



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

e- Agronegocios

e-Agronegocios

Revista electrónica publicada por el Centro de Investigación en Economía Agrícola y Desarrollo Agroempresarial, la Escuela de Economía Agrícola y Agronegocios y el Programa de Posgrado en Gerencia Agroempresarial de la Universidad de Costa Rica, 2060, San José, Costa Rica.

e-Agronegocios

Revista electrónica semestral, ISSN-2215-3462

Volumen 4, número 1, artículo 1

Enero-junio 2018

Publicado 1 de enero, 2018

<https://sites.google.com/site/eagronegociosucr/>

PROPUESTA DE RUTAS INTELIGENTES PARA LOS CENTROS DE PROCESAMIENTO Y MERCADEO DE ALIMENTOS (CEPROMAS) DE LAS ZONAS DE GUATUSO Y UPALA, COSTA RICA

David Barboza-Navarro

Carlos González-Blanco

Nathaly Montero-Solís

Propuesta de Rutas Inteligentes para los Centros de Procesamiento y Mercadeo de Alimentos (Cepromas) de las Zonas de Guatuso y Upala, Costa Rica

David Barboza-Navarro¹, Carlos González-Blanco², Nathaly Montero-Solis³

RESUMEN

Los Centros de Procesamiento y Mercadeo de Alimentos (Cepromas) fueron creados en el 2008 por el Gobierno de la República de Costa Rica en zonas de alta vulnerabilidad socioeconómica y son administrados por organizaciones de pequeños productores. Estos tienen el propósito de mejorar la economía rural campesina y la disponibilidad de alimentos básicos, además de desarrollar ideas innovadoras.

Existen al menos siete Cepromas que procesan frijol, ubicados en la Zona Norte, Zona Sur y Región Chorotega; siendo la primera, la zona de mayor producción a nivel nacional. Por lo anterior, el objetivo principal de esta investigación es determinar un sistema de rutas inteligentes de transporte para que los Cepromas de San Blas, La Palmera y Llano Bonito, ubicados en la Zona Norte, puedan convertirse en un ente comercializador de frijol 100% costarricense en diferentes mercados del país.

Para definir las rutas de menor costo entre los centros de procesamiento y los mercados de destino, se implementó el Método de Aproximación de Vogel, basado en los principios de programación lineal. Además, se estimó la demanda y la oferta respectiva para los mercados de interés y los Cepromas.

Entre los resultados obtenidos se identificó la necesidad para los Cepromas de interés de comprar frijol a Cepromas de la Zona Sur, con el fin de evitar un desabastecimiento de los mercados potenciales cuando la Zona Norte no está en época de producción. También, se determinaron las inversiones necesarias en vehículos para transporte del producto y se estimaron costos de transporte que varían entre ₡6.974 y ₡17.378 por tonelada, dependiendo de la época.

Palabras clave: Ceproma, frijol, comercialización, rutas inteligentes, Método Vogel

Fecha de recibido: 20 de octubre de 2017

Fecha de aprobado: 28 octubre de 2017

Fecha de corregido: 10 de noviembre de 2017

¹ Estudiante de la carrera de Economía Agrícola y Agronegocios. Universidad de Costa Rica. Costa Rica.

² Estudiante de la carrera de Economía Agrícola y Agronegocios. Universidad de Costa Rica. Costa Rica.

³ Estudiante de la carrera de Economía Agrícola y Agronegocios. Universidad de Costa Rica. Costa Rica.

Proposal of Intelligent Routes for the Food Processing and Marketing Centers (Cepromas) of the Guatuso and Upala Zones, Costa Rica

ABSTRACT

Food Processing and Marketing Centers (Cepromas) were created in 2008 by the Costa Rican Government in areas of high socioeconomic vulnerability and are managed by small producer's organizations; with the main purpose of improving rural economy and food availability, in addition of developing innovative ideas.

There are at least seven Cepromas that process beans in Costa Rica, located in the North Area, the South Area and the Chorotega Region, being the North Area the one with the biggest harvest nationwide. Therefore, the main objective of this research is to determine a system of smart transportation routes, where the Cepromas of San Blas, La Palmera and Llano Bonito become a single processing and distribution company of 100% Costa Rican beans in different markets around the country.

To define the lowest cost routes between the processing centers and the target markets, the Vogel Approach Method was implemented, based on the principles of linear programming; in addition, the respective potential demand from the markets of interest and the potential supply by Cepromas were estimated.

Among the results obtained, the need to buy beans from Cepromas of the Southern Zone by the Cepromas of the Northern Zone in order to avoid a shortage when the province of Alajuela is not in production season was identified and labeled as a very important factor; in addition, the necessary investments in vehicles for transportation were determined and transporting costs were estimated ranging between ₡6,974 and ₡17,378 per ton depending on the season.

Key words: Ceproma, bean, commercialization, smart routes, Vogel method

1. INTRODUCCION

El Centro de Procesamiento y Mercadeo de Alimentos (Ceproma), es una figura estratégica creada en el año 2008 por el Gobierno de la República de Costa Rica, para que pequeños productores se motiven a sembrar alimentos básicos, con la finalidad de que en las poblaciones rurales, que generalmente son las más vulnerables, se establezcan unidades productivas agroindustriales, principalmente para el tratamiento de granos básicos esenciales en la dieta del costarricense, promoviendo la seguridad, soberanía alimentaria y la comercialización de los excedentes, además de generar empleo (Inder, 2017).

