LOCALIZACIÓN DE UN CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS PERECEDEROS PARA LOS MUNICIPIOS DE PUERTO TEJADA, VILLA RICA, CALOTO Y GUACHENÉ EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA

MAGALY SANDOVAL VELASCO

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA – ÁREA DE ÉNFASIS EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2017

LOCALIZACIÓN DE UN CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS PERECEDEROS PARA LOS MUNICIPIOS DE PUERTO TEJADA, VILLA RICA, CALOTO Y GUACHENÉ EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA

MAGALY SANDOVAL VELASCO
ADMINISTRADORA DE EMPRESAS

Tesis de Grado presentada como requisito para optar al título de Magister en Ingeniería con énfasis en Ingeniería Industrial

PhD. JUAN JOSÉ BRAVO BASTIDAS
DIRECTOR

UNIVERSIDAD DEL VALLE
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA – ÁREA DE ÉNFASIS EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2017

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

JAIRO GUERRERO B.

Firma del jurado

PABLO CESAR MANYOMA

Firma del jurado

Santiago de Cali, Enero de 2017

DEDICATORIA

A Dios, por darme fortaleza para culminar esta meta, por la sabiduría para retomar a mis estudios y la constancia en momentos en los cuales quise renunciar.

A mis padres, porque son el motor más grande mi vida, la gran paciencia que me han tenido y la razón por la cual he culminado esta meta.

A Pete, porque con su amor me ha brindado el apoyo para lograr este resultado y porque esta es la base para la construcción de nuestros sueños.

A Anita, por ser esa luz, esa chispa que a aunque este año ha sido de enseñanzas muy duras, siempre me brinda su amistad, su sonrisa y los regaños cuando más los he necesitado.

.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por todas las bendiciones y oportunidades brindadas, a mis padres por su apoyo, ejemplo y educación, a Pete por el amor, apoyo y paciencia.

A mis amigos y familiares por esas palabras que llegaban justo en el momento indicado, en especial a Anabell, Fabiana y Carlitos.

Al profesor Carlos Julio por las enseñanzas y guía en este camino, al profesor Juan José, por darme las palabras claves para concluir por fin esta etapa y a todas las personas que contribuyeron a que esta meta fuera una realidad.

A Lida, Yesid y Malfi, porque cuando me sentí desfallecer siempre me regalaron una palabra de fortaleza.

A Julián, Paulo, Mónica, Deibys y la monita, siempre pude contar con su apoyo y sentí su compañerismo en el momento justo… Gracias Totales.

CONTENIDO

Pág.

1. Introducción 1

2. Objetivos 6

2.1 Objetivo General 6

2.2 Objetivos Específicos 6

3. Planteamiento del Problema 7

4. Marco Teórico 10

4.1 Sector Agrícola 10

4.2 Modelos de Localización 21

4.3 La Cadena de Suministros 25

5. Descripción del departamento del Cauca 35

5.1 Generalidades 35

5.2. Distribución espacial de la población, departamento del Cauca 37

5.3. Entorno Empresarial 38

5.4. Gremios 40

5.5. Dinámica económica por rama de actividad 42

5.6. Caloto 46

5.6.1 Economía 46

5.6.2 Vías de comunicación 49

5.7. Villa Rica 50

Pág.

5.7.1. Economía 51

5.7.2. Vías de comunicación 52

5.8. Guachené 53

5.8.1. Economía 53

5.8.2. Vías de comunicación 55

5.9. Puerto Tejada 56

5.9.1. Economía 57

5.9.2. Vías de comunicación 60

6. Diagnóstico del abastecimiento, distribución y conservación de productos perecederos. 63

7. Modelos Matemáticos utilizados para la localización del centro de distribución .. 67

7.1. Modelos de localización continua de una sola instalación 67

7.2. Modelo de localización discreta 77

7.2.1. Tipos de Cultivos 78

7.2.2. Distancias 81

7.2.3. Formulación del modelo matemático de localización discreta 82

7.2.4. Análisis de Resultados 86

7.3. Otros Criterios de Decisión 93

8. Conclusiones 95

9. Recomendaciones 99

10. Referencias 101

Pag.

11. Anexos 110

Anexo 1. División Política del Departamento del Cauca. 110

Anexo 2. Distribución de la tierra según vocación productiva..... 111

Anexo 3. Distribución espacia de la población del departamento del Cauca. 2013 112

Anexo 4. Municipio, numeración y vereda 113

Lista de Figuras

Pág.

Figura 1. Estructura del Sector Agrícola del departamento del Cauca……...18

Figura 2. Sector agrícola del Departamento del Cauca – Producción de frutas 2012…….19

Figura 3. Sector agrícola del Departamento del Cauca – Producción de hortalizas 2012…….20

Figura 4. Porcentajes de participación por ramas de actividad económica en el PIB del Cauca. Periodo 2006-2011……..42

Figura 5. División política municipios de Puerto Tejada, Guachené, Caloto y Villa Rica, Departamento del Cauca……..61

Figura 6. Puntos de Localización del Centro de Distribución para los municipios de Caloto, Guachené, Puerto Tejada y Villa Rica……68

Figura 7. Flujo del volumen y destino potencial en las veredas…….75

Lista de Tablas

Pág.

Tabla 1. Estimaciones de los principales cultivos transitorios, permanentes y anuales 2010-2011 del departamento del Cauca……..……13

Tabla 2. Clasificación CIIU3 de las empresas del municipio de Popayán y activos en millones de pesos…….……39

Tabla 3. Gremios representativos del Cauca……...41

Tabla 4. Sistemas de producción, municipio de Caloto……..48

Tabla 5. Cultivos y hectáreas cultivadas del municipio de Guachené…….54

Tabla 6. Cultivos y hectáreas cultivadas del municipio de Puerto Tejada…….58

Tabla 7. Resumen de las principales estadísticas de Caloto, Guachené, Puerto Tejada y Villa Rica…….60

Tabla 8. Datos de volumen, fletes y localización de cada proveedor y punto de venta…….71

Tabla 9. Resultados de Localización……..74

Tabla 10. Cultivos considerados y sus costos de producción por kilogramo……78

Tabla 11. Precios de venta de cada tipo de cultivo en $ por kilogramo…….79

Tabla 12. Datos parciales de cantidad de producción por vereda y producto (kg/año)……80

Pag.

Tabla 13. Matriz de Distancias entre las veredas (se muestra parcialmente) (Km)…….81

Tabla 14. Abriendo un Almacén…….86

Tabla 15. Costos de Oportunidad por cultivo…….87

Tabla 16. Abriendo dos almacenes…….88

Tabla 17. Abriendo tres almacenes……..88

Tabla 18. Otro Centro de Distribución……...89

Tabla 19. Abriendo Cuatro Almacenes……...89

Tabla 20. Comparación entre la solución óptima original con un almacén y la apertura de 2, 3 ó 4 almacenes……...……89

Tabla 21. Análisis de Sensibilidad de la Solución Óptima en relación con la apertura del almacén en las tres restantes cabeceras municipales……..…….91

Resumen

El presente trabajo de investigación aborda la problemática de distribución que presentan los campesinos productores en los municipios de Guachené, Caloto, Villa Rica y Puerto Tejada. Los campesinos o cultivadores (proveedores), en la zona norte del departamento del Cauca, no cuentan con una organización o asociación que les permita aprovechar la producción que tienen en sus fincas, ya que subutilizan las cosechas, ofreciéndola en el mercado a un bajo precio, lo que no retribuye la inversión que se realiza en los cultivos. Para mejorar esta situación, el trabajo plantea dos modelos de localización de un centro de almacenamiento y distribución de productos perecederos para los municipios en mención, cuyos resultados sugieren las mejores localizaciones del centro de almacenamiento en consideración.

Abstract

The present research deals with the problem of distribution presented by farmers in the municipalities of Guachené, Caloto, Villa Rica and Puerto Tejada. Peasants or growers (suppliers), in the northern part of the department of Cauca, do not have an organization or association that allows them to take advantage of the benefits they have on their farms, as they underutilize crops, offering them in the market at a low price, which does not retrieve the investment that is made in the crops. To improve this situation, this work presents two models for locating a storage and distribution center for perishable products for the municipalities in question, whose results suggest the best locations for the warehouse under consideration.

1. Introducción

Al analizar las tendencias económicas del Cauca en la última década y comparar los indicadores de desarrollo con el resto de Departamentos, se encuentra un reducido nivel de crecimiento especialmente frente a los líderes como Antioquia, Valle y Bogotá. A pesar de que el Cauca posee grandes potencialidades para su desarrollo con base en sus recursos naturales, diversidad biológica y cultural, posición geográfica y capital humano, esto ocurre debido a la poca participación que le corresponde en inversiones del presupuesto nacional y al poco espíritu inversionista de sus habitantes pues los que pueden hacer inversiones prefieren hacerlo en otras regiones hacia donde han emigrado en busca de mejores oportunidades económicas, de trabajo, inversión, educación, especialización universitaria y seguridad. En este lapso el Cauca ha ido disminuyendo puestos en relación con sus participación en el PIB nacional, pasando del 3.5% en 1950 al 1.3% en el año 2000, -puesto 12 al 22 respectivamente- (Documento de análisis socioambiental del departamento del Cauca, 2009).

Actualmente el departamento del Cauca atraviesa por una etapa de crecimiento progresivo, en la cual los principales actores están vinculados al sector externo. Hace ya varios años viene presentándose una andanada dirigida a la importación de productos con alto valor agregado (maquinaria, enlatados, etc.), que ha permitido que el departamento genere mayores capacidades productivas y le deje competir en el mundo (Cámara de Comercio, 2009).

De acuerdo con el Boletín de Transporte rural de productos agroalimentarios en América Latina y el Caribe, las ventajas comparativas en la Región, relacionadas con los factores de la producción, tales como el clima, la altitud, la latitud, las lluvias, la

calidad de la tierra, el bajo costo de la mano de obra y los servicios, entre otras, pueden verse minimizadas frente a los problemas como las grandes distancias entre los sitios de producción y los mercados, la mala infraestructura de transporte, la falta de diversificación y versatilidad de esa infraestructura y medios, las malas condiciones actuales del parque de unidades de transporte (FAO, 2004).

Para atender esta situación el Consejo Nacional de Política Económica y Social aprobó el Documento CONPES 3489-2007 relacionado con la Política Nacional de Transporte Público Automotor de Carga, donde se analiza que la finalidad de este servicio es la movilización de objetos entre dos lugares, desde el momento en que éstos se encuentran dentro del vehículo dispuestos a ser movilizados, hasta que el vehículo se halla en su destino final listo para ser descargado, en cierto plazo y por un precio aceptado por las partes. Este servicio debe ser prestado por empresas de transporte debidamente autorizadas que se obligan a poner a disposición de quien los contrata los vehículos para el desplazamiento de la carga, durante un tiempo razonable, y a conducir y entregar los bienes en el estado que los reciben.

Es por esto que la falta de un centro de abastecimiento que permita garantizar la distribución constante de productos perecederos de excelente calidad en el mercado, podría ser la principal dificultad a la que se debe enfrentar el gobierno del departamento del Cauca, en su intento de agrupar las comunidades para el fortalecimiento del sector agrícola y las oportunidades laborales, aunque actualmente se están fomentando los Centros Provinciales de Gestión Agroempresarial, dedicados principalmente a la agrupación de los principales productos agrícolas de la región. Porque al ser una economía esencialmente agraria, en la que sobresale la agricultura tradicional, extensiva y de baja capacidad productiva y la agricultura comercial está asociada a las regiones

con mayor capacidad instalada de infraestructura, como la parte norte del Departamento[1].

Adicionalmente, una de las principales dificultades a las que se enfrentan es la falta de infraestructura vial en el departamento, lo que podría afectar el transporte de los diferentes productos, desde las veredas hasta las cabeceras municipales y posteriormente al centro de abastecimiento, según la información de la red vial del territorial No. 8 – Cauca; por lo que es necesaria la interrelación de las distintas etapas del proceso, mediante la determinación y programación de rutas de transporte, el control de los inventarios y de la logística en general, desde el lugar de cultivo hasta el centro de distribución, con la ayuda de un diseño que facilite la aplicación de modelos matemáticos para determinar la viabilidad, optimización y ubicación de este centro de distribución en uno de los siguientes municipios: Caloto, Guachené, Puerto Tejada y Villa Rica, en el departamento del Cauca.

En el departamento del Cauca se desarrolla una gama de actividades de producción de bienes y servicios. Las agropecuarias son el renglón principal del producto interno bruto, con una participación del 50% del total de la economía departamental. Las demás actividades se reparten entre servicios 35%, industria 14% y minería 1% (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2009).

El sector agrícola tiene un crecimiento económico desigual, pues no se refleja de manera uniforme en todo el departamento, ya que la agricultura moderna se localiza especialmente en los municipios que conforman la zona norte con el monocultivo de la

[1]Departamento Nacional de Planeación. (2007). Acciones y Estrategias para impulsar el desarrollo sostenible del departamento del Cauca. (Documento CONPES 3461). Recuperado de http://www.indepaz.org.co/

caña de azúcar. En algunos sectores de la subregión Central, el cultivo de café está tecnificado o también llamado café de sol el cual tiende a ser de la variedad robusta en sistema de monocultivo, como en el Brasil y los agricultores utilizan una variedad de técnicas en la producción del café, de acuerdo a los factores económicos, agrícolas y microclimáticos predominantes. En general, se desarrollan cultivos de autoconsumo con pequeños excedentes que se comercializan en los municipios. Los cultivos destacados son: café, maíz, arroz, plátano, fique, yuca, papa, coco, sorgo, cacao, maní y palma africana (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2006).

El proyecto de localización brindaría herramientas para un futuro fortalecimiento de la infraestructura vial de la zona norte, generando una clasificación de los cultivos de la zona y rutas que generen una disminución en los tiempo de recorrido para la recolección de la cosecha, principalmente porque esta región se caracteriza por cultivos con buen nivel tecnológico, gracias a la topografía del terreno y a la calidad de los suelos, su dinámica económica está vinculada en alto porcentaje al Valle del Cauca. Los principales productos agrícolas de esta subregión son: la caña de azúcar, la caña panelera, el sorgo, la soya, el arroz, la piña y la yuca, y en la ganadería se destaca la producción de bovinos de levante para producción de carne. Paralelamente, la economía campesina aporta a la seguridad alimentaria de la región a través de las pequeñas parcelas con cultivos de pan coger y transitorios como arroz, fríjol, maíz y soya principalmente.

El presente trabajo propone un modelo de localización de un centro de almacenamiento y distribución de productos perecederos para los municipios de Puerto Tejada, Villa Rica, Caloto y Guachené en el departamento del cauca. Para el desarrollo de este trabajo se inicia con el planteamiento del problema, en donde se

realiza una completa descripción de la situación a estudiar. Posteriormente se presentan los objetivos del estudio. A continuación, en el marco teórico se encuentra la caracterización del departamento del Cauca, con una amplia exposición de los factores más relevantes relacionados con los cultivos de producción y las vías de comunicación, al igual que las teorías que hacen referencia a los modelos empleados. Finalmente se hace la exposición de los modelos matemáticos, sus resultados y las conclusiones.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Elaborar una propuesta metodológica que permita determinar la mejor opción de localización de un centro de almacenamiento y distribución de productos perecederos y las rutas, para que el costo se vea reflejado en los productos cultivados en los municipios de Caloto, Guachené, Puerto Tejada y Villa Rica.

2.2 Objetivos Específicos

Realizar un diagnóstico de la economía del sector agrícola del departamento del Cauca.

Establecer un diagnóstico del abastecimiento, distribución y conservación de productos perecederos, como plátano, yuca, fríjol, maíz y cítricos en los municipios de Caloto, Guachené, Puerto Tejada y Villa Rica, en el departamento del Cauca.

Determinar las variables e indicadores relevantes para el problema bajo estudio.

Diseñar una metodología de análisis que permita determinar la mejor ubicación del centro de distribución propuesto.

3. Planteamiento del Problema

La participación del Cauca en el PIB nacional ha sido muy variable, entre los años 1950 y 2002 cambió de 3,5 a 1,6%. No obstante, la tendencia a la baja no ha sido continua, pues esta medida comenzó a aumentar a nivel departamental a partir del año 1994 que pasó de 1,39 a 1,60% en el 2000 y a 1,66% en el 2002, debido a la Ley Páez, gracias a la cual la industria y el comercio activaron el crecimiento económico. Pese a este aumento, la posición del Cauca ha pasado del lugar 12 al 19, con respecto a los otros departamentos del país.

A nivel nacional, la productividad de la economía en el departamento es baja. Para contrarrestar esta situación se tienen previstas diferentes acciones para impulsar los distintos sectores de la economía: en el sector agropecuario se busca la cofinanciación externa en la producción de frutales, ganado bovino, cebolla y además aumentar la cobertura en asistencia técnica para el pequeño productor campesino.

En este escenario, la preocupación del Gobierno Nacional por la seguridad alimentaria y nutricional se ha expresado en la formulación del Plan Nacional de Alimentación y Nutrición (PNAN) 1996-2005 y posteriormente, en el Plan de Desarrollo (2006-2010), que reconoce la importancia de formular una política de seguridad alimentaria y nutricional y en virtud del cual se expidió en marzo de 2008, el documento de Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PSAN), que contempla objetivos específicos relacionados con el abastecimiento y la distribución de los alimentos y señala la necesidad de diseñar planes territoriales de seguridad alimentaria y nutricional a nivel de las regiones y ciudades capitales, que garanticen la continuidad de las acciones nacionales. Así mismo plantea que las entidades territoriales deben fomentar la creación de redes de seguridad alimentaria y nutricional, con el fin de

incidir en el acceso a los alimentos y en sus precios, para lo cual es preciso crear sistemas de abastecimiento que encadenen la producción con la demanda.

Por lo anterior, es necesario realizar la caracterización de un cierto número de productos, en especial los alimenticios, debido a que estos sufren una degradación normal en sus características físicas, químicas y microbiológicas como resultado del paso del tiempo y las condiciones del medio ambiente. En la mayoría de los casos se requieren ciertos medios de preservación como el control de la temperatura, para mantener sus características originales de sabor, gusto, olor, color, etc., de manera que se conserven las buenas condiciones durante la movilización entre el productor y el consumidor.

Al revisar la información relacionada con el transporte de los alimentos en Colombia, se evidencia que no siempre cumplen con las normas establecidas; el parque automotor es antiguo y además de contribuir a la contaminación ambiental, no siempre cuenta con las condiciones adecuadas para el transporte de los alimentos, en especial en el caso de alimentos perecederos, tales como frutas y hortalizas, lo que incide en las pérdidas de alimentos, después del cargue-descargue y el uso de empaques inadecuados (FAO; 2010).

Igualmente, se encontró que la cadena de suministro de productos agrícolas ha recibido mucha atención últimamente debido a cuestiones relacionadas con la salud pública. Algo que se ha hecho evidente es que en un futuro próximo el diseño y operación de las cadenas de suministro agrícola será objeto de los más estrictos reglamentos y una vigilancia más estrecha, en particular los productos destinados al consumo humano (agroalimentario). Esto implica que las prácticas tradicionales de la cadena de suministro pueden estar sujetas a revisión y cambio. Uno de los aspectos que

pueden ser objeto de un escrutinio considerable es la planificación de las actividades realizadas a lo largo de las cadenas de suministro de productos agrícolas (Ahumada; Villalobos: 2009).

En la zona norte del departamento del Cauca, el sector agrícola realiza sus procesos productivos y de distribución artesanalmente, por la falta de tecnificación en las actividades del campo y comercialización, razón por la cual para mejorar los índices económicos y de desarrollo, es necesario contar con mecanismos que permitan el fortalecimiento del sector.

Entonces al analizar las diferentes variables que intervienen en la presentación del problema se han tomado la siguiente pregunta como enfoque de la investigación:

¿Cómo mejorar los procesos de distribución y cómo establecer el flujo de los productos cultivados en los municipios de Caloto, Guachené, Puerto Tejada y Villa Rica a través de la red de los productos?

4. Marco Teórico

4.1 Sector Agrícola

En la Constitución Nacional de 1991 está consagrado en el Artículo 65: "La producción de alimentos gozará de la especial protección del Estado. Para tal efecto, se otorgará prioridad al desarrollo integral de las actividades agrícolas, pecuarias, pesqueras, forestales y agroindustriales, así como también a la construcción de obras de infraestructura física y adecuación de tierras."

Lo anterior se basa principalmente en el hecho que Colombia es un país donde su principal actividad económica ha sido la agricultura, pero en los últimos años con la firma de tratados internacionales con países que son tecnológicamente mejor estructurados y con políticas agrarias que favorecen el sector, esta competencia es desventajosa, debido a que no se están aprovechando las oportunidades que surgen de la gran demanda de productos por parte de las economías emergentes, particularmente de Asia. Sin embargo durante los últimos cuatro años, la producción agrícola colombiana se incrementó en más de 2,5 millones de toneladas[2], no sólo en productos tradicionales de exportación como el banano, sino también en nuevos exportables como palma, frutas y hortalizas. El crecimiento del mercado interno, por su parte, también ha contribuido a incrementar la producción en el caso de plátano, papa, frutas, hortalizas y aves, evidenciando el potencial de desarrollo del sector al interior del país.

Como resultado el país ha presentado una producción agropecuaria diversificada y creciente. Del total de la producción agrícola colombiana durante 2009 (26 millones de toneladas), el 66% perteneció a cultivos permanentes (17,1 millones de toneladas),

[2]Fededesarrollo. (2011). La Política Comercial del Sector Agrícola en Colombia. Recuperado de http://www.fedesarrollo.org.co/

mientras que el 34% restante (8,9 millones de toneladas) a cultivos transitorios. Al interior de los cultivos permanentes se destaca la caña con la mayor producción, con una participación del 23% (4 millones de toneladas), seguido por frutales con el 22% (3,7 millones de toneladas) y plátano con el 19% (3,2 millones de toneladas). Por su parte, entre los cultivos transitorios, el arroz representa la mayor producción con una participación del 29% (2,6 millones de toneladas), seguido por la papa con el 28% (2,5 millones de toneladas) y hortalizas con 18% (1,6 millones de toneladas). Entre 2005-2009, los cultivos permanentes presentaron un aumento del 8%, mientras que los transitorios un 16%. Durante los últimos años Colombia ha experimentado un proceso de recomposición productiva al pasar de bienes de ciclo corto (transitorios) a actividades agrícola de ciclo largo (permanentes)[3]. Se tiene que en el año 2011, la producción de los cultivos anuales y semestrales decreció 23,8%, alcanzando 92.296 t. Entre ellos, cultivos importantes como la papa y el arroz cayeron 45,3% y 16,8%, respectivamente (Departamento Administrativo Nacional de Encuestas DANE, 2011).

En el departamento del Cauca se desarrolla una gama de actividades de producción de bienes y servicios. Las agropecuarias son el renglón principal del producto interno bruto, con una participación del 50% del total de la economía departamental. Las demás actividades se reparten entre servicios 35%, industria 14% y minería 1% (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2009).

Adicionalmente, en esta región se han ubicado tres ingenios azucareros y un sin número de industrias livianas que se han instalado en los parques industriales atraídos por las bondades de la Ley 218 de 1994 o Ley Páez; así como varias microempresas

[3]Sector Agroindustrial Colombiano. (2012). Proexport Colombia y SAC Sociedad de Agricultores de Colombia. Recuperado de http://www.inviertaencolombia.com.co/

dedicadas al procesamiento de la yuca en almidón agrio para la elaboración de pasabocas y productos de panadería. De esta forma, los aportes de este proyecto a los planes de desarrollo de la zona pueden fortalecer el actual ritmo de la economía, mejorando las estrategias de comercialización y distribución de productos del sector agrícola.

En esta zona del departamento el subsector agrícola se caracteriza por dos tipos de producción, el de subsistencia representado en las parcelas dedicadas al cultivo de productos de pan coger, limitado por los problemas típicos de minifundio como la poca productividad, la ubicación en tierras medianamente aptas para la agricultura, la mano de obra subutilizada y la baja inversión que pueda favorecer la producción. La segunda es la especializada, la cual se desarrolla en monocultivos como el café, la caña de azúcar, la caña panelera.

En cuanto a los cultivos permanentes y semipermanentes, tienen larga duración o período vegetativo de varios años, producen a través del tiempo una o varias cosechas al año y no es necesario volver a plantarlos después de cada cosecha para que sigan produciendo. En el Cauca los principales cultivos permanentes son la caña de azúcar, la caña panelera, el café, el plátano, la yuca y los árboles frutales.

De acuerdo con las estimaciones de los principales cultivos transitorios, permanentes y anuales 2010-2011 del departamento del Cauca, en 2011, las cosechas vieron disminuida su área en 4,1%, al pasar de 109.161 hectáreas (ha) en 2010 a 104.654 ha en 2011. Así mismo, la producción se redujo 11,4%, lo que significó 36.139 toneladas (t) menos que en 2010. Respecto a los cultivos permanentes y semipermanentes, tanto el número de hectáreas cosechadas como el número de toneladas producidas cayeron 1,9% y 3,7% respectivamente.

