

Modelado del sistema logístico de la cadena productiva de la papa empleando dinámica de sistemas

Logistics system modeling production chain of potato using dynamic systems

Jeimy Lorena García Ramírez¹ Francis Catalina Romero Sánchez² Oscar Mayorga Torres³

¹ Estudiante de Ingeniería Industrial, Universidad Libre, *jeimyl.garcia@unilibrebog.edu.co*

² Estudiante de Ingeniería Industrial, Universidad Libre, *francisc.romeros@unilibrebog.edu.co*

³ *Ingeniero Industrial, Especialista en Ingeniería de Producción, Magister en Ingeniería Industrial, Universidad Libre, oscar.mayorgat@unilibrebog.edu.co*

Fecha de recepción: 04/09/2014 Fecha de aceptación del artículo: 10/02/2015

Resumen

La cadena productiva de la Papa es una de las más representativas de los productos perecederos que se cultivan, comercializan y consumen en Colombia, esta gran producción ha generado que los actores involucrados en la cadena se asocien bajo modalidades de trabajo que no poseen una gestión organizada o eficiente, generando altos costos de operación, baja calidad del producto y altos precios en el consumidor. El presente trabajo muestra el modelado del sistema logístico de la cadena productiva de la papa empleando dinámica de sistemas; y cuyo objetivo se centró en explicar el comportamiento del producto en las diferentes etapas de la cadena (producción, transporte, transformación y comercialización) para posteriormente formular políticas (escenarios) a partir de los recursos disponibles (oferta) y requerimientos (demanda) buscando mejorar la productividad y competitividad de la cadena desde la óptica del transportador (objeto del estudio).

Palabras clave

Cadena de Suministro, Dinámica de Sistemas, Modelado, Perecederos, Productividad y Sistema Logístico.

Abstract

The Potato production chain is one of the most representative of perishable products grown, traded and consumed in Colombia, this great production has generated that actors involved in the chain are associated under working arrangements that do not have an organized and efficient management, generating high operating costs, low product quality and high prices in the consumer. This job shows the modeling of the logistics system of the potato production chain using dynamic systems; whose objective was to explain the behavior of the product at different stages of the chain (production, transportation, processing and marketing) to further develop policies (scenarios) from available resources (supply) and requirements (demand) seeking to improve the productivity and competitiveness of the chain from the perspective of the conveyor (under study).

Keywords

Supply Chain Management, dynamic systems, modeling, Perishable, Productivity and Logistics System

1. Introducción

En Colombia, la papa es un alimento de gran importancia, ya que presenta un alto consumo en la población con un gran peso en la canasta familiar, además es fuente de ingreso para todos los actores de la cadena en relación a quienes la cultivan generando empleos, a quienes distribuyen los insumos, empaques, maquinaria, semillas y a quienes la procesan y comercializan, además se considera como el producto que utiliza más servicios de transporte terrestre.

En el abastecimiento y distribución de alimentos perecederos, se han observado varias desventajas que afectan la calidad de vida de la papa por sus condiciones naturales, ya que tienden a dañarse y descomponerse rápidamente, por ello es importante tener en cuenta su manipulación para que llegue en buenas condiciones al consumidor final reduciendo pérdidas pos-cosecha del producto, minimizando costos y tiempos de transporte, mejorando la calidad, entre otros factores.

Dentro de la cadena productiva de la papa, el transportador juega un papel importante ya que nos permite la negociación y comercialización de este producto, transportándolo desde el productor hasta el cliente final, garantizándoles a los consumidores un producto con todas sus propiedades nutricionales, fresco y disponible.

Esta investigación tiene como fin desarrollar el modelo sistémico de gestión logística para el abastecimiento y distribución de la papa, mediante la técnica de Dinámica de Sistemas, que permita analizar las relaciones y comportamientos de las variables en cada uno de los actores, haciendo énfasis en el transportador y proponiendo políticas que mejoren el costo, tiempo y cantidad del producto con un precio justo para el cliente final.