A partir del año 2011 se presenta la oportunidad para los Cepromas de ingresar como proveedores de frijol al Programa de Abastecimiento Institucional (PAI)², con la compra del producto cosechado en los asentamientos campesinos de la Zona Norte prioritarios del Instituto de Desarrollo Rural (Inder), lo cual permite que los Cepromas no solo procesen y distribuyan, sino también que se involucren con los términos de calidad exigidos por el Consejo Nacional de Producción (CNP).

En la actualidad, un Ceproma es una alternativa real para potencializar la industria y el comercio de la producción agroalimentaria de la Zona Norte debido a que aproximadamente el 67% de la producción de frijol costarricense proviene de dicha región (CNP, 2017). Por lo tanto, fortalecer la figura de los Cepromas con equipos, infraestructura, y capacitación administrativa y operativa, es de gran ayuda para aumentar la productividad, promoviendo el desarrollo socioeconómico de la población pertinente, aprovechando al máximo el potencial productivo del frijol y haciendo uso de la maquinaria instalada.

Una de las limitantes de la producción de frijol en esta región es su única cosecha anual, generalmente en el periodo febrero-marzo, debido a las condiciones climáticas, con el agravante que el frijol deba ser comercializado antes de los 3-4 meses después de ser cosechado, ya que el grano comienza a endurecerse y pierde calidad (Inder, 2017).

Además, la elevada importación de frijoles al mercado nacional agrava la situación para los Cepromas; comparativamente, durante los primeros cinco meses del año 2017 se importó cerca de un 25% y un 71% más que en el mismo periodo del 2016 y 2015, respectivamente (SIMA, 2017). Con ello, se nota una clara tendencia al aumento de las importaciones de frijol en detrimento del productor nacional.

Debido a lo anterior, el objetivo principal de esta investigación es determinar un sistema de distribución eficiente que permita que los Cepromas de la Zona Norte (San Blas y La Palmera ubicados en Upala, y Llano Bonito en Guatuso) puedan convertirse en un ente comercializador de frijol 100% costarricense en diferentes mercados del país, incluidas las ferias del agricultor de Ciudad Quesada, La Fortuna y Liberia, además del potencial Mercado Regional Chorotega. Se seleccionan estos tres Cepromas debido a su ubicación en un área de alta producción de frijol y de carácter rural, lo que dificulta la comercialización directa del grano. Además, se debe aclarar que el Ceproma de San Blas tiene la menor productividad actualmente por lo que se asume un potencial operativo que nivele a los tres Cepromas.

Para cumplir el objetivo se establece primero la demanda potencial de distintos mercados, la oferta potencial de frijol de los Cepromas a partir de la producción de la Zona Sur y Norte que equilibre la oferta y demanda, la estimación de los costos mínimos de transporte mediante el Método de Aproximación Vogel y la optimización de logística y distribución.

² Es un programa ejecutado para atender las necesidades de suministros alimenticios de las instituciones del Estado, que por ley están obligadas a adquirir esos suministros a través del CNP (CNP, 2014).

2. REFERENTE TEORICO

El método más común utilizado que determina soluciones eficientes para resolver el problema de transporte es el Método de Aproximación de Vogel (VAM) el cual implica calcular una penalización (diferencia entre el costo más bajo y el segundo costo más bajo) para cada fila y columna de la matriz de costos, asignando el número máximo de unidades posible a la celda de menor costo en la fila o columna con la penalización más grande (Balakrishnan, 1990).

Esta solución inicial puede no ser muy eficiente para problemas desequilibrados, por lo que se propone una modificación (SVAM) que ignora cualquier penalización que involucre una fila o columna ficticia. Este enfoque, sin embargo, tiene la desventaja de que las penalizaciones de fila se ignoran y, por lo tanto, la matriz de costos no se utiliza eficientemente. Sin embargo, Balakrishnan (1990) sugiere otra modificación (GVAM) que explica que, si el costo de transportar bienes hacia o desde un punto ficticio es igual al costo de transporte más alto, se debe colocar un cero. No obstante, se recomienda probar todos los modelos a la hora de hacer un análisis.

Sharma, Abbs & Kumar (2012) trataron el problema del transporte por medio de la programación lineal con el uso de Tora Software, mediante los siguientes métodos: de Doble Simetría, de Fase Dos, Simple Limitado y Big M. En el análisis, se determinó el costo óptimo de transporte para satisfacer la demanda por medio de sus suministros, y haciendo uso de estos métodos, se obtuvo el mismo resultado en cada oportunidad, llegando a la conclusión que el método Simplex Dual es el mejor con respecto a VAM ya que tiene un mínimo de interacciones.

Por otra parte, tras detectar la necesidad de optimizar los recursos del Estado y que no se presenten contratiempos con las diferentes rutas que realizan los vehículos de guardia del Comando de Apoyo Logístico de Infantería de Marina, Acuña & Chacón (2013) analizan el problema de transporte con la finalidad de optimizar el uso de los equipos de movilidad terrestre según lo ameriten las diferentes situaciones.