El cultivo de café se destacó en 2011, al alcanzar una producción de 43.117 t; no obstante fue 4,4% menos que 2010, debido a la renovación de sus plantaciones desde casi dos años atrás y el control de plagas que afectó negativamente el cultivo. Otros productos que redujeron su producción en forma importante fueron los cítricos y el fique, con caídas de 38,4% y 24,9% respectivamente; no obstante, el cacao marcó la diferencia y totalizó 365 toneladas producidas en 2011, lo cual significó 25,3% más frente al año inmediatamente anterior (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Estimaciones de los principales cultivos transitorios, permanentes y anuales 2010-2011 del departamento del Cauca[4]

Cultivos	Área cosechada (hectáreas)		Variación %	Producción (toneladas)		Variación porcentual
	2010 t	2011 p		2010 t	2011 p	
Total	109,161	104,654	-4.1	317,992	281,853	-11.4
Permanentes y semipermanentes	89,788	88,114	-1.9	196,921	189,557	-3.7
Cacao [1]	644	657	2.1	291	365	25.3
Café [1]	55,162	55,005	-0.3	45,113	43,117	-4.4
Caña panelera	13,376	14,088	5.3	58,190	58,767	1.0
Cítricos	560	303	-45.9	5,399	3,327	-38.4
Fique	8,639	6,669	-22.8	10,349	7,774	-24.9
Plátano [1]	11,407	11,392	-0.1	77,579	76,207	-1.8
Anuales y semestrales	19,373	16,540	-14.6	121,070	92,296	-23.8
Algodón	…	…	.	…	…	-
Arroz	2,771	2,530	-8.7	15,236	12,682	-16.8
Frijol [1]	3,007	2,873	-4.4	4,752	3,570	-24.9
Maíz [1]	6,792	5,520	-18.7	11,496	9,719	-15.5
Papa	2,894	1,831	-36.7	49,816	27,260	-45.3
Sorgo	37	14	-62.2	76	49	-35.5
Soya	5	9	80.0	15	27	80.0
Tomate de mesa [1]	315	222	-29.5	11,154	5,168	-53.7
Yuca	3,553	3,541	-0.3	28,525	33,821	18.6

p: provisionales
r: revisadas
--no existen datos
-indefinido
[1] Incluye cultivos tradicionales y tecnificados
Fuente: Secretaría de Desarrollo Agropecuario Minero del Cauca – URPA. Cálculos Centro Regional de Estudios Económicos, Cali. Banco de la República. 2013.

[4]Banco de la República y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE. (2011). Informe de Coyuntura Económica Regional Departamento del Cauca. Recuperado de https://www.dane.gov.co/

De otra parte el autoconsumo agropecuario que solventa una parte de la dieta alimentaria de los productores familiares es otro elemento central del ámbito doméstico de la economía campesina. A pesar de la intensa y creciente monetización de sus sistemas de producción, los campesinos mantienen estrategias que les garantizan un cierto nivel de auto abastecimiento equivalente en promedio a un 30% de la canasta de alimentos (Torres, 2001). En la formación del autoconsumo entran los productos que se dejan para la casa provenientes de los residuos de las cosechas comerciales y de cierta producción realizada exclusivamente para productos en función del autoconsumo (Forero, 2003).

Según Lilia Velásquez[5], líder de grupos campesinos y docente de la Universidad de los Llanos, en el sector rural colombiano existe una clara diferencia entre dos modos de producción, comercialización y transformación de productos agropecuarios. Por un lado, se encuentra la Economía Empresarial, caracterizada por ser mono productiva, tener subsidios del Estado, contar con un alto desarrollo técnico y tener un amplio capital disponible. Por otro lado, se encuentra la Economía Campesina, cuyas características son tener una producción diversa e integrada, contar con poco o ningún apoyo estatal, no tener avances industriales y carecer de educación para producir con calidad.

Las características de la Economía Campesina, en consecuencia, han afectado negativamente a sus representantes, los campesinos y campesinas, quienes parecieran no tener las herramientas suficientes para beneficiarse en un contexto de mercado cuya principal característica es la competencia.

[5]Universidad de los Andes. (2012). Los mercados campesinos: una iniciativa desde el campo. Bogotá, Colombia: Cider. Recuperado de http://debatesobrepobrezas.uniandes.edu.co/

Los Mercados Campesinos aparecen como el producto del esfuerzo de distintos campesinos y campesinas que se han organizado en sus municipios, buscando abrir un espacio en donde puedan vender sus productos al consumidor directo y así lograr un precio moderado que no esté "inflado" por intermediarios. Estos últimos han perjudicado a la economía campesina porque suelen apropiarse de buena parte de la ganancia. Como consecuencia, es común encontrar campesinos que por motivos económicos se desplazan a la ciudad para incorporarse a la economía informal o a los cinturones de miseria.

Esta situación se hace evidente al revisar que el ingreso promedio mensual de los hogares campesinos durante el año 2005 ascendió a $340.200, con una diferencia importante entre los hogares ubicados en zona urbana, que obtuvieron un ingreso promedio de $536.619 por mes, frente a los que viven en zona rural, que apenas lograron ingresos promedio por valor de $278.280. La mayor parte de este ingreso se originó en la actividad agropecuaria desarrollada por el hogar (69%), seguida en orden de importancia por las ganancias y salarios recibidos por actividades en otras ramas económicas (25%).

Los ingresos de los hogares campesinos evidenciaban condiciones de vida precarias. En efecto, el 68% de los hogares registró ingresos por debajo de un (1) salario mínimo (76% para los ubicados en zona rural y 44% para los de zona urbana), y apenas el 3% obtuvo ingresos superiores a tres (3) salarios mínimos (2% en los hogares ubicados en zona rural y 9% en los de zona urbana), considerados legalmente como los necesarios para que una Unidad Agrícola Familiar pueda remunerar su trabajo y obtener excedentes capitalizables (Garay; Barberi y Cardona: 2009).

En el departamento del Cauca, así como en el resto del país se cultivan y cosechan diferentes productos, los cuales no logran llegar a los consumidores, debido a que no se cuenta con herramientas e infraestructura que permitan garantizar su conservación, distribución y transporte. Como consecuencia, la falta de asocio de los productores se hace evidente, para evitar la pérdida de sus cosechas y facilitar su sustento, razón por la cual sus productos no son comprados en condiciones y precios que les faciliten apropiarse de los procesos productivos para su beneficio, o generar alternativas productivas para mejorar su competitividad.

Uno de los problemas identificados es que no se dispone de un centro de procesamiento y distribución del producto a los centros de acopio, debido principalmente a los diversos factores que anteriormente se mencionaron, como la falta de información y acompañamiento que permita organizar los procesos productivos de los pequeños agricultores, indígenas y afrodescendientes para hacerlos competitivos y rentables.

Actualmente las técnicas de conservación, distribución, la distancia entre el centro de acopio y el destino del producto, están afectando la disponibilidad de los productos en el mercado. Esto hace que a la comunidad se le dificulte vender sus productos a mejores precios, por la deficiencia de transporte, técnicas para la conservación y asociación para la negociación.

Sumado a estos inconvenientes de tipo logístico, están los constantes cambios en los precios de los productos perecederos o la pérdida de cosechas, principalmente por factores ambientales o climáticos, lo que a su vez genera pérdidas para todos los implicados en el desarrollo de este proceso, reflejándose principalmente en el mercado, los precios de los productos de la canasta familiar y el abandono de los cultivos.

Con esta exposición del panorama de parte de la agricultura colombiana, en los municipios de Caloto, Guachené, Puerto Tejada y Villa Rica, pertenecientes a la zona del norte del departamento del Cauca, se ha identificado que uno de los problemas que tienen los campesinos y productores es la no existencia de un centro de acopio que permita acoger los productos que se cosechan en las diferentes veredas de estas poblaciones. Los productos deben tener condiciones mínimas de conservación para que mantengan sus características naturales, se deben establecer rutas de transporte donde se minimicen los costos y se cubran las demandas de los productos realizando cosechas secuenciales de acuerdo con los tiempos de recogida de los productos según el número de hectáreas cultivadas, y se debe establecer para esta zona un lugar de almacenamiento de los productos para su posterior distribución, determinando el mejor lugar de ubicación para la distribución y comercialización de los productos.

En la actualidad cada productor se encarga de transportar sus cosechas lo que genera altos costos y con la implementación del centro de distribución se buscará la asociación para disminuirlos, implementado el transporte de forma colectiva, teniendo en cuenta los productos que cada uno cultiva. Por la topografía de los municipios se acudiría a los factores viales, para establecer las rutas de transporte que garanticen las recogidas en el menor tiempo, llenando las capacidades de cada vehículo a un menor costo y permitiendo disponer de productos listos para ser distribuidos y de esta manera garantizar la satisfacción de la demanda.

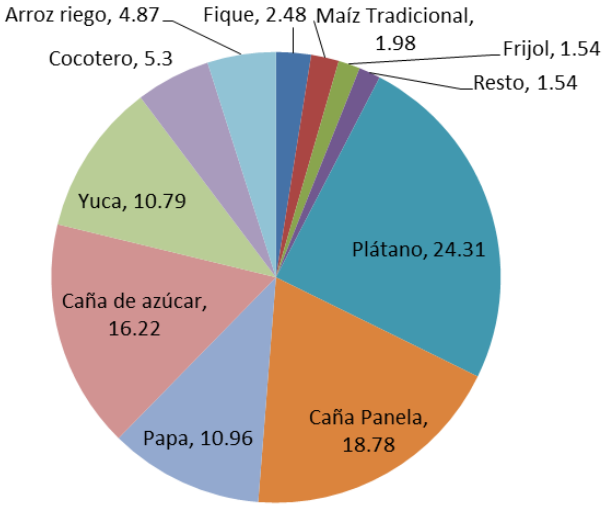
Igualmente, los principales retos del sector agropecuario que fueron incluidos en la Política del documentoCONPES 3461-2010 (Informe de seguimiento a la política nacional de competitividad y productividad LEY 1253 de 2008) son:

- El mejoramiento de la productividad,

- El uso eficiente de la infraestructura para riego,
- La eficiencia en el uso del suelo,
- La flexibilización de la estructura de costos de producción,
- El proceso eficiente de comercialización,
- Logística y transporte, la ampliación de mercados,
- La estabilidad de los ingresos de los productores agropecuarios,
- Y finalmente el desarrollo de inversiones agroindustriales.

Este documento también se alinea con las políticas de desarrollo nacional, las cuales no sólo para el beneficio de cuatro municipios del Cauca, sino que tal vez sirva de base y apoyo para el desarrollo de futuros proyectos que permitan mejorar la competitividad del país y mejorar la calidad de vida de familias campesinas que a diario se dedican al cultivo de sus parcelas, siendo esta su única esperanza y sustento.

La estructura del sector agrícola en el departamento del Cauca se muestra en la Figura 1, la cual se concentra principalmente en la producción de plátano, caña panelera, caña de azúcar, papa y yuca.



La actividad agrícola del departamento se concentra en cinco productos, en los cuales, ocupa los siguientes lugares en el total nacional:

- Plátano: 16° puesto.
- Caña panela: 6° puesto.
- Caña de Azúcar: 2° puesto.
- Papa: 8º puesto.
- Yuca: 15º puesto.

En otros productos, destaca como:

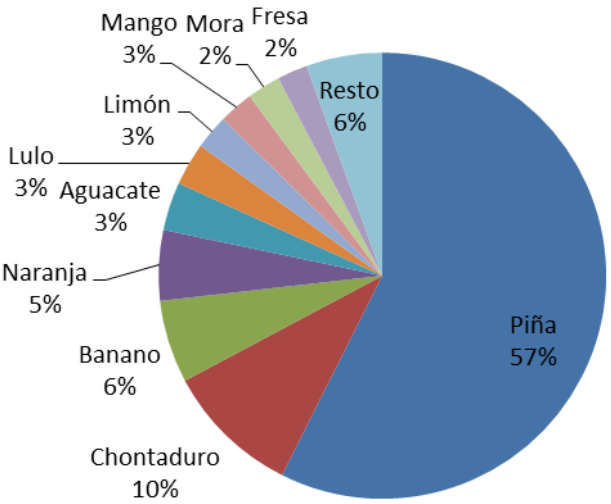
El 1er. productor de fique.
El 2º productor cocotero.
El 3er. productor de maní y trigo.

* Corresponde a la producción nacional de los productos identificados

Figura 1. Estructura del Sector Agrícola del departamento del Cauca

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2013). Oficina de Estudios Económicos.

La producción de frutas del departamento del Cauca se muestra en la Figura 2, la cual se concentra principalmente en la producción de piña y a nivel departamental ocupa el tercer puesto, otros productos que se destacan son el chontaduro, las fresas, el borojó, brevo, durazno, uchuva, limón, lulo y mango.



La producción de frutas del departamento se concentra en un producto, ocupando el siguiente lugar a nivel departamental:

- Piña: 3er puesto

En otros productos, se destaca como:

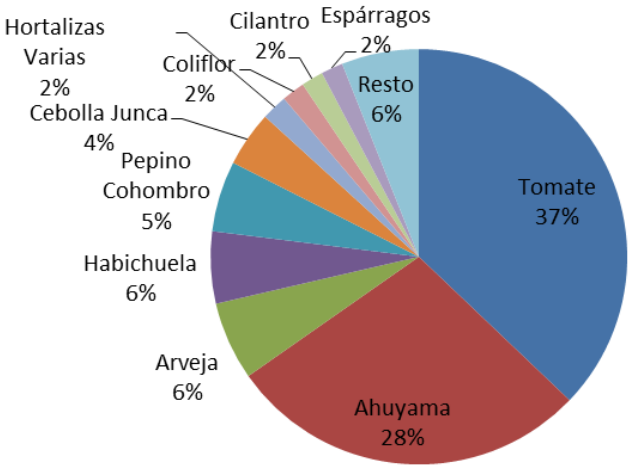
- El 2° productor de Chontaduro
- El 4° productor de Fresa
- El 5° productor de Borojó y Brevo
- El 6° productor de Durazno y Uchuva
- El 8° productor de Limón
- El 9° productor de Lulo y Mango

* Corresponde a la producción nacional de los productos identificados
* El ranking departamental está conformado por: Amazonas, Antioquia, Arauca, Atlántico, Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Casanare, Cauca, Cesar, Chocó Córdoba, Cundinamarca, Huila, La Guajira, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, San Andrés, Santander, Sucre, Tolima, Valle del Cauca, Vaupés y Vichada

Figura 2. Sector agrícola del Departamento del Cauca – Producción de frutas 2012

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2013). Oficina de Estudios Económicos.

La producción de hortalizas en el departamento del Cauca se muestra en la Figura 3, la cual se concentra principalmente en la producción de tomate y ahuyama. Aunque también se cultiva eespárragos, pepino cohombro, brócoli, coliflor, haba, ajo, arveja, cilantro, lechuga, zanahoria, entre otras



La producción de hortalizas del departamento se concentra en 2 productos, ocupando los siguientes lugares a nivel departamental:

- Tomate: 14° puesto
- Ahuyama: 5° puesto

En otros productos, se destaca como:

El 1er productor de Espárragos
El 3er productor de Pepino Cohombro
El 5° productor de Brócoli, Coliflor y Haba
El 6° productor de Ajo y Arveja
El 7° productor de Cilantro
El 8° productor de Hortalizas Varias, Lechuga y Zanahoria

* Corresponde a la producción nacional de los productos
* El ranking departamental está conformado por: Antioquia, Atlántico, Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Casanare, Cauca, Cesar, Chocó, Córdoba, Cundinamarca, Huila, La Guajira, Magdalena, Nariño, Norte de Santander. Putumayo, Quindío, Risaralda, Santander, Sucre, Tolima y Valle del Cauca.

Figura 3. Sector agrícola del Departamento del Cauca – Producción de hortalizas 2012

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2013). Oficina de Estudios Económicos.

Esta visión se concreta luego de 30 años de discusión sobre el tema, dándole un sentido amplio y multidimensional a la concepción inicial. Entre tanto, para las comunidades indígenas del Cauca, la seguridad alimentaria es: "(...) tener bien fortalecida la huerta, al asegurar semillas propias a partir de cultivos sanos manejados orgánicamente, llevando un control de tiempo sobre las siembras y sembrando de forma escalonada "sembrar de mayor a menor" para garantizar que durante todo el tiempo se tenga suministro de distintos alimentos en buena cantidad, que sean sanos, balanceados y que estén dentro de sus hábitos alimentarios"[6]

[6]Rivera, A. (2011, enero). Prácticas económicas en el Cauca – Colombia: la agricultura familiar. Centro Cultural de la Cooperación. Recuperado de http://www.centrocultural.coop/

En el departamento del Cauca, no existen instalaciones que agilicen la concentración, abastecimiento y posterior distribución de productos perecederos que se cultivan en esta zona. Esto ocasiona que quienes actualmente están realizando sus labores de campo, no puedan recuperar la inversión realizada para los cultivos, debido a que venden sus productos individualmente y en el menor tiempo posible, para que los productos no se pierdan. Aunque la tradición indica que en los municipios del departamento, los días de mayor movimiento son los sábados y domingos, días en los cuales se realiza el mercado, las características de los productos que se ofrecen en las plazas, no logran satisfacer en su totalidad los requerimientos de los clientes locales y sólo se realiza el proceso de cargue y descargue unas horas antes de iniciar el mercado, porque no disponen de un lugar especializado para realizar estos procesos. Por este motivo, en los últimos meses se han presentado manifestaciones del sector agrícola reclamando derechos y dando a conocer lo enunciado anteriormente.

4.2 Modelos de Localización

Las decisiones de diseño de la red incluyen identificar los papeles de las instalaciones, ubicaciones y capacidades como también asignar los mercados que deberán atender. Estas decisiones definen las restricciones físicas dentro de las cuales la red debe operar conforme cambien las condiciones del mercado. Las buenas decisiones incrementan las utilidades de la cadena de suministros, mientras que las malas las dañan. Por lo que las decisiones de diseño de la red se ven influidas por los factores estratégicos, tecnológicos, macroeconómicos, políticos, de infraestructura, competitivos

y operacionales, (tiempo de respuesta al cliente y presencia local, costos de logística e instalaciones). (Chopra & Meindl, 2008, p. 143).[7]

Razón por la cual la meta del diseño de una red es maximizar la rentabilidad a largo plazo de la cadena de suministros. El proceso inicia por la definición de la estrategia de la cadena, la cual debe alinearse con la estrategia competitiva de la compañía. La estrategia de la cadena, la demanda regional, los costos, la infraestructura y el ambiente competitivo se emplean para definir la configuración regional de las instalaciones. Para las regiones donde se localizarán las instalaciones, los sitios potencialmente atractivos se seleccionan con base en la infraestructura disponible. La configuración óptima se determina a partir de los sitios potenciales empleando la demanda, el costo de logística, los costos de los factores y los márgenes de los diferentes mercados. (Ibid., 2008, p. 143).

Los modelos de gravedad en localización identifican la localización que minimiza los costos de transporte entrante y saliente. Es sencillo implementarlos, pero no toman en consideración otros costos importantes. Los modelos de optimización en redes pueden incluir costos por márgenes de contribución, impuestos, aranceles, producción, transporte e inventario para utilizarlos en la maximización de la rentabilidad. Estos modelos son útiles para determinar la localización de las instalaciones, asignar la capacidad y los mercados a las instalaciones. (Ibid., 20008, p. 143).

Los modelos son representaciones abstractas de la realidad, los cuales deben poseer dos características básicas: ser más fácil de manipular y proveer una mejor visión

[7]Chopra, S., y Meindl, P. (2008). Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación, México, Pearson Educación.

del sistema bajo estudio[8]. Por lo que los modelos se constituyen en una herramienta utilizada en el proceso de toma de decisiones, pueden representar altos costos por el tiempo y dinero requerido para la recolección de la información necesaria para su desarrollo. Sin embargo, son muy útiles para describir, explicar o comprender mejor la realidad, porque permiten precisar objetivos, estructura y restricciones del sistema bajo estudio para una evaluación sistémica de alternativas y un rápido análisis de sensibilidad, los cuales de otra forma sería demasiado dificultoso hacerlo.

Adicionalmente, el uso de modelos implica la elección de herramientas para la simulación y así dar soluciones aplicables a la respectiva modelación, de acuerdo con los datos ingresados al modelo, los cuales sirven de soporte para la toma de decisiones y nunca como el reemplazo de las personas que toman las decisiones[9]. Por lo que hay diversos tipos de modelos en uso y difieren entre ellos según el propósito que se persiga, inicialmente se puede hacer referencia a los modelos cualitativos y cuantitativos. De acuerdo a sus características se clasifican así:

- De acuerdo con su naturaleza: físicos, analógicos, matemáticos.
- De acuerdo con su alcance: descriptivos, normativos u optimizables.
- De acuerdo con la incertidumbre: determinísticos o estocásticos.

Los modelos cualitativos se apoyan en la toma de decisiones basada en la experiencia e intuición, en las relaciones entre diferentes factores o componentes del sistema, en herramientas apoyadas en la opinión de expertos, o en reglas de decisión basadas en hechos históricos o normativos.

[8]Vidal, C. J. (2010). Planeación, optimización y administración de cadenas de abastecimiento. Cali, Colombia: Programa Editorial Universidad.
[9]Vidal, C. J. (2010). Planeación, optimización y administración de cadenas de abastecimiento. Cali, Colombia: Programa Editorial Universidad.

Los modelos cuantitativos se apoyan en el uso de herramientas numéricas, resultan acertados bajo el cumplimiento de ciertos supuestos, su utilidad es proporcional a la adecuada modelación. Entre los modelos cuantitativos se tienen:

- Los que se enfocan en la optimización: algoritmos exactos (como la programación lineal entera y mixta, y los modelos de redes)
- Los métodos heurísticos (son muy utilizados como parte de las demás formas de modelación)
- Los modelos de simulación
- Los modelos dinámicos (muy utilizados con hojas electrónicas)
- Los sistemas expertos

Es común también, dadas las exigencias de las organizaciones principalmente generadas por políticas y decisiones estratégicas, que se planteen modelos que combinan tanto elementos cualitativos como cuantitativos, para tener mejores soportes en la toma de decisiones.

Lo anterior, se puede ver aplicado citando a Álvarez, Orozco y Martez (2016), quienes muestran que uno de los principales desafíos del sector agrícola en Panamá es el de fortalecer los eslabones más débiles de la cadena agrícola, razón por la que la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Panamá, financió la modelación matemáticamente, por primera vez, de la cadena de suministros de productos agrícolas, y proponer políticas para una plataforma logística que optimice la distribución de estos productos en el país. Específicamente, se modeló la cadena de distribución de la lechuga, donde se desarrolló un modelo matemático que permitió

proponer decisiones con respecto al volumen de lechuga a mover a los diferentes mercados y del tipo de vehículo utilizado.

En el caso colombiano, Mejía y Castro (2007) presentan un modelo de decisión basado en programación lineal a fin de determinar las políticas de empaque y distribución de productos congelados. Estos estudios tienen un impacto positivo en las empresas que los utilizan, porque permite ahorros significativos en los procesos logísticos y a su vez, permite estandarizar procesos y generar antecedentes en las decisiones que en una gran mayoría de los casos son tomadas empíricamente.

4.3 La Cadena de Suministros

La ubicación de instalaciones fijas a lo largo de la red de la cadena de suministros es un importante problema de decisión que da forma, estructura y configuración al sistema complejo de la cadena de suministros (Ballou, 2004). Este diseño define las alternativas junto con sus costos asociados y niveles de inversión utilizados para operar el sistema y las decisiones sobre ubicación y tamaño de las instalaciones que se utilizarán. Estas instalaciones incluyen puntos nodales dentro de la red como plantas, puertos, proveedores, almacenes, puntos de venta al menudeo y centros de servicio (puntos dentro de la red de la cadena de suministros, donde los bienes temporalmente se detienen en su trayecto hacia los clientes finales).

Por otra parte la meta del diseño de una red es maximizar la rentabilidad a largo plazo de la cadena de suministro. El proceso inicia por la definición de la estrategia de la cadena, la cual debe alinearse con la estrategia competitiva de la compañía. La estrategia de la cadena, la demanda regional, los costos, la infraestructura y el ambiente

competitivo se emplean para definir la configuración regional de las instalaciones. Para las regiones donde se localizarán las instalaciones, los sitios potenciales atractivos se seleccionan con base en la infraestructura disponible. La configuración óptima se determina a partir de los sitios potenciales empleando la demanda, el costo de la logística, los costos de los factores y las márgenes de los diferentes mercados (Chopra y Meindl, 2011).

La mayor parte de los productos provenientes del sector agropecuario son perecederos, lo que obliga a que se tomen medidas precisas en las actividades de manipulación, transformación industrial, almacenamiento, transporte y distribución, siendo estos factores determinantes en el tiempo de vida útil y en el proceso de comercialización. La aplicación de la logística del transporte en el sector agropecuario nacional se ha abordado solamente en algunas grandes organizaciones, aunque el transporte se refiere al movimiento de un producto de una ubicación a otra de la cadena de suministros. La importancia del transporte ha aumentado con la creciente globalización en las cadenas de suministros, como también con el crecimiento del comercio electrónico, ya que ambas tendencias incrementan las distancias que el producto recorre. Las decisiones de transporte impactan la rentabilidad de la cadena e influyen en las decisiones relativas a los inventarios y las instalaciones dentro de la cadena (Ibid., p. 385-413).

Para lograr cumplir con los pedidos y garantizar que las materias primas lleguen en condiciones adecuadas, es necesario programar los tiempos necesarios para la recolección, identificar las zonas de producción y las vías de acceso, diseñar rutas para el transporte de materiales, identificar puntos de encuentro, sistematizar la información

para entregar los productos a tiempo, comparar diferentes tipos de transporte, así como la determinación de costos, etc. (Arcos, Mosquera y Villada; 2008).

Diversos estudios realizados hasta ahora en Colombia han demostrado que la situación de inseguridad alimentaria de la población no es causada precisamente por problemas de oferta o disponibilidad de los alimentos (Rodríguez: 2010). Un análisis general de la tendencia productiva en el país muestra una tasa de crecimiento de la producción de los cultivos transitorios del 2,03%y una tasa de crecimiento de los permanentes del 2,79% en los últimos quince años, superiores a la tasa de crecimiento de la población, que, según el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), actualmente es de 1,25% anual, y que será del 1,09 % anual para el período 2015-2020.

En este escenario, la preocupación del Gobierno Nacional por la seguridad alimentaria y nutricional se ha expresado en la formulación del Plan Nacional de Alimentación y Nutrición (PNAN) 1996-2005 y, posteriormente, en el Plan de Desarrollo (2006-2010), que reconoce la importancia de formular una política de seguridad alimentaria y nutricional y en virtud del cual se expidió, en marzo de 2008, el documento de Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PSAN), que contempla objetivos específicos relacionados con el abastecimiento y la distribución de los alimentos y señala la necesidad de diseñar planes territoriales de seguridad alimentaria y nutricional a nivel de las regiones y ciudades capitales, que garanticen la continuidad de las acciones nacionales. Así mismo, plantea que las entidades territoriales deben fomentar la creación de redes de seguridad alimentaria y nutricional, con el fin de incidir en el acceso a los alimentos y en sus precios, para lo cual es preciso crear sistemas de abastecimiento que encadenen la producción con la demanda.