1.1 Caracterización de la Cadena

Para la investigación de la cadena de alimentos perecederos se hizo énfasis en la papa ya que es uno de los alimentos de mayor consumo en la población colombiana, el de mayor formalidad en

la cadena y el que representa el crecimiento más alto del PIB agropecuario del país [1]. A continuación se identificarán las propiedades y condiciones de cultivo, se analizarán los mayores municipios productores en el departamento de Cundinamarca y luego se explicará la cadena logística relacionando las variables, enfocados en el transporte.

1.1.1 Ficha Técnica

La papa es un tubérculo que mediante un manejo adecuado puede conservarse durante algunas semanas, el tiempo máximo de duración oscila entre 5 y 8 días por esta razón es importante su rápida distribución ya sea para consumo o para semilla.

1.1.1.1 Composición nutricional

Se caracterizan por su alto contenido de agua 80%, fibra 20%, carbohidratos y calorías; Esto puede variar por factores tales como, la zona donde se produce, el tipo de suelo, el clima y las condiciones de cultivo [1].

1.1.1.2 Clima

Los cultivos se encuentran en climas fríos con temperaturas de 13° C a 8° C y alturas de 2.000 a 3.500 m.s.n.m., zonas de páramo.

1.1.1.3 Geografía

Se encuentra en las regiones frías de la Zona Andina, bajo condiciones biofísicas, sociales y económicas [2].

1.1.1.4 Época de siembra y cosecha

En el primer semestre se realiza la siembra más grande del año (50% del área sembrada), entre los meses de enero a marzo, y en el segundo semestre siembra (30% del área), de junio a agosto. Durante el año se realizan siembras escalonadas en microclimas favorables [3].

1.1.1.5 Variedad

En el país se cultivan más de 30 variedades de papa, pero no más de 10 tienen importancia comercial.

De acuerdo con el Censo del cultivo, en Cundinamarca la papa Parda Pastusa representa el 74% del área sembrada, la Diacol Capiro el 18% y la Criolla el 5.3% [4].

1.2 Papa en Cundinamarca

La producción de papa en Colombia se distribuye en cerca de 14 departamentos, pero sólo tres concentran el 80% de la misma y el 80% de la superficie cultivada. Los mayores productores son: Cundinamarca (41,7%), Boyacá (24,3%), Nariño (17,5%) y Santander (6,1%) [5]. Se escogió como contexto Cundinamarca por ser el mayor productor de papa y el principal departamento de abastecimiento para Bogotá considerada la mayor plataforma de recepción del país.

Cundinamarca está formado por 116 municipios de los cuales se eligieron los 5 con mayor producción y rendimiento (Villapinzón con 106.800 ton, Sesquile con 49.500 ton, Cogua con 51.400 ton, Subchoque con 19.550 ton y Rosal con 10.800 ton). [6]. El 7% de la producción total se destina

