



Acta de Correcciones al Documento de Trabajo de Grado

Santiago de Cali, 17 de junio de 2024

Autor: Joan Sebastián Barrera Zapata

Título del Trabajo de Grado: “Optimización de la configuración de los mercados despachados a las fundaciones que atiende el BAC considerando valor nutricional”

Director: Francisco Muñoz Prado

Como indica el artículo 2.13 de las Directrices para Trabajo de Grado de Maestría, he verificado que el estudiante indicado arriba ha implementado todas las correcciones que los Jurados del Proyecto de Trabajo de Grado definieron que se efectuaran, como consta en el Acta de Evaluación correspondiente.

Firma del Director del Trabajo de Grado

Santiago de Cali, 24 de Abril de 2024

Ingeniero:
Juan Carlos Martínez Arias
Director Posgrados de Ingeniería
Facultad de Ingeniería y Ciencias
Pontificia Universidad Javeriana - Cali

Con el fin de cumplir con los requisitos exigidos por la Universidad para llevar a cabo el Trabajo de Grado y posteriormente optar por el título de Magíster en Ingeniería, nos permitimos presentar a su consideración el proyecto de Trabajo de Grado denominado Optimización de la configuración de los mercados despachados a las fundaciones que atiende el BAC considerando valor nutricional, el cual será realizado por el (la) estudiante Joan Sebastián Barrera Zapata con código 8926977 perteneciente al énfasis en Industrial, bajo la dirección del profesor Francisco Muñoz Prado.

El suscrito director del Trabajo de Grado autoriza para que se proceda a hacer la evaluación de este Proyecto ante el Tribunal que para el efecto se designe, toda vez que ha revisado cuidadosamente el documento y avala que ya se encuentra listo para ser presentado oficialmente.

Atentamente,



Firma
Joan Sebastián Barrera Zapata
C.C. 1107103151 de Cali



Firma
Francisco Muñoz Prado
C.C. 6625672 de Palmira



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Cali

Facultad de Ingeniería y Ciencias



Santiago de Cali, 22 de abril de 2024

Dr.
Iván Fernando Otálvaro Calle
Director Maestría en Ingeniería
Pontificia Universidad Javeriana
Calle 18 # 118-250

Asunto: autorización para uso de información.

Cordial saludo,

Me dirijo a su organización para aceptar la invitación como Entidad Aliada en el desarrollo del trabajo de grado titulado "Optimización de la configuración de los mercados despachados a las fundaciones que atiende el BAC considerando valor nutricional" cuyo objeto es de fines académicos no comerciales, el cual será adelantado por el estudiante Joan Sebastián Barrera Zapata y dirigida por el profesor Francisco Muñoz Prado. Debido a la naturaleza del proyecto como parte de esta alianza la organización suministrará a los participantes en el proyecto información para su uso académico, sobre la cual se hará un acuerdo de confidencialidad.

Esperamos trabajar con ustedes, y ambas organizaciones se beneficien del trabajo de investigación.

Atentamente,

Zuleny Mejía Ríos
Subdirectora
Banco de Alimentos de Cali
e-mail:

Calle 24 No. 6-103 PBX: 8812066
info@bancaalimentos.org
Cali - Colombia
www.bancodealimentoscali.org



Maestría en Ingeniería
Facultad de Ingeniería y Ciencias

FICHA RESUMEN

TRABAJO DE GRADO DE MAESTRÍA

TITULO: “Optimización de la configuración de los mercados despachados a las fundaciones que atiende el BAC considerando valor nutricional”

1. ÉNFASIS: Industrial
2. TIPO DE PROYECTO: Profundización
3. ÁREA DE TRABAJO: Operaciones
4. ESTUDIANTE (S): Joan Sebastián Barrera Zapata
5. CORREO ELECTRÓNICO: jsebastianb@javerianacali.edu.co
6. DIRECCIÓN Y TELÉFONO: Dg 24c # 25-72
7. DIRECTOR: Francisco Muñoz Prado
8. VINCULACIÓN DEL DIRECTOR (en la universidad): Planta
9. CORREO ELECTRÓNICO DEL DIRECTOR: fmunoz@javerianacali.edu.co
10. CO-DIRECTOR(ES) (Si aplica):
11. GRUPO O EMPRESA QUE LO AVALA (Si aplica): Banco de Alimentos de Cali
12. OTROS GRUPOS O EMPRESAS:
13. PALABRAS CLAVE (al menos 5): Gestión de Operaciones, Optimización, Seguridad Alimentaria, Nutrición, Banco de Alimentos
14. ODS QUE APLICA EL PROYECTO (Agenda 2030): 2. Hambre Cero
15. FECHA DE INICIO (Desarrollo del proyecto): 23/05/2023
16. RESUMEN (máximo 400 palabras).

Actualmente el país afronta un reto para convertirse en una nación desarrollada, sin embargo, una de las los indicadores de desarrollo está asociado al nivel de alimentación de sus habitantes y para el caso de Colombia, el panorama es desalentador con cerca de 54% de su población subalimentada (FAO, 2021). Es por esto que surgen estrategias para combatir este problema, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y organizaciones como los Bancos de Alimentos (BAC) que se alinean con los mismos para cumplir la meta de ser una nación desarrollada. Con el fin de ayudar a estas organizaciones a realizar sus

operaciones de manera más óptima, se analiza el caso del Banco de Alimentos de Cali, específicamente en la configuración de mercados.

Por lo anterior mencionado, esta propuesta tiene como objetivo generar un sistema de toma de decisiones para la configuración de mercados a despachar a las fundaciones fijas atendidas por el Banco de Alimentos de Cali (BAC). Actualmente, el BAC cuenta con un sistema empírico para realizar esta labor, basado únicamente en el inventario disponible y el grupo poblacional de cada fundación, pero no se tiene en cuenta el valor nutricional y la equidad en la repartición de donaciones como mercados.

Por este motivo se espera que al configurar de manera óptima los mercados con las donaciones que recibe la organización se tenga un mejor manejo al inventario, generar información nutricional que puedan compartir con las fundaciones beneficiadas e incrementar el nivel de servicio ofrecido garantizando el cumplimiento de los requisitos establecidos por la compañía y que cumpla con su razón social.



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Cali

Optimización de la configuración de los mercados despachados a las fundaciones que atiende el BAC considerando valor nutricional

Programa de Maestría en Ingeniería Industrial

Presentado por:

JOAN SEBASTIÁN BARRERA ZAPATA

Pontificia Universidad Javeriana Cali

Facultad de Ingeniería y Ciencias

Junio de 2024

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	11
2. POSIBLE TÍTULO DE TRABAJO DE GRADO	13
3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
3.1. Planteamiento del problema.....	14
3.2. Pregunta de investigación	15
3.3. Alcance del trabajo de grado.....	15
4. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	16
4.1. Objetivo general.....	16
4.2. Objetivos específicos	16
4.3. Resultados esperados	16
5. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO	17
6. MARCO DE REFERENCIA	18
6.1. Estado del arte.....	18
7. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
7.1. Caracterización del proceso	19
7.2. Desarrollo del modelo cuantitativo.....	21
7.3. Validar un nuevo método.....	22
8. RECURSOS A EMPLEAR.....	23
8.1. Humanos	23
8.1.1. Director	23
8.2. Físicos	25
8.3. Bibliográficos.....	25
8.4. Digitales	25

9.	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	26
9.1.	Caracterización del proceso	26
9.2.	Desarrollo del modelo.....	31
9.2.1.	Supuestos.....	31
9.2.2.	Formulación matemática.....	34
9.3.	Validación del modelo	35
9.3.1.	Tutorial hoja de cálculo “Aplicación en Excel”	40
9.3.2.	Recomendaciones.....	41
10.	CONCLUSIONES.....	43
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
12.	CRONOGRAMA DE TRABAJO	48
13.	GLOSARIO DE TERMINOS ESPECIALES	49
14.	TABLA DE ANEXOS	50

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ficha de caracterización de fundaciones	27
Figura 2.	Diagrama de flujo, proceso atención a organizaciones	28
Figura 3.	Diagrama de flujo, proceso de despacho administrativo.....	29
Figura 4.	Diagrama de flujo, proceso de despacho general en granero	30
Figura 5.	Pirámide de alimentación Saludable	33

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Contenido importante del proyecto	22
Tabla 2.	Grupos de alimentos encontrados en el BAC.....	31
Tabla 3.	Meta nutricional por fundación y grupo de alimentos.....	36
Tabla 4.	Comparación resultados entre modelos de distribución	37
Tabla 5.	Comparación resultados entre modelos de distribución (continuación).....	38

Tabla 6. Tutorial – Hoja de necesidades de alimentos en intercambios	40
Tabla 7. Tutorial – Hoja de conversiones	41
Tabla 8 Cronograma de actividades.....	48
Tabla 9 Tabla de anexos	50

1. INTRODUCCIÓN

En todo el mundo un alrededor de 1300 millones de toneladas de los alimentos (con un valor estimado de 400 000 millones de USD), es desperdiciado cada año de los cuales el 14% se pierde entre la cosecha y la distribución; otro 17% de la pérdida de alimentos se genera en la distribución a consumidores y por el desperdicio de estos en los hogares. Se ha estudiado como las necesidades mínimas vitales insatisfechas son un motivo de subdesarrollo en las naciones por lo cual es imperativo atajar la pérdida y el desperdicio de alimentos, y esta meta se ha plasmado en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) acordados internacionalmente (FAO, 2019.).

La fundación Arquidiocesana Banco de Alimentos Cali (BAC), es una fundación humanitaria que trabaja en pro de la *seguridad alimentaria*¹ y nutricional de las comunidades vulnerables con impacto sostenible, el cual incide sobre setenta mil (70 000) personas por medio de doscientos setenta y dos (272) fundaciones vinculadas. Además, es importante resaltar que la actividad del BAC en cuanto a la repartición de mercados depende casi en un cien por ciento de las donaciones que reciben de diferentes organizaciones, lo que representa un reto adicional al momento de plantear una solución.

Actualmente el BAC ha experimentado grandes cambios, como el crecimiento acelerado del número de donaciones que llegan a sus instalaciones y la cantidad de fundaciones beneficiadas con un promedio al año 2021 de cuatro toneladas en alimentos; por lo que el banco de alimentos ha optado por diferentes estrategias para que lleguen las donaciones a cada vez más personas en *situación de vulnerabilidad*².

En este sentido, la preocupación del BAC recae en cómo distribuir las donaciones a las fundaciones como *mercados*³ tomando en cuenta que aporte un valor nutricional según el grupo poblacional que atiende la fundación en la cantidad de artículos que se reparten, considerando la variabilidad de productos que son recolectados por el BAC.