Para ello se utilizó el algoritmo matemático Simplex Simplificado, teniendo en cuenta los tres criterios alternativos de solución: Método de Aproximación de Vogel, Método de Aproximación de Russell y la Regla de la Esquina Noroeste. Después de los análisis realizados, encontraron la cantidad óptima y el costo mínimo que involucraría la movilidad del personal, capacitaciones, vehículos y bienestar de equipos de trabajo dentro de la guardia de apoyo a los diferentes puntos que demandaran su presencia.

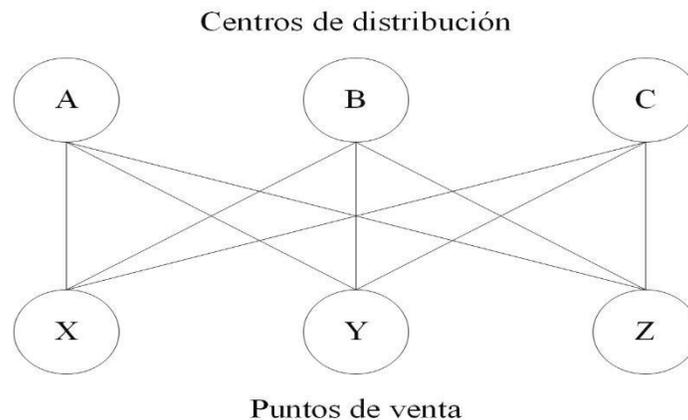
3. METODOLOGIA

Con el fin de identificar las mejores rutas de distribución de cada Ceproma hacia los diferentes mercados de destino del producto, se midieron las distancias en carretera por medio de Google Maps y se calculó el consumo promedio de combustible para obtener el costo por kilómetro (km) de transporte, dependiendo del tipo de vehículo a utilizar según el volumen potencial de la demanda. En la visita realizada se obtuvieron las ubicaciones de los Cepromas de la Zona Norte mediante georreferencia satelital, mientras que la ubicación de los Cepromas de la Zona Sur se obtuvo de los planos catastrados proporcionados por el Inder.

Para obtener el consumo promedio de combustible por kilómetro se utilizaron tres camiones, dos en la Zona Sur y uno en la Zona Norte, con distinto nivel de tonelaje dependiendo de la cantidad de frijol que se deberá transportar, pues se estimó que darán abasto con la distribución total. Se propone que el vehículo de la Zona Norte sea comprado entre los tres Cepromas de dicha región pues se utilizará constantemente para abastecer las ferias del agricultor y demás actividades de los Cepromas; mientras que, los vehículos de la Zona Sur serán contratados por fletes con el fin de reducir el riesgo de pérdida económica por daños a los activos o robo, pues no podrán ser supervisados por personal administrativo de los Cepromas de interés.

Una vez estimados los costos y distancias, se procede a realizar el VAM para establecer los costos mínimos de transporte, identificando el volumen de frijol que debe suplir cada Ceproma, según la capacidad productiva y la demanda de mercado. Izar (1996) describe Vogel como una metodología de aplicación del principio de programación lineal para resolver problemas de distribución o transporte, desde centros de distribución hasta distintos puntos de venta.

Figura 1. Diagrama de los centros de distribución A, B y C y puntos de venta X, Y y Z



Fuente: adaptado de Izar (1996)

La Figura 1 representa un diagrama de logística de distribución en el que se determinará, con los cálculos respectivos, cuales puntos de venta y en qué cantidad de producto deberá suplir cada centro de distribución, tal que se minimice el costo de transporte; además, demuestra que cada uno de los centros de distribución puede abastecer cualquiera de los puntos de venta.

El VAM plantea que la oferta es igual a la demanda, y obtiene el costo mínimo total de transporte (Z) de acuerdo con el costo de transporte unitario (C_{ij}) desde un centro de distribución (i) a un punto de venta (j) con respecto a la cantidad total de unidades que se enviarán a cada punto de venta (X_{ij}). Por lo tanto:

$$= \sum_{j=1}^n X_{ij} = d_j \quad \text{Ecuación 1}$$

Esta ecuación deberá estar sujeta a las siguientes restricciones para satisfacer la igualdad entre la oferta y la demanda:

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = d_j \quad \text{Ecuación 2}$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = s_i \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde s_i es la oferta del centro de distribución y d_j es la demanda del punto de venta.

Figura 2. Matriz de transporte para los centros de distribución A, B y C y los puntos de venta X, Y y Z

	X	Y	Z	Oferta (s)
A	V C_{AX}	V C_{AY}	V C_{AZ}	sA
B	V C_{BX}	V C_{BY}	V C_{BZ}	sB
C	V C_{CX}	V C_{CY}	V C_{CZ}	sC
Demanda (d)	dX	dY	dZ	

Fuente: adaptado de Izar (1996)

En la figura anterior, en el recuadro superior derecho que aparece en cada casilla (desde C_{AX} hasta C_{CZ}) se anota el costo de enviar una unidad del centro de distribución (A, B y C) del reglón en el que está ubicada la casilla hacia el punto de venta o consumo (X, Y y Z) de la columna correspondiente a la casilla (Izar, 1996). En las casillas “V” se presentará el volumen de producto que deberá enviar cada centro de distribución a los respectivos puntos de venta para optimizar el costo de transporte; con la condición que la oferta debe ser igual a la demanda.