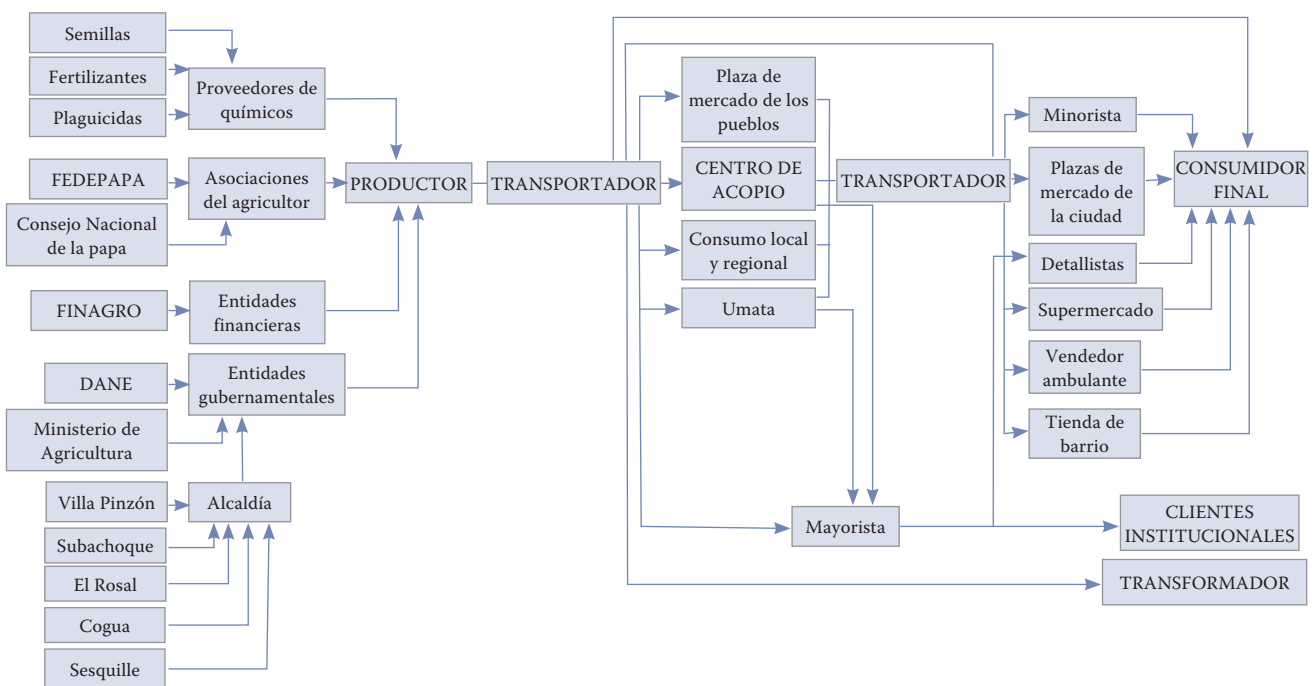
para autoconsumo, el 4% para semilla y el 89% para el mercado; en las economías campesinas el porcentaje de autoconsumo es mayor, un 8% del producto [7].

2. Metodología

A través del estado del arte, usando recursos como artículos, libros, entidades gubernamentales, acerca de la producción, distribución, comercialización y leyes de los productos perecederos a partir del año 2000, se pudo hacer la identificación de todos los actores que influyen en la cadena de valor de la papa en Bogotá – Cundinamarca estableciendo su funcionamiento.

Luego teniendo en cuenta los resultados anteriores se usó la técnica de Dinámica de Sistemas, como herramienta para el estudio y análisis de las relaciones de causalidad y comportamientos entre los actores de la cadena, posteriormente se realizó el modelo teórico mediante el software VENSIM y teniendo en cuenta el estudio anterior se formuló y validó el modelo de la cadena enfocado en el transportador.

Figura 1. Cadena de valor de la papa



Fuente. Los Autores, DISIS, 2014

Por último se analizaron los escenarios con el fin de proponer estrategias en términos de tiempo, costos y cantidad que mejoren la distribución y comercialización de la papa a partir del actor transportador.

2.1 Cadena Logística de la Papa

Mediante la investigación realizada se identificaron los actores que intervienen en la cadena, mostrando sus diferentes relaciones

La Figura 1 muestra los actores e intermediarios identificados en la cadena de abastecimiento y distribución de la papa.

El funcionamiento y las relaciones de actores se dan de la siguiente manera dentro de la cadena:

La producción de papa se da con ayuda de intermediarios como proveedores de químicos para los cultivos, entidades gubernamentales y asociaciones que favorecen a los productores. Los pequeños, medianos y grandes productores transportan su producto a las plazas de mercado y Umatas para el consumo en sus respectivos pueblos a través de vehículos propios, contratados o empresas especializadas de transporte.