En consecuencia, los costos de transporte para muchos agricultores son usualmente altos debido a que sus tierras están ubicadas lejos de los centros de acopio y pre-procesamiento, los mercados de mayoristas o los puertos de exportación. Muchas tierras agrícolas están en las montañas, alejadas de las carreteras principales y aún de los caminos secundarios. Además, aunque los intermediarios juegan un papel importante en las cadenas alimentarias, las condiciones en que actúan resultan frecuentemente desventajosas para los agricultores. La implementación de esquemas organizativos, incluso a través de cooperativas que abarquen las etapas de producción, transporte, acopio, procesamiento y exportación, puede ser un medio eficaz para incrementar el poder de negociación, ganancias y calidad de vida de los pequeños agricultores, como ilustra el estudio sobre Centro América y Panamá. Por lo tanto, para poder mejorar sus condiciones de vida, incrementar sus ingresos, y ponerse al día con el desarrollo social, el transporte, y particularmente el de productos agroalimentarios, es un elemento clave para las cadenas de abastecimiento, el comercio, y el desarrollo nacional (FAO: 2004).

Por lo tanto es necesario realizar la caracterización de un cierto número de productos, en especial los alimenticios, debido a que estos sufren una degradación normal en sus características físicas, químicas y microbiológicas como resultado del paso del tiempo y las condiciones del medio ambiente. En la mayoría de los casos se requieren ciertos medios de preservación como el control de la temperatura, para mantener sus características originales de sabor, gusto, olor, color, etc., de manera que se conserven las buenas condiciones durante la movilización entre el productor y el consumidor.

Cabe anotar que dentro de los productos perecederos se encuentran las frutas y las verduras (particularmente aquellas que provienen de zonas tropicales), la carne y sus

derivados, los pescados y los mariscos marinos y de agua dulce, los productos lácteos, las flores frescas y los follajes además de los peces tropicales. Todos ellos requieren temperaturas y condiciones climáticas acordes con sus características y con la duración del viaje hasta su destino final -transporte y almacenamiento. (Handabaka: 1994, p. 9).

De acuerdo con lo anterior, el deterioro y putrefacción de los productos hortofrutícolas es causado por los procesos biológicos que continúan después de la cosecha, provocando los siguientes cambios (Ibid., 1994, p. 9):

Fisiológicos: Respiración, generación de calor, transpiración, estructura de los tejidos: ablandamiento o endurecimiento; color: clorofila para el color verde, licopina para el color rojo; deshidratación: cambios de peso debido a pérdidas de agua y morfología del producto.

Físicos: Daño por enfriamiento (Chilling injury), cambios microbiológicos causados por microorganismos (hongos, bacterias, fermentos), maduración y envejecimiento.

Químicos: Pérdida de sustrato (almidón azúcares, grasas), composición proteica, carbohidratos, proteínas, lípidos, ceras y elementos volátiles (aceites esenciales y oleorresinas).

Por lo anterior, al revisar la información relacionada con el transporte de los alimentos en Colombia, se evidencia que no siempre cumplen con las normas establecidas; el parque automotor es antiguo y, además de contribuir a la contaminación ambiental, no siempre cuenta con las condiciones adecuadas para el transporte de los alimentos, en especial en el caso de alimentos perecederos, tales como frutas y hortalizas, lo que incrementa las pérdidas de alimentos, después del cargue-descargue y el uso de empaques inadecuados (FAO; 2010).

Desde el año 2007 en el documento CONPES 3489[10], se generaron las políticas de equipamiento en el transporte terrestre automotor de carga en Colombia, orientadas a favorecer la optimización, modernización y actualización tecnológica del parque automotor dentro del contexto socioeconómico y físico del país, con el fin de brindar la seguridad en el transporte y la atención efectiva de la demanda, basada en las siguientes estrategias recomendadas para ser adoptadas y desarrolladas por el Ministerio de Transporte:

- Regular transitoriamente el acceso de equipos de transporte al servicio, de acuerdo con la oferta existente de vehículos y la demanda del servicio.
- Determinar una metodología dinámica para el cálculo de la oferta actual y futura del parque automotor.
- Actualizar la normatividad de las especificaciones técnicas y de seguridad de los vehículos de transporte de carga, y la definición de configuraciones vehiculares que avancen hacia sistemas multiarticulados de carriles exclusivos de carga, principalmente en corredores de comercio exterior.

Por otra parte, las decisiones de localización apuntan a instalar plantas de producción, centros de distribución, puntos de venta, etc. además, estas decisiones pueden llevar a determinar la asignación de clientes y la capacidad de las instalaciones que forman parte de la cadena de suministro. Luego, las decisiones de localización pueden ser las decisiones más difíciles que se necesitan realizar para un eficiente diseño de la cadena de suministro (Daskin et al., 2003) debido a la naturaleza estratégica de esta decisión, lo que implica que es una decisión a largo plazo. Además, el decidir

[10]Departamento Nacional de Planeación. (2007). Política nacional de transporte público de automotor de carga - Seguimiento (Documento CONPES 3489). Recuperado de https://www.mintransporte.gov.co/

donde localizar conlleva a considerar costos de instalaciones, los que pueden ser elevados en, por ejemplo, plantas de manufactura y centros de distribución (Araneda: 2004).

Por todo lo anterior, se puede concluir que la ubicación más adecuada de un almacén o centro de distribución es una decisión poco flexible. Para mayor detalle sobre la importancia de la decisión de localización ver Daskin et al. (2003). Una buena o mala decisión de localización puede marcar la eficiencia de la cadena de suministro, afectando la satisfacción de las necesidades de los clientes, sin olvidar que las decisiones de localización investigan donde instalar un conjunto de instalaciones de modo de satisfacer las necesidades de un conjunto de clientes (Hale & Moberg, 2003), luego, una mala decisión de localización iría en menoscabo de este conjunto de clientes, contradiciendo la definición de cadena de suministro propuesta por Chopra & Meindl (2001).

Igualmente, se encontró que la cadena de suministro de productos agrícolas ha recibido mucha atención últimamente debido a cuestiones relacionadas con la salud pública. Algo que se ha hecho evidente es que en un futuro próximo el diseño y operación de las cadenas de suministro agrícola será objeto de los más estrictos reglamentos y una vigilancia más estrecha, en particular los de los productos destinados al consumo humano (agroalimentario). Esto implica que las prácticas tradicionales de la cadena de suministro pueden ser sujetas a revisión y cambio. Uno de los aspectos que pueden ser objeto de un escrutinio considerable es la planificación de las actividades realizadas a lo largo de las cadenas de suministro de productos agrícolas (Ahumada; Villalobos: 2009).

En consecuencia, los métodos para la localización y gestión de la cadena de suministro desempeñan un papel fundamental en el diseño estratégico de las redes de la cadena de suministro. Por ejemplo, en Melo y Saldanha (2009; p 401–412) hacen una revisión bibliográfica de los modelos de ubicación de las instalaciones que se dan en el contexto de la gestión de la cadena de suministro; los autores identifican las características básicas que estos modelos deben capturar para apoyar la toma de decisiones estratégicas que participan en la planificación de la cadena de suministro. En particular, la integración de las decisiones de localización con otras decisiones pertinentes al diseño de una red de cadena de suministro.

Por otra parte, Bassett y Gardner (2010; p. 254-265), establecen que en el diseño de la red de la cadena de suministro subyacente se puede tener un gran impacto en la rentabilidad, administración, y el nivel de riesgo de una cadena de suministro global. Impuestos, derechos, y las tarifas varían de un país a otro, así como bloque comercial pueden consumir hasta un 10% de los ingresos de ciertos productos. Por lo que en el entorno de negocios altamente regulados de los productos químicos agrícolas, el país de origen de un ingrediente activo puede determinar si el producto final puede ser comercializado, la cantidad de impuestos y derechos aplicados a los productos, por lo que es necesaria para localizar todos los lotes de producto a través de muchas capas de la cadena de suministro a sus fuentes. En este artículo se presenta un modelo de programación lineal entera mixta en uso de Dow AgroSciences LLC, que a la vez optimiza el diseño de la red subyacente mundial de cadenas de suministro, la producción mensual y los horarios de envío de la máxima rentabilidad.

Igualmente, Alvarado (2013; p. 19-40), plantea un modelo de optimización para un asentamiento agrícola en La Cruz de Guanacaste, Costa Rica, para contribuir con la

disminución de la pobreza rural aplicando de un modelo que optimiza las ganancias de los agricultores y sus familias y de procesamiento de productos agrícolas primarios, para romper el círculo de la pobreza rural, logrando que los productores agrícolas tengan mayores ingresos para que esto, a su vez, potencie una mayor inversión en este sector, generando más empleos e ingresos para los pobres rurales. Haciendo que la población rural pueda acceder a una mejor alimentación, a más opciones de educación, salud, vestido, entretenimiento y por ende, una mejor calidad de vida.

Según Tsolakisa, et al. (2014), la globalización, junto con los rápidos cambios demográficos y la evolución de las intervenciones normativas y legislativas, dicta la creciente demanda de productos agroalimentarios de alta calidad, valor agregado y personalizados. En este contexto, el diseño, el desarrollo y el funcionamiento de cadenas de suministro agroalimentarias eficientes han comenzado a satisfacerse con un mayor interés estos requerimientos. Además, la volatilidad de las condiciones meteorológicas, el complejo entorno regulador de la seguridad alimentaria, las tendencias cambiantes del estilo de vida de los consumidores, las preocupaciones medioambientales, plantean retos significativos para el desarrollo de cadenas de suministro robustas dentro del sector agroalimentario.

Reina (2013)11, aborda un caso de estudio de distribución de productos perecederos de economía campesina con la aplicación del modelo SCOR que es un modelo de referencia, que no tiene descripción matemática ni métodos heurísticos, en cambio estandariza la terminología y los procesos de una CS para modelos y, usando

[11]Reina, M.L. (2013). Logística de distribución de productos perecederos de economía campesina. Casos Fuente de Oro, Meta y Viotá, Cundinamarca (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Indicadores Clave de Rendimiento, compara y analiza diferentes alternativas de las entidades de la CS y de toda la CS en general. Una conclusión que se debe considerar en este estudio es que la constancia en la oferta de los productos es un factor decisivo para el éxito de los canales de comercialización, por lo que garantizar la oferta permanente de éstos, a través de estrategias como la siembra escalonada, la capacitación, la asistencia técnica y el manejo de registros que conlleven a la trazabilidad de los productos de manera tal que se obtengan alimentos de calidad.

5. Descripción del departamento del Cauca

5.1 Generalidades

El departamento del Cauca está localizado en el suroccidente del país, limita al norte con el Valle de Cauca; al oriente con Tolima, Huila y Caquetá; al sur con Nariño y Putumayo; y al occidente con el Pacífico. En él se encuentra de occidente a oriente la llanura del Pacífico, la depresión de los ríos Cauca y Patía y el Macizo Colombiano. En este último se originan las cordilleras occidental y central, nacen los ríos Cauca, Patía, Magdalena y Caquetá y se halla una sección del pie de monte amazónico en el sur, denominada Bota Caucana. La configuración geomorfológica del territorio le da características físico-bióticas asociadas a los diferentes pisos térmicos, desde el nivel del mar hasta aproximadamente 5.655 metros de altura (IGAC, 2006[12]). Su clima es bastante variado; va desde las bajas temperaturas del Nevado del Huila y los volcanes del Puracé y Sotará, hasta las más altas y húmedas en las tierras bajas de la costa. Cinco grandes cuencas conforman su sistema hidrográfico: la del Pacífico, la del Alto Magdalena, la del Patía y la del Caquetá. En consecuencia, presenta una gran diversidad de flora y fauna. Hacen parte del departamento los parques nacionales naturales Isla de Gorgona, Munchique, Nevado del Huila y Puracé. La superficie total del departamento del Cauca, es 29.308 Km2, se divide en 42 municipios (ver Anexo 1). Su capital, Popayán, tiene una extensión de 483 Km^2 aproximadamente.

A pesar de la gran diversidad de sus suelos, gran parte del departamento no tiene vocación productiva. El 36,41% son suelos que se deberían destinar a la "conservación" y un 25,11% adicional se debería destinar a "producción y protección forestal". Esto

[12] Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. (2006). características Geográficas. Recuperado de http://www.igac.gov.co/

quiere decir que más de la mitad de los suelos del departamento tiene limitantes productivos, sin tener en cuenta restricciones adicionales, como por ejemplo, la falta de infraestructura, tal como la de carreteras pavimentadas en las zonas que en efecto tienen vocación agrícola[13].

En la organización y funcionamiento del espacio departamental se observa una gran desarticulación territorial, originada por las características geomorfológicas, que ocasiona heterogeneidad y falta de integración de los flujos económicos, con dinámicas espaciales que se interrelacionan prioritariamente con los departamentos vecinos (IGAC, 2006).

Como se puede ver la distribución de la tierra según vocación productiva (ver Anexo 2), la franja central del departamento tiene aptitudes para la agricultura y sólo una pequeña porción de territorio al norte del departamento tiene vocación para pasturas. La zona oriental, el macizo y la bota, son en su mayoría tierras con poca vocación comercial, con limitaciones para el uso agrícola y con vocación principal hacia la conservación, forestal y agroforestal[14]. La zona del Pacífico también presenta poca disponibilidad de suelos agrícolas: en su mayoría tienen aptitudes forestales y agroforestales.

El departamento del Cauca presenta una serie de potencialidades de acuerdo con los diferentes recursos: el agrario lo constituye como gran productor de caña de azúcar y productor de café; el forestal, los bosques naturales como producción de madera y superficie ocupada; el pesquero, por la abundancia de atún, camarón y ostra; el minero, con la riqueza de oro, plata, platino y carbón; el energético, con la Central

[13]Banco de la República. (2007). La economía del departamento del Cauca: concentración de tierras y pobreza. Recuperado de http://www.banrep.gov.co/
[14]Ibid., (20007).

Hidroeléctrica La Salvajina; el turístico, principalmente por las áreas de Tierradentro y del Pacífico; y el hidrográfico, por la importancia de la estrella fluvial del Macizo Colombiano, donde nacen cuatro de los ríos más significativos del país: Magdalena, Cauca, Patía y Caquetá (IGAC, 2009).

El departamento del Cauca, tiene una ubicación geográfica que le permitiría realizar diferentes actividades económicas, aprovechando los recursos naturales que tiene, para realizar no solamente actividades agrícolas, agropecuarias, de extracción mineral, sino de turismo, por los paisajes y su riqueza en culturas indígenas.

5.2. Distribución espacial de la población, departamento del Cauca

La distribución espacial de la población del departamento del Cauca por municipios para el año 2013, según proyecciones del DANE, mantiene una tendencia predominantemente rural (60% de la población total), solamente siete municipios tienen primacía de población urbana: Popayán, 89%; Puerto Tejada, 88%; Villa Rica, 76,2%, Miranda, 70%; Guapi, 61%; Santander de Quilichao, 56%; y Padilla, 51%. (Ver Anexo 3). Donde adicionalmente, se puede observar que los municipios con mayor proporción de personas ubicadas en zona rural son: Sotará (97,8%), Caldono (95,6%), Cajibío (95,4%), Morales (93,9%), Toribio (93,9%), Jambaló (93,1%) y La Vega (93%). La predominancia del sector rural (60%) para el Cauca, puede plantear a los tomadores de decisiones que es muy importante fortalecer y priorizar los proyectos de encadenamientos productivos y la inversión en zonas rurales. De tal forma que, al fortalecerse esta población, evita que se desarraiguen y emigren a sus cabeceras municipales, como Popayán u otros centros urbanos nacionales. Esto último, puede ser

causa del aumento de los niveles de empleo en otras zonas o por el contrario, incrementar las tasas de desempleo, en las principales ciudades del país al migrar en busca de mayores oportunidades laborales.

A pesar que la tasa de migración neta es negativa, el departamento del Cauca reportó el mayor número de desplazados durante el 2012, la principal causa es el conflicto armado y los enfrentamientos entre la Fuerza Pública y los grupos armados ilegales. Se estima que en total, más de 700 mil personas se convirtieron en desplazados en el departamento, durante el 2012. Las zonas más afectadas fueron Argelia, El Tambo, Morales, Caloto, Corinto, Jambaló y Caldono. Cabe resaltar que Popayán es el municipio caucano que mayor cantidad de desplazados alberga, solo entre los años 2005-2010, atrajo más de 32 mil personas (CODHES, 2010[15]).

Estos comportamientos migratorios ocurridos en los últimos años en el departamento, por las situaciones de orden público o en busca de oportunidades laborales o educativas, ha generado un reagrupamiento de la población en los diferentes municipios principalmente en las cabeceras municipales, por lo en las zonas rurales es necesario mejorar los ingresos de los cultivadores, al mejorar los precios de venta y así fomentar la producción agrícola.

5.3. Entorno Empresarial

En el Municipio de Popayán en la Cámara de Comercio del Cauca se encuentran registrados a Noviembre de 2012, 7.825 unidades productivas, con unos activos totales

[15]Consultoría para los Derechos Humanos y el Desplazamiento. (2010). Informe de consultoría. Recuperado de http://www.codhes.org/

que ascienden a $1.702.415 millones de pesos. El sector Suministro de Energía, Gas y Agua concentra el 47,53% ($809.037 millones de pesos) del total de los activos registrados por las empresas payanesas; esta alta concentración responde a la inversión de 13 sociedades y obedece a las características propias de las actividades del sector que exigen una alta inversión en la infraestructura de las empresas para ofrecer el servicio. (Ver Tabla 2)

Tabla 2. Clasificación CIIU3 de las empresas del municipio de Popayán y activos en millones de pesos

CIIU	No. empresas	Participación % No. Empresas	Total activos	Participación % total activos
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	85	1,09%	$ 20.411	1,20%
Pesca	3	0,04%	$ 4.628	0,27%
Explotación de minas y canteras	11	0,14%	$ 4.194	0,25%
Industria	598	7,64%	$ 89.037	5,23%
Electricidad, gas y agua	13	0,17%	$ 809.091	47,53%
Construcción	193	2,47%	$ 84.252	4,95%
Comercio	4176	53,37%	$ 289.554	17,01%
Hoteles y restaurantes	840	10,73%	$ 9.571	0,56%
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	440	5,62%	$ 108.965	6,40%
Intermediación financiera	112	1,43%	$ 3.337	0,20%
Actividad inmobiliaria	736	9,41%	$ 120.339	7,07%
Administración pública y seguridad social obligatoria	9	0,12%	$ 785	0,05%
Educación	39	0,50%	$ 1.862	0,11%
Servicios sociales de salud	164	2,10%	$ 122.520	7,20%
Otras actividades de servicios	406	5,19%	$ 33.869	1,99%
Total	7825	100%	$ 1.702.415	100%

Fuente: Registro Mercantil - Cámara de Comercio del Cauca. (2012)

Por su parte, el sector comercio concentra el 17,01% ($289.554 millones de pesos[16]) de la inversión en activos del municipio y es el de mayor participación en lo concerniente al número de registros, con un total de 4.176 que representan el 53,37% del total de las empresas del municipio. Le siguen en importancia según número de empresas registradas el sector Hoteles y Restaurantes con 840 registros, Actividad Inmobiliaria con 736 e Industria con 598. Llama la atención que estos últimos sectores no concentran más del 13% del valor total de los activos, y el 27,7% del total de empresas.

El sector agricultura, ganadería, caza y silvicultura cuenta con 85 empresas registradas y una participación tan sólo del 1,2% del total de los activos, lo que puede entenderse como un sector con bajos niveles de utilización del capital, lo cual influye de manera directa en la productividad del sector.

De acuerdo con los registro de las unidades productivas en el departamento, la participación del sector agrícola es mínima, lo que permite inferir que la producción se realiza por campesinos, indígenas y afrodescendientes en sus predios, los cuales no están agrupados en asociaciones o cooperativas, para tener un mayor poder de negociación y reconocimiento legal.

5.4. Gremios

La Tabla 3 hace una relación de los gremios más representativos con presencia en el departamento y sus objetivos como organización.

[16] Ministerio del Trabajo de la Republica de Colombia. (2013) Mercado de Trabajo de Popayán (Primera Edición). Recuperado de https://www.mintrabajo.gov.co/

Tabla 3. Gremios representativos del Cauca

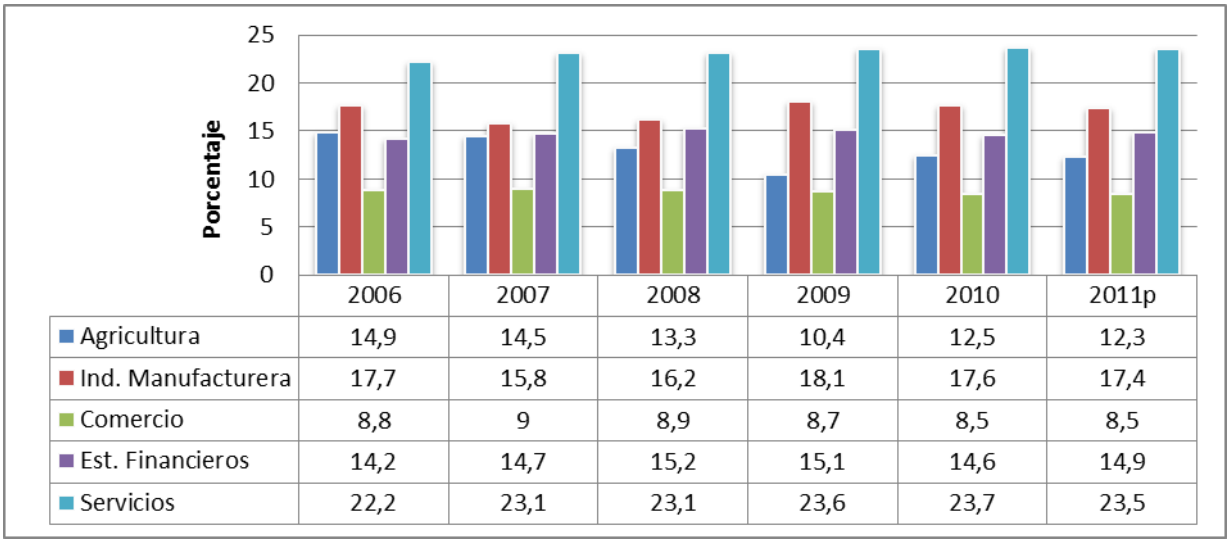
Gremios	Objetivos
COTELCO Capítulo Cauca	Agremiar y representar a los empresarios de la industria Hotelera en Colombia, uniendo esfuerzos que contribuyan a su competitividad y al desarrollo sostenible del sector turístico.
FENALCO Cauca	Gremio empresarial que representa, orienta y promueve el comercio y los servicios formales; fomentando su desarrollo sectorial; y apoya su fortalecimiento y modernización empresarial dentro de criterios de orientación al cliente, sostenibilidad financiera, desarrollo de las personas, servicios y generación de beneficios con procesos permanentes de innovación y aprendizaje de la organización.
Comité Departamental de Cafeteros -Cauca-	Este representante gremial actúa en beneficio de los agremiados de toda la nación y ejercer sus funciones procurando el bien común de los productores, de la actividad cafetera y de la economía nacional. Tiene además, la condición de vocero especial de los caficultores del departamento según su renglón y la obligación de informar a los agremiados sobre los temas de su gestión, recibir sus inquietudes y velar por sus intereses.
Sociedad de Agricultores y Ganaderos SAG	Entidad sin ánimo de lucro que representa y agremia a los agricultores y ganaderos, participa en la definición de la política agropecuaria a nivel regional y nacional, presta servicios de asistencia técnica agropecuaria de manera integral con proyección a nivel nacional e internacional; brindando un acompañamiento en la formulación, gestión y administración de proyectos, a través de talento humano idóneo y capaz, con tecnología de información actualizada para ofrecer a todos sus asociados un servicio de alta calidad, en busca del crecimiento y consolidación del gremio, y una generación de ingresos apropiada para la auto sostenibilidad de la organización.
Asociación Colombiana de Pequeñas y Medianas Empresas Acopi -Cauca-	Gremio que contribuye al desarrollo y crecimiento del sector empresarial facilitando y liderando procesos de formación permanente, innovación, tecnología, calidad, asociatividad, orientación empresarial, estrategias de mercadeo y representación gremial.
Concejo Gremial del Cauca	El consejo gremial busca Impulsar el desarrollo integral del departamento del Cauca, propendiendo por el bienestar de su comunidad, mediante la integración de los sectores productivos, bajo principios de democracia, autonomía, transparencia y convivencia.
ACODRÉS Capítulo Cauca	El gremio que representa los intereses de la industria gastronómica colombiana, bajo unos principios de ética empresarial y solidaridad con el desarrollo del país. La asociación está organizada como una federación en la cual cada capítulo propende por los intereses locales de sus afiliados y por el desarrollo sostenible de su región.
Cámara de Comercio del Cauca CCC	Institución de derecho privado, de carácter corporativo, gremial y sin ánimo de lucro que cumple funciones delegadas por el Estado, promueve, gestiona y orienta sus recursos y acciones para el mejoramiento de la productividad y la competitividad de las empresas y entidades del departamento del Cauca, a la vez que impulsa el emprendimiento en la región.
Asociación Caucana de Ingenieros	La asociación tiene por objeto agrupar a los profesionales de la ingeniería y propender por su bienestar, unión y permanente actualización.
Asociación Nacional de Empresarios ANDI, Cauca	Agremiación sin ánimo de lucro, que tiene como objetivo difundir y propiciar los principios políticos, económicos y sociales de un sano sistema de libre empresa.

