stigma**



En el proceso de recolección manual del grano de café, se identificó una serie de necesidades, consistentes en la no utilización de tecnologías y herramientas ergonómicas

 **Figura 9. Diseño dispositivo portátil recolector de café – Stigma**



óptimas para desarrollar esta labor. Todo lo anterior dio como resultado el diseño de una herramienta para este proceso manual, mejorando las condiciones iniciales del

puesto de trabajo y aumentando la movilidad segura con carga.

Por medio de este proyecto de investigación se presenta una propuesta viable para los productores de café y las personas que realizan el proceso de recolección de este, con el fin de llevar e implementar el uso de la tecnología al sector agrícola fortaleciendo sus procesos para ser más productivos y competitivos.

Con el desarrollo del dispositivo para asistir la cosecha manual de café se analizó que el sistema empleado es más efectivo que el método tradicionalmente utilizado catabra o coco recolector, ya que la persona que realiza la recolección de café cuenta con una herramienta ergonómica, la cual distribuye el peso que va adquiriendo en el transcurso de la jornada laboral en los cultivos de café, y evita que el recolector pueda sufrir alguna afectación en su salud o accidente en el lugar de trabajo.

Dentro de las pruebas realizadas al dispositivo recolector de café – Stigma, se encontró que debido al constante funcionamiento del sistema de succión esto implica que se deba realizar cambio de baterías durante la jornada laboral, es decir, el dispositivo para que funcione de forma correcta deberá mantener mínimo una batería de respaldo, esta se podrá cambiar cuando el recolector vaya al punto de acopio a descargar el café, oportunidad de mejora que se deberá corregir para la segunda versión del prototipo.

El cambio de cultura para la implementación y uso por parte del recolector es un reto que se deberá asumir al incorporar el dispositivo como herramienta en el proceso, esto debido

a lo manifestado en las pruebas por parte de los usuarios en donde indicaban que para ellos aunque era más cómodo tener el peso en la espalda, ya estaban acostumbrados a caminar y moverse por los surcos de café con la catabra o coco recolector, manifestando que era más fácil el proceso manual y saber cuánto llevaban recolectado en la catabra que con el dispositivo recolector de café – Stigma.

Para una segunda versión se deben incorporar sensores y una alarma visual y/o sonora, que permitan saber el nivel de llenado del tanque de almacenamiento del dispositivo recolector de café – Stigma, debido a que se utiliza un recipiente cerrado que no permite de forma fácil saber la cantidad de café recolectado, causando retrasos en el proceso.

El prototipo del dispositivo portátil recolector de café – Stigma presenta una serie de retos futuros para su mejora y su implementación en otros campos de cultivo a nivel nacional que se irán ajustando con su utilización.

### Agradecimientos

Se agradece al Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) en especial al Centro Agroturístico Regional Santander y a su Tecnoparque Nodo Socorro por apoyar la ejecución de este proyecto de investigación y desarrollo tecnológico, también al Comité Departamental de Cafeteros seccional Socorro por su disposición al momento de solucionar inquietudes y brindar información de los procesos, y a todos los caficultores y recolectores que hicieron parte de esta investigación.

Referencias bibliográficas

Agricultura y Ganadería. (2017). Avanzan pruebas de cosecha asistida para café [Fotografía]. Agricultura y Ganadería. <https://www.agriculturayganaderia.com/website/avanzan-pruebas-de-cosecha-asistida-para-cafe/>

Callejo Mora, A. (2021, 14 enero). Lumbalgia. Cuídate Plus. <https://cuidateplus.marca.com/enfermedades/musculos-y-huesos/lumbalgia.html>

Cenicafé. (2018). Lonas para asistir la cosecha manual de café [Fotografía]. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. [https://federaciondecafeteros.org/app/uploads/2020/03/AVT0487-Lonas-para-cosecha-asistida-de-cafe%C3%A9.pdf-1\\_compressed-1.pdf](https://federaciondecafeteros.org/app/uploads/2020/03/AVT0487-Lonas-para-cosecha-asistida-de-cafe%C3%A9.pdf-1_compressed-1.pdf)

El Tiempo. (2020). Un vuelco a la recolección del café, por bioseguridad [Fotografía]. El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/empleo-135-000-recolectores-de-cafe-podran-trabajar-con-bioseguridad-tras-definicon-de-protocolos-483734>

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2018). Comportamiento de la Industria Cafetera Colombiana 2018. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.[https://federaciondecafeteros.org/app/uploads/2019/10/Informe\\_de\\_la\\_Industria\\_Cafetera\\_20182.pdf](https://federaciondecafeteros.org/app/uploads/2019/10/Informe_de_la_Industria_Cafetera_20182.pdf)

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2021). Demografía, inclusión social y pobreza de los hogares

cafeteros (1993-2020). Ensayos sobre Economía Cafetera 34(1), 7-34. <https://federaciondecafeteros.org/app/uploads/2021/06/Economi%C3%A9a-Cafetera-No.-34.pdf>

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2021). La cosecha asistida de café y su impacto en la economía de la recolección en finca. Ensayos sobre Economía Cafetera 34(1), 35-50. <https://federaciondecafeteros.org/app/uploads/2021/06/Economi%C3%A9a-Cafetera-No.-34.pdf>

Observatorio de Competitividad. (2018). Café Provincias de Santander. Cámara de comercio de Bucaramanga. [https://www.camaradirecta.com/temas/documentos%20pdf/informes%20actualidad%20provincias/cafe\\_provincias.pdf](https://www.camaradirecta.com/temas/documentos%20pdf/informes%20actualidad%20provincias/cafe_provincias.pdf)

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD. (2014). Cadena Productiva del Café. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. [https://issuu.com/pnudcol/docs/cadena\\_productiva\\_del\\_caf\\_\\_\\_oportun](https://issuu.com/pnudcol/docs/cadena_productiva_del_caf___oportun)

Universidad Autónoma de Manizales. (2017). Cosecha de café más eficiente con Canguaro 2M Plus [Fotografía]. Universidad Autónoma de Manizales. <https://archivo.autonoma.edu.co/noticias/cosecha-de-cafe-mas-eficiente-con-canguaro-2m-plus>

Useche Cubides, H. J., y Marín Castro, M. N. (2022). Análisis del riesgo biomecánico en el sector cafetero en los municipios de Topaipí y Chaguaní en Cundinamarca. [Trabajo de grado, Ingeniería Industrial]. Universidad Santo Tomás. Repositorio Institucional Universidad Santo Tomás. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/45357>