Los mayores productores, transportan su producto a la central de acopio más importante de Bogotá la cual es CORABASTOS, concentrándose los mayores volúmenes de comercialización, en ocasiones este actor fija el incremento del precio.

Luego de pasar por las plazas de mercado, Umatas de los pueblos y por el centro de acopio de la ciudad se transportan a diferentes puntos como minoristas, detallistas, supermercados, vendedores ambulantes y tiendas de barrio haciendo fácil la adquisición del producto para el consumidor final.

Otros productores tienen contratos con algún mayorista y estos con Umatas o centros de acopio siendo el canal más usado en la cadena, el más importante es el del municipio de Villa pinzón como mayor productor de Cundinamarca, otros productores con un gran número de hectáreas sembradas tienen contratos directamente con una empresa transformadora de este producto.

Hay productores que transportan sus productos directamente al consumidor final disminuyendo el precio del producto pero presentando mayor variabilidad en la demanda. Los supermercados deben pagar un mayor valor ya que al negociar en las centrales mayoristas garantizan conseguir la cantidad de existencias que necesitan lo que genera el incremento del precio para el consumidor final, tiene como ventaja la variedad de productos. Las tiendas de barrio ofrecen facilidades de crédito (venden fiado), lo que representa ventajas competitivas frente a grandes superficies teniendo acceso inmediato al producto.

2.2 Transportador

El transporte es muy importante ya que nos permite la negociación y comercialización de la papa, transportándolo desde el productor hasta el cliente final, generando empleo y desarrollo económico para el país. La investigación se centra en este actor debido a que en la cadena de la papa se presentan problemas de distribución por la deficiencia de infraestructura y medios de transporte, lo que conlleva a que se presenten pérdidas de producto al no transportarse de forma oportuna y adecuada incrementando las demoras en las entregas, las pérdidas y deterioros, los costos y el precio de los alimentos.

La papa es un tubérculo susceptible a descomposición, por esto es indispensable distribuirla y almacenarla correctamente, para prevenir las pérdidas pos-cosecha destinadas al consumo fresco o para la industria, actualmente no se maneja una cadena de frío para conservar los alimentos mientras se transportan, además no se tiene conciencia de la importancia de la manipulación por parte de los transportadores afectando la calidad del producto.

2.3 Definición del problema

La ciudad de Bogotá como capital con una población estimada de 8.363.782 de habitantes aproximadamente el 15% de la población colombiana, hace que sea necesario desarrollar un sistema de gestión logística para mejorar la eficiencia del abastecimiento de la papa (Parda pastusa, Diacol capiro, y criolla) en términos de cantidad, costo y

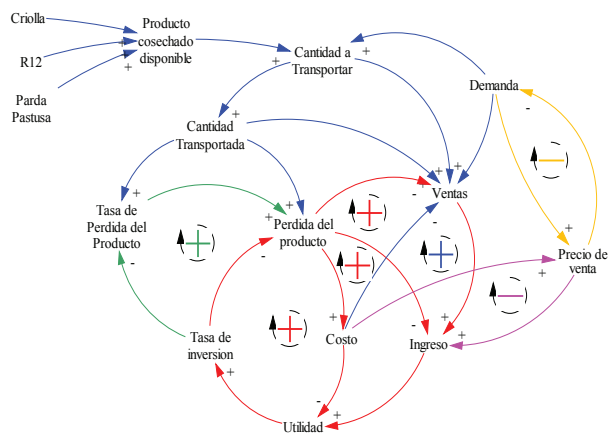
tiempo ya que se observan varias dificultades que afectan la calidad del producto.

El cambio climático incide positiva o negativamente en la calidad y disponibilidad de la papa a corto, mediano y largo plazo. Ya que genera daños en las condiciones de carreteras y vías que a su vez genera la pérdida y daño del producto por falta de la cadena de frío para conservarlos, generando un

bajo ingreso para al productor y un alto precio de adquisición para el consumidor final. También se afecta el precio por la estacionalidad en las temporadas de cosecha y la vida útil del producto.