Fuente: Elaboración Informe de Diagnóstico Mercado de trabajo en la Ciudad de Popayán programa de la naciones unidas para el desarrollo, Primera Edición. A noviembre de 2012.

El gremio al que se podrían vincular los productores de los municipios de Caloto, Guachené, Puerto Tejada y Villa Rica, por sus políticas es a la Sociedad de Agricultores y Ganaderos SAG, para tener participación, reconocimiento y acceder a información que los beneficie, por pertenecer a esta organización.

5.5. Dinámica económica por rama de actividad

La dinámica de la economía del Cauca depende básicamente de cinco grandes ramas de actividad económica, que representan para el periodo 2006-2011 el 75% de la producción total, de acuerdo con el Informe de Diagnóstico de Mercado de trabajo en la Ciudad de Popayán. De acuerdo a la Figura 4, las ramas de mayor peso son la de servicios, industrial, financiera, agrícola y comercial; y los de menor proyección son transporte, electricidad, construcción y minas.



	2006	2007	2008	2009	2010	2011p
Agricultura	14,9	14,5	13,3	10,4	12,5	12,3
Ind. Manufacturera	17,7	15,8	16,2	18,1	17,6	17,4
Comercio	8,8	9	8,9	8,7	8,5	8,5
Est. Financieros	14,2	14,7	15,2	15,1	14,6	14,9
Servicios	22,2	23,1	23,1	23,6	23,7	23,5

Figura 4. Porcentajes de participación por ramas de actividad económica en el PIB del Cauca. Periodo 2006-2011

Fuente: Elaboración Informe de Diagnóstico Mercado de trabajo en la Ciudad de Popayán programa de la Naciones Unidas para el desarrollo, Primera Edición, 2012.

Es de destacar que la tendencia del sector agrícola ha sido decreciente bajo el periodo analizado, alcanzando un promedio del 13%, mientras que un comportamiento contrario ha mostrado el sector servicios, cuyo aporte ha evolucionado favorablemente logrando en promedio 23,2 puntos porcentuales en el último lustro. El sector manufacturero, financiero, al igual que el comercial, han mantenido un comportamiento tendencial más estable frente a los dos anteriores, y en promedio han logrado una contribución de 17,2%; 14,8%; y 8,7% respectivamente.

En los últimos años la tendencia del sector agrícola es decreciente, pero la distribución de las tierras continúa igual, por lo que se están subutilizando estos predios, por la falta de tecnología en la siembra, capacitación a los agricultores, financiación y los procesos de negociación para la compra de insumos y venta de los productos.

El sector agropecuario en el departamento está conformado por café, otros productos agrícolas, animales vivos y productos animales, caza, pesca, silvicultura y extracción de madera, pero la participación del sector agrícola en el PIB ha venido cayendo ostensiblemente desde la mitad de la década de los sesenta. En ese periodo era del 61%, para los setenta del 47%, en los ochentas llegaba al 35%, en los noventa únicamente al 28%, para el nuevo milenio ya es inferior al 20%[17].

Históricamente el sector agrícola del departamento del Cauca se constituyó en el motor de crecimiento del nivel de actividad económica, debido básicamente a que la diversidad y riqueza de sus suelos, sumado a la variedad de climas, le permitió crear ventajas comparativas frente a otras regiones del país. Las explotaciones tradicionales con tecnologías incipientes, la poca participación de otros sectores, al igual que una

[17]Gómez, A. (2011 enero - junio). "Productividad Multifactorial Del Sector Manufacturero Del Cauca 1993-2006". Sociedad y Economía. Universidad del Cauca. Recuperado de http://sociedadyeconomia.univalle.edu.co/

economía muy cerrada, caracterizaban dicha dependencia. Aunque esto fue cierto hasta hace algún tiempo atrás, lo que evidencian las cifras es que dicha participación ha venido declinando ostensiblemente desde la mitad del siglo anterior.

Entre otras muchas causas que explican este abatimiento figuran las limitaciones de recursos de producción de la economía campesina, la coexistencia de una agricultura plagada de intermediación, la agricultura minifundista de subsistencia en el oriente, centro y sur del departamento, la ganadería extensiva en la hoya del Patía y la reforestación comercial en zonas de ladera. Aunque hay que tener en cuenta que si esta actividad ocupara partes planas, podría desplazar los cultivos, ya que la actividad silvícola demanda menos mano de obra. En este orden de ideas y considerando que la población del Cauca concentra su mayor población en zonas rurales, se ratifica que la inversión en el sector agrícola es importante para reactivar la economía del Cauca evitando el desarraigo hacia las ciudades[18].

Para los años iniciales del 2006-2011, el crecimiento del sector fue cada vez menor; de 2,8% en 2007, se pasó a 0,9% básicamente por la reducción en la inversión neta que fue de -95%; la disolución de sociedades (-67%) y sociedades liquidadas (-10.7%). Para 2008, el sector se vio afectado por la baja demanda externa de sus productos, posiblemente por la crisis financiera mundial que afectó la demanda de productos reales en todos los renglones de la economía. Las exportaciones cayeron en 36 puntos porcentuales, rompiendo con la tendencia exportadora creciente del sector.

En 2009, la demanda mundial continuaba muy restringida y esto afectó al sector agrícola caucano, pero el fenómeno climático fue el factor determinante que motivó la

[18]Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2012). Elaboración Informe de Diagnóstico Mercado de trabajo en la Ciudad de Popayán. Recuperado de https://www.researchgate.net/

caída en más del 19% en su PIB. Para finales del año, se registraron alrededor de 27.000 cultivos afectados, y 5.000 en el primer trimestre de 2011, resultando 33 mil hectáreas con pérdidas totales. Los damnificados ascendieron a 51.239 personas, es decir más de 10.000 familias que generalmente se dedican al agro[19]. Finalmente, en 2010; la tasa positiva de 27,9% en la actividad de agricultura se explica principalmente por el comportamiento positivo del cultivo de cocotero, fique, plátano, caña, chontaduro y piña.

El sector agrícola durante muchos años fue el motor del crecimiento de la actividad economía del departamento, pero su comportamiento en las últimas décadas es hacia la baja, principalmente por el incremento de intermediación que afecta directamente al productor o agricultor, debido a que los costos de venta no suplen los costos de producción, como se demuestra más adelante para algunos cultivos considerados en este estudio. Por lo que la inversión realizada e incluso las obligaciones financieras adquiridas para cultivar, no logran ser satisfechas adecuadamente, lo que ha generado el desarraigo hacía las ciudades de los habitantes de las zonas rurales, en busca de oportunidades laborales para obtener sus ingresos, cubrir sus obligaciones financieras y satisfacer las necesidades básicas. Por lo anterior, considerar un centro de distribución para los productos cultivados en ciertas zonas y lograr negociaciones en bloque podría incrementar la participación de este sector y la permanencia de los pobladores.

A continuación se describen los cuatro municipios objeto de esta investigación.

[19]Federación Nacional de Cafeteros. (2010). Economía cafetera (30). Recuperado de https://www.federaciondecafeteros.org.

5.6. Caloto

El municipio de Caloto se encuentra situado al norte del departamento del Cauca, tiene una extensión territorial de 26.931,62 Hectáreas, a una altura de 1.100 m sobre el nivel del mar, sus coordenadas son: 30º 01 latitud norte 76º 25 longitud oeste del meridiano de Greenwich, fue fundada el 29 de junio de 1543, por Sebastián de Belalcázar.

Caloto, limita al norte con los municipios de Villa Rica, Puerto Tejada y Guachené, al sur con los municipios de Santander de Quilichao y Jambaló, al occidente con los municipios de Santander de Quilichao y Villa Rica y al oriente con los municipios de Corinto y Toribio. Distancia de referencia: 81 Km de la ciudad de Popayán y a 43 km de la ciudad de Santiago de Cali.

La población del municipio de Caloto para el año 2013 según los datos conciliados en las Proyecciones de población municipales 2005 – 2020 del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas DANE, es de 17568 personas, la población está distribuida 4516 habitantes en la zona urbana y 13052 habitantes en la zona rural.

5.6.1 Economía

El sector agropecuario es el que genera la mayor cantidad de empleos (50.1%), seguido por la industria que crea el 15.3% del total de empleos generados en el municipio, el empleo creado por el estado es del 12.1%. Aunque el municipio cuenta con varios parques industriales con 66 empresas asentadas, no se ha incrementado el índice de empleo para la gente del sector pues las industrias afirman que no encuentran

mano de obra calificada para emplear, por eso es importante capacitar a la población y hacer convenios para que la industria emplee mano de obra local.

Los ingenios azucareros son otra fuente de generación de empleo ya que estos llegaron a comprar o alquilar terrenos convirtiendo a los antes pequeños y medianos productores en arrendatarios o trabajadores por jornales disminuyendo notablemente la producción y la variedad agrícola del municipio[20].

En el municipio, se identifican tres grandes zonas generales de producción definidas, localizadas y delimitadas de acuerdo a la fisiografía y topografía del territorio. Una zona de producción agropecuaria de alta rentabilidad que se ubica en la zona plana o planicie de Caloto, donde se presentan principalmente cultivos permanentes como es el monocultivo de la caña de azúcar desarrollado por ingenios, colonos, pobladores; en menor proporción misceláneos de cultivos semi–permanentes como soya, sorgo en mezcla con praderas naturales y parcelas de caña de azúcar; y, finalmente se encuentran algunos cultivos tradicionales como hortalizas, los cuales se presentan en conjuntos misceláneos con praderas, caña de azúcar y cultivos de piña. Una zona de mediana a baja rentabilidad que se ubica también en la zona plana y piedemonte de Caloto, donde sobresalen los cultivos semestrales como los correspondientes a cereales y oleaginosas y el cultivo de café. Una zona de producción agropecuaria de baja rentabilidad que se constituye en una zona de seguridad alimentaria, ubicada en la parte alta o zona de montaña caracterizada por pequeñas extensiones con bajas producciones, sin tecnología, poca productividad, altos costos, baja rentabilidad, etc., en presencia de suelos deficientes y topografías difíciles, en

[20]Plan Básico de Ordenamiento Territorial. (2010). Alcaldía Municipal, Nueva Segovia de San Esteban de Caloto Ciudad Confederada. Recuperado de http://www.crc.gov.co/

presencia de rastrojos y con la responsabilidad de disponer y conservar de las fuentes de recursos naturales. Bosques plantados de pino y eucalipto para producción maderera se encuentran en poca extensión en las veredas de Guataba y Los Chorros, de la zona montañosa del municipio.

En la Tabla 4 se resumen los sistemas de producción y extracción determinados para el Municipio de Caloto, los cuales se describen de acuerdo con las características ya enunciadas.

Tabla 4. Sistemas de producción, municipio de Caloto

Sistema de producción y/o extracción	Productos	Localización (Veredas)
Agrícola de subsistencia	Misceláneos de café, bosque secundario, maíz, hortalizas, caña panelera, praderas con rastrojo e ilícitos.	Veredas Altamira, La Estrella, Nápoles, El Poblado, La Palomera, Morales – Arrozal, La Selva, El Chocho, El arrayán, Guataba, Loma Pelada, Carpintero, El Credo, Tierrero, El Pedregal, El Nilo.
Agrícola de subsistencia semi–comercial	Misceláneos de caña de azúcar, hortalizas, piña, cacao, tabaco, bosque secundario.	Veredas Quintero, La Arboleda, San Jacinto, López Adentro, Pílamo Alto, Pílamo.
	Caña de azúcar, sorgo, soya, arroz y praderas con rastrojo.	Veredas Mingo, Caponera, Cabito, Barragán, Cabaña, Cabañita, San Antonio, Llano de Tabla, Llano de Tabla Alto, El Silencio, San Jacinto, López Adentro, Ciénaga Honda, San Nicolás, Santa Rosa, Guázimo, Caicedo, La Selva, Dominga Alto.
Agrícola comercial	Caña de azúcar.	Veredas del Corregimiento Veredas Nororientales, Veredas Caicedo, San Jacinto, Campo Llanito, Pílamo, Huasanó, Guázimo, Alto El Palo.
Sistema pecuario de subsistencia y semi comercial	Ganadería extensiva y semi intensiva doble propósito, especies menores, piscicultura.	Quintero, San Nicolás, Caicedo, Veredas del Resguardo de Huellas, La Dominga, Santa Rita, Pílamo Alto, Guabito, Vista Hermosa, Veredas del Corregimiento de Huasanó.
Extracción	Material de arrastre, roca muerta (basalto), arcilla (ladrillos), generación de energía eléctrica.	Veredas Porvenir, Alto El Palo, El Nilo, Sabanetas, Campo Llanito, Paraíso, Morales.
Industrial	Azúcar, papel y derivados, químicos.	Veredas La Sofía, El Guabal, San Nicolás, Santa Rosa, La Robleda.

Fuente: Plan Básico de Ordenamiento Territorial. Alcaldía Municipal, Nueva Segovia de San Esteban de Caloto Ciudad Confederada

Los principales productos del municipio que se producen en pequeña escala son: el café, hortalizas, maíz y caña. La atención técnica aunque escasa, es brindada por la Federación de Cafeteros y UMATA y no existe un acopio o procesamiento de los productos, realizándose de forma tradicional, por lo que su mercado es el consumo familiar y regional con los municipios de Corinto y Santander de Quilichao. Así, la intermediación es baja por lo que el destino de la producción es de consumo directo y el transporte público es deficiente. Se utilizan pocos insumos de agroquímicos y abonos orgánicos, por lo que la adecuación de tierras es manual (roza y quema), los riesgos de pérdida en los cultivos son por factores climáticos y desastres naturales como deslizamientos, incendios forestales y vendavales. Los principales impactos que se presentan en esta región son la contaminación de aguas, pérdida de fertilidad del suelo por erosión, deforestación quemas y sobrepastoreo.

5.6.2 Vías de comunicación

En el municipio hay 125 km, de los cuales el 8,4% se encuentra en buen estado, el 63.3% en regular estado y el 28.4% en mal estado. El 90% de la zona plana tiene vías de acceso aunque algunas no cuentan con especificaciones técnicas y sin mantenimiento. La mayor dificultad se presenta en la parte de la montaña donde aún existen veredas sin acceso vial y con caminos de herradura bastante pendientes y difíciles de transitar sobre todo en épocas de invierno.

El transporte público es prestado principalmente por dos empresas legalizadas y algunos vehículos particulares que se dedican a este negocio, las rutas establecidas son Caloto – Santander, Caloto – Crucero de Guali – Guachené y Caloto – La Y, hacia las

demás veredas es difícil encontrar el servicio debido a que la demanda no es muy alta y el estado de las vías es regular.

5.7. Villa Rica

El municipio de Villa Rica se encuentra situado al nororiente del Departamento del Cauca, tiene una extensión territorial de 74,3 kilómetros cuadrados, a una altura de 982 metros sobre el nivel del mar. El relieve del municipio es totalmente plano y sus tierras corresponden al piso térmico cálido. Fue creado como municipio el 11 de Noviembre de 1998, bajo la Ordenanza No. 021, siendo segregado del municipio de Santander de Quilichao.

Villa Rica limita al Norte con el departamento del Valle del Cauca, al sur con los municipios de Santander de Quilichao y Caloto, al occidente con el departamento del Valle del Cauca y al oriente con los municipios de Puerto Tejada y Caloto. Distancia de referencia: 112 kilómetros de Popayán la capital del departamento del Cauca y a 36 kilómetros de Santiago de Cali, capital del departamento del Valle del Cauca.

La población del municipio de Villa Rica para el año 2013 según los datos conciliados en las proyecciones de población municipales 2005–2020 del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas DANE, es de 15.798 personas. La población está distribuida en 12.191 habitantes en la zona urbana y 3.607 habitantes en la zona rural.

5.7.1. Economía

El municipio cuenta con un relieve totalmente plano y sus tierras corresponden al piso térmico cálido, además tiene una gran diversidad en su cobertura vegetal, por lo que se puede decir que su vocación es agropecuaria, el 44.26% de su territorio es equivalente a 22.196 hectáreas que están dedicadas a cultivos agrícolas, además de que las condiciones ecológicas del medio, la fertilidad de los suelos y los parques industriales existentes a los alrededores, permiten que sea así.

La comunidad de Villa Rica tiene como base de su economía el trabajo como asalariados de los ingenios azucareros y del sector industrial, siendo así la agricultura la segunda fuente de la actividad económica, representada en los cultivos de caña de azúcar, zapallo, maíz, soya, sorgo, papaya, limón, plátano, yuca, mandarina, guanábana entre los principales. Las actividades económicas principales son el comercio, la agricultura y la actividad pecuaria.

El municipio cuenta con tres parques industriales (Caucadesa, Parque Sur y Prodevica) en donde se ubican industrias de químicos en productos farmacéuticos y veterinarios, productores de harinas, grasas, impresos, baterías, productos de aseo y materiales para la construcción. Todas estas industrias se han establecido aprovechando las ventajas que ofreció la Ley Páez. También se cuenta con diferentes industrias artesanales como las ladrilleras y las industrias avícolas tecnificada.

Los productos de los cultivos de Villa Rica se comercializan en Santander, Cali, Jamundí, Puerto Tejada y un mínimo porcentaje se vende en el municipio; ya que por la situación geográfica del municipio permite una rápida venta y adquisición de los productos.

El índice de pobreza del Municipio de Villa Rica es de 73,86%, situación que está ligada prácticamente a la ausencia o falta de políticas estatales que propicien condiciones y/o oportunidades de empleo; además de que no existen empresas o instituciones que ayuden o fomenten el trabajo de los campesinos; por lo que gran porcentaje de las personas de la zona rural se dedican a cultivar sus parcelas (productos del pan coger) para obtener su sustento diario; otras personas viven del rebusque en la extracción de material de arrastre y como vendedores ambulantes, otros trabajan en los ingenios azucareros; y las personas empleadas en cargos estatales (como en la alcaldía y en la docencia).

5.7.2. Vías de comunicación

Las vías primarias son Villa Rica - Santander de Quilichao, Villa Rica - Jamundí, Villa Rica - Cali "valle", Villa Rica - Puerto Tejada, Villa Rica – Popayán. La única vía que se encuentra en buen estado es la calle 3ª siendo en este momento la principal, la calle 4ª está, hasta la carrera 12 pavimentada y el resto, destapada hasta la carrera 16. Las carreras pavimentadas van desde la 1ª hasta la carrera 8ª. Las demás calles y carreras e incluso las vías urbanas se encuentran destapadas y en regular estado. Exceptuando la vía a Quintero que tiene, 450 metros de pavimento en regular estado además de que la señalización de las calles y carreras del municipio como las vías rurales carecen totalmente de esto.[21]

[21] Plan de Desarrollo Municipal de Villa Rica Cauca. (2012-2015). Consejo territorial de planeación. Recuperado de http://villarica-cauca.gov.co/

5.8. Guachené

El municipio de Guachené está localizado en la zona tórrida al pie de la falda de la cordillera central de los andes en el norte del departamento del Cauca en la hoya hidrográfica del Río Palo con características biofísicas, sociales, económicas y culturales de alta homogeneidad caracterizada por la presencia del 99% de afrodescendientes. Comprende una extensión de 9.884 hectáreas. Fue creado como municipio el 19 de diciembre de 2006, Decreto número 0653 de 2006 Gobernación del departamento del Cauca, consulta popular del 26 de febrero de 2006.

Guachené limita al norte con los municipios de Padilla y Puerto Tejada, al sur con el municipio de Caloto, al occidente con los municipios de Caloto y Villar Rica; y al oriente con el municipio de Caloto. Distancia de referencia: 89 km. de la ciudad de Popayán y a 30 km. de Santiago de Cali, capital del departamento del Valle del Cauca.

La población del municipio de Guachené para el año 2013 según los datos conciliados en las proyecciones de población municipales 2005 – 2020 del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas DANE, es de 19.732 personas. La población está distribuida en 4.993 habitantes en la zona urbana y 14.739 habitantes en la zona rural.

5.8.1. Economía

El principal renglón de la economía es la agro industria de la caña de azúcar, por el área de tierra ocupada en el cultivo, aproximadamente 8.000 hectáreas de tierra sembradas de caña, que producen un total de 1.166.000 toneladas con un rendimiento de

110.000 kilogramo / hectárea, en esta medida representa el 57% de las actividades económicas del municipio y la industria ocupa el segundo renglón de la economía.

El segundo renglón de la economía del Municipio de Guachené está representado por la actividad industrial y empresarial, siendo estas la base de la finanzas, toda vez que el 98% de los ingresos tributarios provienen de este sector, además son la principal fuente de empleo para los habitantes de la municipalidad, según los datos reportados estas generan un número de empleos equivalentes a 1.583, sin embargo se anota que la mayoría de los empleos directos e indirectos no son ocupados por los habitantes del municipio.

La producción agrícola del municipio es importante, ya que cuenta con aproximadamente 3.000 hectáreas de terrenos cultivables, producción importante que genera excedentes agrícolas para ser comercializados en los mercados del norte del Cauca y en el departamento del Valle del Cauca, las producciones principales son: plátano, yuca, maíz, frutales, cacao y arroz. La actividad agrícola en cabeza de los pequeños minifundistas que con más de 3.000 predios se dedican a la siembra de cultivos transitorios de maíz, sorgo, soya, yuca y frutales, al igual que a cultivos asociados y a la finca tradicional que asocia, plátano, frutales, árboles de sombrío, representa el 18% de la actividad económica del sector (Ver Tabla 5).

Tabla 5. Cultivos y hectáreas cultivadas del municipio de Guachené

ACTIVIDAD - CULTIVO	HECTAREAS CULTIVADAS	PARTICIPACION %
Piña	15,1	3,0%
Frijol	3,8	0,7%
Maíz	146,0	28,9%
Sorgo	3,4	0,7%
Soya	4,1	0,8%
Plátano	69,8	13,8%

Tabaco	5,5	1,1%
Zapallo	8,7	1,7%
Yuca	27,8	5,5%
Pastos	12,2	2,4%
Cítricos	6,0	1,2%
Frutales	4,9	1,0%
Hortalizas	5,2	1,0%
Finca Tradicional	192,0	38,1%
SUB TOTALES	504,4	100%

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal Guachené 2008 – 2011

El principal cultivo de los guacheneseños, está en la finca tradicional con una participación del 38%, el segundo es el cultivo de maíz con el 29% y en tercer lugar está el cultivo de plátano cuya participación es del 14%. En un menor índice esta la actividad comercial representada por los pequeños negocios, tiendas, panaderías almacenes, y discotecas con un 2%. Seguido se encuentra la actividad minera con la extracción de material del río palo como arena cascajo, piedra y balasto con 1%. En último lugar está la actividad pecuaria, ganadera con un 0.5% y otras actividades con 0.5%.

5.8.2. Vías de comunicación

El componente hidrográfico del municipio de Guachené, se determina, por su ubicación al norte del departamento del Cauca, de tal manera, que forma parte de la cuenca hidrográfica Alto Cauca. El río Palo, además de ser principal afluente del Río Cauca, es la fuente de producción de energía de la Micro central Eléctrica que abastece los municipios de Caloto, Padilla y Guachené, y la fuente del acueducto regional del norte que abastece los municipios de Caloto, Villa Rica y Puerto Tejada. Igualmente, sus aguas benefician la agroindustria cañera de los ingenios Cauca y La Cabaña,

empresas como Propal y los parques industriales establecidos por la Ley Páez en Caloto, Villa Rica y Puerto Tejada.

El Municipio de Guachené tiene 48.8 kilómetros de longitud de vías, de los cuales 15 kilómetros se encuentran pavimentados entre la carretera de crucero de Gualí y Guachené con 2 km, entre Guachené y Puerto Tejada con 9 km, barragán – mingo 2 km, Guachené - Obando 2 km. En afirmado dispone 24.6 km., de los cuales 9.5 km están en buen estado, 7.1 km. en regular estado y 8 km en mal Estado. Vías en tierra sólo hay 4.7 Km. que están en pésimo estado.

El 90% de la zona rural tiene vías de acceso aunque algunas no cuentan con especificaciones técnicas y sin mantenimiento. La mayor dificultad se presenta en la parte del Consejo Comunitario de Pílamo donde aún existen veredas sin acceso vial y con caminos de herradura y difíciles de transitar sobre todo en épocas de invierno.

El transporte público es prestado principalmente por dos empresas legalizadas y algunos vehículos particulares que se dedican a este negocio, las rutas establecidas son de Popayán a Santander de Quilichao y de allí se llega a Guachené y de Popayán a Puerto Tejada y de ahí a Guachené y de Guachené a Cali.

5.9. Puerto Tejada

El municipio de Puerto Tejada se encuentra situado en la parte noreste del departamento del Cauca, tiene una extensión territorial 102 kilómetros cuadrados (11.169.07 hectáreas). Km². Fue fundado el 17 de septiembre de 1897, por el General Manuel Tejada Sánchez y a él se debe su nombre.

Puerto Tejada limita al norte con los municipios de Santiago de Cali y Candelaria, al sur con el municipio de Caloto y Villarrica, al occidente con Villarrica y Jamundí, al oriente con Miranda y Padilla. Distancia de referencia: Puerto Tejada se encuentra 17 km de la ciudad de Santiago de Cali y a 108 km de Popayán.

La población del municipio de Puerto Tejada para el año 2013 según los datos conciliados en las Proyecciones de población municipales 2005–2020 del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas DANE, es de 45.395 personas. La población está distribuida en 40.033 habitantes en la zona urbana y 5.362 habitantes en la zona rural.

5.9.1. Economía

El Municipio de Puerto Tejada ha basado durante años su economía en el sector agrícola, hasta hace algunas décadas ésta fue una región productora de cultivos de pan coger, frutales, productos transitorios y un alto sector cultivado en cacao; las cuales aportaban a la seguridad alimentaria de la región y que lo consolidaba como parte de la despensa agrícola del sur occidente colombiano.