¹ Acceso de todas las personas, en todo momento, a los alimentos necesarios para cubrir las necesidades nutricionales y tener una vida activa y saludable. Los alimentos deben ser inocuos, es decir libres de contaminación

² Presencia de factores por lo que las personas corren el riesgo de sufrir inseguridad alimentaria o malnutrición.

³ Conjunto de donaciones que son entregadas a las fundaciones beneficiarias del Banco de Alimentos de Cali, estas son entregadas en canastillas o el tipo de recipiente correspondiente para el tipo de alimento

Diversos estudios de caso se han realizado en el banco, sin embargo, en ninguno de estos se ha considerado el enfoque presentado en este proyecto, el cual pretende desarrollar un sistema de toma de decisiones diferente al actual (empírico que tienen actualmente) para la configuración de mercados a despachar a las fundaciones fijas apoyado en métodos cuantitativos teniendo en cuenta el valor nutricional que se aporta en cada ración dependiendo el grupo poblacional al que atiende la fundación beneficiada.

2. POSIBLE TÍTULO DE TRABAJO DE GRADO

Optimización de la configuración de los mercados despachados a las fundaciones que atiende el BAC considerando valor nutricional.

3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Planteamiento del problema

El número de personas que sufren de hambre en el mundo aumentó a 828 millones en el año 2021 (UNICEF, 2022.) lo que equivale a un incremento de aproximadamente 46 millones comparado con el 2020; en el caso de Colombia la situación no es muy alentadora ya que el 54% de la población sufre de *inseguridad alimentaria*⁴ lo que equivale a que al menos 21 millones de colombianos no se pueden alimentar correctamente; por esta razón, en el año 2018 a través del documento CONPES 3918 el país se acoge a los Objetivos de Desarrollo Sostenible en los cuales se plasman metas a 2030 para combatir diversos problemas que aquejan a la sociedad, especialmente arraigados en países en vía de desarrollo.

Según la Food and Agriculture Organization (FAO) en el año 2020 se desperdiciaron alrededor de 10 millones de toneladas de alimentos en Colombia, cifra que para 2022 sólo ha disminuido a 9.76 millones de toneladas al año, y cerca de 2.7 millones de personas (aproximadamente el 0.5% del censo colombiano en el año 2020) están *subalimentadas*⁵. Los Bancos de Alimentos de Colombia, son organizaciones que trabajan disminuyendo los desperdicios de alimentos y combatir la inseguridad alimentaria (Banco de Alimentos Cali, 2021). Teniendo en cuenta ese propósito y el reto planteado por los ODS, es necesario analizar las diferentes actividades del banco de alimentos, para descubrir la oportunidad de mejora que permita desarrollar la razón social de una manera más óptima.

Actualmente, se observa una oportunidad de mejora en el proceso de configuración de mercados, el cual se desarrolla con un método empírico que se explica brevemente de la siguiente manera: primero se realiza la verificación de inventario en el granero; seguidamente se analiza las fundaciones para decidir qué alimentos se les entrega en función de su población y disponibilidad de inventario, por último se realiza la organización de los mercados y se cita a las fundaciones para que estas recojan las donaciones. El detalle del proceso puede ser consultado en la sección 9.1 de este documento

⁴ Insuficiente ingestión de alimentos, que puede ser transitoria (cuando ocurre en épocas de crisis), estacional o crónica (cuando sucede de continuo).

⁵ incapacidad de una persona de adquirir alimentos suficientes para satisfacer las necesidades de energía alimentarias mínimas diarias durante un periodo de al menos un año

3.2. Pregunta de investigación

De acuerdo con lo anterior, en este proyecto se le pretende dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo se puede optimizar el proceso de configuración de mercados con el fin de entregar a las fundaciones fijas beneficiadas por el BAC, mercados con un valor nutricional adecuado?

3.3. Alcance del trabajo de grado

El alcance del proyecto inicia en la caracterización del proceso de configuración de mercados despachados a las fundaciones que atiende el BAC, y finaliza con la entrega al BAC del borrador que contiene el nuevo método de configuración de mercados que permitirá automatizar la toma de decisiones sobre la configuración de mercados.

4. OBJETIVOS DEL PROYECTO

A continuación, se describen los objetivos que se pretenden desarrollar con la presente propuesta.

4.1. Objetivo general

Desarrollar un nuevo sistema de toma de decisiones para la configuración de mercados a despachar a las fundaciones fijas apoyado en métodos cuantitativos.

4.2. Objetivos específicos

El objetivo general se pretende alcanzar cuando se desarrollen los siguientes objetivos específicos:

- Caracterizar el proceso de configuración de mercados desde la solicitud por parte de las fundaciones fijas hasta la distribución de las donaciones, considerando restricciones de dieta y características generales de la población atendida.
- Determinar un modelo cuantitativo para configurar los mercados diarios considerando el valor nutricional.
- Validar el nuevo método de configuración de mercados por medio de herramientas de investigación de operaciones

4.3. Resultados esperados

En esta investigación se tiene como perspectiva mejorar el proceso de configuración de mercados. Así mismo, se espera obtener información acerca de cómo se pueden optimizar los procesos en los bancos de alimentos con el fin de cumplir con la razón social. De forma análoga se pretende obtener:

- Información nutricional relacionada con las donaciones que recibe el BAC.
- Mejorar el nivel de satisfacción de las fundaciones atendidas por el BAC.

5. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

Para el desarrollo de cualquier país, uno de los mayores retos es el de garantizar la alimentación de sus ciudadanos, en Colombia, para el 2019 2.4 millones de personas pasaron hambre total o parcial y para 2020 se estima que la cifra de personas subalimentadas es de 2.7 millones en el país (FAO , 2022.). Colombia como un país en vía de desarrollo, y con las cifras presentadas anteriormente, tiene un reto enorme para avanzar económicamente y cumplir con las metas planteadas en los ODS.

Por tanto, cualquier proyecto encaminado a la mejora de instituciones con un carácter social tan marcado como el banco de alimentos, que fomentan el desarrollo de un país a través de la atención de necesidades básicas en población vulnerable que permiten una vida más digna, se alinean con el sentido social que la Pontificia Universidad Javeriana promueve con el lema “Poner la economía al servicio del ser humano”, expuesto por el Padre Francisco Roux, S.J., Vice Gran Canciller en el 2009.

Desde la parte personal, es de gran interés poner al servicio de la sociedad por medio de una organización como el banco de alimentos, la experiencia adquirida y conocimientos que ayuden en la labor de dar una vida más digna a las personas que no han tenido la fortuna de contar con derechos básicos, logrando satisfacción personal, intelectual y espiritual.

Finalmente, desde la parte organizacional una mejor distribución de las donaciones con un impacto nutricional en forma de mercados, permitirá al banco de alimentos una mejor utilización de los recursos que tiene disponibles y poner en acción campañas de atracción de donadores que les permita seguir expandiéndose con la responsabilidad social que los caracteriza.

6. MARCO DE REFERENCIA

6.1. Estado del arte

El manejo de organizaciones humanitarias, es un tema que ha cobrado relevancia en la gestión de procesos (Hurtado Carmona, 2011), debido a su carácter sin ánimo de lucro, tiene un manejo distinto a las organizaciones de producción habituales (Berenguer & Shen, 2020). Con los recientes hechos de pandemia y otros desastres naturales donde la obtención de alimentos se hizo especialmente difícil para personas de bajos recursos, la atención ha dado un giro especialmente hacia los bancos de alimentos y fundaciones que velan por la seguridad alimentaria (*Network Activity Report 2022.*).

Revisando la literatura, diversos autores han expuesto métodos con el fin de hacer la gestión de procesos en los bancos de alimentos alrededor del mundo más eficiente, desde la gestión organizacional a nivel gerencial hasta la optimización de procesos operativos como el ruteo de vehículos; también se tienen diferentes estudios sobre la calidad de los alimentos que reciben estas fundaciones (Simmet et al., 2017).

Por ejemplo, en el año 2013 se estudia la importancia de trabajar en la cultura y en la capacidad de los bancos de alimentos que desean tener un enfoque en la nutrición (Campbell et al., 2013); debido al alto impacto que tiene la ingesta de alimentos altos en azúcar y los alimentos ultra procesados, especialmente en los niños y adolescentes (Mescoloto et al., 2023) en su salud en general como por ejemplo problemas de obesidad (Frías et al., 2023); (Handakas et al., 2022) problemas de sueño (Delpino et al., 2023) y problemas incluso a nivel psicológico como estrés y depresión en adultos (Lane et al., 2023).

Años más tarde se hacen diversos estudios sobre la contribución del precio de los alimentos en la calidad de la dieta de las personas y la salud en estas (Chungchunlam et al., 2020; Darmon & Drewnowski, 2015) Además como optimizar la cadena de suministro de bancos de alimentos (Peters et al., 2021; Reusken et al., 2023), a pesar que ha habido estudios similares a los mencionados en años anteriores, en países como Colombia, empiezan a adoptar medidas para superar el subdesarrollo y entre una de estas se denota la importancia de la alimentación saludable (LA REDUCCIÓN DE LA POBREZA Y EL HAMBRE, FAO, 2002.), por lo que estudios como los mencionados toman vital importancia para tomar políticas de estado.

Desde el 2016 en adelante se han dado diversos estudios sobre cómo distribuir los alimentos en bancos de alimentos y fundaciones en diferentes países como dentro de los Estados Unidos utilizando diferentes técnicas de Investigación de Operaciones, buscan minimizar la cantidad de alimento no distribuido (Orgut et al., 2016) o incrementar el alcance de las donaciones (van Dooren, 2018); entre las diversas técnicas que se utilizan está la programación lineal (Ahire & Pekkün, 2018; Castañón et al., 2020); Cadenas de Markov para la distribución y el manejo de inventarios (Ferreira et al., 2018; Fianu & Davis, 2018) y otros modelos robustos (Alkaabneh et al., 2021; Ghahremani-Nahr et al., 2023; Hasnain et al., 2021) que buscan mejorar los procesos de bancos de alimentos y es uno de los objetivos adicionales de este proyecto.

Aunque en este proyecto no se toma en cuenta algunos criterios estudiados en la literatura como el costo del transporte y la red de distribución (Ma et al., 2023) debido a que estos costos están usualmente enfocados a transporte de última milla (repartición de producto al cliente final) y el BAC delega este proceso a las fundaciones beneficiadas, hay un criterio adicional que se trabaja en este proyecto que ha sido tratado de manera implícita el cuál es la equidad (Anaya-Arenas et al., 2018; Balcik & Smilowitz, 2020) y como esto afecta la distribución de los recursos.

Finalmente, aunque se hayan hecho casos de estudio de los diversos temas abordados en este proyecto, aún queda mucho para abordar, dado que los bancos de alimentos son fundaciones que varían en operación uno de otro, incluso dentro del mismo territorio.

7. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación, se describe la metodología de investigación a utilizar para el estudio de caso presentado en este proyecto.

7.1. Caracterización del proceso

Para abordar el objetivo específico número uno relacionado con la caracterización del proceso de configuración de mercados, hay que entender que este proceso es uno de los más importantes de la organización, ya que es el que le permite a ésta, cumplir con su razón social. Para caracterizar el proceso se emplea en este proyecto una de las herramientas más utilizadas en la gestión de

procesos llamada *diagrama SIPOC*⁶; con esta herramienta se pretende entender el proceso de configuración de mercados que tiene actualmente la organización, empezando con el objetivo y finalidad del proceso, así como los proveedores, entradas, salidas, actividades y clientes finales.

Es importante comprender cómo se desarrolla el proceso y cómo es percibido por los colaboradores que realizan las actividades diarias, así se pueden encontrar las restricciones del proceso, las características generales de los clientes (fundaciones beneficiarias fijas) y las oportunidades de mejora que se dejarán como sugerencia de mejora una vez finalizado el presente proyecto.

Para construir el diagrama SIPOC anteriormente mencionado, se extrae información suministrada y se organiza dentro de las siguientes categorías:

Proveedores (Source): Los proveedores son todos aquellos que aportan elementos necesarios al proceso de configuración de mercados, tanto internos como externos, por ejemplo, Gestión social que brinda información sobre las características poblacionales de las fundaciones.

Entrada (Input): Las entradas son todo lo aportado por los proveedores, de manera tangible o intangible, por ejemplo, la información acerca de la cantidad de beneficiarios que tiene una fundación aportada por Gestión social .

Procesos (Process): Es la lista de todas las actividades importantes que se debe realizar de manera secuencial en el proceso para poder configurar un mercado y que este sea distribuido a las fundaciones al finalizar el proceso. Por ejemplo, la toma de inventario, la organización de productos en canastillas o el despacho en la bahía del BAC son actividades esenciales que se realizan de manera secuencial.

Salidas (Outputs): Es el producto final que resulta después de realizar los procesos, este puede ser un bien tangible o intangible. Por ejemplo, para la configuración de los mercados la salida es la entrega de alimentos a las fundaciones beneficiadas.

Clientes (Clients): Los clientes son todos aquellos que se benefician directa o indirectamente del proceso, ya sea con información resultante, por ejemplo, las fundaciones fijas son clientes finales.

⁶ Herramienta de gestión de procesos, que permite visualizar el proceso de manera sencilla y general.

Alcance del proceso: Es importante dejar claro el alcance del proceso, para no realizar más actividades de las necesarias y obtener un resultado adverso al esperado.

Indicadores: Con el fin de mejorar, es importante poner metas, objetivos e indicadores, que muestren el estado actual del proceso y el nivel de cumplimiento de un parámetro clave que describa al mismo.

7.2.Desarrollo del modelo cuantitativo.

Para abordar el objetivo específico número dos relacionado con el desarrollo de modelo cuantitativo, se tomará como datos de entrada las restricciones de dietas y las características generales de la población atendida por el BAC.

Una vez identificadas las restricciones y características de la población, el siguiente paso es determinar las características de cada alimento que se dona y se tiene en el almacén del BAC, además de tener en cuenta el presupuesto que se utiliza normalmente para la compra de algunos alimentos por parte de la organización (serán considerados como almacenados y disponibles al momento de realizar cualquier cálculo). Para realizar este paso, se obtiene la orientación de una docente y dos estudiantes asociados al proyecto de investigación de la alianza entre la PUJ y el BAC (proyecto INNOBAC)., además de los datos recolectados por el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) sobre el valor nutricional de cada tipo de alimento y las GABAS (Guías Alimentarias Basadas en Alimentos) desarrolladas por la misma institución.

Por último, como variable de entrada, es necesario definir el criterio de repartición de alimentos con la gerencia del BAC, con esto se establece un modelo de programación lineal simple como se ha sugerido en diversos apartados de la literatura (Alkaabneh et al., 2021; Babu & Gajanan, 2022; Chungchunlam et al., 2021; Darmon et al., 2002) , que será encargado de calcular la cantidad de cada alimento a ser repartido a las fundaciones, según los inventarios disponibles y tomando en cuenta el valor nutricional en cada uno.

7.3. Validar un nuevo método

Para validar que el nuevo método propuesto, se realiza una comparación entre las decisiones que se tomaron con el método actual del BAC y un escenario en el que se hubiera tomado la decisión con el método propuesto en este documento a partir de la sección.

Adicionalmente, es relevante mencionar algunos ítems importantes que ayudarán a entender el desarrollo del proyecto y su ubicación a lo largo del desarrollo del documento:

Ítem	Utilidad	Ubicación
Caracterización del proceso de configuración actual de mercados	Entender cómo funciona el proceso actualmente, junto con sus restricciones y oportunidades de mejora	Listado de anexos y sección 9.1
Tablas nutricionales de alimentos según inventario del BAC	Base teórica que sirve al modelo de programación lineal, para escoger una solución óptima (asignar cantidad de alimento a cada fundación)	Listado de anexos
Modelo de programación lineal	Modelo de programación lineal simple, construido en herramienta de Excel a pedido del BAC	Listado de anexos y sección 9.2
Validación por medio de Investigación de Operaciones	Se utilizarán herramientas de Investigación de Operaciones para validar la solución entregada por el modelo de programación lineal	Sección 9.3
Sugerencias	En este apartado se le recomienda a la organización qué deberían implementar, y qué deben hacer después de hacerlo con tal de tener un mejoramiento continuo	Sección 9.3.2

Tabla 1. Contenido importante del proyecto

8. RECURSOS A EMPLEAR

A continuación, se resumen los recursos necesarios para llevar a cabo la propuesta del presente proyecto.

8.1. Humanos

8.1.1. Director

Área de actuación.

- Nombre director: Francisco Muñoz Prado
- Formación de pregrado: Pontificia Universidad Javeriana, Ingeniería industrial, Octubre 2005
- Formación de posgrado:
 - Universidad Icesi, Maestría en finanzas, Agosto 2013
 - Purdue University, PhD en Ingeniería Industrial, Agosto 2023
- Área de actuación:
 - Docencia: Pontificia Universidad Javeriana, Julio 2014 - Presente
 - Sector empresarial:
 - Soluciones Ankara, Agosto 2013 – Julio 2014
 - Alimentos Kraft, Marzo 2007 – Agosto 2011
 - Dinalsa S.A, Septiembre 2006 – Marzo 2007
 - Fesa S.A, Julio 2005 – Septiembre 2006
- Experiencia Investigativa:
 - Papers:
 - F. Munoz and S. Lee, “The Role of Farms Clustering and Sequencing in Sugarcane Harvest Systems,” in *International Journal of Production Economics* (revised manuscript submitted in February 2022).
 - F. Munoz, S. Lee, and S. Nof, “Demand and Capacity Sharing Protocol to Support Truck- Sharing in Collaborative Fresh Produce Supply

Networks,” in *International Journal of Production Economics* (revised manuscript submitted in April 2022).

- F. Munoz, S. Lee, and S. Nof, “Demand and Capacity Sharing Protocol in Collaborative Fresh Produce Supply Networks,” in *The 26th International Conference on Production Research (ICPR)*, 2021.
 - F. Munoz and S. Lee, “A Stochastic Model to Determine the Required Number of Trucks in Sugarcane Harvest Systems,” in *IISE Annual Conference*, 2021.
 - F. Munoz and S. Lee, "Sugarcane harvest scheduling using a distributed control approach," in *Procedia Manufacturing*, vol. 39, pp. 1149-1157, *25th International Conference on Production Research*, 2019.
 - “Capstone Design Project: A New Perspective for Senior Design Projects in Engineering”. ACOFI, Cartagena, Colombia, 2018.
- Seminarios y certificados profesionales
 - Writing a Publishable Paper. Purdue University, West Lafayette, IN, USA, 2020.
 - Education in Engineering. Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia, 2016.
 - How to Write and Publish Scientific Papers. Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia, 2016.
 - Certification in Risk Management. International Institute of Professional Education and Research, Cali, Colombia, 2014.
 - Professional Certificate “Specialist in Logistics Management”. Universidad Icesi, Cali, Colombia, 2009.
 - Academic Writing in English. Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia, 2013.
 - Continuous Improvement Facilitator Course – SixSigma. David Hutchins International, Valencia, Venezuela, 2008.
 - Try Z: Lean Manufacturing. Continuous Improvement Through Process

Control, Miami, USA, 2008.

- 5S Manufacturing Program. Sertesa, Cali, Colombia, 2008.
- Maynard Operation Sequence Technique (MOST). Kraft Foods, Buenos Aires, Argentina, 2007.
- Introduction to Total Productive Management (TPM). Sertesa, Cali, Colombia, 2005

8.2.Físicos

Biblioteca Pontificia Universidad Javeriana Cali.

Laboratorio Pontificia Universidad Javeriana Cali.

8.3.Bibliográficos

Bases de datos, tales como:

- Science Direct
- Google académico
- Proquest
- EBSCO

8.4. Digitales

- Excel
- AMPL
- Arena

9. DESARROLLO DEL PROYECTO

9.1. Caracterización del proceso

Para el desarrollo del proyecto, como se indicó en la sección 7 de este documento, es importante conocer la situación actual del Banco de Alimentos en el proceso de configuración de mercados, que es donde se desarrolla este proyecto. Por tanto, se realizaron varias visitas al BAC, en donde se recolectó toda la información relacionada con el proceso, desde la recolección del producto donado al banco, el ingreso de fundaciones al sistema de beneficiarios fijos y el proceso de configuración de mercados hasta el despacho final. Sin embargo, estos procesos están desactualizados, por lo tanto, se realizará una actualización al documento de caracterización del proceso, basado en los procedimientos actuales, y la observación de las tareas que se realizan para despachar alimento a fundaciones fijas en el BAC.

Con respecto al documento actual (Anexo 2) de caracterización del proceso de despacho, se observó que el Banco de Alimentos sigue realizando las mismas tareas y/o actividades, sin embargo, la actividad marcada en rojo es la que se está modificando (se anexa el documento de caracterización completo en la lista de anexos, el cual se dejó exactamente igual al original del BAC, marcando en rojo la actividad a revisar luego de la culminación de este proyecto, dado a que era un documento actualizado). Se pretende que este documento sirva como base para tener un mejor criterio en cómo realizar la distribución y eliminar las antiguas fichas de caracterización del proceso que es uno de los criterios principales para la cantidad de alimento a repartir en cada mercado. En la Figura 1 se observa un ejemplo de las fichas de caracterización actual.