La perecibilidad ocasiona pérdidas significativas, además de que se ve incrementada por los largos tiempos de viaje y por la mala manipulación de los transportadores al distribuir el producto.

Figura 2. Diagrama causal de la Cadena de la Papa



Fuente. Los Autores, DISIS, 2014

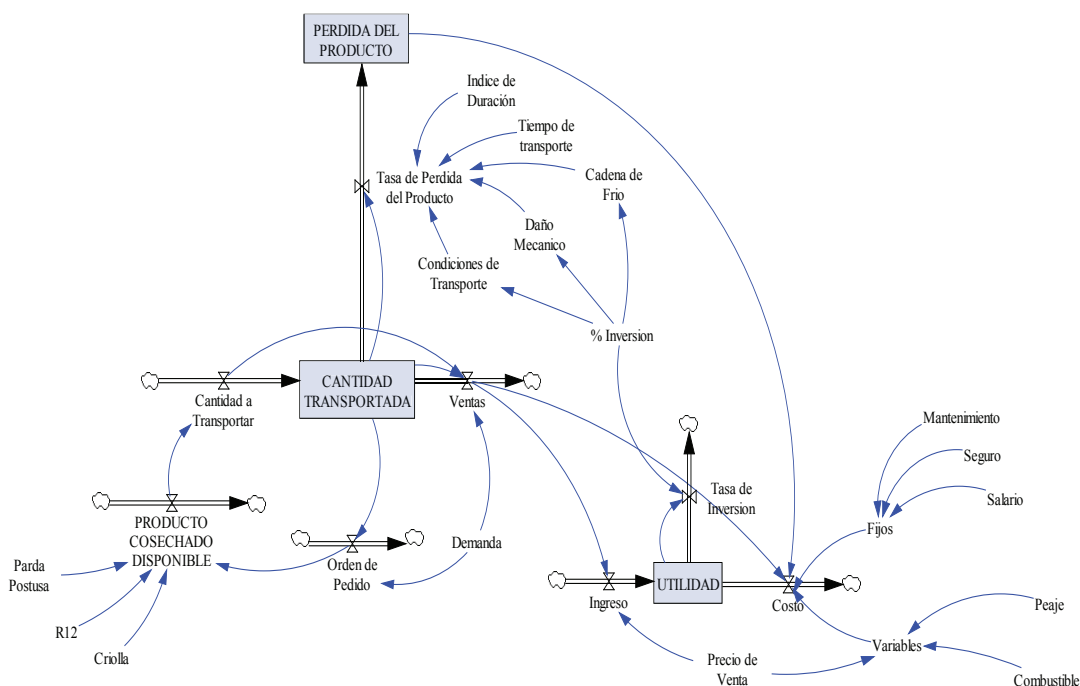
3. Resultados y análisis

3.1 Arquetipo, Diagrama causal

La Figura 2 muestra las relaciones de las diferentes variables que influyen en el actor transportador de la cadena de la papa de forma positiva y negativa, las más importantes son tiempo, costo y cantidad.

La identificación de actores y variables de la cadena productiva de la papa permitió analizar una relación de causalidad entre el actor transportador y todas las variables que influyen sobre este para tener una aproximación al modelo y establecer políticas y estrategias para mejorar variables como costo tiempo y cantidad en la cadena.

Figura 3. Diagrama de Forrester, Cadena de la Papa



Fuente. Los Autores, DISIS, 2014

3.2 Modelo

Una vez establecida la relación de causalidad entre las variables, se desarrolló el diagrama de Forrester con una ventana de tiempo de 60 meses, clasificando las variables en tipos (Nivel, Flujo y Auxiliares), como se muestra en la Figura 3.