Este método se implementó por ser el más utilizado para lograr una asignación inicial en la optimización de rutas y minimización de costos de transporte, no es complicado y ofrece buenas aproximaciones (Izar, 1996).

Además, por medio de un análisis de la oferta de frijol por región a partir de bases de datos del CNP, se determinaron los meses y la cantidad que cada uno de los Cepromas debe procesar para evitar situaciones de desabastecimiento o transportes innecesarios que incrementarían los costos de distribución.

Para la estimación de la demanda nacional de frijol, se utilizó la siguiente fórmula:

$$= \frac{*****}{\dots} \quad \text{Ecuación 4}$$

DS = Demanda Semanal

CP = Compradores Potenciales

CD = Coeficiente de Demanda

CC = Coeficiente de Compradores

PF = Personas por Familia

GS = Gasto Semanal

CK = Colones por Kilogramo

KT = Kilogramo por Tonelada

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de la investigación se basan en tres ejes, demanda, oferta y rutas inteligentes; cada uno de ellos analizado bajo diferentes supuestos. En los siguientes apartados se discute cada eje de manera separada.

4.1 Demanda

La demanda de frijol se determina a partir de datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), el cual estima una población total en Costa Rica para el año 2017 de 4.890.379 personas, de las cuales, cada una de ellas consume 0,32 kilogramos (kg) de frijol por semana (INEC, 2016), lo que implica un consumo semanal de frijol de 1.564.921 kg, asumiendo un precio promedio por kg de ¢1.000, según el boletín de precios del Programa Integral de Mercadeo Agropecuario³ 26 de mayo del 2017 (PIMA, 2017).

Tabla 1. Costa Rica: Gasto semanal per cápita de frijol

Precio del frijol (¢/kg)	Consumo semanal per cápita (kg)	Gasto semanal per cápita (¢)
1000	0,32	320

Fuente: elaboración propia con datos de INEC (2017) y PIMA (2017)

Se escogieron cuatro mercados estratégicos para la comercialización de frijol de los Cepromas de San Blas, Llano Bonito y La Palmera durante todo el año, entre ellos las ferias del agricultor de Ciudad Quesada y La Fortuna ubicadas en San Carlos de Alajuela, debido al alto volumen de asistencia entre todas las ferias de la región y por su cercanía a los Cepromas ya mencionados. Además, el Mercado Regional Chorotega (MRC)⁴ y la feria del agricultor de Liberia, ubicados en la provincia de Guanacaste fueron seleccionados ya que el MRC es un mercado con potencial por su futura posición estratégica y el impacto

³ Programa público encargada de ofrecer servicios para el mejoramiento del mercadeo de productos agroalimentarios (PIMA, 2017).

⁴ Proyecto para la creación de un mercado mayorista en la Región Chorotega que facilite la distribución y comercialización de productos agroalimentarios (GOBIERNOCR, 2017).

económico y social que pueda generar en su zona de influencia, y la feria del agricultor de Liberia por su ubicación estratégica de acuerdo con el MRC y la cantidad de personas que en ella participa semanalmente.

De acuerdo con la Ecuación 4, se determina la demanda semanal de frijol en los mercados de influencia, en la cual *CP* es estimado tomando como base que el 11% de la población de Ciudad Quesada asiste a la principal feria de la zona (Porrás, 2017), por lo que se utiliza el mismo porcentaje para las restantes ferias del agricultor. *CC* trabaja bajo el supuesto de que un 66% de las personas que asisten a las ferias compran algún producto, *CD* corresponde a un 40%, dicho porcentaje hace referencia a la cantidad de personas que comprarían frijoles y *PF* corresponde a 3,34 personas por familia (INEC, 2017).

Según los datos anteriormente explicados el cálculo de la demanda semanal de dichos mercados se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Costa Rica: Estimación de la demanda semanal de frijol en toneladas en los mercados de influencia

Mercado	Población	Compradores Potenciales	Demanda semanal
Feria de Ciudad Quesada	44.583	5.000	1,41
Feria de La Fortuna	18.119	2.032	0,57
Feria de Liberia	61.509	6.898	1,94
MRC	-	-	43,99*
Total			47,91

Fuente: elaboración propia con datos del INEC (2017)

Nota: * Obtenido mediante entrevista a personeros del Inder (2017), basado en la investigación de mercado para el establecimiento del MRC

Mediante los cálculos obtenidos en la Tabla 2 se estima una demanda semanal de 1,41 ton de frijol en la feria de Ciudad Quesada, 0,75 y 1,94 para las ferias Fortuna y Liberia respectivamente, y aproximadamente 44 ton para el Mercado Regional Chorotega. Obteniendo una demanda total semanal de 47,91 ton para los cuatro mercados en estudio.