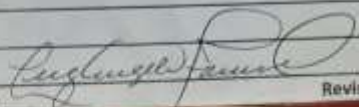
		FICHA DE CARACTERIZACIÓN PARA INSTITUCIONES			Código: *****
Fecha de Elaboración: 28/09/2012					Versión
					Página 1 de 1
Nombre de la Institución:		FUN. SOC. EL SONREIR DE UN NIÑO		Nit: 900,073,593	Código: 448
Tipo de Atención:		DIARIO			
# de Personas: 150	Categoría: 1	Rango de edad Promedio:		Hasta HASTA LOS 6 AÑOS	
Observaciones:					
					
Elaboró		Revisó			

Figura 1. Ficha de caracterización de fundaciones Fuente: (BAC)

El proceso de configuración de mercados y despacho de los mismos inicia en gestión social, donde las organizaciones contactan al Banco de Alimentos y realizan la solicitud para ingresar al área de despachos según una programación definida previamente por el último. Esta programación se asigna dependiendo del carácter de la organización y requerimientos que tiene la misma. Gestión social es la encargada de verificar que la fundación cumpla con una serie requisitos para ser considerada elegible como beneficiaria del banco. Una vez se cumplen los requisitos, según la cantidad de alimentos que se despachen, el Banco de Alimentos genera una cuota denominada aporte solidario y se da la opción a la fundación de cancelarlo el día que se cita para recoger el alimento o hacer un acuerdo de pago. Una vez se recibe el aporte solidario o se hace el acuerdo de pago, se autoriza al área de granero y despacho para repartir los alimentos necesarios. Este proceso completo se puede observar en la Figura 2.

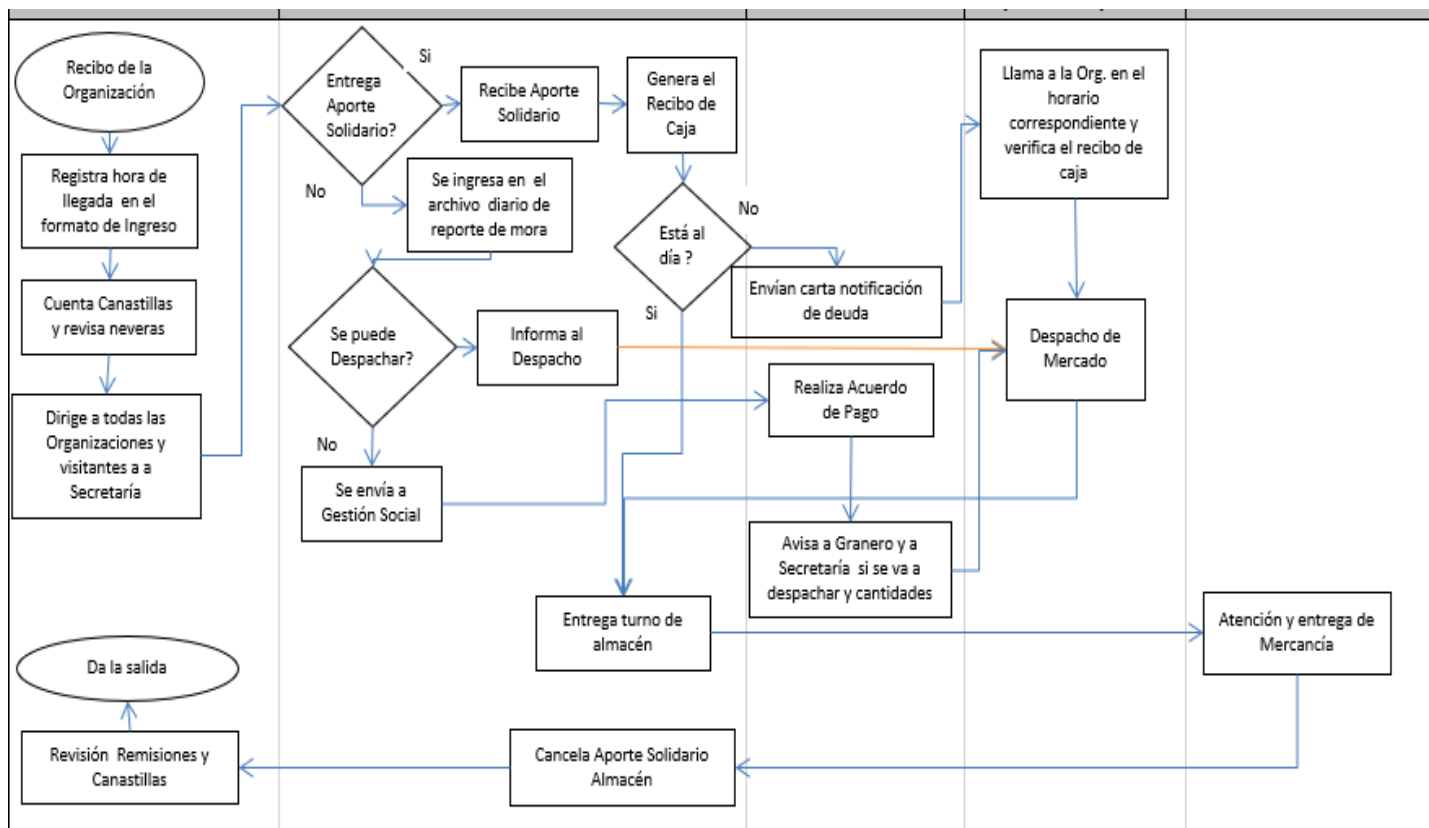


Figura 2. Diagrama de flujo, proceso atención a organizaciones Fuente: (BAC)

Una vez Gestión social autoriza, se inicia el proceso de armado de mercados en las diferentes áreas del BAC, los cuales se pueden dividir en tres grandes secciones: producto seco, Fruver (Frutas, verduras y papa) y otros productos. En la parte de producto seco se entrega todos los productos en polvo, los cárnicos y demás productos alimenticios que no sea considerado dentro de las otras dos categorías. En Fruver, se tiene todo lo relacionado con frutas (uva, papaya, banano, mango, etc.), verduras (cebolla, tomate, calabaza, etc.) y papas; finalmente la categoría de “otros productos” son bienes no alimenticios que llegan al Banco de Alimentos y son repartidos a diferentes fundaciones.

El proceso de despacho se puede observar desde dos perspectivas: la administrativa y la parte logística del despacho. En la Figura 3, se puede muestra el proceso administrativo del despacho de productos en general, donde primero se recibe la información sobre las organizaciones fijas; luego se establece un horario de atención semanal, quincenal o mensual (según la fundación y sus necesidades), con una franja de 15 minutos donde deben cargar el mercado; se realiza la

facturación del aporte solidario, se cuenta el número de canastillas que se prestaron para el despacho y se finaliza el proceso registrando información que alimentará indicadores del área.

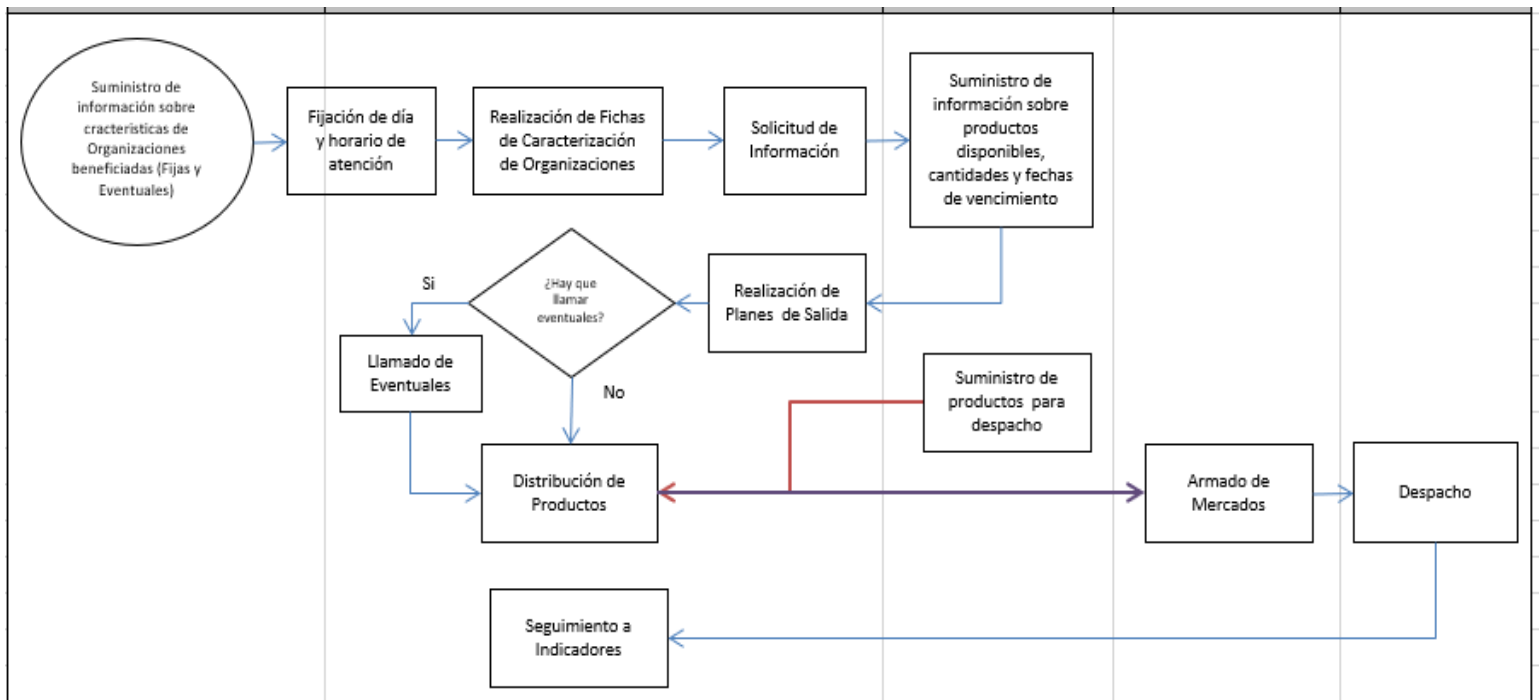


Figura 3. Diagrama de flujo, proceso de despacho administrativo Fuente:(BAC)

Desde el punto de vista logístico, el proceso se puede apreciar en la Figura 4. Todo el alimento que llega al BAC usualmente se despacha el mismo día como donación o que ha llegado en días pasados, por esta razón, es importante nombrar la actividad de clasificación de productos alimenticios del proceso de recepción dentro del proceso de despacho. Cuando el producto llega al BAC, este es clasificado entre producto de primera o producto que necesita manipulación. El producto de primera es despachado en las mismas condiciones que entró y el producto que necesita manipulación es evaluado para determinar su utilidad y ser repartido lo más pronto posible. Cuando se hace esta operación la cantidad de alimento utilizable es registrado en el inventario (esto se realiza diariamente) y con esta información se asigna la cantidad de producto a ser entregado a las fundaciones. Una vez identificado cuánto se le puede entregar, dependiendo los requerimientos de la fundación pactados previamente con gestión social y las cantidades que tienen

actualmente en el granero, se hace la organización del mercado. Finalmente, el mercado es llevado al área de despacho, se pesa y se despacha.