La actividad económica actualmente gira alrededor del monocultivo de la caña de azúcar, en mediana proporción los cultivos de pan coger, otros cultivos, la ganadería y pecuarios. Algunas haciendas desempeñan la explotación de leche en un 40%, carne 10% y doble propósito 50% la raza predominante es la Holstein y en una mínima proporción la raza pardo Suizo con un total de 1.574 cabezas. La industria azucarera es la principal fuente de empleo del municipio.

El municipio cuenta con tres desarrollos industriales hoy convertidos en zonas Francas, considerada como uno de los polos de desarrollo más importantes del país a partir de la legislación del decreto 1197 de 3 de abril de 2009, consolidados con 19 empresas sentadas y 10 empresas dispersas en el sector urbano rural. EL comercio representa un crecimiento moderado con la presencia del sector bancario, supermercados, droguerías, almacenes de ropa, calzado, y otras formas de comercio informal como la plaza de mercado y sus alrededores, en donde se concentre gran parte de comercio urbano del municipio.

La actividad económica actualmente gira alrededor del monocultivo de la caña de azúcar, en mediana proporción los cultivos de pan coger, otros cultivos, la ganadería y pecuarias[22].

Según cálculos de la Umata Puerto Tejada, éste presenta la siguiente distribución de Hectáreas de cultivos diferentes al monocultivo de la caña de azúcar. Tal y como lo muestra la Tabla 6, es incipiente las actividades agrícolas de otros cultivos diferentes al monocultivo de caña de azúcar, y esto obedece a la falta del recurso como la tierra, el recurso económico y la formación que capacite al agricultor para nuevos procesos de producción agrícola, debido a que la mayor participación de los cultivos son de finca tradicional y cacao con el 39,36%, las hortalizas con el 12%, el sorgo con el 11,92%, el plátano con el 8,27%, con los porcentajes más representativos en las hectáreas cultivadas:

[22]Plan de Desarrollo Formulación. (2012-2015). Puerto Tejada, Plan de Desarrollo Municipal, por una Alcaldía Solidaria. Recuperado de http://puertotejada-cauca.gov.co/

Tabla 6. Cultivos y hectáreas cultivadas del municipio de Puerto Tejada

ACTIVIDAD – CULTIVO	HÉCTAREAS CULTIVADAS	PARTICIPACIÓN % SOBRE HÉCTAREA	VEREDAS SEMBRADAS
Tomate	5	0,82	Los Bancos, San Carlos, Perico Negro
Maíz	37	6,08	Los Banco, Perico Negro, Bocas del Pato, Vuelta Larga, San Carlos
Sorgo	72,5	11.92	Los Banco, Perico Negro, Bocas del Pato, Vuelta Larga, San Carlos
Frijol	3	0,49	Los Banco, Perico Negro, Bocas del Pato
Plátano	50,3	8,27	Los Banco, Cañas Méjico, Perico Negro, Zanjón Rico, San Carlos
Pimentón	1	0,16	Los Bancos, Bocas del Pato, Perico Negro
Zapallo	22	3,62	Los Bancos, Cañas Mejicos, Perico Negro, Zajón Rico, Serafina
Yuca	20,75	3,41	Los Banco, Bocas del Pato, Perico Negro
Cítricos	22,4	3,68	Los Bancos, Perico Negro, Bocas del Pato, La Serafina, San Carlos
Frutales	2	0,33	Los Bancos, Bocas del Pato, Perico Negro
Hortalizas	73	12,00	Los Bancos, Perico Negro, Bocas del Pato, Vuelta Larga, San Carlos
Total Finca Tradicional y Cacao	159	39,36	Los Bancos, Cañas Méjico, Perico Negro, Zanjón Rico, Serafina, Vuelta Larga, San Carlos, Las Brisas
SUBTOTALES	467,95	100%	

Fuente: Plan de Desarrollo Diagnostico 2012-2015 Puerto Tejada, Plan de Desarrollo Municipal, por una Alcaldía Solidaria

Por la ubicación de las empresas del parque industrial, la mayoría de las veredas cuenta con ladrilleras, ingenios azucareros, cultivos de caña de azúcar, extracción de material de río, galpones, trapiches paneleros y parcelas campesinas, que han ido desplazando el concepto de finca tradicional. Anteriormente las familias dependían de las siembras de cultivos como el café, cacao, maíz, soya, millo, plátano, sorgo, tomate, yuca, tabaco rubio. Estos cultivos fueron desplazados y reemplazados por el monocultivo de caña de azúcar que actualmente ocupa más del 90% del área agrícola.[23]

[23] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2012). Documento territorial de aceleración de los ODM: Departamento del Cauca, Colombia. Recuperado de https://searchworks.stanford.edu/

5.9.2. Vías de comunicación

El 90% de las vías rurales se encuentran sin pavimentación, el 70% de la red vial urbana se encuentra en mal estado. En Puerto Tejada, el sistema vial ha sido pieza clave de su propio desarrollo integral, entre sus vías terrestres se encuentran:

Vía a Cali: Actualmente vía departamental comunica con el departamento del Valle del Cauca por medio del Puente Hormiguero, tiene 11 km, comunica con las veredas la serafina, Vuelta Larga, San Carlos y Bocas del Palo. Por ella transita carga pesada como son los carros cañeros que la convierten en su vía de alto riesgo por el tamaño, frecuencia y peso de los mismos.

Vía a Villarrica: Es la continuación de la vía que viene de Cali a Jamundí, tiene una sección de 7 km en el casco urbano y 11km en el tramo que hace parte de la malla vial Nacional.

Vía a Palmira: Vía Nacional, comunicada con el departamento del Valle del Cauca, se encuentra en buen estado y hace parte de la malla vial. Comunica con las veredas Zanjón Rico, Cañas México.

Vía a Padilla: Comunica a Puerto Tejada con el municipio de Padilla y en su recorrido se llega a las veredas las Brisas y Guengue.

De los cuatro municipios bajo estudio, la información expuesta en la Tabla 7, es útil para la futura compresión del modelo que se aplica, principalmente porque se indica la extensión en kilómetros cuadrados, el número de habitantes, las veredas, los principales cultivos de acuerdo con la producción total de cada municipio y los límites.

Tabla 7. Resumen de las principales estadísticas de Caloto, Guachené, Puerto Tejada y Villa Rica

Municipio	Extensión	Número de Habitantes	Veredas	Principales Cultivos	Límites del Municipio
CALOTO	397.21 km²	17680	Quintero, La Robleda, Crucero de Gualí, Bodega Arriba, La Quebrada, San Nicolás Caicedo, Santa Rosa, Guásimo, El Palo, Alto El Palo, Santa Rita, Huasano, La Cuchilla, El Placer, Pedregal, El Vergel, Venadillo, López Adentro, Pílamo, Guabito, Vista Hermosa, Toez, El Nilo, La Trampa, Bodega Alta, La Selva, Dominga Alta, El Credo, Tierrero, Pajarito, Carpintero - La Chivera, La Guinea, La Buitrera, Los Chorros, Porvenir, El Chocho, El Arrayán, Guadualito, Huellas, Guataba, Loma Pelada, El Socorro, La Placa, Campo Alegre Alto, Altamira, La Estrella, Nápoles, El Poblado, La Palomera, Morales , El Alba, Las Aguas, Marañón, Toez - La Selvita	Piña, naranja, lulo, maíz, lechuga	Norte: Villa Rica, Puerto Tejada y Guachené Sur: Santander de Quilichao y Jambaló Oriente: Corinto y Toribio. Occidente: Santander de Quilichao y Villa Rica.
GUACHENÉ	392.21 km²	19859	Barragán, Cabaña, Cabañita, Cabito, Campo Alegre, Campo Llanito, Caponera, Ciénega Honda, El Silencio, Guabal, Juan Perdido, La Dominga, La Sofía, Llano de Tabla, Llano de Tabla Alto, Mingo, Obando, Pílamo (Negro), Sabanetas, San Antonio, San Jacinto, San José	Maíz, plátano, yuca, naranja, zapallo	Norte: Padilla y Puerto Tejada Sur: Caloto Oriente: Caloto Occidente: Caloto y Villa Rica
PUERTO TEJADA	102 km²	45840	Bocas Del Palo, Cañas México, Guengué, La Serafina, Las Brisas, Los Bancos, Perico Negro, San Carlos, Vuelta Larga, Zanjón Rico	Yuca, naranja, limón, zapallo, maíz, lechuga	Norte: Santiago de Cali y Candelaria Sur: Caloto y Villa Rica Oriente: Miranda y Padilla Occidente: Villa Rica y Jamundí
VILLA RICA	74,3 km²	16397	Juan Ignacio, Chalo, Cantarito, Agua Azul, Primavera	Limón, mandarina, naranja	Norte: Puerto Tejada Sur: Santander de Quilichao Oriente: Caloto Occidente: Jamundí

Fuente: La autora, con base en otras fuentes: citarlas

Las principales vías de comunicación de los municipios bajo estudio, reconocidas como vías primarias y secundarias, se ilustran en la Figura 5.

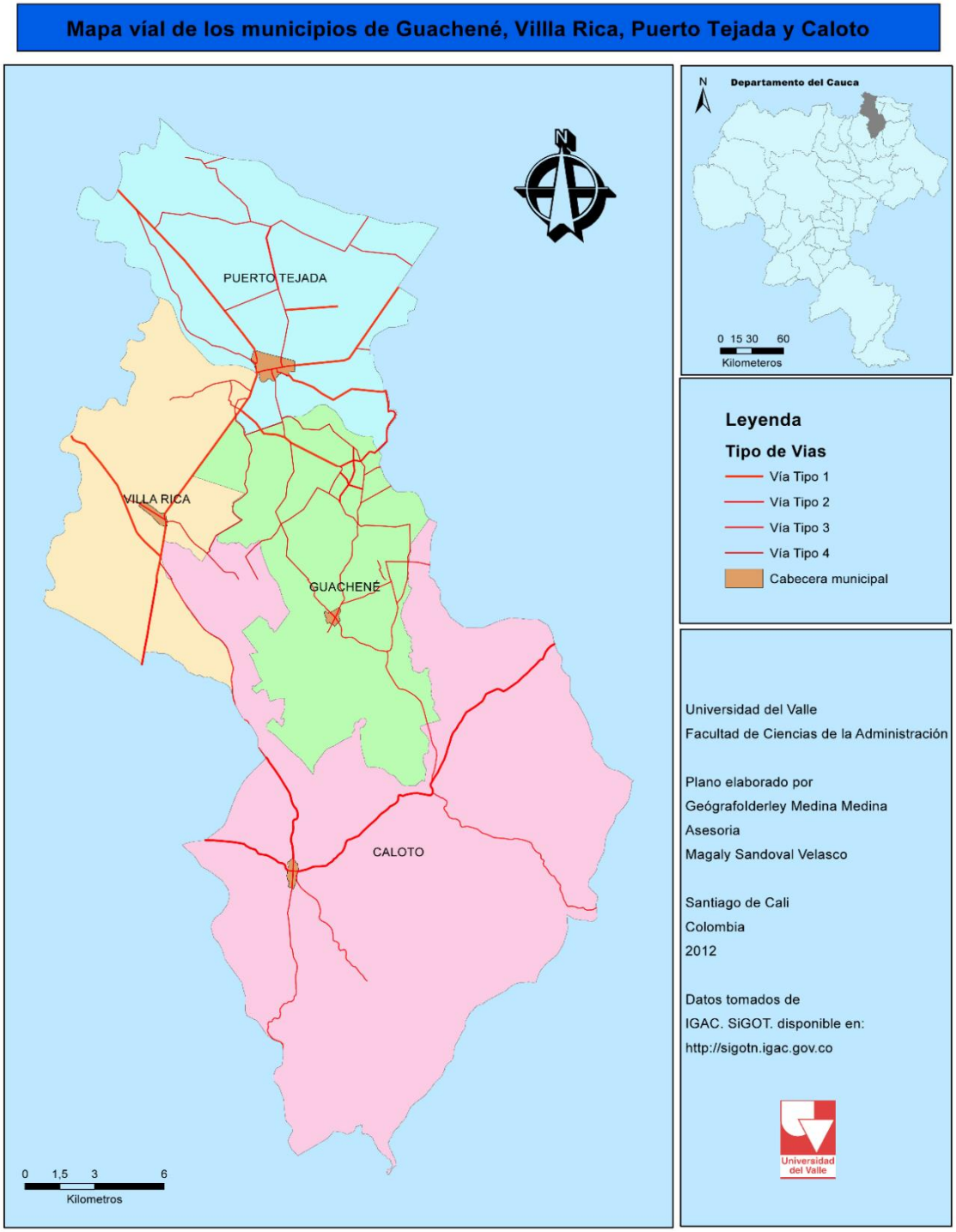


Figura 5: Vías principales de los municipios de Guachené, Villa Rica, Puerto Tejada y Caloto
Fuente: IGAC.SIGOT

6. Diagnóstico del abastecimiento, distribución y conservación de productos perecederos.

Los sistemas de abastecimiento y distribución de alimentos (SADA) son un conjunto de actividades asociadas a la producción, el transporte, la distribución, la demanda y el consumo de alimentos que se interrelacionan y que permiten la interacción simultánea de diversos agentes, desde los productores rurales, los acopiadores, los transportadores, los comerciantes, los transformadores, etc., hasta llegar al consumidor final. El SADA está constituido por tres subsistemas: abastecimiento, distribución y consumo, cada uno regido por normas, leyes y reglamentos que deben ser observados para el eficiente funcionamiento del sistema (Rodríguez, 2010).

Por lo que el surgimiento del Proceso Mercados Campesinos (PMC), concebido como una estrategia de comercialización alternativa, bajo la premisa de la defensa de la economía campesina y la búsqueda de la seguridad y la soberanía alimentaria, surgió en Colombia, en al año 2004 como una propuesta de varias organizaciones campesinas ubicadas en la Región Central (departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Meta y Tolima); con el objetivo de eliminar las cadenas de intermediarios entre los productores y el consumidor final. Posteriormente y dada la convergencia de objetivos con el Plan Maestro de Abastecimiento y Seguridad Alimentaria para Bogotá - PMASAB, Mercados Campesinos pasa a hacer parte de dicho plan.

El PMC no compra ni vende los productos del campesinado. Son los mismos campesinos, quienes organizados en los comités campesinos municipales realizan las negociaciones en los diferentes canales comerciales. En sí, el PMC es un espacio de facilitación para el proceso de comercialización. Las funciones de las organizaciones en

el PMC son las de investigación de mercado, generación de información e incidencia política (Montoya & Mondragón, 2010).

Aunque el alcance de este proyecto no incluye la comercialización de los productos cultivados, se coincide con la necesidad de realizar una venta sin tantos intermediarios y que genera mayor utilidad. Razón por la cual es importante, mencionar que los productos agrícolas como frutas y hortalizas, se producen natural y socialmente en todas las latitudes del globo terráqueo, en la zona tropical y templada, mediante diferentes tecnologías, con el objeto primordial, de satisfacer las necesidades alimenticias y nutricionales de los seres humanos. Para aprovechar adecuadamente éstos productos, reducir las pérdidas físicas, económicas y de calidad, es indispensable que todos los participantes del sistema de producción y distribución, adapten y adopten técnicas, tecnologías, mejorando los rendimientos por cultivo, ya que los productos perecederos son aquellos que por sus características fisiológicas presenta una vida útil muy corta, por lo que a continuación se realizan las siguientes definiciones:[24]

- **Vida útil.** Es el tiempo en que el producto mantiene en excelentes condiciones sus características de calidad física, química y sensorial, estas, óptimas para el consumo humano (color, aroma, textura, sabor, apariencia en general). Las frutas y hortalizas frescas continúan vivas después de cosechadas, sus procesos fisiológicos y bioquímicos continúan sus funciones, respiración, transpiración, maduración, generación de etileno.
- **Precosecha.** Es la etapa de producción propiamente dicha, donde se llevan a cabo actividades como la identificación de los requerimientos del mercado

[24]Pastrana, E. Manejo Poscosecha de productos perecederos agrícolas. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Recuperado de: http://datateca.unad.edu.co/

objetivo, selección del terreno con base en condiciones agroecológicas acordes a las exigencias del material genético a producir, selección del material genético a sembrar con base en las exigencias del mercado, preparar el terreno, sembrar, manejo del cultivo hasta el punto de cosecha.

- **Pérdidas Precosecha.** Son las pérdidas ocasionadas en la etapa de producción, causadas por factores genéticos propios de la especie, también por factores externos como los edafoclimáticos, labores culturales no adecuadas, así como los daños causados por insectos, otras plagas y microorganismos fitopatógenos, durante la germinación, crecimiento, desarrollo y producción de la planta.
- **Recolección y cosecha.** Es la etapa y procesos, donde se extrae o desprende el fruto del suelo, sustrato o planta madre.
- **Pérdidas de cosecha.** Los productos agrícolas frescos por su actividad fisiológica, morfología, alto contenido de humedad, tamaño y condiciones ambientales extremas (temperatura, humedad relativa, composición atmosférica, insectos, hongos y bacterias, etc.) y mal manejo, son susceptibles al deterioro de sus atributos, generando pérdidas físicas, económicas y de calidad. Los daños físicos y mecánicos, como heridas, rupturas, cortadas, pinchaduras y raspones producidos por el mal manejo, producen daños y pérdidas en la fruta hortaliza.
- **Poscosecha.** Etapa y procesos que se desarrollan después de la cosecha (o separado del medio que lo originó).

Se deben tener en cuenta los siguientes factores en el almacenamiento de productos vegetales frescos:

- Reducción rápida del calor de campo de los productos cosechados, hasta la temperatura adecuada para un almacenamiento seguro
- Control de la pérdida de humedad del producto, que le afecta en lo económico (pérdida de peso con respecto al inicial) y pérdida de calidad.
- Control de la incidencia de patógenos dañinos al producto almacenado, así como patógenos para el ser humano
- Aseguramiento de la cadena de frío, posterior al despacho, en el caso de distribuidores mayoristas y minoristas

Los aspectos anteriormente expuestos deberían ser considerados en el diseño de una eventual instalación de almacenamiento, cuya localización se sugiere en este estudio, si son asumidos con responsabilidad por quienes hacen parte del proceso, garantiza el éxito en la conservación y distribución de estos productos, ya que hay diferentes organizaciones que están interesadas en realizar este tipo de proyectos, para mejorar los ingresos de los campesinos.

7. Modelos Matemáticos utilizados para la localización del centro de distribución

7.1. Modelos de localización continua de una sola instalación

En la presente investigación se propone desarrollar inicialmente un modelo matemático continuo que permita determinar la ubicación del centro de distribución entre los municipios de Guachené, Caloto, Villa Rica y Puerto Tejada, de tal forma que se facilite el almacenaje y distribución de mercancías, provenientes de los campesinos o cultivadores - (proveedores), de la zona. Como se ha dejado en evidencia en lo presentado anteriormente, en la zona norte del departamento del Cauca no se ha desarrollado una organización o asociación que les permita aprovechar la producción que tienen en sus fincas, ya que subutilizan las cosechas, ofreciéndola en el mercado a un bajo precio, lo que no retribuye la inversión que se realiza en los cultivos. Además, anteriormente se identificaron las dificultades a las cuales se deben enfrentar los pobladores de la zona norte del departamento del Cauca, para realizar el abastecimiento, distribución y conservación de los productos perecederos que cultivan tales como plátano, yuca, fríjol, piña, maíz, naranja y limón.

La recopilación de la información necesaria para la construcción del modelo se realizó a partir de consultas a distintas entidades del Estado como: la Gobernación del Departamento del Cauca, la Cámara de Comercio del Cauca, los informes del DANE, la FAO, el Ministerio de Agricultura, el Consejo Regional Indígena del Cauca, Alcaldías Municipales y la Corporación Autónoma Regional del Cauca. La compilación de la información permitió identificar datos importantes para determinar el alcance y la composición de las variables, función objetivo y restricciones del modelo matemático.

En los problemas de localización continua se tiene toda una región, generalmente en el plano cartesiano (*x*, *y*), donde se debe localizar una nueva instalación, de tal forma que su interacción con las instalaciones existentes produzca el mínimo costo total de logística. Una simplificación es la de considerar en la función objetivo solamente el costo total de transporte, considerando los factores de nivel de servicio hacia los clientes por disponibilidad de producto y localización de, por ejemplo, una nueva bodega[25].

Disponer de un centro de distribución de productos perecederos que permita almacenar en óptimas condiciones los diferentes cultivos de los campesinos de los municipios de Guachené, Caloto, Villa Rica y Puerto Tejada, donde los campesinos puedan llevar productos para su comercialización, al evitar el intermediario y el despacho de pequeñas cantidades a sitios diversos y muy distantes, puede generar mayor ganancia para los productores. Se trata de centralizar todas las operaciones en un solo lugar y disminuir los tiempos y costos de transporte para llevar los productos al destino final de los cultivadores originales, obteniendo economías de escala como resultado de tener un solo destino y de la asociación entre diversos campesinos.

La Tabla 8, presenta los principales datos sobre volumen, costos de transporte y las coordenadas de localización con respecto de los ejes (*x*, *y*), ilustrados en el Figura 6, que muestra la posición geográfica de las 95 veredas en la división política de los cuatro municipios, (ver Anexo 4) con indicaciones de la numeración a que vereda corresponde. Actualmente, los cultivadores realizan el proceso de despacho individualmente, por lo

[25] Vidal, C.J. (2010). Planeación, optimización y administración de cadenas de abastecimiento. Cali, Colombia: Programa Editorial Universidad del Valle.

que cada productor despacha sus productos hacia todos los puntos de venta que tenga disponibles.

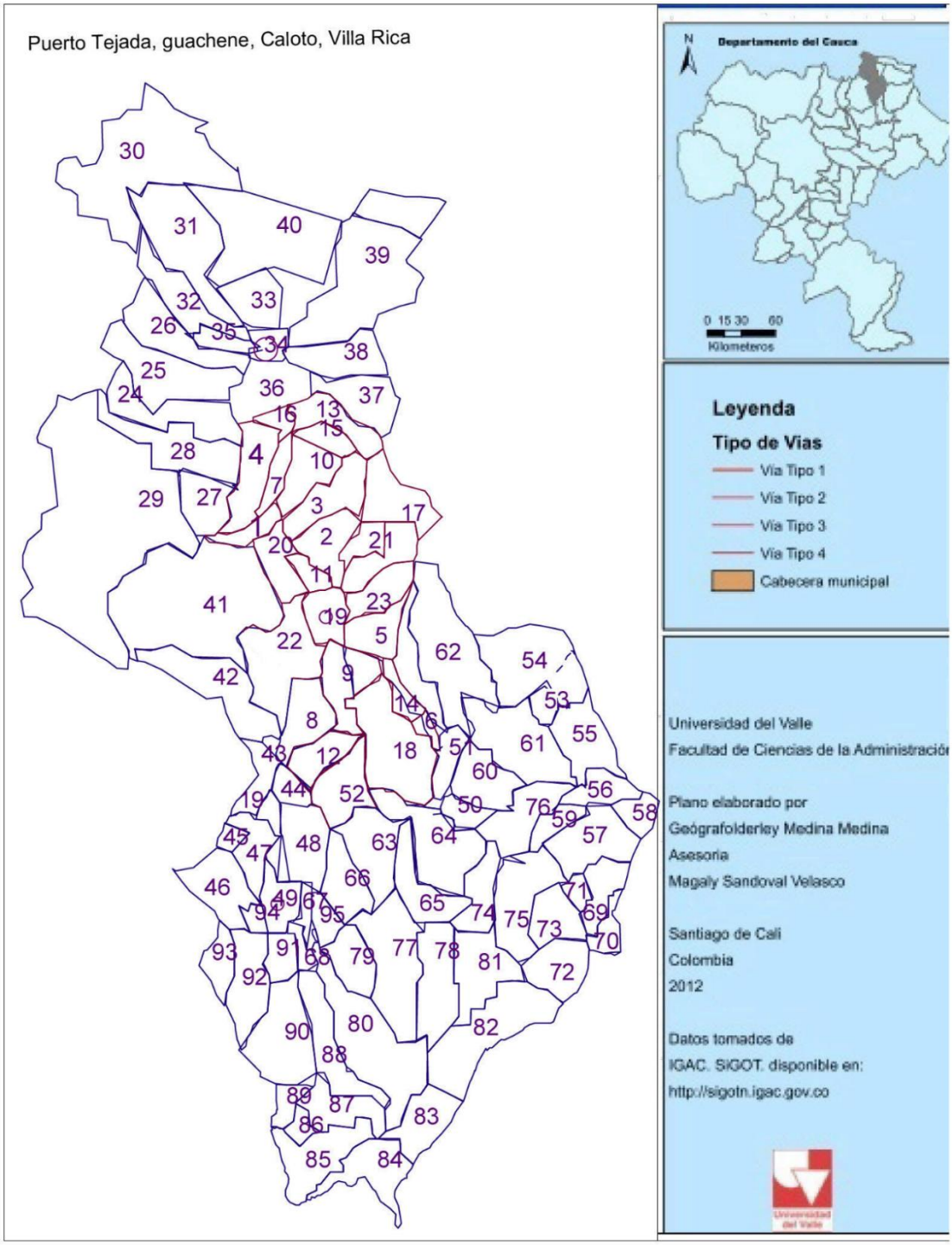


Figura 6. División política municipios de Puerto Tejada, Guachené, Caloto y Villa Rica, Departamento del Cauca

Fuente: IGAC, 2012.

Por lo tanto, el impacto potencial que el centro de distribución tendría sobre la comunidad de los cuatro municipios del departamento del Cauca, se determina por los costos que surgen de la distancia entre las veredas, para mejorar potencialmente la competitividad de la región, debido a que los costos logísticos considerados en la función objetivo serán analizados en los diferentes escenarios.

Alguna información para alimentar el modelo continuo se basó en los diferentes planes de desarrollo municipal, indicadores socioeconómicos e información económica de los diferentes municipios, ya que no se encontró relacionada individualmente por tipo de cultivo y producción por vereda, sino como una relación de veredas y cultivos con total de áreas cultivadas. Esto no se considera una dificultad debido a la naturaleza agregada que los modelos de localización continua tienen como característica. Por ejemplo, para el cálculo de la producción del municipio de Puerto Tejada, se estableció la relación de la sumatoria del área en hectáreas de las veredas que tienen un mismo producto por el porcentaje del área correspondiente a cada vereda, obteniendo un estimado de la producción de cada cultivo por vereda.