4.2 Oferta

De acuerdo al VI Censo Nacional Agropecuario realizado por el INEC, para el año 2014 existían en el país un total de 14.707 fincas dedicadas a la producción de frijol, con una extensión sembrada de 19.470,5 hectáreas, de las cuales aproximadamente un 91,34% fueron cosechadas. Destaca la participación de la Zona Norte del país, pues del total de hectáreas sembradas a nivel nacional, cerca de un 34% pertenecían a dicha zona, con un total de 6204,6 hectáreas cosechadas.

En Costa Rica, la mayor producción de frijol proviene de las regiones Brunca, Chorotega y Huetar Norte, donde actualmente Los Chiles se ubica como el máximo productor abarcando cerca del 50% de la producción nacional (Solís, 2017). Datos del CNP (2017) muestran que para el periodo 2016-2017, el total de hectáreas sembradas fue de 17.529, cosechándose cerca de un 99,77%; no obstante, dicho dato no contempla el territorio de influencia de los Cepromas ni el de Los Chiles. Con dichas excepciones, dada la falta de disponibilidad de datos oficiales actualizados, se asume que la cantidad de hectáreas dedicadas al cultivo de frijol se mantiene constante en relación con los datos obtenidos en el 2014.

El CNP (2017) contabilizó un total de 9.795 toneladas métricas producidas y cosechadas para el periodo 2016-2017. Tal y como se mencionó anteriormente, Los Chiles cosecha aproximadamente el 50% de la producción nacional, por lo tanto, el total de toneladas métricas sobre el cual se establecen las bases para esta investigación es de 20000 (+/- 500).

Una vez determinada la producción nacional, se asumirá que los tres Cepromas en cuestión podrán procesar y empacar con una eficiencia similar debido a que cuentan con el equipo y la infraestructura básica para procesar el mismo volumen de frijol.

Tabla 3. Costa Rica: Procesamiento potencial de frijol en un Ceproma

Rubro	Ceproma
Tiempo promedio seg/bolsa *	5,50
Tiempo estándar seg/bolsa **	7,15
Bolsas/hora	503,50
Bolsas/jornada	4.027,97
Bolsas/semana	20.139,86
Kg/semana	18.125,87
Ton/semana	18,13

Fuente: elaboración propia

Nota: * Bolsa de 900 gramos

** Tiempo promedio más el 30% ocasionado por suplementos por descanso

Para la estimación de la oferta potencial de cada Ceproma, la jornada laboral se estableció en 8 horas, trabajando cinco días a la semana. Multiplicando el total de toneladas por semana (ver Tabla 3) por los tres Cepromas, se obtiene una oferta potencial aproximada de 54,38 ton semanales, lo que equivale a 235,64 ton de frijol al mes.

La cosecha de frijol en Costa Rica se delimita a dos periodos anuales, el primero abarca los meses de enero, febrero, marzo y abril, y el segundo julio, agosto y setiembre. En cuanto a las zonas de influencia productiva se identificaron las siguientes:

Región Brunca: Coto Brus, San Isidro, Buenos Aires, Pejibaye y Palmar Norte, ofertaron un total de 4.298 toneladas métricas en los meses de julio, agosto y setiembre de 2016 y enero y febrero de 2017.

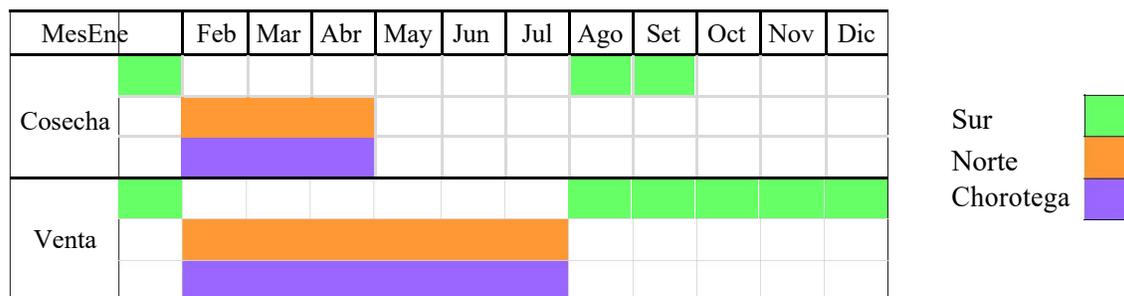
Región Chorotega: La Cruz produjo un total de 1.856 toneladas en los meses febrero, marzo y abril de 2017.

Huetar Norte: Upala y Guatuso ofertaron un total de 1.708 y 229 toneladas respectivamente en los meses de febrero, marzo y abril de 2017.

Con base en los datos anteriores se observa que la región Huetar Norte cosecha frijol durante 3 meses al año, sin embargo, según información de Ramírez (2017), el frijol posee una vida útil en anaquel de seis meses, por lo que los Cepromas de la Zona Norte no podrían comercializar frijol de la región durante todo el año. Debido a lo anterior, surge la necesidad de comprar frijoles a la Zona Sur y Región Chorotega para así poder ofertar producto durante los doce meses del año (ver Tabla 4).