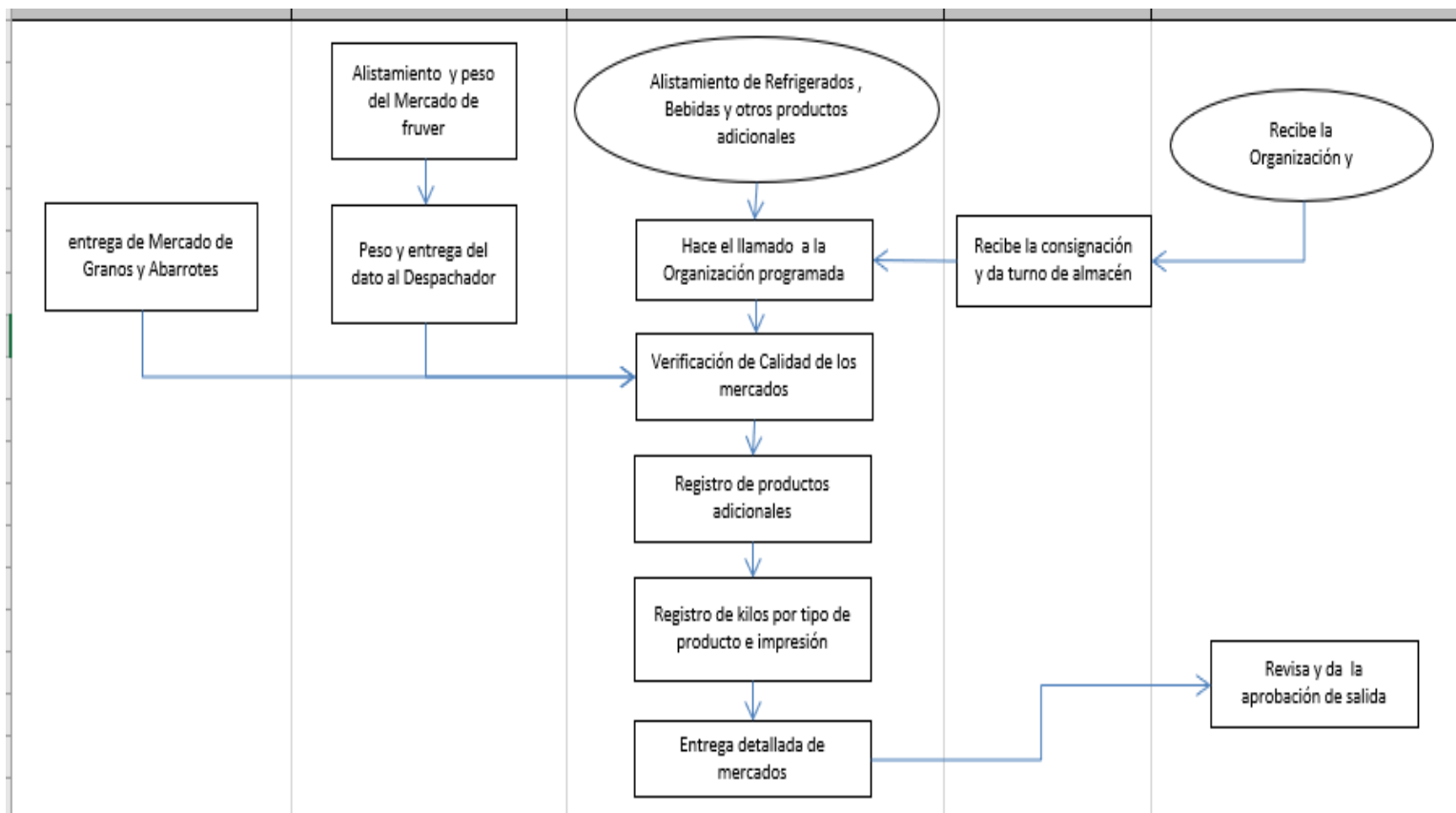


Figura 4. Diagrama de flujo, proceso de despacho general en granero Fuente:(BAC)

Hay que destacar que en ocasiones cuando el BAC recibe una donación muy grande de algún producto que no puede ser repartido entre las organizaciones fijas, procede a llamar eventuales o dan apoyo a otros bancos de alimentos en el país. Como último elemento de la caracterización del proceso de despachos, se definió la manera de entregar alimentos y esta es la manera actual que utiliza el BAC.

Una vez claro lo que hace el BAC en su proceso de despacho de alimentos, el siguiente paso es describir los requerimientos del área de despachos, en los cuales se expresa que para eliminar el formato “ficha de caracterización de organizaciones” es necesario basarse en un criterio nutricional. Para el criterio nutricional, se cuenta con la ayuda de dos (2) estudiantes de nutrición en conjunto con una docente asociados al proyecto INNOBAC. Ellos están encargados de formular las restricciones dietarias que se sugerirán al BAC de acuerdo a las características de la población

de las fundaciones beneficiadas. Una vez generado este nuevo criterio, se procederá a realizar la asignación de los mercados a repartir con un modelo de programación lineal, el cual es explicado a detalle en la siguiente sección.

9.2. Desarrollo del modelo

Debido al carácter de atención del BAC se hace necesario proponer una metodología que se adapte a las necesidades de la organización, para este caso de estudio, se propone un modelo de programación lineal, para posteriormente simular un día del banco y así comprobar el uso de la herramienta. Debido a la falta de información histórica y la dificultad de recolectar nueva información por la variabilidad de productos y cantidades que reciben diariamente se deben hacer ciertos supuestos, y unas propuestas para el BAC, con el fin de mejorar la toma de información para trabajos futuros. los cuales se listan a continuación.

9.2.1. Supuestos

Se empieza por asumir que los diferentes alimentos que se encuentran comúnmente en el BAC, se pueden dividir en seis (6) grupos de alimentos los cuales se resumen en la Tabla 2.

ID Grupo	ID subgrupo	Grupo de alimento
1	1.1	Cereales, raíces, tubérculos y plátanos
2	2.1	Frutas
	2.2	Verduras
3	3.1	Leches y productos lácteos
4	4.1	Carnes, huevos, leguminosas, frutos secos y semillas
5	5.1	Grasas
6	6.1	Azúcares

Tabla 2. Grupos de alimentos encontrados en el BAC

Esta clasificación de alimentos en específico se soporta metodológicamente, a través del aporte realizado por los estudiantes de nutrición y la docente asociados al proyecto INNOBAC.

Con base en estos seis grupos de alimentos se asume que las fundaciones fijas que reciben alimentos del BAC, deben cumplir con tres necesidades básicas de macronutrientes: proteína, lípidos y carbohidratos. Con estos se realizará la optimización de la configuración de mercados, permitiendo un grupo de *intercambios* de alimentos⁷ que pueden ser entregados para suplir la necesidades mencionadas anteriormente. Adicionalmente se asume, basado en la pirámide alimenticia (SENC, 2015.) que el orden de importancia que se debe cumplir para lograr una nutrición diaria óptima es la siguiente: Grupo 1 (Cereales, raíces, tubérculos y plátanos), Grupo 2 y 5 (Frutas, verduras y grasas), Grupo 3 y 4 (Leches, productos lácteos, carnes, huevos, leguminosas, frutos secos y semillas), Grupo 6 (azúcares), tal como se aprecia en la Figura 5, lo anterior está contemplado dentro de las necesidades nutricionales por grupos de edad.

⁷ Intercambio: gramos de alimento perteneciente a un grupo de alimentos que aportan una cantidad determinada de macronutrientes y es equivalente a otros alimentos del mismo grupo.

Pirámide de la Alimentación Saludable



Figura 5. Pirámide de alimentación Saludable Fuente: (SENC, 2015.)

El siguiente supuesto es la necesidad promedio de macronutrientes que se requiere por un grupo de edad. Este supuesto nace de la alta variabilidad de población que tienen las fundaciones beneficiadas por el BAC, especialmente en la categoría “comedor comunitario”, donde reciben población de todas las edades, este supuesto es necesario realizarlo, ya que para la elaboración de las restricciones con las que cuenta este documento, es necesario trabajar con las Guías Alimentarias Basadas en Alimentos (GABAS), para esto se establecen los siguientes rangos de edad para hombres y mujeres: 2 a 5 años; 6 a 9 años; 10 a 13 años; 14 a 17 años; 18 a 59 años y mayores de 60 años.

Se asume que el suministro de alimentos del BAC es constante a lo largo del tiempo del estudio, para que el método usado y los resultados puedan ser comparables al momento en que la organización decida hacer una implementación. Este supuesto se realiza bajo la observación e información brindada por parte del BAC, donde identifican un grupo de alimentos que están abastecidos durante la mayor parte del año. Estos grupos de alimentos tendrán una prioridad de ser usados en el modelo.

Finalmente se asume además que la población beneficiada por el BAC, se mantiene constante el tiempo suficiente para no afectar los resultados de la simulación que se hace en la sección 9.3.

9.2.2. Formulación matemática

Esta sección presenta el modelo matemático de manera general y se muestra un ejemplo con un día del banco en el punto 9.3. Debido a las características del modelo y la operación del banco, sólo es posible por el momento con la información que se brinda, realizar la simulación de fechas puntuales sin crear un retraso adicional en las operaciones del momento.

Conjuntos:

I: Grupos de alimentos: total de alimentos a ser repartidos en el día [kg]

K: Conjunto de grupos de alimentos

M: Fundaciones fijas atendidas en el día

Parámetros:

$Meta_{km}$ Meta de intercambios de alimento tipo *k* por fundación [und intercambio]

Inv_i Inventario diario del BAC de alimento tipo *i* [kg]

$Conv_i$ Intercambios aportados por cada kilogramo de alimento tipo i [und intercambio/kg]

VARIABLES DE DECISIÓN.