Para determinar la demanda se realizó la consulta del número de habitantes por centros poblados de los cuatro municipios bajo estudio, ante el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), las Alcaldías Municipales y Secretaria de Salud (Sisben de Puerto Tejada), para establecer como es la distribución estimada del autoconsumo y venta de la producción de los cultivos de la zona, de acuerdo con el número de habitantes por cada vereda.

Se utilizaron datos obtenidos a partir de la proyección de la producción y destino de la misma, según los cultivos transitorios de 22 departamentos, de la Encuesta Nacional

Agropecuaria de 2015[26], por lo que se procedió por medio de una hoja de cálculo a la individualización por cada departamento, conforme al número de habitantes y posteriormente con los datos del departamento del Cauca, se desagregaron por municipio para establecer las cifras correspondientes a las veredas de los cuatro municipios bajo estudio.

Igualmente, con la información de la producción agrícola de cada uno de los municipios y sus veredas, en la Evaluaciones Agropecuarias Municipales 2015[27], se determinaron los cultivos de cada una de las veredas de los municipios bajo estudio, los cuales se encuentran anuales y por toneladas, pero se unificaron las cantidades a kilogramos ya que algunos datos se encuentran más fácilmente expresados en esta unidad de medida.

En la Tabla 8, los fletes de los municipios son los estimados según la distancia entre las cabeceras municipales y el costo de transporte en carros tipo camperos, cuya capacidad máxima es de tres toneladas por carga. Se quiere determinar la ubicación de un centro de distribución de productos perecederos (x, y) que minimiza los costos totales de transporte, de acuerdo con los datos obtenidos en el desarrollo de la investigación. Los fletes mostrados son los estimados después de considerar los costos de transporte entre municipios y dividirlos sobre la capacidad del camión en kg por la distancia [$ / 3000*km].

[26]Encuesta Nacional Agropecuaria. (2015). Área en uso Agrícola 2011-2014 en 22 departamentos. Recuperado de. https://www.dane.gov.co/

[27] Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de la Republica de Colombia. (2014). Grupo de Estadísticas e Información Sectorial, Oficina Asesora de Planeación y Prospectiva. Recuperado de https://www.minagricultura.gov.co/

Tabla 8. Datos de volumen, fletes y localización de cada proveedor y punto de venta

VEREDA	X_i (Km)	Y_i (Km)	Volumen total estimado V_i (Kg/año)	COSTO DE TRANSPORTE CT_i ($/kg * Km)
BARRAGAN	6.28	17.83	1236.10	1.80276
CABAÑA	8.00	17.62	5155.28	1.80276
CABAÑITA	7.75	18.36	3572.95	1.80276
CABITO	6.28	19.53	803.05	1.80276
CAMPO ALEGRE	9.30	15.26	700.78	1.80276
CAMPO LLANITO	10.49	13.24	921.40	1.80276
CAPONERA	6.80	18.83	2777.16	1.80276
CIENEGA HONDA	7.64	13.25	2160.74	1.80276
EL SILENCIO	8.50	14.37	327.69	1.80276
GUABAL	7.71	19.42	3163.22	1.80276
JUAN PERDIDO	7.71	16.72	223.86	1.80276
LA DOMINGA	7.86	12.40	1563.77	1.80276
LA SOFIA	7.86	20.64	425.01	1.80276
LLANO DE TABLA	9.73	13.65	3653.17	1.80276
LLANO DE TABLA ALTO	7.93	20.20	116.80	1.80276
MINGO	6.83	20.53	1573.51	1.80276
OBANDO	9.89	18.19	4866.54	1.80276
PILAMO (NEGRO)	9.70	12.52	381.27	1.80276
GUACHENÉ	7.93	13.38	16821.97	1.80276
SABANETAS	6.74	17.42	2514.37	1.80276
SAN ANTONIO	9.15	17.53	668.34	1.80276
SAN JACINTO	6.95	15.14	2550.07	1.80276
SAN JOSE	9.09	16.08	2053.67	1.80276
JUAN IGNACIO	3.17	21.00	1960.07	1.51940
CHALO	3.72	21.57	2831.22	1.51940
CANTARITO	3.95	22.64	1461.37	1.51940
AGUA AZUL	5.05	18.56	2335.65	1.51940
PRIMAVERA	4.42	19.65	4595.57	1.51940
VILLA RICA	3.66	18.51	34713.14	1.51940
BOCAS DEL PALO	3.21	26.79	1910.07	1.70321
SAN CARLOS	4.49	25.01	1132.59	1.70321
VUELTA LARGA	4.55	23.22	1132.59	1.70321
LA SERAFINA	6.33	23.25	1132.59	1.70321
PUERTO TEJADA	6.65	22.20	124489.26	1.70321
PERICO NEGRO	5.39	22.50	3276.18	1.70321
LOS BANCOS	6.52	21.15	1132.59	1.70321
LAS BRISAS	8.90	2.97	3868.10	1.70321
GUENGUE	8.53	22.01	1132.59	1.70321
ZANJON RICO	9.04	24.32	1139.00	1.70321
CAÑAS MEXICO	6.95	25.03	1132.59	1.70321
QUINTERO	5.21	16.00	2216.64	1.45259
LA ROBLEDA	5.44	14.28	954.64	1.45259

VEREDA	X_i (Km)	Y_i (Km)	Volumen total estimado V_i (Kg/año)	COSTO DE TRANSPORTE CT_i ($/kg * Km)
CRUCERO DE GUALI	6.59	12.45	1856.07	1.45259
BODEGA ARRIBA	7.05	11.61	1090.59	1.45259
LA QUEBRADA	5.67	10.48	333.97	1.45259
SAN NICOLAS CAICEDO	5.24	9.28	2317.13	1.45259
SANTA ROSA	6.23	10.09	2234.38	1.45259
GUASIMO	7.41	10.32	1318.15	1.45259
CALOTO	6.85	9.02	12859.51	1.45259
EL PALO	11.25	11.24	948.71	1.45259
ALTO EL PALO	11.05	12.61	1584.14	1.45259
SANTA RITA	8.44	11.51	333.97	1.45259
HUASANO	12.79	14.67	611.80	1.45259
LA CUCHILLA	13.98	12.93	277.84	1.45259
EL PLACER	14.34	11.60	546.75	1.45259
EL PEDREGAL	14.22	10.52	795.04	1.45259
EL VERGEL	15.41	11.05	452.22	1.45259
VENADILLO	12.86	11.30	857.10	1.45259
LOPEZ ADENTRO	10.74	14.88	531.99	1.45259
PILAMO	11.61	12.03	84.35	1.45259
GUABITO	12.76	12.70	422.64	1.45259
VISTA HERMOSA	13.31	13.74	183.23	1.45259
TOEZ	9.21	10.35	1365.47	1.45259
EL NILO	10.64	10.50	475.83	1.45259
LA TRAMPA	10.05	8.91	233.47	1.45259
BODEGA ALTA	8.57	9.50	570.4	1.45259
LA SELVA	7.57	8.95	248.25	1.45259
DOMINGA ALTA	7.62	7.62	458.10	1.45259
EL CREDO	14.23	8.68	1445.25	1.45259
TIERRERO	14.49	7.99	390.15	1.45259
PAJARITO	13.78	9.19	517.22	1.45259
CARPINTERO - LA CHIVERA	13.44	7.26	922.13	1.45259
LA GUINEA	13.13	8.29	475.83	1.45259
LA BUITRERA	11.57	8.67	357.61	1.45259
LOS CHORROS	12.35	8.51	475.83	1.45259
PORVENIR	12.87	11.18	543.82	1.45259
EL CHOCHO	9.70	7.83	286.69	1.45259
EL ARRAYAN	10.71	7.76	419.68	1.45259
GUADUALITO	8.68	7.63	328.05	1.45259
HUELLAS	8.64	6.03	1214.72	1.45259
GUATABA	11.74	7.51	472.89	1.45259
LOMA PELADA	11.63	5.95	1055.13	1.45259
EL SOCORRO	10.21	3.82	322.14	1.45259
LA PLACA	9.34	2.80	260.07	1.45259
CAMPO ALEGRE ALTO	7.63	2.80	665.02	1.45259
ALTAMIRA	7.46	3.62	431.52	1.45259

VEREDA	X_i (Km)	Y_i (Km)	Volumen total estimado V_i (Kg/año)	COSTO DE TRANSPORTE CT_i ($/kg * Km)
LA ESTRELLA	8.20	4.11	735.91	1.45259
NAPOLES	8.02	5.30	614.75	1.45259
EL POBLADO	7.18	4.32	363.53	1.45259
LA PALOMERA	7.14	5.84	1241.32	1.45259
MORALES – ARROZA	6.94	7.84	437.42	1.45259
EL ALBA (PARAISO - LOS MANGOS)	6.12	7.14	215.76	1.45259
LAS AGUAS	5.41	7.74	121.17	1.45259
MARAÑON	6.42	8.69	410.81	1.45259
TOEZ - LA SELVITA	7.98	8.63	366.48	1.45259

Fuente: La autora

Para encontrar el centro de gravedad es necesario realizar el planteamiento como un problema de optimización no-lineal, el cual considera las distancias Euclidianas entre las instalaciones, con un factor de distancia de 0,5 (distancia Euclidiana) y factor de la escala del mapa de 3,75, para estimar la distancia real por el sistema de carreteras[28]:

Minimizar costo total de transporte ($ / año) =

$$C_T(x,y) = \sum_{i=1}^{95} V_i \times CT_i \times \sqrt{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2} \qquad (1)$$

Donde (x, y) es la localización del centro de distribución en km, (x_i, y_i) es la localización de cada vereda en km, V_i es el volumen que debe ser enviado desde cada vereda hacia el almacén en kg/año y CT_i es el flete estimado desde cada vereda hacia el almacén en $/(kg.km) (Ver Tabla 8). No se restringen las variables de decisión, ya que se asume que x e y pueden tomar cualquier valor real.

Al aplicar la ecuación con el uso del programa Logware ®, se puede demostrar que este método busca la solución óptima de localización de un centro de distribución en la zona Norte del Cauca, resultados que se pueden ver en la Tabla 9.

[28]Ibid., (2010)

Tabla 9. Resultados de Localización

Iteración n	x_n (Km)	y_n (Km)	Costo total de transporte ($/año)
0	6.819	18.29	8,787,238.14
1	6.634	19.138	8,449,055.19
2	6.552	19.636	8,316,234.53
3	6.512	19.997	8,244,297.57
4	6.512	20.267	8,201,772.29
5	6.523	20.472	8,175,088.37
6	6.535	20.629	8,158,132.25
7	6.542	20.753	8,146,921.88
8	6.546	20.855	8,138,962.78
9	6.55	20.94	8,133,027.93
10	6.553	21.012	8,128,479.78
11	6.556	21.074	8,124,955.34
12	6.558	21.127	8,122,292.06
13	6.558	21.168	8,120,568.68
14	6.56	21.199	8,119,507.91
15	6.563	21.227	8,118,651.27
16	6.567	21.253	8,117,923.71
17	6.569	21.277	8,117,302.07
18	6.571	21.299	8,116,768.95
19	6.573	21.319	8,116,310.22
.....			
59	6.595	21.59	8,113,034.44
60	6.595	21.59	8,113,034.44

Fuente: La autora con base en el Software Logware ®

La iteración 0 en la Tabla 9 muestra el punto de inicio correspondiente al centro de gravedad, donde la rata de convergencia es rápida y se logra alrededor de la décima novena iteración. La solución óptima x = 6.595 km e y = 21.59 km da en las cercanías de la cabecera municipal de PUERTO TEJADA (6.65, 22.20), específicamente en inmediaciones de la vereda LOS BANCOS (6.52, 21.15), con costos de transporte por

valor de 8.113.034 $/año. Los flujos de productos entre los cultivadores (proveedores) y la nueva bodega se pueden apreciar en la Figura 7.

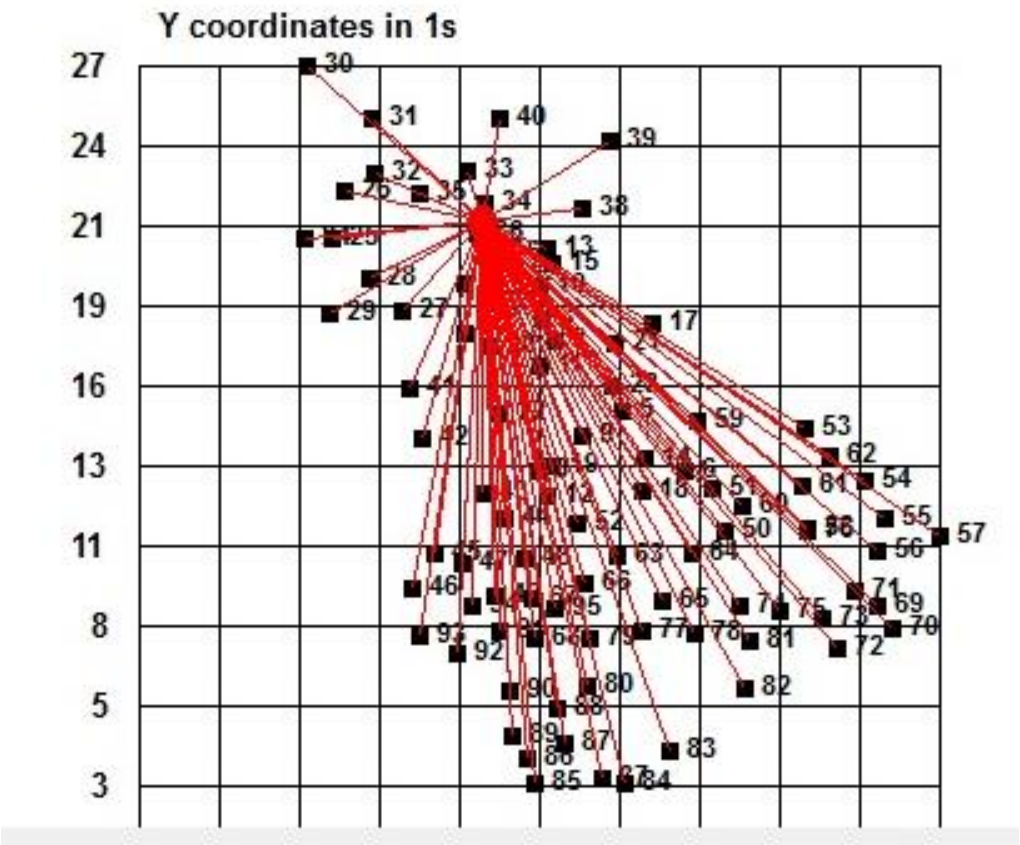


Figura 7. Puntos de Localización del Centro de Distribución para los municipios de Caloto, Guachené, Puerto Tejada y Villa Rica.

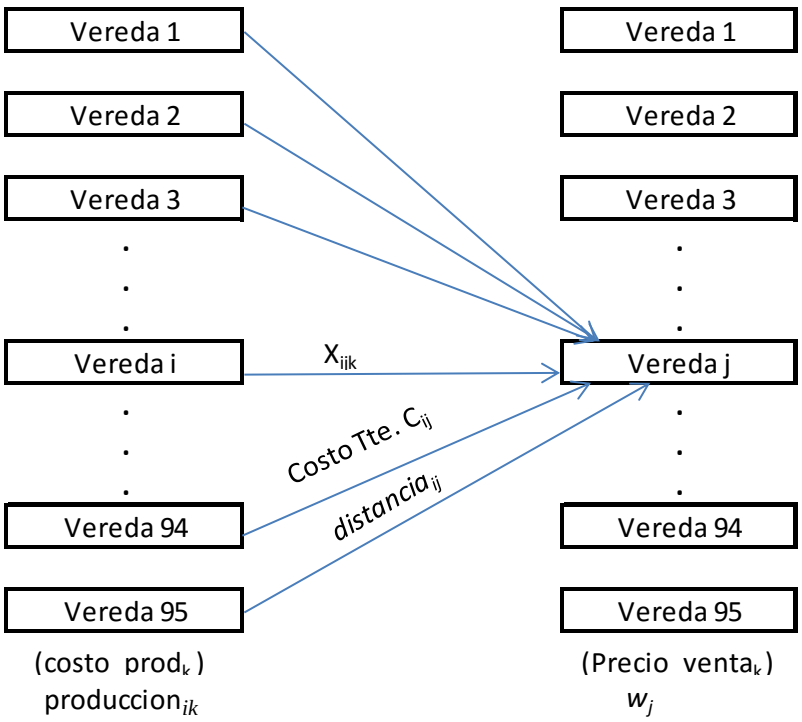
Fuente: La autora con base en el Software Logware ®

Una de las variables que caracterizan este modelo es que los productos bajo estudio tiene un ciclo de vida corto y la literatura al respecto es escasa, lo que conlleva a que se utilicen estudios de casos realizados en relación con este tema, pero con estos resultados es factible la implementación de un centro de distribución, ya que esta zona se encuentra a 26,7 km aproximadamente de la Central de Abastecimientos del Valle del Cauca S.A. (Cavasa).

Dado el grado de agregación del anterior modelo continuo, a continuación se presenta un modelo discreto más preciso para establecer la localización más adecuada del nuevo almacén.

7.2. Modelo de localización discreta

En esta sección se presenta un modelo matemático discreto de programación lineal entera-mixta que considera los flujos desde cada una de las veredas hacia el resto de veredas como lugares potenciales de localización del nuevo almacén, la distancia entre ellas y los costos de transporte asociados, por lo que se toman 91 veredas y cuatro cabeceras municipales, para un total de 95 veredas. En la Figura 8, se ilustran los flujos y los principales parámetros y variables del modelo que se formulará posteriormente. Es importante mencionar que en el modelo continuo se consideraron agrupados todos los cultivos en unidades de peso, mientras que en el modelo discreto se considera cada uno de los cultivos en forma explícita, lo cual se detalla en la sección siguiente.



Fuente: La autora

Figura 8. Flujo del volumen y destino potencial en las veredas

7.2.1. Tipos de Cultivos

La Tabla 10 muestra los 26 tipos de cultivos considerados en este estudio, al igual que sus correspondientes costos de producción en $/kg, los cuales por simplicidad se asume que no dependen de la vereda donde se cultiven. La selección de estos cultivos se realizó por la importancia de cada cultivo en la zona, de acuerdo con la revisión realizada en capítulos anteriores.

Tabla 10. Cultivos considerados y sus costos de producción por kilogramo

TOTAL COSTOS PN $/Kg	
AGUACATE	227.26
ARVEJA	1005.61
BANANO	307.61
CIRUELA	1412.73
COCO	1126.98
DURAZNO	484.60
FRIJOL	1908.62
GRANADILLA	561.06
GUANABANA	6285.78
GUAYABA	139.49
HABICHUELA	772.66
LECHUGA	386.44
LIMON	425.34
LULO	618.03
MAIZ	274.21
MANDARINA	270.06
MANGO	106.83
MANZANA	544.30
NARANJA	451.69
PIMENTON	254.73
PINHA	40.74
PITAHAYA	2041.34
PLATANO	1288.40
TOMATE	135.64
YUCA	420.78
ZAPALLO	255.62

Fuente: La autora

En la Tabla 11, se relacionan los precios de venta de los cultivos que se comercializan en la zona por kilogramo ($/Kg), para enero de 2017.

Tabla 11. Precios de venta de cada tipo de cultivo en $ por kilogramo

COSTOS DE VENTA $/Kg	
AGUACATE	3800
ARVEJA	3575
BANANO	1300

CIRUELA	3221
COCO	2533
DURAZNO	3555
FRIJOL	2000
GRANADILLA	2044
GUANABANA	3800
GUAYABA	1267
HABICHUELA	2180
LECHUGA	900
LIMON	1233
LULO	1370
MAIZ	1195
MANDARINA	960
MANGO	1114
MANZANA	4737
NARANJA	467
PIMENTON	1464
PINHA	900
PITAHAYA	12000
PLATANO	907
TOMATE	1900
YUCA	1160
ZAPALLO	600

Fuente: La autora con base en información de http://www.corabastos.com.co/

En la Tabla 12 se relaciona parcialmente la producción en kg/año de cada uno de los cultivos por veredas. El total real de registros corresponde a 1702 registros, de los cuales 715 tienen un valor superior a 0 y 38 registros tienen producción superior a mil kilos. En la Tabla 12 se presenta solamente una parte de los datos. Los datos completos están disponibles a solicitud del lector.

Tabla 12. Datos parciales de cantidad de producción por vereda y producto (kg/año)

VEREDA	CULTIVO	PRODUCCION
PUERTO_TEJADA	PLATANO	53699.52
PUERTO_TEJADA	NARANJA	18394.46
VILLA_RICA	PLATANO	14973.82
PUERTO_TEJADA	BANANO	13827.86
PUERTO_TEJADA	AGUACATE	11501.98
PUERTO_TEJADA	MANDARINA	9182.79
GUACHENE	PLATANO	7256.31
PUERTO_TEJADA	LIMON	7225.75
PUERTO_TEJADA	GUAYABA	7197.68
CALOTO	PLATANO	5547.05
VILLA_RICA	NARANJA	5129.20
VILLA_RICA	BANANO	3855.82
VILLA_RICA	AGUACATE	3207.26
VILLA_RICA	MANDARINA	2560.57
GUACHENE	NARANJA	2485.61
CABANHA	PLATANO	2223.78
OBANDO	PLATANO	2099.22
VILLA_RICA	LIMON	2014.86
VILLA_RICA	GUAYABA	2007.03
LA_PRIMAVERA	PLATANO	1982.35
CALOTO	NARANJA	1900.11
GUACHENE	BANANO	1868.53
LAS_BRISAS	PLATANO	1668.54
PUERTO_TEJADA	GUANABANA	1585.38
LLANO_DE_TABLA	PLATANO	1575.82
GUACHENE	AGUACATE	1554.24
CABANHITA	PLATANO	1541.22
CALOTO	BANANO	1428.39
PERICO_NEGRO	PLATANO	1413.22
GUABAL	PLATANO	1364.49
GUACHENE	MANDARINA	1240.85
CHALO	PLATANO	1221.27
CAPONERA	PLATANO	1197.96
CALOTO	AGUACATE	1188.13
SAN_JACINTO	PLATANO	1099.99
SABANETA	PLATANO	1084.60
AGUA_AZUL	PLATANO	1007.51

Fuente: La autora

7.2.2. Distancias

La distancia se considera punto a punto desde cada una de las 95 veredas, para un total de 9025 registros, los cuales, como fueron obtenidos de un mapa a escala, se multiplicaron adicionalmente por un factor de escala de 3.75. En la Tabla 13, se

presenta la matriz de distancias entre las 91 veredas y las cuatro cabeceras municipal en kilómetros. Nótese que se asume que la matriz es simétrica, es decir que la distancia de la vereda i a la vereda j es igual a la distancia entre la vereda j y la vereda i. En algunas ocasiones este puede no ser el caso, pero aquí se ha considerado así por simplicidad.