Para satisfacer la necesidad de comprar frijoles a otras regiones, se propone que los Cepromas en cuestión compren al Ceproma de Valle del Orosi en Guanacaste y a los Cepromas El Progreso, Agricoop y Sansi en la Zona Sur. Dichas compras se realizarían durante los meses en que estas regiones están en periodo de cosecha, para que se pueda cubrir la demanda potencial en el periodo en que no se cosecha en la Zona Norte.

Tabla 4. Costa Rica: Cosecha y venta anual de frijol en las zonas de interés



Fuente: elaboración propia con datos del CNP (2017)

A partir de los datos analizados en el apartado de demanda, se definió que la cantidad que potencialmente podría abastecerse al MRC y ferias del agricultor de Ciudad Quesada, Liberia y La Fortuna es de 42 ton/sem. Para cubrir dicha demanda, los Cepromas de Upala y Guatuso deberán procesar 14 ton/sem cada uno, 4,13 ton por debajo de su capacidad instalada. Sin embargo, es importante detallar que, para los meses de febrero, marzo y abril, los tres Cepromas operarán a su máxima capacidad para cubrir las 161 toneladas que en promedio demanda el PAI anualmente.

En la Tabla 5 se establece el manejo de inventario total anual que deben tener los Cepromas para comprar mes a mes la cantidad exacta de frijol y abastecer la demanda potencial, evitando que el producto pase más de 4 meses dentro de las instalaciones, con el fin de vender un producto de calidad con una vida útil restante de dos meses.

Tabla 5. Costa Rica: Manejo de inventario anual en toneladas para abastecer los mercados potenciales

Rubro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Inventario inicial	54,4	408,4	406,1	580,9	607,8	425,9	243,9	90,2	564,6	600,3	418,3	236,3
Demanda	182,0	235,6	235,6	235,6	182,0	182,0	182,0	182,0	182,0	182,0	182,0	182,0
Compras	536,0	233,3	410,5	262,6	0,0	0,0	28,3	656,4	217,6	0,0	0,0	0,0
Inventario final	408,4	406,1	580,9	607,8	425,9	243,9	90,2	564,6	600,3	418,3	236,3	54,4

Fuente: elaboración propia

Nota: El tiempo máximo que pasará el producto empacado dentro de los Cepromas es de 3,3 meses, por lo que se cumple con la meta de vender el producto con al menos 2 meses de vida útil restante

4.3 Rutas inteligentes: mínimo costo de transporte

En términos de transporte, cuando la Zona Norte está en época de producción y procesamiento de frijol, se requerirá el pago de servicio de transporte de un tráiler con capacidad de 30 ton para llevar el producto al MRC, con la finalidad de abaratar costos debido a que, al utilizar un camión de mayor capacidad de tonelaje, los costos por tonelada por kilómetro son menores que al transportar con un camión de menor tonelaje; y la compra de un camión de 2,5 ton para la distribución de frijol en las ferias de Liberia, La Fortuna y Ciudad Quesada, por lo que, de los Cepromas del Norte se propone saldrán los dos vehículos a los distintos mercados para comercializar el frijol.

Cuando la producción y empaque está en la Zona Sur se pagará de la misma manera, un tráiler de 30 ton para enviar el frijol ya empacado al MRC desde el Ceproma El Progreso. Los Cepromas Sansi y Agricoop enviarán su producto hasta el Ceproma El Progreso mediante un camión de 10 ton, el cual laborará bajo servicios de contrato o flete.

En la Tabla 6 se presentan las distancias calculadas en kilómetros entre los centros de procesamiento y los mercados de destino.

Tabla 6. Costa Rica: Distancia total en kilómetros desde los Cepromas hasta los respectivos mercados de destino

	Llano Bonito	San Blas	La Palmera	Valle del Orosi	El Progreso	Sansi	Agricoop	MRC
Fer. C. Quesada	168,2	344,0	230,0	-	-	-	-	388,0
Fer. La Fortuna	112,2	288,0	173,2	-	-	-	-	300,0
Fer. Liberia	234,0	119,6	208,0	-	-	-	-	45,6
MRC	286,0	173,2	260,0	*105,0	*365,0	-	-	-
Cep. El Progreso	-	-	-	-	-	236,0	230,0	-

Fuente: elaboración propia

Nota: Las celdas en blanco corresponden a distancias que no se necesitan recorrer

* Corresponde solo a ida debido a que es camión contratado

Una vez calculadas las distancias entre los Cepromas y cada mercado potencial, se procede a calcular los costos de transporte según las toneladas de frijol a trasladar y el tipo de camión a utilizar, cuyos resultados se observan a continuación.

Tabla 7. Costa Rica: Costo en colones de transporte por tonelada desde los puntos de procesamiento hasta los mercados de destino

	Llano Bonito	San Blas	La Palmera	Valle del Orosi	El Progreso	Sansi	Agricoop	MRC
Fer. C. Quesada	5.080*	10.389*	6.946*	-	-	-	-	11.718*
Fer. La Fortuna	3.389*	8.698*	5.231*	-	-	-	-	9.060*
Fer. Liberia	7.067*	3.612*	6.282*	-	-	-	-	1.377*
MRC	8.638	5.231	7.852	10.000	28.333	-	-	-
Cep. El Progreso	-	-	-	-	-	2.546	2.481	-

Fuente: elaboración propia

Nota: * Solo incluye costo del combustible

A partir de estos datos se realizaron tres pruebas de Vogel, una cuando los Cepromas de la Zona Norte están produciendo, otra cuando la Zona Sur produce y la última para el Ceproma de Valle del Orosí, con el fin de optimizar los costos de distribución.