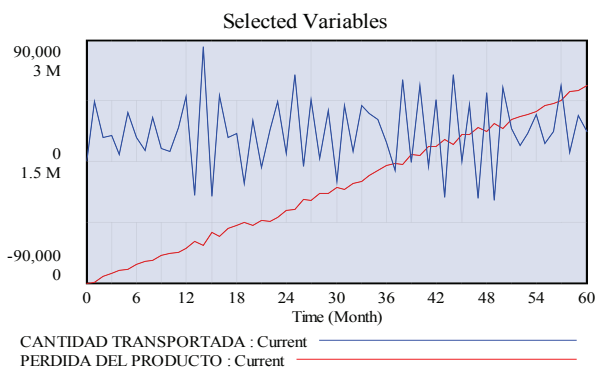
3.3 Resultados

Se realizó la simulación del diagrama de Forrester observando el escenario actual, a partir de este se realizó la prueba de sensibilidad y finalmente se estableció el mejor escenario.

3.3.1 Escenario Actual

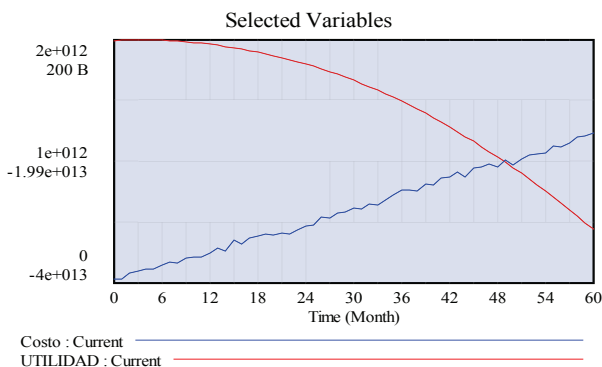
En este escenario se analizaron las variables de Cantidad, Costo, Pérdida y Utilidad como las más representativas del sistema.

Figura 4. Cantidad Transportada vs Pérdida del producto, Cadena de la Papa



Fuente. Los Autores, DISIS, 2014

Figura 5. Costo vs Utilidad, Cadena de la Papa



Fuente. Los Autores, DISIS, 2014

La Figura 4 muestra la cantidad de producto frente a la pérdida de este, los puntos mínimos que se observan son causa de la mala manipulación y condiciones del producto durante el transporte, lo cual conlleva a un incremento en la pérdida a lo largo del tiempo. Se debe tener en cuenta que la cantidad transportada depende de la demanda por lo cual los puntos máximos no indican que no halla pérdida del producto sino que se presentó una mayor demanda en ese periodo.

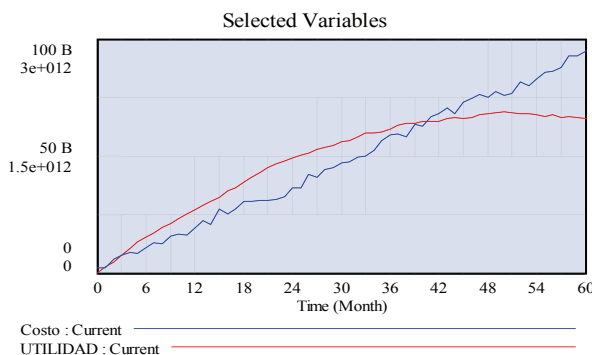
La figura 5 muestra que la utilidad presenta un comportamiento decreciente debido al incremento de los costos de operación (seguros, mantenimiento, salario, peaje y combustible), sumado a esto también se ven afectados por la alta cantidad de producto perdido generando costos que el transportador no cubre con los ingresos.

3.3.2 Prueba de Sensibilidad

Para darle confiabilidad al modelo se realizó la prueba de sensibilidad, la cual consiste en analizar los puntos extremos mínimos y los puntos extremos máximos.