Tabla 13. Matriz de Distancias entre las veredas (se muestra parcialmente) (Km)

	BARRAGAN	CABANHA	CABANHITA	CABITO	CAMPO_ ALEGRE	CAMPO_ LLANITO	CAPONERA	HONDA	EL_SILENCIO	GUABAL	JUAN_P ERDIDO	LA_DOMIN GA	SOFIA	LLANO_D E_TABLA	LLANO_DE _TABLA_AL TO	MINGO	OBANDO	PILAMO	GUACHENE	SABANETA	SAN_ANTO NIO	SAN_JA CINTO	SAN_JOSE
BARRAGAN	0.00	5.25	7.50	5.25	11.63	18.75	4.50	13.88	12.75	6.38	5.63	16.88	10.13	16.88	9.38	8.63	6.75	19.13	7.88	2.25	9.38	9.00	10.50
CABANHA	5.25	0.00	3.75	7.50	7.88	15.00	6.00	12.75	10.50	5.25	3.38	16.13	9.00	13.13	7.50	9.38	5.25	16.13	6.00	4.50	4.13	8.63	5.63
CABANHITA	7.50	3.75	0.00	6.00	11.25	18.00	4.13	16.13	13.13	2.63	6.00	15.38	6.00	16.13	3.75	6.38	4.13	18.75	7.88	6.00	5.25	10.88	7.50
CABITO	5.25	7.50	6.00	0.00	15.00	22.50	1.88	18.38	16.50	6.00	8.63	21.38	5.63	20.63	5.63	3.75	10.13	23.25	12.00	6.38	10.50	13.13	12.75
CAMPO_AL EGRE	11.63	7.88	11.25	15.00	0.00	7.50	13.13	7.50	3.75	12.75	6.00	9.38	16.50	5.63	14.63	16.50	9.38	8.63	3.75	9.38	6.38	6.00	3.75
CAMPO_LLA NITO	18.75	15.00	18.00	22.50	7.50	0.00	21.00	8.63	6.00	20.25	6.38	10.13	23.25	1.88	21.75	24.38	16.50	2.63	10.50	16.50	13.13	11.63	9.75
CAPONERA	4.50	6.00	4.13	1.88	13.13	21.00	0.00	17.25	15.00	2.25	7.88	20.25	5.25	19.13	4.50	4.13	7.88	21.75	11.25	5.63	8.63	12.38	11.25
HONDA	13.88	12.75	16.13	18.38	7.50	8.63	17.25	0.00	3.75	17.63	10.13	3.00	22.13	6.75	20.63	21.38	16.88	6.38	7.50	10.88	13.88	4.88	10.50
EL_SILENCI O	12.75	10.50	13.13	16.50	3.75	6.00	15.00	3.75	0.00	15.38	7.88	5.63	19.50	4.13	17.63	19.50	13.13	6.00	4.50	9.38	10.50	4.50	6.75
GUABAL	6.38	5.25	2.63	6.00	12.75	20.25	2.25	17.63	15.38	0.00	7.50	20.63	4.13	18.00	2.63	4.13	6.75	21.38	10.50	6.75	7.50	12.75	10.13
JUAN_PERD IDO	5.63	3.38	6.00	8.63	6.00	6.38	7.88	10.13	7.88	7.50	0.00	12.75	12.00	10.88	10.13	11.63	7.88	13.88	3.00	2.25	5.63	4.88	5.63
LA_DOMIN GA	16.88	16.13	15.38	21.38	9.38	10.13	20.25	3.00	5.63	20.63	12.75	0.00	24.75	7.50	22.88	24.38	19.13	5.63	9.75	13.88	16.13	7.50	12.75
SOFIA	10.13	9.00	6.00	5.63	16.50	23.25	5.25	22.13	19.50	4.13	12.00	24.75	0.00	21.75	1.50	3.00	7.88	25.13	15.00	11.25	10.13	17.25	13.88
LLANO_DE_ TABLA	16.88	13.13	16.13	20.63	5.63	1.88	19.13	6.75	4.13	18.00	10.88	7.50	21.75	0.00	19.88	22.13	14.25	3.38	7.88	13.13	12.75	8.25	7.88
LLANO_DE_ TABLA_ALT O	9.38	7.50	3.75	5.63	14.63	21.75	4.50	20.63	17.63	2.63	10.13	22.88	1.50	19.88	0.00	3.00	6.75	23.63	13.13	9.75	9.00	15.75	12.00
MINGO	8.63	9.38	6.38	3.75	16.50	24.38	4.13	21.38	19.50	4.13	11.63	24.38	3.00	22.13	3.00	0.00	9.75	25.13	14.63	10.50	11.25	16.50	14.25
OBANDO	6.75	5.25	4.13	10.13	9.38	16.50	7.88	16.88	13.13	6.75	7.88	19.13	7.88	14.25	6.75	9.75	0.00	17.63	9.38	9.38	2.63	12.38	6.38
PILAMO	19.13	16.13	18.75	23.25	8.63	2.63	21.75	6.38	6.00	21.38	13.88	5.63	25.13	3.38	23.63	25.13	17.63	0.00	11.25	15.38	15.00	9.75	11.25
GUACHENE	7.88	6.00	7.88	12.00	3.75	10.50	11.25	7.50	4.50	10.50	3.00	9.75	15.00	7.88	13.13	14.63	9.38	11.25	0.00	4.50	6.38	3.00	4.50
SABANETA	2.25	4.50	6.00	6.38	9.38	16.50	5.63	10.88	9.38	6.75	2.25	13.88	11.25	13.13	9.75	10.50	9.38	15.38	4.50	0.00	7.50	6.38	7.88
SAN_ANTO NIO	9.38	4.13	5.25	10.50	6.38	13.13	8.63	13.88	10.50	7.50	5.63	16.13	10.13	12.75	9.00	11.25	2.63	15.00	6.38	7.50	0.00	9.75	3.75
SAN_JACIN TO	9.00	8.63	10.88	13.13	6.00	11.63	12.38	4.88	4.50	12.75	4.88	7.50	17.25	8.25	15.75	16.50	12.38	9.75	3.00	6.38	9.75	0.00	7.50
SAN_JOSE	10.50	5.63	7.50	12.75	3.75	9.75	11.25	10.50	6.75	10.13	5.63	12.75	13.88	7.88	12.00	14.25	6.38	11.25	4.50	7.88	3.75	7.50	0.00

Fuente: La autora

7.2.3. Formulación del modelo matemático de localización discreta

Con base en la caracterización del Centro de Distribución y la revisión de la literatura, se realiza la formulación del modelo de optimización discreto para la localización de almacenes para la comercialización de cultivos en el norte del Cauca.

Conjuntos Principales e Índices

A = Conjunto de almacenes potenciales, indexado por j

C = Conjunto de cultivos, indexado por k

M = Conjunto de municipios, indexado por m

V = Conjunto de veredas, indexado por i

Conjuntos Inducidos

$VM\{M\}$ = Subconjunto de veredas dentro de cada municipio; $VM\{M\} \subseteq V$

$MV\{V\}$ = Subconjunto que indica el municipio al que pertenece cada vereda; $MV\{V\} \subseteq M$ (Aunque este conjunto no se utiliza en el modelo actual, puede ser importante para generalizaciones futuras)

Parámetros

$costo_prod_k$ = Costo de producción de cada cultivo k; [$/kg]

$distancia_{ij}$ = Distancia desde cada vereda i hasta cada lugar para localizar un almacén potencial j; [km]

$flete_prom_m$ = Flete promedio desde cada municipio m; se calcula como el promedio de los fletes desde cada municipio hacia los demás [$/kg·km]

n = Número de almacenes a abrir

$precio_venta_k$ = Precio promedio de venta de cada cultivo k en el almacén; [$/kg]

$produccion_{ik}$ = Producción anual de cada cultivo k en cada vereda i, la cual debe ser transportada al almacén (no se considera el auto-consumo porque se asume que éste no se debería transportar al almacén); [kg/año]

Variables de Decisión

x_{ijk} = Cantidad a transportar del cultivo k desde la vereda i hacia el almacén potencial j (solamente uno de los almacenes potenciales

o en su defecto el número especificado de almacenes serán abiertos); [kg/año]

w_j = Variable binaria igual a 1 si el almacén potencial *j* se abre e igual a 0 de lo contrario.

Formulación verbal del modelo matemático

Maximizar: **INGRESO NETO ANUAL** [$/año] =
Ventas de los cultivos en el almacén
– Costos de producción
– Costos de transporte hacia el almacén

Sujeto a: 1. Por máxima producción anual de cada cultivo en cada vereda

2. Por apertura de almacenes

3. Por relación lógica entre las variables de apertura de almacenes y las variables de flujo

4. Restricciones Obvias

Maximizar:

$$\sum_{i\in V}\sum_{j\in A}\sum_{k\in C} precio_venta_k \times x_{ijk} - \sum_{i\in V}\sum_{j\in A}\sum_{k\in C} costo_prod_k \times x_{ijk}$$
$$- \sum_{m\in M}\sum_{i\in V}\sum_{j\in A}\sum_{k\in C: i\in VM[m]} flete_prom_m \times distancia_{ij} \times x_{ijk} \quad [\$/año]$$

Sujeto a:

1. Por máxima producción anual de cada cultivo en cada vereda (kg/año):

$$\sum_{j\in A} x_{ijk} \le produccion_{ik} \qquad i \in V, k \in C$$

2. Por apertura de almacenes:

$$\sum_{j \in A} w_j = n$$

3. Por relación lógica entre las variables de apertura de almacenes y las variables de flujo (kg/año):

$$\sum_{i \in V} \sum_{k \in C} x_{ijk} \leq (\sum_{z \in V} \sum_{p \in C} produccion_{zp}) \times w_j \qquad j \in A$$

4. Restricciones Obvias

$x_{ijk} \geq 0$ $\qquad i \in V,\ j \in A, k \in C$

w_j binaria $\qquad j \in A$

El primer término de la función objetivo expresa las ventas totales anuales de todos los cultivos enviados desde todas las veredas hacia el almacén. El segundo término calcula los costos de producción totales y el último término determina los fletes totales considerando el flete promedio desde cada municipio expresado en [$/kg·km] multiplicado por la distancia desde la vereda hacia el almacén y por el flujo de cultivos, dando como resultado el costo total en $/año.

El conjunto de restricciones (1) controla que el flujo de cada cultivo enviado desde cada vereda hacia el almacén no sobrepase la producción total de dicho cultivo en dicha vereda, sin considerar el auto-consumo dado que éste no debería ser transportado hacia el almacén. Como la función objetivo es de maximización, el modelo está en

capacidad de identificar cultivos y veredas donde no sea rentable producirlos y transportarlos al almacén para su posterior venta.

La restricción (2) especifica el número de almacenes a abrir. Inicialmente se considerará un solo almacén y posteriormente se harán análisis de sensibilidad con n = 2, 3 y 4. No se considera factible la apertura de cinco o más almacenes.

El conjunto de restricciones (3) es la relación lógica entre las variables binarias de apertura de almacenes y las variables de flujo desde cada vereda hacia el almacén correspondiente. Nótese que se ha escogido como límite superior de los flujos la producción total de todos los cultivos en todas las veredas.

Finalmente, las restricciones (4) son las restricciones obvias de no-negatividad de las variables continuas de flujo y la definición de las variables binarias.

7.2.4. Análisis de Resultados

Para resolver el modelo se utilizó el lenguaje de programación AMPL® ligado al solver CPLEX®. El modelo contiene originalmente 234.745 variables y 2.566 restricciones. Posterior al preprocesamiento del software, el modelo queda simplificado a 68.020 variables, 95 de las cuales son binarias y 67.925 son continuas no negativas, y 811 restricciones lineales. Los tiempos de solución no superaron los tres minutos de CPU.

7.2.4.1 Abriendo un almacén (solución óptima original)

Al abrir un almacén la utilidad anual es de $218.560.143 y la ubicación óptima sería en la vereda Los Bancos, en el municipio de Puerto Tejada, información que se relaciona en la Tabla 14. Nótese la notable similitud entre esta solución y la solución óptima dada por el modelo continuo, a pesar de su grado de agregación.

Tabla 14. Abriendo un Almacén

ABRIENDO ALMACEN EN:	UTILIDAD ANUAL	VENTAS	COSTOS DE PRODUCCIÓN	COSTOS DE TRANSPORTE
LOS BANCOS	218,560,143	357,984,205	133,500,535	5,923,527

Fuente: La autora

En este caso la guanábana se identifica como un cultivo no rentable para ser enviado al almacén, porque los costos de producción no superan el precio de venta. En el caso de la naranja, es interesante notar que es rentable para las veredas cercanas al nuevo almacén, de lo contrario no es rentable y no se envía al centro de distribución, por ejemplo en veredas como: (71) Carpintero la chivera, (68) El credo, (79) Huellas, (88) La estrella o (82) La palomera.

Los costos de oportunidad de cada cultivo en cada vereda, indican que un mayor valor expresa una mayor oportunidad de mejorar la utilidad si se siembra más de dicho cultivo; se destacan especialmente la pitahaya, la manzana, el aguacate y el durazno. En la Tabla 15 se ilustran algunos costos de oportunidad de algunos cultivos para algunas veredas, destacándose como se dijo anteriormente algunos cultivos cuyo incremento no tendría efecto alguno sobre la utilidad, como es el caso de la naranja en la vereda

Carpintero. Es importante notar que las diferencias entre los costos de oportunidad de un mismo cultivo para varias veredas se explica por la distancia diferente desde la vereda hacia el nuevo almacén, lo que ocasiona diferentes costos de transporte.

A continuación se realizan algunos análisis de sensibilidad que se consideran importante para el análisis integral de la anterior solución óptima.

Tabla 15. Costos de Oportunidad por cultivo

VEREDA	AGUACATE	DURAZNO	MANZANA	PITAHAYA	NARANJA	PINHA
CALOTO	3,518.81	3,016.47	4,138.77	9,904.73	8.06	805.33
CARPINTERO_LA_CHIVERA	3,505.73	3,003.39	4,125.69	9,891.65	-	792.25
GUACHENE	3,542.31	3,039.97	4,162.27	9,928.23	31.56	828.83
BOCAS_DEL_PALO	3,542.08	3,039.74	4,162.04	9,928.00	31.33	828.60
HONDA	3,529.47	3,027.13	4,149.43	9,915.39	18.72	815.99
PUERTO_TEJADA	3,567.63	3,065.29	4,187.59	9,953.55	56.88	854.15
LOS_BANCOS	3,572.74	3,070.40	4,192.70	9,958.66	61.99	859.26
VILLA_RICA	3,547.67	3,045.33	4,167.63	9,933.59	36.92	834.19
CANTARITO	3,559.63	3,057.29	4,179.59	9,945.55	48.88	846.15

Fuente: La autora

7.2.4.2. Abriendo dos almacenes

Al abrir dos almacenes se obtiene una utilidad anual de $221.258.096 y la ubicación estaría en las cabeceras municipales de Guachené y Puerto Tejada, información que se relaciona en la Tabla 16. La diferencia de utilidad entre tener uno y dos almacenes es de $2.697.953 y los costos de transporte se disminuyen en $2.594.947 y el cultivo de guanábana no es rentable. El incremento puede ser el reflejo del envío de naranjas a estos centros, por la mayor cercanía a uno de los dos nuevos almacenes.

Tabla 16. Abriendo dos almacenes

ABRIENDO ALMACEN EN:	UTILIDAD ANUAL	VENTAS	COSTOS DE PRODUCCIÓN	COSTOS DE TRANSPORTE
GUACHENE PUERTO TEJADA	221,258,096	358,760,200	134,173,524	3,328,580

Fuente: La autora

Con la apertura de dos bodegas, la guanábana es un cultivo no rentable, por lo aunque tiene veredas productoras, estas no despacharían para al centro de distribución.

7.2.4.3. Abriendo tres almacenes

Al abrir tres almacenes se obtiene una utilidad anual de $222.231.294 y la ubicación estaría en las cabeceras municipales de Puerto Tejada, Villa Rica y la vereda Santa Rita, en el municipio de Caloto, información que se relaciona en la Tabla 17. La diferencia de utilidad entre tener uno y tres almacenes es de $3.671.151 y los costos de transporte se disminuyen en $3.568.144.

Tabla 17. Abriendo tres almacenes

ABRIENDO ALMACEN EN:	UTILIDAD ANUAL	VENTAS	COSTOS DE PRODUCCIÓN	COSTOS DE TRANSPORTE
PUERTO TEJADA VILLA RICA SANTA RITA (CAL)	222,231,294	358,760,200	134,173,524	2,355,383

Fuente: La autora

En la Tabla 18 se relaciona el comportamiento del Aguacate para los tres centros de distribución, como se ve reflejado este sólo sería envía a Puerto Tejada y Santa Rita, pero generaría inconvenientes porque puede darse el caso de que algún cultivo no se envíe a uno o más almacenes, causando problemas de distribución.

Tabla 18. Otro Centro de Distribución

VEREDA	OTRO:CD	PUERTO_TEJADA	SANTA_RITA
BOCAS_DEL_PALO		176.48	0
CALOTO		0	1188.13
CANTARITO		135.02	0
CARPINTERO_LA_CHIVERA		0	85.2
GUACHENÉ	0	0	1554.24
PUERTO_TEJADA	0	11501.98	0

Fuente: La Autora

7.2.4.4. Abriendo cuatro almacenes

Al realizar el análisis de sensibilidad dejando al modelo abrir hasta 4 almacenes, estos se abren en las cuatro cabeceras municipales, aunque la utilidad aumenta en un 2.1% con respecto de la solución óptima original con un almacén.

En la Tabla 19, se relaciona la utilidad, ventas, los costos de producción y transporte si se diera la apertura de cuatro almacenes.

Tabla 19. Abriendo Cuatro Almacenes

ABRIENDO ALMACEN EN:	UTILIDAD ANUAL	VENTAS	COSTOS DE PRODUCCIÓN	COSTOS DE TRANSPORTE
CALOTO GUACHENE PUERTO TEJADA VILLA RICA	223,062,959	358,760,200	134,173,524	1,523,717

Fuente: La autora

En la Tabla 20, se diferencian los costos tanto abriendo 1, 2, 3 ó 4 almacenes como los análisis de sensibilidad, incluyendo la utilidad total anual, las ventas, los costos de producción y de transporte para cada caso.

Tabla 20. Comparación entre la solución óptima original con un almacén y la apertura de 2, 3 ó 4 almacenes

ABRIENDO	UTILIDAD ANUAL	VENTA	COSTOS DE TRANSPORTE	COSTOS DE PRODUCCIÓN
1 ALMACEN	218.560.143	357.984.205	133.500.535	5.923.527
2 ALMACENES	221.258.096	358.760.200	134.173.524	3.328.580
3 ALMACENES	222.231.294	358.760.200	134.173.524	2.355.383
4 ALMACENES	223.062.959	358.760.200	134.173.524	1.523.717

Fuente: La autora

Una importante conclusión de los resultados mostrados en la Tabla 20 es que no se justifica la apertura de dos almacenes o más dado que el incremento en la utilidad en cada uno de los tres casos (debido principalmente a la reducción en el costo de transporte) no compensaría los costos adicionales fijos y variables de operación de los almacenes adicionales. Esta es la forma como el modelo desarrollado analiza estos importantes costos de logística no considerados explícitamente en el modelo matemático. Por lo tanto, desde el punto de vista cuantitativo, se concluye que la solución óptima es abrir un solo almacén en la vereda LOS BANCOS, dentro de la jurisdicción del municipio de PUERTO TEJADA.

Un elemento importante a resaltar es la diferencia entre el tiempo de solución del modelo cuando se aplica el conjunto de restricciones (3) mostrado en la formulación original del modelo presentada anteriormente y cuando se formulan estas restricciones de la siguiente forma, lo cual logra "apretar" más el modelo y reducir los tiempos de solución del modelo original y de los análisis de sensibilidad de unos tres minutos a menos de un minuto:

$$x_{ijk} \leq produccion_{ik} \times w_j \qquad i \in V, j \in A, k \in C$$

Aunque esta formulación tiene muchas más restricciones que la forma original, al limitar cada variable continúa en forma individual con respecto de la variable binaria,

el modelo resultante es más robusto y se logra un gran ahorro en los tiempos de solución.

En la Tabla 21 se observan los análisis de sensibilidad comparando la solución óptima que abre el almacén en Los Bancos (jurisdicción de Puerto Tejada) con la apertura del almacén en cada una de las cuatro cabeceras municipales (Puerto Tejada, Guachené, Villa Rica y Caloto). Obsérvese que la apertura del almacén en la vereda de Los Bancos es prácticamente la misma que hacerlo en el municipio de Puerto Tejada.
En estos análisis es importante notar la importante diferencia de costos de transporte entre las soluciones de Los Bancos o Puerto Tejada con el resto de los municipios. Si se espera un crecimiento de la economía de la región y un aumento de la producción, es claro que esta diferencia de costos de transporte definitivamente inclina la decisión hacia la apertura del almacén en la jurisdicción de Puerto Tejada.

Finalmente, llama la atención que la naranja resulta rentable en todas las veredas si el almacén se localizara en el municipio de Guachené, lo que indica una especie de centro geográfico de la región, mas no es el mejor lugar para localizar el nuevo almacén.

Tabla 21. Análisis de Sensibilidad de la Solución Óptima en relación con la apertura del almacén en las tres restantes cabeceras municipales

ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LA SOLUCION OPTIMA ABRIENDO EN:					
UBICACIÓN	**LOS BANCOS**	**PUERTO TEJADA**	**CALOTO**	**GUACHENE**	**VILLA RICA**
UTILIDAD ANUAL	218,560,143	218,523,300	209,659,748	216,467,339	215,749,127
VENTAS	357,984,205	357,719,295	348,758,947	358,760,200	358,155,113
COSTOS DE PRODUCCIÓN	133,500,535	133,270,789	125,499,846	134,173,524	133,648,757

COSTOS DE TRANSPORTE	5,923,527	5,925,205	13,599,353	8,119,337	8,757,229
CULTIVOS NO RENTABLES	GUANABANA (en todas las veredas), NARANJA (en algunas veredas)	GUANABANA (en todas las veredas), NARANJA (en algunas veredas)	GUANABANA (en todas las veredas), NARANJA (en algunas veredas)	GUANABANA (en todas las veredas)	GUANABANA (en todas las veredas), NARANJA (en algunas veredas)

Fuente: La autora

7.3. Otros Criterios de Decisión

Los anteriores análisis son basados completamente en las consideraciones logísticas de transporte de la región y en los costos de producción y precios de venta de los cultivos. Es recomendable, sin embargo, considerar otros factores cualitativos para tener un proceso decisorio más robusto. Aunque no se consideró necesario la implementación de un sistema formal de análisis como análisis multi-criterio, este elemento se deja como investigación futura en el área. Se presenta a continuación, sin embargo, la consideración de otros criterios de decisión que favorecen la implementación de la solución óptima encontrada mediante los modelos matemáticos.

Debido a que el municipio de Puerto Tejada, después de la aprobación de la Ley Paéz y los beneficios de ésta, muchas empresas para obtener estas preventas trasladaron sus instalaciones a esta zona, generó mayor inversión en infraestructura vial, seguridad, comunicaciones y educación. De hecho de los cuatro municipios bajo estudio, Puerto Tejada tiene el mayor número de vías primarias, secundarias y terciarias, reconocidas por el Ministerio de Transporte. Además, de acuerdo con la Figura 8 anterior, este municipio es el que presenta la mejor conectividad con el resto de zonas del norte del Cauca y con el departamento del Valle del Cauca.

El incremento de industrias en el municipio de Puerto Tejada, ha incrementado la capacitación de los habitantes de la zona, por lo que se dispone de mano de obra calificada, para cumplir las exigencias del mercado laboral y tiene mayor disponibilidad de transporte.

Por la ubicación geográfica, el municipio de Caloto está hacia la zona oriente, teniendo participación en la cordillera central, lo que en la época donde el conflicto armado estaba en mayor intensidad en varias oportunidades fue objeto de tomas guerrilleras, mientras que Puerto Tejada esta tan sólo a 20 minutos de Cali, lo que lo hace más seguro.

8. Conclusiones

Por la ubicación geográfica del departamento del Cauca, el desarrollo de actividades agrícolas ha influido en su desarrollo económico, pero por las situaciones de orden público ha disminuido su participación en los indicadores de desarrollo. Por este motivo, los proyectos encaminados al fomento y fortalecimiento de actividades producción agrícola pueden influir positivamente en toda la región. Los municipios de Caloto, Guachené, Puerto Tejada y Villa Rica, por su cercanía al departamento del Valle del Cauca, han sido influenciados por el cultivo de la caña de azúcar, sin embargo se encuentran diversos cultivos en pequeña escala de productos de pan coger, siendo esta una ventaja que le da mayor posibilidad de mantener una economía agrícola.

Las grandes inversiones económicas realizadas en la zona norte del departamento del Cauca no han logrado jalonar la totalidad de la economía, por lo que aún no tienen gran participación en los indicadores del sector agrícola, con técnicas de cultivo y producción muy rudimentarias, lo que no les permite ser más competitivos y mejorar esta participación.

Adicionalmente, los productos perecederos requieren condiciones fisicoquímicas para garantizar su buen estado, su ciclo de vida es muy corto, por lo que mezclar diferentes productos, puede acelerar su proceso de descomposición. Por este motivo, es conveniente manipular los productos agrícolas en centros de distribución especializados donde no deben ser tratados como elementos de arrume y por sus características deben ser movilizados en el menor tiempo posible, para no generar pérdidas entre los involucrados en el proceso de la cadena de distribución.

Por todo lo anterior, en este proyecto se ha propuesto una metodología de análisis para la localización de un nuevo almacén con todas las características necesarias para el manejo y almacenamiento de los cultivos típicos en la zona de influencia de los municipios de Puerto Tejada, Guachené, Villa Rica y Caloto. Este almacén tendría el doble efecto de servir de una localización central para el almacenamiento y distribución de los diversos productos de los campesinos y simultáneamente ser un motor que motive la unión y agrupación entre los campesinos para emprender proyectos como éste.

Con base en la información disponible, se determinó la mejor localización del almacén mencionado mediante la utilización de dos modelos matemáticos, uno de localización continua con información agregada (modelo matemático de optimización no lineal) y otro de localización discreta (modelo matemático de optimización entera-mixta) mucho más detallado puesto que discrimina los flujos de cada tipo de cultivo. Se consideraron 95 comunas dentro de los cuatro municipios mencionados y un total de 26 tipos de cultivo.

Al comparar los resultados del modelo de localización continua haciendo uso del software Logware® los costos de transporte para abrir un almacén son de $8.113.034 y en la solución óptima del modelo discreto son de $5.923.527, diferencia causada por la agregación de los datos en el primer modelo. Esto justifica la utilización de modelos más detallados como el de localización discreta para tomar decisiones en la vida real. El punto de localización óptima del almacén en ambos casos es entre la vereda Los Bancos y la cabecera municipal de Puerto Tejada, lo que indica la robustez de los análisis presentados.

Se pudo identificar que, bajo las condiciones actuales, la naranja es rentable para las veredas cercanas al centro de distribución, de lo contrario es mejor no realizar despachos, porque los costos de producción + de transporte no superan los precios de venta de este cultivo. En contraste, los resultados de los modelos indican que cultivar guanábana no es rentable en la región debido a sus costos de producción y transporte en comparación con su precio de venta actual.

Los análisis de sensibilidad abriendo 2, 3 ó 4 almacenes llevan a una conclusión muy importante, cual es el hecho de que no se justifica económicamente la apertura de más de un almacén en la región ya que el incremento de utilidad obtenido en los tres casos (a causa de la disminución de costos de transporte y de la mayor rentabilidad del cultivo de naranja al disminuir la distancia promedio entre las veredas y los almacenes) no justificaría los costos adicionales de apertura y operación de nuevos centros de distribución.

Es interesante notar que cuando se abren cuatro almacenes, la solución óptima sugiere su apertura en cada uno de las cabeceras municipales, demostrando la centralización de estas localidades. Por otra parte, los análisis de sensibilidad de apertura en la vereda de Los Bancos (solución óptima original muy cerca de Puerto Tejada) y el resto de cabeceras municipales sugieren que la localización en Puerto Tejada tiene una gran ventaja en cuanto a costos totales de transporte y conectividad con la región y con otros mercados en el Valle del Cauca. Abrir el nuevo almacén en Puerto Tejada es prácticamente lo mismo que en la vereda de Los Bancos respecto de los indicadores cuantitativos. Sin embargo, abrirlo en Guachené, Villa Rica o Caloto sí hace diferencia porque disminuye la utilidad (como es de esperarse) y aumentan significativamente los costos de transporte.