X_{im} Cantidad de alimento tipo i para ser repartido (en kg) a la fundación M

Y_{km} Cantidad de alimento para ser repartido (intercambio) a la fundación M

Desviación: Desviación de la meta de alimento de grupo k a ser repartido

Función Objetivo

Minimizar Z : Desviación

Restricciones

1) Balance inventario $\sum_{m \in M} X_{i,m} \leq Inv_i, \forall i \in I$

2) Conversión kg a intercambios: $\sum_{i \in I} (X_{i,m} / Conv_i) = Y_{km} \forall k \in K, m \in M$

3) Desviación: Desviación = $\sum_{k \in K} \sum_{m \in M} Y_{km} - Meta_{km}$

4) Política cumplimiento mínimo: $Y_{km} \geq Meta_{km} \forall k \in K, m \in M$

9.3. Validación del modelo

Con el fin de validar las soluciones dadas por el modelo matemático de la sección 9.2, es necesario realizar una simulación de un día de operación en el BAC. Para esto se recolecta información acerca de la actividad del banco, el inventario de alimento por día, la cantidad de fundaciones que fueron beneficiadas este día y los resultados obtenidos de la forma en que se realiza actualmente la operación (empírica). Esta información será posteriormente comparada con la toma de decisiones que se realiza empleando el modelo matemático, atendiendo a la misma población y con la misma cantidad de recursos en el inventario.

La restricción de “Balance de inventario”, limita la cantidad de alimento que puede ser repartido basado en el inventario del día que registre el BAC; la restricción “Conversión kg a intercambios”, realizan la conversión de los alimentos a los intercambios equivalentes dependiendo el grupo alimenticio (por ejemplo: 31g de almojábana equivale a 1 intercambio del grupo alimenticio “Cereales, raíces, tubérculos y plátanos”); la restricción “Desviación” obtiene la diferencia entre la meta nutricional que tiene cada fundación (basada en las características de la población)

y lo que se envía desde el BAC (convertido en intercambios). Finalmente, la restricción “Política de cumplimiento mínimo” obliga al modelo a enviar por lo menos la meta nutricional. En la Figura 8 se aprecia la meta nutricional de las fundaciones escogidas para la prueba según el grupo alimenticio

Los resultados al seleccionar 16 fundaciones y 18 tipos de alimentos con los que contaba y repartió la fundación (plantilla ejemplo brindada por el BAC), se realizó la prueba por medio del AMPL para determinar el cumplimiento nutricional en intercambios y llevar a una medida equivalente a los dos modelos contrastados. Se muestra a continuación los resultados de dicha prueba en la Tabla 3

		Grupos alimenticios					
Necesidades (en intercambios) por fundación de cada grupo de alimento		CEREALES, RAÍCES, TUBÉRCULO S Y PLÁTANOS	VERDURAS Y FRUTAS	LECHE Y PRODUCTO S LÁCTEOS	CARNES, HUEVOS, LEGUMINO SAS, FRUTOS SECOS Y SEMILLAS	GRASAS	AZÚCARES
ID Fundación	31297533	38.5	24.5	24.5	42	35	21
	66730659	176.5	110.5	110.5	168	115	69
	900593265	171	107	107	162	110	66
	900857709	400.33	250.67	250.00	378.17	253.67	153.33
	901003736	585.5	366.5	365.5	551.5	368	222.5
	901173400	553.5	346.5	345.5	521.5	348	210.5
	901511603	172.67	108.33	108.00	165.83	114.33	69.17
	66730759	150	94	94	144	100	60
	805025297	93.5	58.5	58.5	88.5	60	36
	901052217	170.67	107.33	106.00	162.33	107.33	66.67
	800124716	82.5	52.5	52.5	90	75	45
	900290802	60.5	38.5	38.5	66	55	33
	29503692	88	56	56	96	80	48
	900233872	77	49	49	84	70	42
	901085558	93.5	59.5	59.5	102	85	51
	901089552	330	210	210	360	300	180

Tabla 3. Meta nutricional por fundación y grupo de alimentos

Entrega modelo nuevo	CEREALES, RAÍCES, TUBÉRCULO S Y PLÁTANOS	VERDURAS Y FRUTAS	LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS	CARNES, HUEVOS, LEGUMINOSAS, FRUTOS SECOS Y SEMILLAS	GRASAS	AZÚCARES	Entrega modelo actual	CEREALES, RAÍCES, TUBÉRCULO S Y PLÁTANOS	VERDURAS Y FRUTAS	LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS	CARNES, HUEVOS, LEGUMINOSAS, FRUTOS SECOS Y SEMILLAS	GRASAS	AZÚCARES
31297533	38.5	0	24.5	42	35	21	31297533	30.4	0	23	47	15	423
66730659	176.5	0	110.5	168	115	69	66730659	175	0	102	187	112	80
900593265	171	0	107	162	110	66	900593265	177	0	67	104	120	453
900857709	400.33	0.00	250.00	378.17	253.67	153.33	900857709	415.00	0.00	180.00	354.00	100.00	120.00
901003736	585.5	0	365.5	551.5	368	222.5	901003736	586	0	48	541	342	423
901173400	553.5	0	345.5	521.5	348	210.5	901173400	550	0	340	414	375	236
901511603	172.67	0.00	108.00	165.83	114.33	69.17	901511603	172.67	0.00	112.30	135.90	112.00	70.00
66730759	150	0	94	144	100	60	66730759	171	0	75	186	253.666667	42
805025297	93.5	0	58.5	88.5	60	36	805025297	82.4	0	60.7	168	40	0
901052217	170.67	0.00	106.00	162.33	107.33	66.67	901052217	150.00	0.00	106.00	169.00	87.40	153.00
800124716	82.5	0	52.5	90	75	45	800124716	67	0	330	71	95	75
900290802	60.5	0	38.5	66	55	33	900290802	61	0	48.4	54	83	62
29503692	88	0	56	96	80	48	29503692	82.5	0	35	245	40	87
900233872	77	0	49	84	70	42	900233872	88	0	107	84	80	59
901085558	93.5	0	59.5	102	85	51	901085558	93.5	0	52	47	79	94
901089552	330	0	210	360	300	180	901089552	340	0	342	286	250	356

Tabla 4. Comparación resultados entre modelos de distribución

Diferencia en meta	CEREALES, RAÍCES, TUBÉRCULO S Y PLÁTANOS	VERDURAS Y FRUTAS	LECHE Y PRODUCTO S LÁCTEOS	CARNES, HUEVOS, LEGUMINO SAS, FRUTOS SECOS Y SEMILLAS	GRASAS	AZÚCARES	Diferencia en meta	CEREALES, RAÍCES, TUBÉRCULO S Y PLÁTANOS	VERDURAS Y FRUTAS	LECHE Y PRODUCTO S LÁCTEOS	CARNES, HUEVOS, LEGUMINO SAS, FRUTOS SECOS Y SEMILLAS	GRASAS	AZÚCARES
31297533	0	-24.5	0	0	0	0	31297533	-8.1	-24.5	-1.5	5	-20	402
66730659	0	-110.5	0	0	0	0	66730659	-1.5	-110.5	-8.5	19	-3	11
900593265	0	-107	0	0	0	0	900593265	6	-107	-40	-58	10	387
900857709	0	-250.666667	0	0	0	0	900857709	14.67	-250.666667	-70	-24.1666667	-153.666667	-33.3333333
901003736	0	-366.5	0	0	0	0	901003736	0.5	-366.5	-317.5	-10.5	-26	200.5
901173400	0	-346.5	0	0	0	0	901173400	-3.5	-346.5	-5.5	-107.5	27	25.5
901511603	0	-108.333333	0	0	0	0	901511603	0	-108.333333	4.3	-29.9333333	-2.33333333	0.83333333
66730759	0	-94	0	0	0	0	66730759	21	-94	-19	42	153.666667	-18
805025297	0	-58.5	0	0	0	0	805025297	-11.1	-58.5	2.2	79.5	-20	-36
901052217	0	-107.333333	0	0	0	0	901052217	-20.6666667	-107.333333	0	6.66666667	-19.9333333	86.3333333
800124716	0	-52.5	0	0	0	0	800124716	-15.5	-52.5	277.5	-19	20	30
900290802	0	-38.5	0	0	0	0	900290802	0.5	-38.5	9.9	-12	28	29
29503692	0	-56	0	0	0	0	29503692	-5.5	-56	-21	149	-40	39
900233872	0	-49	0	0	0	0	900233872	11	-49	58	0	10	17
901085558	0	-59.5	0	0	0	0	901085558	0	-59.5	-7.5	-55	-6	43
901089552	0	-210	0	0	0	0	901089552	10	-210	132	-74	-50	176
Total	0	-2039.33333	0	0	0	0	Total	-2.2	-2039.33333	-6.6	-88.9333333	-92.2666667	1359.83333

Tabla 5. Comparación resultados entre modelos de distribución (continuación)

Con los resultados que se muestran en las Tablas 4 y 5 es posible apreciar que el nuevo método cumple de una manera más estricta con la meta nutricional, realizando un análisis de sensibilidad de los resultados obtenidos, en el grupo de azúcares hay una disminución de 49.76% de la cantidad total que se reparte, por otra parte hay un aumento de casi 3% de aumento de alimento repartido en el grupo de carnes, huevos y leguminosas, lo que es una mejoría a la nutrición de las personas beneficiarias de estas fundaciones. Incluso con las suposiciones hechas con el fin de hacer comparable las dos formas de entregar alimentos, el cumplimiento de los requerimientos nutricionales en cada uno de los grupos alimenticios puede jugar un papel vital entre la población, especialmente en los niños y adolescentes.

Se puede apreciar que, por ejemplo en el grupo de carnes, huevos, leguminosas y frutos secos, se está dejando de brindar un total de 88 intercambios, que entrando en contexto, sería lo equivalente a 5.4 kilogramos de este grupo alimentario o desde un enfoque diferente no darle el aporte nutricional necesario de este grupo a 13 niños de 2 a 5 años o 10 jóvenes de 14 a 17 años entre las fundaciones que se atendieron ese día, si este cálculo se extrapola a 1 año sería aproximadamente afectar a más de 4000 niños y niñas de 2 a 5 años.

Por otro lado, se puede observar que el grupo de azúcares tiene un exceso de entrega a las fundaciones beneficiadas en general, aunque esto se debe al alto volumen de donaciones de este tipo de alimentos, este trabajo pretende que en un futuro el BAC pueda sugerir a sus donantes la disminución de productos altos en azúcares por las razones expuestas en la sección 6.1.

La Figura 9 muestra además que el índice de acierto de las necesidades de las fundaciones vs lo enviado por el BAC (expresado como intercambios de grupos de alimentos), oscila entre el exceso y la escasez en las fundaciones, siendo la última predominante en la mayoría de las fundaciones. Mostrando que, aunque el modo empírico le ha permitido al BAC ser referente a nivel nacional, aún pueden mejorar su operatividad con herramientas de ingeniería.

Finalmente se puede concluir a partir de lo expuesto anteriormente que utilizar herramientas de ingeniería, se puede lograr una mejor repartición de los alimentos. Sin embargo, el caso del BAC abarca la necesidad de un software especializado (AMPL, el cual requiere licencia), que tiene un costo considerable, se debe considerar la opción de alguna manera integrar las dos herramientas, ya que, para resolver un nuevo problema, se puede crear un modelo basándose en la tabla de intercambios y modelos simples de programación lineal como se muestra en el anexo 4 y el anexo 10

9.3.1. Tutorial hoja de cálculo “Aplicación en Excel”

Se explica en este apartado las funciones de las diferentes hojas de cálculo que se dejan a manera general con el fin que el BAC pueda integrarlas en las aplicaciones que se desarrollan o ya tienen desarrolladas para la distribución de alimentos.