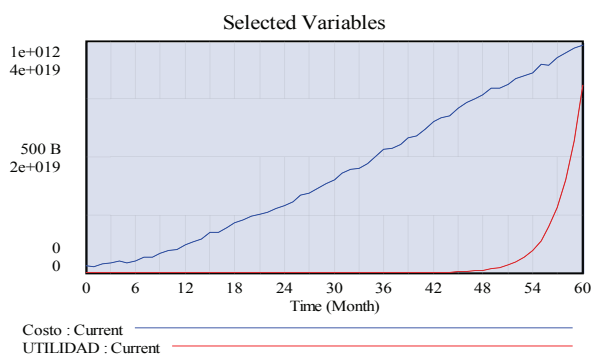
En el análisis de puntos extremos mínimos, Figura 6, se eliminó la asignación de recursos, con lo cual se identificó que la variable de mayor incidencia sobre la utilidad es el combustible ya que presenta un mayor porcentaje dentro de los costos, mientras que las otras variables no tienen mayor peso en su comportamiento. Al igual que la pérdida de producto disminuyó mientras la cantidad transportada aumento.

Figura 6. Costo vs Utilidad, Puntos Extremos Mínimos



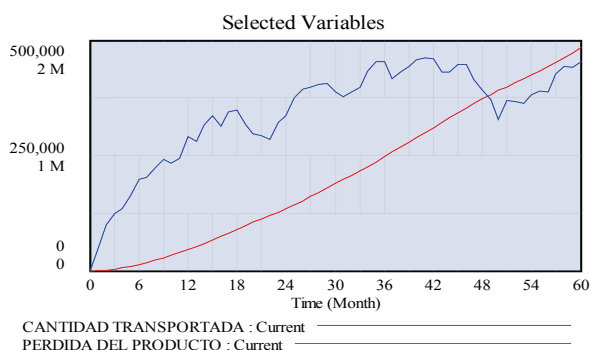
Fuente. Los Autores, DISIS, 2014

Figura 7. Costo vs Utilidad, Puntos Extremos Máximos



Fuente. Los Autores, DISIS, 2014

Figura 8. Cantidad Transportada vs Perdida del Producto, Puntos Extremos Mínimos



Fuente. Los Autores, DISIS, 2014

Con el análisis de puntos extremos máximos, Figura 7, se asigna bondad de recursos, donde se identificó que la cantidad transportada presenta un comportamiento estable, es decir, que se disminuyeron los puntos máximos y mínimos que se presentaban por la pérdida la cual también disminuyó, y en la Figura 8 se muestra que los costos también disminuyeron generando utilidad.

3.3.3 Mejor Escenario

Para mejorar el escenario actual en donde la inversión inicial es cero, se simuló el modelo con diferentes porcentajes de inversión en las mejoras propuestas, donde se observó que las variables presentan cambios en su comportamiento cuando se hace una inversión superior a 16,6%.

Se identificó que al realizar esta inversión, el sistema presenta una mejora, ya que se incrementa la utilidad, la pérdida disminuye y la cantidad transportada empieza a tener un comportamiento estable.

3.4 Políticas y estrategias

Las políticas y estrategias consideradas buscan mejorar y lograr mayor beneficio para el actor transportador como para todos los actores de la cadena en cuanto a cantidad, costo y tiempo.

3.4.1 Manual de Buenas Practicas

Se sabe que la mayor parte donde se pierde producto es en la manipulación, por ello implementando un manual para el transporte de la papa, con vehículos adecuados, el transportador perderá menos producto y así obtendrá mayor utilidad con lo cual los precios de comercialización serán justos.

3.4.2 Integración de los Actores

Una cadena integrada busca la cooperación de todos los actores para brindar seguridad, calidad y valor agregado, llegando a los consumidores finales con precios justos, en donde los apoyos del gobierno no beneficien a unos cuantos actores sino que a todos por igual para que ninguno se vea en la necesidad de incrementar el valor de la papa logrando mayor asequibilidad.