Por lo tanto, la conclusión más importante es que la apertura del almacén desde todos los puntos de vista debería considerarse en el municipio de Puerto Tejada. Esta es una solución robusta que puede seguir siendo óptima incluso con el futuro aumento de la demanda en la región. La metodología propuesta se considera como una primera propuesta de herramienta para la toma de decisiones de localización en la región pero obviamente puede completarse en estudios futuros. Finalmente, otros elementos a analizar se muestran en la sección de recomendaciones.

9. Recomendaciones

La determinación de las variables e indicadores relevantes para el problema bajo estudio se llevó a cabo mediante la consideración de los diferentes factores cuantitativos y cualitativos (debido a los problemas de orden social que tiene el departamento y la cultura de los pobladores de la zona en las técnicas de cultivo). Estos aspectos deberían ser considerados en el momento de organizar y replantear las posibles asociaciones que se podrían dar con los municipios y veredas para llevar a cabo la construcción del centro de distribución y determinar las rutas de transporte a realizar para el desplazamiento de los productos.

Para investigaciones futuras en el área podrán profundizar en los resultados encontrados, realizando un análisis detallado para cada vereda y determinar a qué cultivos podría dedicarse, haciendo uso del análisis de sensibilidad para lograr tanto variedad de cultivos, como ubicación, porque no es conveniente que en algún momento todas la veredas se dediquen a cultivar un solo producto, sin dejar de tener en cuenta la variedad, que es lo que ha pasado en el Valle del Cauca. Razón por la cual, es necesario realizar cambios, para no permitir que incluso en algún momento se desconozcan las condiciones geográficas del municipio para realizar cultivos, que no serían rentables por los incrementos en los costos de producción. Por este motivo, el modelo discreto da muchas más posibilidades de análisis de sensibilidad en estudios futuros.

Otro elemento importante podría ser caracterizar la accesibilidad y las vías de acceso a cada vereda, de tal forma que no solamente el costo de transporte se modele con las distancias entre veredas sino también con factores que tengan en cuenta los elementos mencionados.

Por otra parte, para la conservación de los alimentos perecederos, se debería realizar la agrupación de los productos hortofrutícolas (grupos de compatibilidad) según las características comunes de manejo que estos posean. Estas características hacen referencia a las variables críticas de control que determinan la calidad del producto a lo largo de la cadena de suministro tales como temperatura, humedad relativa, vida útil y sensibilidad a la acción de algunos factores, en especial durante las fases de empaque, almacenamiento y transporte.

10. Referencias

Ahumada, O., y Villalobos, J. (2009). Application of planning models in the agri-food supply chain: A review. European Journal of Operational Research, 196 (1), 1-20. Doi: 10.1016/j.ejor.2008.02.014

Alvarado, J. (2013, 9 de diciembre). Modelo de optimización para un asentamiento agrícola en La Cruz, Guanacaste, Costa Rica. Intercedes. Recuperado de http://revistas.ucr.ac.cr/

Álvarez H.R., Orozco, A., y Martez N., (2016). Diseño de una plataforma logística para productos agrícolas en Panamá. RIDTEC, Vol. 12(2), 18-25.

Alonso, J. (2006). Análisis nacional del efecto de la Ley Páez (218 de 1995). Recuperado de https://www.icesi.edu.co/

Araneda, R., & Moraga, R. (2004). La decisión de localización en la cadena de suministro. Revista Ingeniería Industrial, 3 (1). Recuperado de http://revistas.ubiobio.cl/

Arcos, c., Mosquera, S., & Villada, D. (2008). Evaluación de rutas para el transporte de productos perecederos en el sector rural. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 6(2), 40-46.

Ballou, R. (2004). Logística administración de la cadena de suministros, México. Recuperado de https://books.google.com.co/

Banco de la Republica. (2007). La economía del departamento del Cauca: concentración de tierras y pobreza. Recuperado de http://www.banrep.gov.co/

Banco de la Republica. (2007). Documento de trabajo sobre economía regional. Recuperado de http://www.banrep.gov.co/

Banco de la República y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE. (2011). Informe de Coyuntura Económica Regional Departamento del Cauca. Recuperado de https://www.dane.gov.co/

Bassett, M., y Gardner, L. (2010). Optimizing the design of global supply chains at Dow AgroSciences. Computers and Chemical Engineering, 34(2), 254-265. Doi: 10.1016/j.compchemeng.2009.08.002

Bohórquez, A. Alvarez, A. Alvarez, I. Loza, G. (2007). Producción de durazno en Colombia y América Latina. Bogotá, Colombia.: Recuperado de http://grupos.geomundos.com/

Busato, P., y Berruto, R. (2009, 16-20). Use of simulation models to study the dynamic of recall of non-conform perishable produce through the supply chain. *3rd International European Forum on "System Dynamics and Innovation in Food Networks"*. Recuperado de http://ageconsearch.umn.edu/

Cámara de Comercio del Cauca. (2008 – 2009). Perfil del Comercio Exterior del Cauca. Recuperado de http://www.cccauca.org.co/.

Corporación Cauca Progresa. (2010). Análisis comparativo de la dinámica empresarial del Departamento del Cauca: Inversión neta. Recuperado de https://www.cccauca.org.co/

Chacón, J. (2012). Impacto económico y social del cultivo de café en los municipios del Departamento del Cauca 2005-2011. (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma de Occidente, Cali, Colombia.

Chopra, S., y Meindl, P. (2008). Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación, México, Pearson Educación.

Colciencias. (2001). El autoconsumo rural en la Región Andina Colombiana. Recuperado de http://www.ilsa.org.co:81/

Consultoría para los Derechos Humanos y el Desplazamiento. (2010). Informe de consultoría. Recuperado de http://www.codhes.org/

Constitución Política de Colombia. (1991). Capítulo 2 de los derechos sociales, económicos y culturales: artículo 65. Recuperado de http://pdba.georgetown.edu/

Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2007). Acciones y Estrategias para impulsar el desarrollo sostenible del departamento del Cauca. Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de https://colaboracion.dnp.gov.co/

Corporación Regional del Cauca. (2009). Documento de análisis socioambiental del departamento del Cauca. Recuperado de http://www.casadelcauca.org/

Corporación Autónoma Regional del Cauca. (2009). Documento de Análisis Socioambiental del Departamento del Cauca: como elemento para identificación de lineamientos para ajuste de instrumentos de planificación de la CRC. Recuperado de http://www.casadelcauca.org/

Encuesta Nacional Agropecuaria. (2015). Área en uso Agrícola 2011-2014 en 22 departamentos. Recuperado dehttps://www.dane.gov.co/

Daskin, M. (2003, diciembre). Facility location in supply chain design. Department of Industrial and Systems Engineering Lehigh University. Recuperado de http://www.lehigh.edu/

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2011). Informe de Coyuntura Económica Regional Departamento del Cauca 2011. Convenio

Interadministrativo No. 111 de abril de 2000. Recuperado de https://www.dane.gov.co/

Departamento Nacional de Planeación. (2007). Política de seguridad alimentaria y nutricional (PSAN) - Seguimiento (Documento CONPES 113). Recuperado de https://www.minsalud.gov.co/

Departamento Nacional de Planeación. (2007). *Acciones y Estrategias para impulsar el desarrollo sostenible del departamento del Cauca*. (Documento CONPES 3461). Recuperado de http://www.indepaz.org.co/

Departamento Nacional de Planeación. (2007). Política nacional de transporte público de automotor de carga - Seguimiento (Documento CONPES 3489). Recuperado de https://www.mintransporte.gov.co/

Documento Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2007). Política nacional de transporte público de automotor de carga. Recuperado de https://colaboracion.dnp.gov.co/

Documento Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2010) Informe de seguimiento a la política nacional de competitividad y productividad. https://colaboracion.dnp.gov.co/

Federación Nacional de Cafeteros. (2010). Economía cafetera (30). Recuperado de https://www.federaciondecafeteros.org/

Fededesarrollo. (2011). La Política Comercial del Sector Agrícola en Colombia. Recuperado de http://www.fedesarrollo.org.co/

Forero, J. (2003). Economía campesina y sistema alimentario en Colombia: Aportes para la discusión sobre seguridad alimentaria. Luna Azul, 27 (1), 49-59. Recuperado de http://www.scielo.org.co/

Garay, L., Barberi, G., & Cardona, L. (2009). Impactos del TLC Con Estados Unidos Sobre La Economía Campesina En Colombia 1, en: Informe Final Resumen Ejecutivo. 1-21. Recuperado de http://alfresco.uclouvain.be/

Gómez, M. y Miller, A. (2011). "Análisis del Impacto Socioeconómico de las denominadas "Pirámides" en el Departamento del Cauca 2006-2008". Semestre Económico.

Gómez, A. (2011 enero - junio). "Productividad Multifactorial Del Sector Manufacturero Del Cauca 1993-2006". Sociedad y Economía. Universidad del Cauca. Recuperado de http://sociedadyeconomia.univalle.edu.co/

Hale, T., & Moberg, C. (2003). Strategic Supply Chain Management in Process Industries. Recuperado de https://books.google.com.co/

Handabaka, Alberto. (1994) Gestión Logística de la Distribución Física Internacional. Bogotá, Colombia: Editorial Norma. Recuperado de https://es.scribd.com/

Instituto Colombiano de Desarrollo Rural. (2013). Pre – términos de referencia para el otorgamiento y ejecución del incentivo económico a la asistencia técnica gremial. Recuperado de http://www.incoder.gov.co/

Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. (2006). características Geográficas. Recuperado de http://www.igac.gov.co/

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2009). Estudio General de Suelos y zonificación de tierras, departamento del Cauca.Recuperado de http://www.igac.gov.co/

Jia J., Hu Q. (2011). Dynamic ordering and pricing for a perishable goods supply chain. Computers & Industrial Engineering, (60), 302–309. Doi: 10.1016/j.cie.2010.11.013

Melo, S., Nickel, F., y Saldanha, G.(2009). Facility location and supply chain management – A review. European Journal of Operational Research, (196), 401–412. Recuperado de http://www.sciencedirect.com/science/

Mejía, G., y Castro, E. (2007). Optimización del proceso logístico en una empresa de colombiana de alimentos congelados y refrigerados. *Revista de Ingeniería de la Universidad de los Andes*, 26, 47-54.

Miller, A. (2006). Análisis y Predicción de la Economía del Cauca. Editorial Universidad del Cauca 1960 - 2005. Recuperado de http://facultades.unicauca.edu.co/

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de la Republica de Colombia. (2014). Grupo de Estadísticas e Información Sectorial, Oficina Asesora de Planeación y Prospectiva. Recuperado dehttps://www.minagricultura.gov.co/

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de la Republica de Colombia. (2010 – 2013). Costos de producción agrícola. Cali, Colombia.: Secretaria de Agricultura y Pesca Umata. Recuperado de http://www.valledelcauca.gov.co/

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2006). Plan frutícola nacional. Cali, Colombia. Recuperado de http://www.asohofrucol.com.co/

Ministerio del Trabajo de la Republica de Colombia. (2013) Mercado de Trabajo de Popayán (Primera Edición). Recuperado de https://www.mintrabajo.gov.co/

Montoya, G., & Mondragón, H. (2010). LOS MERCADOS CAMPESINOS: Comercialización alternativa de alimentos en Bogotá. *Cuadernos Tierra y Justicia.* Serie 2(13).

Muñoz, M. (Enero/Abril de 2011). Prácticas económicas en el Cauca – Colombia: la agricultura familiar. La revista del CCC. Recuperado de http://www.centrocultural.coop/

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2004). Transporte Rural de Productos Agroalimentarios en América Latina y el Caribe. Recuperado de http://www.fao.org/

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2010). Política para el desarrollo de los sistemas de abastecimiento y distribución de alimentos en Colombia. Recuperado de http://coin.fao.org/

Pastrana, E.. Manejo Poscosecha de productos perecederos agrícolas. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Recuperado de: http://datateca.unad.edu.co/

Plan Básico de Ordenamiento Territorial. (2010). Alcaldía Municipal, Nueva Segovia de San Esteban de Caloto Ciudad Confederada. Recuperado de http://www.crc.gov.co/

Plan de Desarrollo Formulación. (2012-2015). Puerto Tejada, Plan de Desarrollo Municipal, por una Alcaldía Solidaria. Recuperado de http://puertotejada-cauca.gov.co/

Plan Departamental de Desarrollo del Cauca. (2012 - 2015). Línea Base de Indicadores Socioeconómicos. Recuperado de http://www.cauca.gov.co/

Plan de Desarrollo Municipal Guachené Cauca. (2016-2019). Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud. Recuperado de http://www.guachene-cauca.gov.co/

Plan de Desarrollo Municipal de Villa Rica Cauca. (2012-2015). Consejo territorial de planeación. Recuperado de http://villarica-cauca.gov.co/

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2012). Documento territorial de aceleración de los ODM: Departamento del Cauca, Colombia. Recuperado de https://searchworks.stanford.edu/

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2012). Elaboración Informe de Diagnóstico Mercado de trabajo en la Ciudad de Popayán. Recuperado de https://www.researchgate.net/

Proyecto Albiz. (2012). La economía del Cauca. Recuperado de http://www.co.all.biz/

Reina, M.L. (2013). Logística de distribución de productos perecederos de economía campesina. Casos Fuente de Oro, Meta y Viotá, Cundinamarca (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

República de Guatemala. (2005). Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional. Recuperado de http://www.segeplan.gob.gt/

Rivera, A. (2011, enero). Prácticas económicas en el Cauca – Colombia: la agricultura familiar. Centro Cultural de la Cooperación. Recuperado de http://www.centrocultural.coop/

Rodríguez, M. (2010). Guía metodológica para el análisis de los sistemas de abastecimiento y distribución de alimentos y el diseño de políticas del SADA, FAO, Bogotá. Recuperado de http://www.fao.org/

Sector Agroindustrial Colombiano. (2012). Proexport Colombia y SAC Sociedad de Agricultores de Colombia. Recuperado de http://www.inviertaencolombia.com.co/

Sistema de Información de Gestión y Desempeño de Organizaciones de Cadena. (2012). Acuerdo de competitividad cadena productiva del mango. Bogotá, Colombia. Recuperado de https://sioc.minagricultura.gov.co/

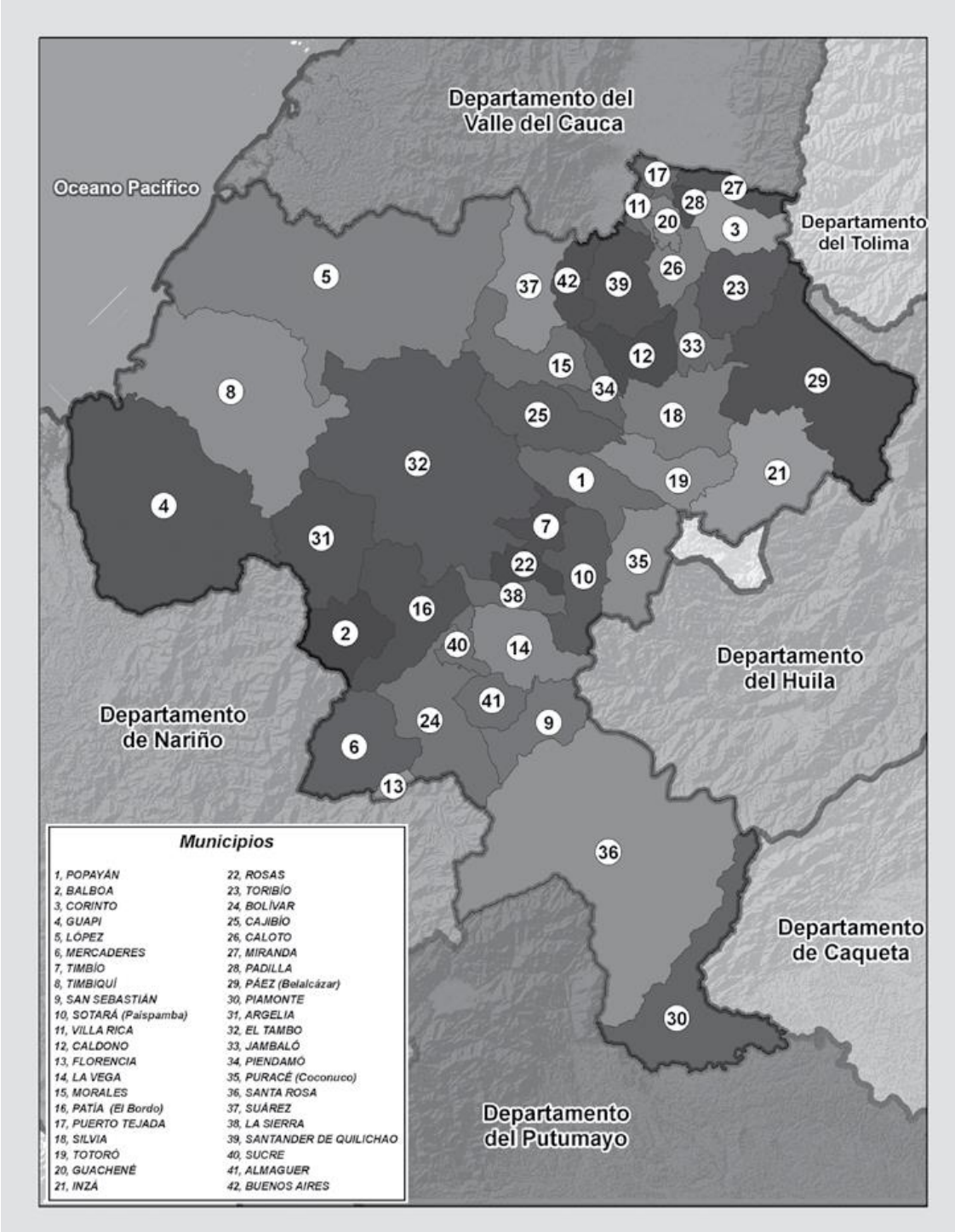
Tsolakisa, N. K., Keramydasa, C. A., Agorasti K. Tokaa, A.K., Aidonisb, D. A., y Iakovoua, E. T.,(2014). Agrifood supply chain management: A comprehensive hierarchical decision-making framework and a critical taxonomy. *Biosystems Engineering*, 120, 47–64.

Universidad de los Andes. (2012). Los mercados campesinos: una iniciativa desde el campo. Bogotá, Colombia.: Cider. Recuperado de http://debatesobrepobrezas.uniandes.edu.co/

Vidal, C.J. (2010). Planeación, optimización y administración de cadenas de abastecimiento. Cali, Colombia: Programa Editorial Universidad.

11. Anexos

Anexo 1. División Política del Departamento del Cauca.



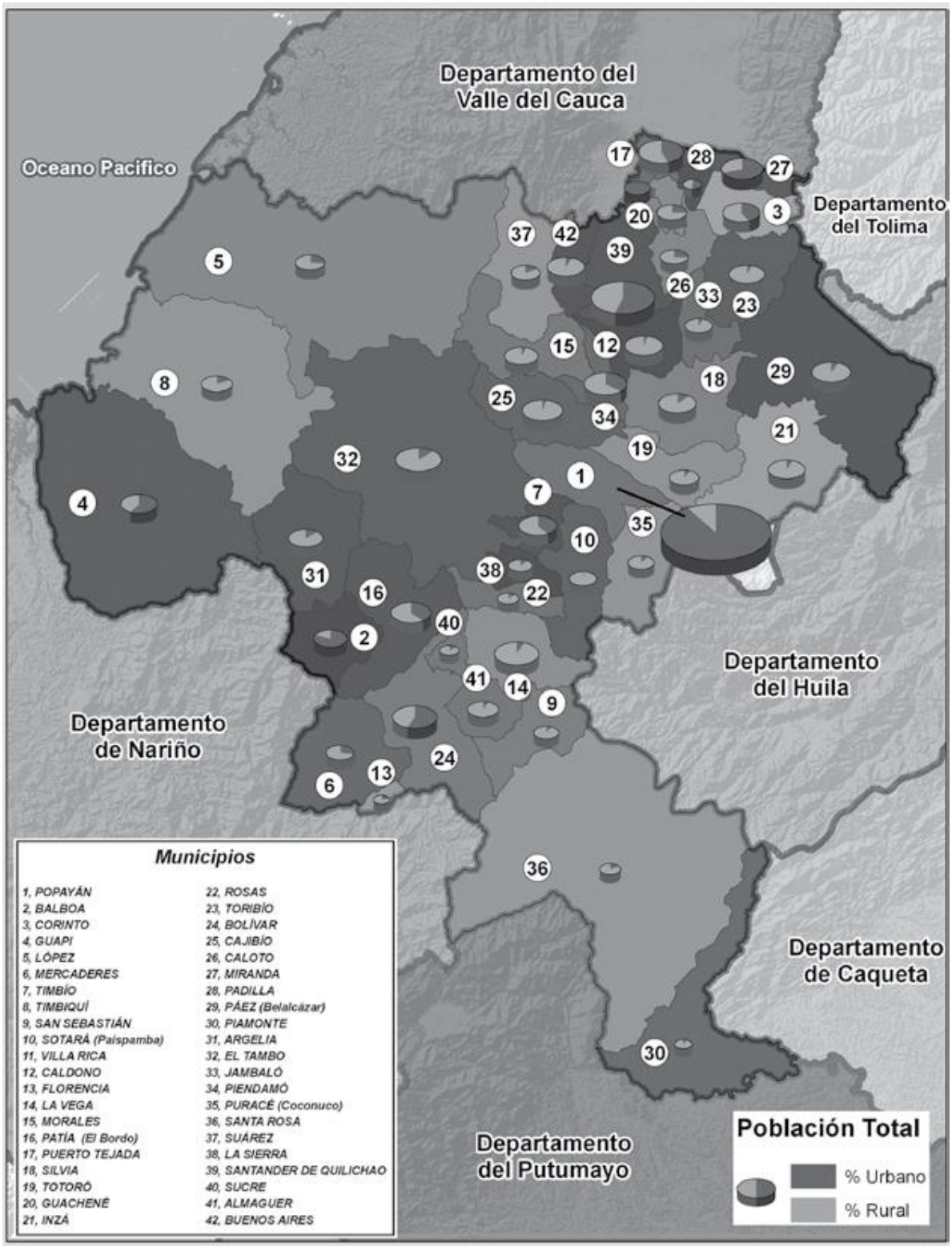
Fuente: Elaboración Informe de Diagnóstico Mercado de trabajo en la Ciudad de Popayán programa de la naciones unidas para el desarrollo, Primera Edición

Anexo 2. Distribución de la tierra según vocación productiva



Fuente: Elaboración Informe de Diagnóstico Mercado de trabajo en la Ciudad de Popayán programa de la naciones unidas para el desarrollo, Primera Edición

Anexo 3. Distribución espacia de la población del departamento del Cauca. 2013



Fuente: Elaboración Informe de Diagnóstico Mercado de trabajo en la Ciudad de Popayán programa de la naciones unidas para el desarrollo, Primera Edición

Anexo 4. Municipio, numeración y vereda

MUNICIPIO	No	VEREDA
GUACHENE	1	BARRAGAN
	2	CABANHA
	3	CABANHITA
	4	CABITO
	5	CAMPO_ALEGRE
	6	CAMPO_LLANITO
	7	CAPONERA
	8	HONDA
	9	EL_SILENCIO
	10	GUABAL
	11	JUAN_PERDIDO
	12	LA_DOMINGA
	13	SOFIA
	14	LLANO_DE_TABLA
	15	LLANO_DE_TABLA_ALTO
	16	MINGO
	17	OBANDO
	18	PILAMO
	19	GUACHENE
	20	SABANETA
	21	SAN_ANTONIO
	22	SAN_JACINTO
	23	SAN_JOSE
VILLA RICA	24	JUAN_IGNACIO
	25	CHALO
	26	CANTARITO
	27	AGUA_AZUL
	28	LA_PRIMAVERA
	29	VILLA_RICA
PUERTO TEJADA	30	BOCAS_DEL_PALO
	31	SAN_CARLOS
	32	VUELTA_LARGA
	33	LA_SERAFINA
	34	PUERTO_TEJADA
	35	PERICO_NEGRO
	36	LOS_BANCOS
	37	LAS_BRISAS
	38	GUENGUE
	39	ZANJON_RICO
	40	CANHAS_MEXICO
CALOTO	41	QUINTERO
	42	LA_ROBLEDA
	43	CRUCERO_DE_GUALI
	44	BODEGA_ARRIBA
	45	LA_QUEBRADA
	46	SAN_NICOLAS
	47	SANTA_ROSA
	48	GUASIMO

MUNICIPIO	No	VEREDA
CALOTO	49	CALOTO
	50	PALO_BAJO
	51	ALTO_EL_PALO
	52	SANTA_RITA
	53	HUASANO
	54	LA_CUCHILLA
	55	EL_PLACER
	56	EL_PEDREGAL
	57	EL_VERGEL
	58	VENADILLO
	59	LOPEZ_ADENTRO
	60	PILAMO_NEGRO
	61	GUABITO
	62	VISTA_HERMOSA
	63	TOEZ
	64	EL_NILO
	65	LA_TRAMPA
	66	BODEGA_ALTA
	67	LA_SELVA
	68	DOMINGA_ALTA
	69	EL_CREDO
	70	EL_TIERRERO
	71	PAJARITO
	72	CARPINTERO_LA_CHIVERA
	73	LA_GUINEA
	74	LA_BUITRERA
	75	LOS_CHORROS
	76	PORVENIR
	77	EL_CHOCHO
	78	EL_ARRAYAN
	79	GUADUALITO
	80	HUELLAS
	81	GUATABA
	82	LOMA_PELADA
	83	EL_SOCORRO
	84	LA_PLACA
	85	CAMPO_ALEGRE_ALTO
	86	ALTAMIRA
	87	LA_ESTRELLA
	88	NAPOLES
	89	EL_PLOBLADO
	90	LA_PALOMERA
	91	MORALES
	92	EL_ALBA
	93	LAS_AGUAS
	94	MARANHON
	95	LA_SELVITA

Fuente: La autora