En la hoja “necesidades en intercambios” se puede encontrar las necesidades nutricionales de una fundación, a la cual se le cubre el 100% de su necesidad nutricional, sólo es necesario digitar el NIT de la misma y automáticamente la hoja realiza el cálculo, como se muestra en la Tabla 6. Nota: se asume que los menores de 6 meses son lactantes, por lo tanto, no tienen una necesidad individual de grupo alimentario, esta se suple por medio de la leche materna.

TABLA NECESIDADES DE ALIMENTOS EN INTERCAMBIOS									
Fundación	Congregación siervas de la madre de Dios		Nit	891380035					
SEXO	HOMBRE	MUJER	NECESIDADES EN INTERCAMBIOS DE ALIMENTO (100%)	CEREALES, RAÍCES, TUBÉRCULOS Y PLÁTANOS	VERDURAS Y FRUTAS	LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS	CARNES, HUEVOS, LEGUMINOSAS, FRUTOS SECOS Y SEMILLAS	GRASAS	AZÚCARES
0 A 5 MESES	0	0	0 A 5 MESES	0	0	0	0	0	0
6 MESES A 4 AÑOS	177	163	6 MESES A 4 AÑOS	1190	680	680	1530	1020	340
5 AÑOS A 12 AÑOS	0	0	5 AÑOS A 12 AÑOS	0	0	0	0	0	0
13 AÑOS A 17 AÑOS	0	0	13 AÑOS A 17 AÑOS	0	0	0	0	0	0
18 AÑOS A 59 AÑOS	0	0	18 AÑOS A 59 AÑOS	0	0	0	0	0	0
MAYORES DE 60 AÑOS	0	0	MAYORES DE 60 AÑOS	0	0	0	0	0	0
CANTIDAD DE MUJERES GESTANTES		0	CANTIDAD DE MUJERES GESTANTES						
CANTIDAD DE MUJERES LACTANTES		0	CANTIDAD DE MUJERES LACTANTES						
POBLACION PROMEDIO NO IDENTIFICADA		0							
CANTIDAD FAMILIAS ATENDIDAS POR UN PROGRAMA		340							
CANTIDAD DE PERSONAS ATENDIDAS A TRAVES DE FAMILIAS		680							
			TOTAL	1190	680	680	1530	1020	340

Tabla 6. Tutorial – Hoja de necesidades de alimentos en intercambios

Para actualizar la información, es necesario dirigirse a la hoja “listados” y modificar la tabla con la información de las fundaciones. Por último, la hoja “conversiones” concede un acceso rápido a la información de cómo transformar los alimentos de kilos a intercambios, como se muestra en la Tabla 7, además permite visualizar las necesidades de todas las fundaciones con población identificada en los rangos

de edad y además permite interactuar con la cantidad de alimento a enviar, permitiéndole a la persona pasar de la categoría alimentos a intercambios de manera sencilla y similar al formato que ejecuta el BAC actualmente y esta información permite actualizar el modelo de programación lineal con el solver de Excel y realizar las conversiones a kilos de alimentos, la decisión de qué alimento enviar a cada fundación queda a criterio del equipo de logística del BAC.

Grupo	AZÚCARES		Grupo	GRASAS
Etiquetas de fila		Equivalencia en kg de 1 inter	Etiquetas de fila	
AZÚCARES SIMPLES		0.073	GRASAS MONOINSATURADAS	
Azucar granulada		0.023	Aceite de canola	
Miel de abejas		0.021	Aceite de oliva	
Panela		0.029	Aguacate	
DULCES Y POSTRES		1.451	Margarinas suaves promedio	
Bocadillo de guayaba		0.03	GRASAS POLIINSATURADAS	
Brevas en almibar		0.1	Aceite de ajonjolí	
Caramelos		0.024	Aceite de girasol	
Cerezas en almibar claro		0.09	Aceite de maiz	
Chocolatina de leche		0.012	Aceite de soya	
Ciruelas pasas		0.041	Mayonesa comercial	
Cocada de panela		0.025	GRASAS SATURADAS	
Coctel de frutas		0.157	Aceite de palma	
Colombineta		0.02	Coco deshidratado	
Confites duros		0.022	Coco fresco rallado	
Durazno enlatado		0.173	Coco pulpa rallada	
Gelatina con azúcar preparada		0.166	Crema de leche liquida entera	
Gelatina de pata		0.023	Manteca de cerdo	
Helado de agua		0.2	Mantequilla	
Helado de vainilla		0.045	Queso crema	
Jarabe de maple		0.037	Tocineta	
Leche condensada		0.028	Total general	
Masmelos		0.03	0.158	
Mermelada		0.036		
Piña enlatada		0.172		
Yogueta		0.02		
Total general		1.524		

Conversión kg a intercambios: dividir los kg existentes del alimento entre la columna "Equivalencia en kg de 1 intercambio"

Tabla 7. Tutorial – Hoja de conversiones

Con esta información, el BAC puede integrar a sus aplicaciones en desarrollo y/o existentes un criterio que les permitirá mejorar la distribución de manera simple y eficaz.

9.3.2. Recomendaciones

Se realizan las siguientes recomendaciones para proyectos futuros que tengan como base este documento:

1. Investigar la factibilidad de asumir que el mismo grupo de alimentos, tiene el mismo aporte nutricional sin importar el gramaje de cada presentación individual (por ejemplo, que las galletas de 200gr contienen el mismo aporte nutricional que galletas de 500gr), ya que se agrupan por porciones y su información nutricional no tiene grandes variaciones para alimentos secos.

2. Registrar la cantidad de alimentos por mes de cada tipo, con este dato se puede lograr un histórico y construir una tendencia de recolección de alimentos como donación, así se puede identificar las fortalezas y ajustar el modelo tanto como sea necesario.

3. Integrar el algoritmo entregado con el fin de calcular la cantidad a despachar basado en la necesidad de cada fundación (es decir, si son 3 comidas al día o menos).

4. Establecer procedimientos para agilizar la operación de armado de mercados en futuros trabajos, que les permita mejorar el *throughput*⁸ de la actividad.

5. Se sugiere al banco de alimentos realizar campañas en que se concientice la disminución de alimentos altos en azúcar, como se establece en la sección 6.1 que establece, con citas de algunas publicaciones en revistas científicas algunos de los efectos adversos que pueden causar este tipo de alimentos a los niños en su desarrollo futuro.

6. Establecer los rangos de edad de la población como aparece en la Tabla 3, con el fin de adaptar el método establecido en este documento y lograr los resultados mostrados en la sección 9.3.1

7. Catalogar el inventario dentro de los 6 grupos de alimentos y 209 tipos de alimentos que se muestran en la tabla 2 y en el Anexo 1, con el fin de facilitar y agilizar la toma de decisiones al proporcionar información al modelo matemático.

8. Continuar con el proyecto planteado por la gerencia operativa de una herramienta que les permita visualizar y gestionar de una manera más eficiente, así con la ayuda del documento en Excel que se anexa en este proyecto, se puede realizar una repartición más eficaz y con aporte nutricional relevante de los alimentos, sin necesidad de AMPL al no necesitar tanta potencia computacional.

9. Digitalizar todos los procesos que sean posibles, esto ayudará a integrar los sistemas, centralizar la información y obtener una base para estandarizar los procesos.

⁸ Medida de cuántas unidades de información/producto puede un sistema procesar en una determinada cantidad de tiempo

10. Evaluar la creación un programa de capacitación acerca de formas para preparar alimentos nutritivos para las fundaciones beneficiadas, con el fin que estas tengan las herramientas necesarias para sacar el máximo provecho de los alimentos donados por el BAC.

10. CONCLUSIONES

Con lo descrito a lo largo del documento, se puede concluir a partir del mismo que:

1. Después de un análisis al funcionamiento actual del BAC que es posible realizar modificaciones en el método de toma de decisiones operativas de una manera sencilla, apoyada en bases nutricionales y con herramientas de ingeniería

2. Basado la información consignada en el presente trabajo que hay un problema cultural acerca de los alimentos que se donan a los distintos bancos de alimentos de Colombia y que terminan afectando el desarrollo de la población más vulnerable como se explica en las secciones 6.1 y 9.3 por lo que es de vital importancia la caracterización que se realizó con el fin de identificar tanto el proceso de configuración de mercados como la población y sus necesidades nutricionales

3. Un caso de estudio como el realizado en el BAC, con un problema aparentemente sencillo de restricción de dieta puede aumentar su dificultad gradualmente al añadir elementos de la realidad del mismo, por ejemplo, el hecho de que los alimentos repartidos son donados y el estado en que estos llegan, lo que dificulta la repartición agregando el tener en cuenta el valor nutricional

4. La herramienta desarrollada en este documento cumple con la funcionalidad solicitada por el BAC y los resultados apoyan teóricamente el impacto positivo que se puede dar a la organización y a la población que se ve beneficiada por el mismo.