3.4.3 Cadena de Frio

Cuando se requiera transportar la papa en grandes distancias se debe pensar en invertir en cadena de frio con el fin de que no se pierda la calidad y aumenten los costos por pérdida para el transportador, ya que esta ofrece el beneficio de conservar en las mejores condiciones el producto.

3.4.4 Inversión en Tecnología

Se convierte en una opción para el transportador ya que al adquirir vehículos especializados se tienen mejores condiciones de transporte, con mayor seguridad y menor pérdida de producto, obteniendo mayores utilidades y beneficios.

4. Conclusiones

Se identificó la realidad de la cadena de abastecimiento y distribución de la papa desde la óptica del transportador evidenciando la pérdida y mutación del producto a lo largo del tiempo frente al constante cambio de actores de la cadena, al dar mal manejo del producto y al riesgo de que pueda dañarse o descomponerse rápidamente, por esta razón se pierden en el proceso; para ello se debe contar con cuidados y manipulaciones adecuadas para mantener sus características y propiedades nutricionales en buenas condiciones y así garantizarle al consumidor calidad y precio justo.

Cundinamarca como mayor productor ofrece todas las condiciones necesarias para que la papa sea de alta calidad, además con el apoyo de grandes asociaciones, gremios y empresas hacen ver la cadena con grandes oportunidades para mejorar los procesos de producción y distribución hacia los mercados.

El incrementar la utilidad y llevar una buena planificación y control sobre los costos operativos, permite que el transportador tenga la oportunidad de invertir más y contribuir a la disminución de la pérdida del producto.

Invertir se convierte en una opción para el transportador para mejorar las condiciones de transporte y contribuir a la disminución de pérdidas del producto, como en que infraestructura y tecnología se transporta, sobre su manipulación, el daño mecánico que se presenta, el factor ambiente, aumento de la calidad entre otros para que durante la distribución se mantengan sus condiciones nutricionales.

A partir del modelo se observa como la variable inversión a lo largo del tiempo logra un cambio significativo en la cantidad transportada, pues al presentarse menor pérdida, esta tiene una fluctuación menor, por lo que muestra un comportamiento estable que genera mayor utilidad.

Referencias

- [1] Sonia Liliana Pertuz Cruz, "LA PAPA Composición química y valor nutricional del tubérculo", memorias FEDEPAPA, pp. 1
 - [2] [3] [4] Héctor Villarreal, Pedro Porras, Diego Muñoz. "Costos de producción de papa en las principales zonas productoras de Colombia" FEDEPAPA, diciembre 2007, pp. 7, 8
 - [5] Ministerio de Agricultura, Anuario estadístico, 2011
 - [6] Estadísticas de Cundinamarca 2010, Consultado 29 de junio 2013, En: www.planeacion.cundinamarca.gov.co
 - [7] Generación de un modelo de gestión al sector papero de Cundinamarca Jorge stahelin, María Forero, David Gutiérrez Mendez.
- José Antonio Acevedo.J.A, Gómez.M.A, López.T. *Análisis de la cadena de valor hortofrutícola del municipio Marianao en La Habana, Cuba.* Instituto Superior Politécnico. Consultado 21 de noviembre de 2012. En: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59362012000200011&script=sci_arttext
- Contreras. L. *Análisis de la cadena de distribución en la comercialización de productos frescos en Chile: Frutas y Hortalizas.* Consultado 14 de diciembre de 2012 En: http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2011/cf-boitano_lc/pdfAmont/cf-boitano_lc.pdf
- Stahelin, León, Gutiérrez. *Generación de un modelo de gestión al sector papero de Cundinamarca.* Universidad del Rosario. Consultado 25 de enero de 2013. En: <http://repository.urosario.edu.co/bitstream/10336/1053/1/11365558.pdf>
- Luz Marina Franco M., Esp., Rubén Darío Echeverri E., MSc. Docentes Instituto Tecnológico Metropolitano y Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. *Hacia una metodología de la investigación sistémica. 8 Congreso Latinoamericano y encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas 2010.Memorias*