Tabla 8. Costa Rica: Matriz de Vogel con los volúmenes optimizados en toneladas por semana que deben suplir los Cepromas de Upala y Guatuso a los mercados correspondientes

	Llano Bonito	San Blas	La Palmera	Suma	Requerim.
Fer. C. Quesada	1,41	0	0	1,41	1,41
Fer. La Fortuna	0,57	0	0	0,57	0,57
Fer. Liberia	0	1,94	0	1,94	1,94
MRC	12,02	12,05	14,00	38,07	38,07
Suma	14,00	14,00	14,00		
Capacidad	14,00	14,00	14,00		

Fuente: elaboración propia

Según datos de la Tabla 8, se estima un total ¢292.870 invertidos en el transporte de 41,99 toneladas semanales, proyectando un costo promedio por tonelada de ¢6.974 para el transporte desde los Cepromas de la Zona Norte.

Tabla 9. Costa Rica: Matriz de Vogel con los volúmenes optimizados en toneladas por semana que deben suplir los Cepromas de la Zona Sur a los mercados correspondientes

	El Progreso	Sansi	Agricoop	MRC	Suma	Requerim.
Fer. C. Quesada	0	0	0	1,41	1,41	1,41
Fer. La Fortuna	0	0	0	0,57	0,57	0,57
Fer. Liberia	0	0	0	1,94	1,94	1,94
MRC	41,99	0	0	0	41,99	41,99
Cep. El Progreso	0	14,00	14,00	0	28,00	28,00
Suma	41,99	14,00	14,00	3,93		
Capacidad	41,99*	14,00	14,00	3,93**		

Fuente: elaboración propia

Nota: * La capacidad del Ceproma El Progreso es mayor a los demás debido a que se le suma el procesamiento de Sansi y Agricoop

** El MRC en este caso también funciona como centro de distribución ya que este punto abastecerá las diferentes ferias

En cuanto al transporte para los Cepromas de la Zona Sur, la matriz de Vogel da como resultado $\text{¢}1.284.545$ invertidos en 41,99 ton de frijol semanales, proyectando un costo promedio por tonelada de $\text{¢}17.378$. En este caso, todo el frijol será enviado hasta el Mercado Chorotega, por lo que se utilizará el camión de 2,5 ton para ser cargado en este mercado y luego proveer de frijol a las ferias antes mencionadas.

Tabla 10. Costa Rica: Matriz de Vogel con los volúmenes optimizados en toneladas por semana que debe suplir el Ceproma de Valle del Orosi a los mercados correspondientes

	El Progreso	MRC	Suma	Requerim.
Feria C. Quesada	0	1,41	1,41	1,41
Feria La Fortuna	0	0,57	0,57	0,57
Feria Liberia	0	1,94	1,94	1,94
MRC	14,00	0	14,00	14,00
Suma	14,00	3,93		
Capacidad	14,00	3,93*		

Fuente: elaboración propia

Nota: * El MRC en este caso también funciona como centro de distribución ya que este punto abastecerá las diferentes ferias

La última matriz de Vogel da como total $\text{¢}164.363$ invertidos en el transporte de 14 toneladas semanales, obteniendo un costo promedio por tonelada de $\text{¢}9.169$ para el transporte desde el Ceproma de Valle del Orosi al respectivo punto de comercialización. En este caso, todo el frijol será enviado hasta el MRC, por lo que se utilizará el camión de 2,5 ton para ser cargado en este mercado y proveer de frijol a las ferias antes mencionadas.

5. CONCLUSIONES

Mediante esta investigación se logró determinar la demanda de frijol en el Mercado Regional Chorotega, ferias del agricultor de Ciudad Quesada, La Fortuna y Liberia, la oferta potencial de frijol de los Cepromas de Llano Bonito, La Palmera y San Blas, así como el volumen que deben de comprar estos Cepromas a la Zona Sur para satisfacer la demanda de los mercados potenciales mediante el Método de Aproximación Vogel. Sin embargo, la negociación con los Cepromas de la Zona Sur puede variar dada la capacidad productiva de las organizaciones y del poder de negociación de las mismas.

Además, se logró determinar la distancia de los centros de procesamiento a los mercados potenciales, el costo por kilómetro en términos de transporte y el volumen que debe suministrar cada Ceproma, el cual permite minimizar los costos de abastecimiento.