5. El cambiar el método de configuración de los mercados muestra en el escenario planteado y con la limitante de recursos que tiene el BAC un aumento de entrega en grupos alimenticios como los cárnicos de 3% mientras se disminuye en un casi 50% los azúcares, que tienen un impacto negativo especialmente en poblaciones más vulnerables.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahire, S. L., & Pekgün, P. (2018). Harvest Hope Food Bank Optimizes Its Promotional Strategy to Raise Donations Using Integer Programming. *Interfaces*, 48(4), 291–306. <https://doi.org/10.1287/inte.2018.0944>
- Alkaabneh, F., Diabat, A., & Gao, H. O. (2021). A unified framework for efficient, effective, and fair resource allocation by food banks using an Approximate Dynamic Programming approach. *Omega*, 100, 102300. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2020.102300>
- Anaya-Arenas, A. M., Ruiz, A., & Renaud, J. (2018). Importance of fairness in humanitarian relief distribution. *Production Planning & Control*, 29(14), 1145–1157. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1542157>
- Babu, S. C., & Gajanan, S. N. (2022). Achieving an ideal diet—modeling with linear programming. In *Food Security, Poverty and Nutrition Policy Analysis* (pp. 557–573). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820477-1.00028-0>
- Balcik, B., & Smilowitz, K. (2020). *Contributions to Humanitarian and Non-profit Operations: Equity Impacts on Modeling and Solution Approaches* (pp. 371–390). https://doi.org/10.1007/978-3-030-11866-2_16
- Berenguer, G., & Shen, Z.-J. (Max). (2020). OM Forum—Challenges and Strategies in Managing Nonprofit Operations: An Operations Management Perspective. *Manufacturing & Service Operations Management*, 22(5), 888–905. <https://doi.org/10.1287/msom.2018.0758>
- Campbell, E. C., Ross, M., & Webb, K. L. (2013). Improving the Nutritional Quality of Emergency Food: A Study of Food Bank Organizational Culture, Capacity, and Practices. *Journal of Hunger & Environmental Nutrition*, 8(3), 261–280. <https://doi.org/10.1080/19320248.2013.816991>
- Castañón, R., Campos, F. A., Doménech Martínez, S., & Villar, J. (2020). The Food Bank of Madrid: A Linear Model for Optimal Nutrition. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 8097. <https://doi.org/10.3390/ijerph17218097>
- Chungchunlam, S. M. S., Garrick, D. P., & Moughan, P. J. (2021). Using Linear Programming to Determine the Role of Plant- and Animal-Sourced Foods in Least-Cost, Nutritionally

- Adequate Diets for Adults. *Current Developments in Nutrition*, 5(11), nzab132. <https://doi.org/10.1093/cdn/nzab132>
- Chungchunlam, S. M. S., Moughan, P. J., Garrick, D. P., & Drewnowski, A. (2020). Animal-sourced foods are required for minimum-cost nutritionally adequate food patterns for the United States. *Nature Food*, 1(6), 376–381. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-0096-8>
- Darmon, N., & Drewnowski, A. (2015). Contribution of food prices and diet cost to socioeconomic disparities in diet quality and health: a systematic review and analysis. *Nutr. Rev.*, 73(10), 643–660. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuv027>
- Darmon, N., Ferguson, E., & Briend, A. (2002). Linear and nonlinear programming to optimize the nutrient density of a population’s diet: an example based on diets of preschool children in rural Malawi. *Am. J. Clin. Nutr.*, 75(2), 245–253. <https://doi.org/10.1093/ajcn/75.2.245>
- Delpino, F. M., Figueiredo, L. M., Flores, T. R., Silveira, E. A., Silva dos Santos, F., Werneck, A. O., Louzada, M. L. da C., Arcêncio, R. A., & Nunes, B. P. (2023). Intake of ultra-processed foods and sleep-related outcomes: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition*, 106, 111908. <https://doi.org/10.1016/J.NUT.2022.111908>
- Ferreira, G. O., Arruda, E. F., & Marujo, L. G. (2018). Inventory management of perishable items in long-term humanitarian operations using Markov Decision Processes. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 31, 460–469. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2018.05.010>
- Fianu, S., & Davis, L. B. (2018). A Markov decision process model for equitable distribution of supplies under uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 264(3), 1101–1115. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.07.017>
- Frías, J. R. G., Cadena, L. H., Villarreal, A. B., Piña, B. G. B., Mejía, M. C., Cerros, L. A. D., Gil, G. B., & Montes, J. O. A. (2023). Effect of ultra-processed food intake on metabolic syndrome components and body fat in children and adolescents: A systematic review based on cohort studies. *Nutrition*, 111, 112038. <https://doi.org/10.1016/J.NUT.2023.112038>
- Ghahremani-Nahr, J., Ghaderi, A., & Kian, R. (2023). A food bank network design examining food nutritional value and freshness: A multi objective robust fuzzy model. *Expert Systems with Applications*, 215, 119272. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.119272>

- Handakas, E., Chang, K., Khandpur, N., Vamos, E. P., Millett, C., Sassi, F., Vineis, P., & Robinson, O. (2022). Metabolic profiles of ultra-processed food consumption and their role in obesity risk in British children. *Clinical Nutrition*, *41*(11), 2537–2548. <https://doi.org/10.1016/J.CLNU.2022.09.002>
- Hasnain, T., Sengul Orgut, I., & Ivy, J. S. (2021). Elicitation of Preference among Multiple Criteria in Food Distribution by Food Banks. *Production and Operations Management*, *30*(12), 4475–4500. <https://doi.org/10.1111/poms.13551>
- Hurtado Carmona, D. (2011). *Teoría General de Sistemas: Un enfoque hacia la ingeniería de sistemas*. 2–3.
- LA REDUCCIÓN DE LA POBREZA Y EL HAMBRE: LA FUNCIÓN FUNDAMENTAL DE LA FINANCIACIÓN DE LA ALIMENTACIÓN, LA AGRICULTURA Y EL DESARROLLO RURAL*. (n.d.). Retrieved May 17, 2023, from <https://www.fao.org/3/y6265s/y6265s03.htm>
- Lane, M. M., Lotfaliany, M., Hodge, A. M., O’Neil, A., Travica, N., Jacka, F. N., Rocks, T., Machado, P., Forbes, M., Ashtree, D. N., & Marx, W. (2023). High ultra-processed food consumption is associated with elevated psychological distress as an indicator of depression in adults from the Melbourne Collaborative Cohort Study. *Journal of Affective Disorders*, *335*, 57–66. <https://doi.org/10.1016/J.JAD.2023.04.124>
- Las cifras del hambre en el mundo – UNICEF*. (n.d.). Retrieved April 23, 2023, from <https://www.unicef.es/noticia/las-cifras-del-hambre-en-el-mundo>
- Ma, Y., Wang, T., & Zheng, H. (2023). On fairness and efficiency in nonprofit operations: Dynamic resource allocations. *Production and Operations Management*. <https://doi.org/10.1111/poms.13940>
- Mescoloto, S. B., Pongiluppi, G., & Domene, S. M. Á. (2023). Ultra-processed food consumption and children and adolescents’ health. *Jornal de Pediatria*. <https://doi.org/10.1016/J.JPED.2023.09.006>
- Network Activity Report 2022 | The Global FoodBanking Network*. (n.d.). Retrieved June 14, 2024, from <https://www.foodbanking.org/es/our-impact/network-activity-report-2022/>

- Orgut, I. S., Ivy, J., Uzsoy, R., & Wilson, J. R. (2016). Modeling for the equitable and effective distribution of donated food under capacity constraints. *IIE Transactions*, 48(3), 252–266. <https://doi.org/10.1080/0740817X.2015.1063792>
- Pérdida y desperdicio de alimentos | Portal de apoyo a las políticas y la gobernanza | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura | Policy Support and Governance | Food and Agriculture Organization of the United Nations.* (n.d.). Retrieved February 26, 2023, from <https://www.fao.org/policy-support/policy-themes/food-loss-food-waste/es/>
- Peters, K., Silva, S., Gonçalves, R., Kavelj, M., Fleuren, H., den Hertog, D., Ergun, O., & Freeman, M. (2021). The Nutritious Supply Chain: Optimizing Humanitarian Food Assistance. *INFORMS Journal on Optimization*, 3(2), 200–226. <https://doi.org/10.1287/ijoo.2019.0047>
- ¿Qué Son los Bancos de Alimentos? - Banco de Alimentos Cali.* (n.d.). Retrieved February 25, 2023, from <https://www.bancodealimentoscali.org/que-son-los-bancos-de-alimentos/>
- Reusken, M., Cruijssen, F., & Fleuren, H. (2023). A food bank supply chain model: Optimizing investments to maximize food assistance. *International Journal of Production Economics*, 108886. <https://doi.org/10.1016/J.IJPE.2023.108886>
- Simmet, A., Depa, J., Tinnemann, P., & Stroebele-Benschop, N. (2017). The Nutritional Quality of Food Provided from Food Pantries: A Systematic Review of Existing Literature. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 117(4), 577–588. <https://doi.org/10.1016/J.JAND.2016.08.015>
- Sociedad Española De Nutrición Comunitaria.* (n.d.). Retrieved November 11, 2023, from <https://www.nutricioncomunitaria.org/es/noticia/piramide-de-la-alimentacion-saludable-senc-2015>
- van Dooren, C. (2018). A Review of the Use of Linear Programming to Optimize Diets, Nutritiously, Economically and Environmentally. *Frontiers in Nutrition*, 5, 48. <https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00048>

12. CRONOGRAMA DE TRABAJO

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**3 se presenta un resumen del cronograma de actividades para llevar a cabo el Proyecto de investigación. La frecuencia de las reuniones con el Director será de una vez por semana.

Actividad	Mes					
	1	2	3	4	5	6
Revisión bibliográfica	█					
Recolección de datos en BAC		█				
Análisis de datos			█			
Desarrollo del modelo de programación lineal				█		
Escritura del borrador con el nuevo método de configuración de mercados					█	
Escritura de documento		█				

Tabla 8 Cronograma de actividades.

13. GLOSARIO DE TERMINOS ESPECIALES

Diagrama SIPOC: Herramienta de gestión de procesos, que permite visualizar el proceso de manera sencilla y general.

Inseguridad Alimentaria: Insuficiente ingestión de alimentos, que puede ser transitoria (cuando ocurre en épocas de crisis), estacional o crónica (cuando sucede de continuo).

Mercados: Conjunto de donaciones que son entregadas a las fundaciones beneficiarias del Banco de Alimentos de Cali, estas son entregadas en canastillas o el tipo de recipiente correspondiente para el tipo de alimento.

Seguridad alimentaria: Acceso de todas las personas, en todo momento, a los alimentos necesarios para cubrir las necesidades nutricionales y tener una vida activa y saludable. Los alimentos deben ser inocuos, es decir libres de contaminación.

Situación de vulnerabilidad: Presencia de factores por lo que las personas corren el riesgo de sufrir inseguridad alimentaria o malnutrición.

Subalimentación: incapacidad de una persona de adquirir alimentos suficientes para satisfacer las necesidades de energía alimentarias mínimas diarias durante un periodo de al menos un año.

Throughput: Medida de cuántas unidades de información/producto puede un sistema procesar en una determinada cantidad de tiempo.

Intercambio: gramos de alimento perteneciente a un grupo de alimentos que aportan una cantidad determinada de macronutrientes y es equivalente a otros alimentos del mismo grupo.

GABAS (Guías Alimentarias Basadas en Alimentos): son un instrumento que traduce una amplia base de evidencia sobre las relaciones entre los alimentos, los patrones de dieta y la salud en recomendaciones apropiadas para la población de acuerdo a la cultura y al contexto nacional.

14. TABLA DE ANEXOS

Anexo	Nombre de archivo	Tipo de archivo
1	Aplicación en excel	Excel
2	Caracterización de proceso Distribución	PDF
3	Solución AMPL	Texto plano (.txt)
4	Modelo AMPL	Model (.mod)
5	Base de datos información nutricional	Excel
6	Fotos BAC	JPG
7	Archivo Datos	.dat
8	Como correr el programa de AMPL	Texto plano (.txt)
9	Archivo run	.run (AMPL)
10	Ejemplo ayuda para programar en AMPL	.JPG

Tabla 9 Tabla de anexos