Para las rutas inteligentes, estimando los costos mínimos, se concluye que se los Cepromas de Upala y Guatuso deben realizar una inversión que incluya la compra de un camión de 2,5 ton. Además, será necesario contratar por medio de fletes, un camión de 10 toneladas que se encargue de recoger frijoles en la Zona Sur y llevarlos al Ceproma El Progreso; también se deben contratar los servicios de flete de un furgón con capacidad de 30 toneladas que se encargue de llevar los frijoles de la Zona Sur al Mercado Regional Chorotega, y también de la Zona Norte al mismo destino. Lo anterior permitirá que los Cepromas procesen y distribuyan constantemente, aumentando el empleo de las respectivas zonas de influencia.

Es importante recalcar que los Cepromas de la Zona Norte deben trabajar en conjunto, pues les permitirá poseer mayor poder de negociación y mayor posicionamiento en los mercados como centros de procesamiento, además de ser reconocidos a nivel nacional como un ente comercializador de frijol 100% costarricense.

Para llevar a la realidad lo planteado en esta investigación, se requiere mayor apoyo de instituciones gubernamentales y/o no gubernamentales, fomentando y fortaleciendo la capacitación al productor frijolero nacional y a los trabajadores de los diferentes Cepromas, tanto en términos técnicos y administrativos como financieros, mayores facilidades de crédito al sector agrícola y de campañas que promuevan el consumo de frijol nacional a lo largo y ancho del país.

Los resultados de esta investigación en términos de demanda y oferta no están exentos de errores puesto que los datos se tomaron de fuentes de referencia desactualizadas, y se debieron aplicar supuestos en la metodología utilizada, por lo que los datos pueden presentar grados de incertidumbre.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acuña, J., y Chacón, C. (2013). *Diseño de un modelo de transporte para la optimización del nivel de servicio y costos de los vehículos de guardia de la A.R.C.* (Tesis de grado). Universidad Militar de Nueva Granada, Bogotá, Colombia.
- Asociación Administradora de la Producción Agrícola y Coordinación Institucional del Asentamiento Llano Bonito Guatuso. (s.f.). *Centro de Acopio, Proceso y Comercialización para los Productos Agroalimentarios de la Región Huetar Norte-Norte, en el Ceproma de Llano Bonito*. Tomado de https://dl.dropboxusercontent.com/content_link/8B7vSrQQbnkFW2Efg9mqgk5cL_UtY7snjmQyVADpbGZEW7DBqbuKG8JrYn7q4El8/file
- Balakrishnan, N. (1990). Modified Vogel's Approximation Method for the Unbalanced Transportation Problem. *Applied Mathematics Letters*, 3(2), 09-11.
- Consejo Nacional de Producción [CNP]. (2014). *Proveedores del Mercado Institucional*. Recuperado de <https://www.cnp.go.cr/agronegocios/registro.html>
- Consejo Nacional de Producción [CNP]. (2017). *Localidades de Ferias*. Recuperado de <http://feriadelagricultor.org/lugrares/>
- GOBIERNO CR. (2017, 21 de agosto). *Construcción y equipamiento del Mercado Regional Mayorista Chorotega iniciará en setiembre*. Recuperado de <http://gobierno.cr/construccion-y-equipamiento-del-mercado-regional-mayorista-chorotega-iniciara-en-setiembre/#more-26759>
- Instituto de Desarrollo Rural [Inder]. (2017). *Organización Administradora*. Recuperado de <http://www.inder.go.cr/servicios/ceproma/organizacion-administradora.aspx>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2015). *VI Censo Nacional Agropecuario*. Recuperado de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00338.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2016). *Encuesta Nacional de Hogares (ENAH O): Total de viviendas ocupadas y total de ocupantes por proveedor de servicio de electricidad según zona y región*. Recuperado de http://www.inec.go.cr/wwwisis/documentos/INEC/ENAH O/ENAH O_2015/ENAH O_2015.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2017). Costo per cápita mensual de la canasta básica alimentaria (CBA). *Unidad de Índices de Precios*. Recuperado de <http://www.inder.go.cr/>

Izar, J. (1996). *Fundamentos de Investigación de Operaciones para Administración*. San Luis Potosí, México: Editorial Universitaria Potosina.

Porras, R. (2017, 14 de junio). Entrevista realizada al presidente de las ferias del agricultor en la Zona Norte. [Vía telefónica]. Montes de Oca, Costa Rica.

Programa Integral de Mercadeo Agropecuario (PIMA). (2017). Boletín de precios mayoristas vigente del 20 al 26 de mayo de 2017. Recuperado de <http://www.pima.go.cr/precios/Bolet%C3%ADn%2026-05-2017.pdf>

Ramírez, A. (2017, 15 de junio). Entrevista realizada a la encargada administrativa del Ceproma de Llano Bonito. [Vía telefónica]. Montes de Oca, Costa Rica.

Sharma, G., Abbas, S., y Kumar, V. (2012). Solving Transportation Problem with the Various Method of Linear Programming Problem. *AJCEM*, 1(3), 81-83.

Sistema de Información de Mercados Agropecuarios [SIMA]. (2017). Importaciones Frijol

Total	1980-2017.	Recuperado
	de:	
	https://www.simacr.go.cr/index.php/importaciones-de-frijol-2	

Solís, C. (2017, 15 de junio). Entrevista realizada al encargado a nivel nacional de semillas de productos agrícolas. [Vía telefónica]. Montes de Oca, Costa Rica.