

Modelo causal para la distribución del *dioscorea spp* en el departamento de Sucre para exportación

Causal model for the distribution of *Dioscorea spp* in the department of Sucre for export

Claudia Tirado Prada¹
Javier Pérez Ortega²
Rafael Merlano Porto³

Resumen

El *Dioscorea spp*, presenta actualmente para la costa Atlántica, y en particular para el departamento de Sucre una oportunidad para producir e impulsar de manera sostenible las exportaciones de ñame (*Dioscorea spp*) a mercados de alto valor. Para ello es importante la organización de este sector, la caracterización, y modelamiento de la cadena de suministro agroalimentaria (CSA) a partir de factores que inciden e impactan en la eficiencia y comportamiento de la CS de manera directa o indirecta. En esta primera fase, se presenta la situación actual de la cadena, y la caracterización de las variables que la conforman, gracias a datos y parámetros reales recopilados en encuestas, entrevistas y otras fuentes secundarias en la región sabanas, Montes de María y región Golfo de Morrosquillo. Utilizando un análisis estructural, las variables se priorizan, y se convierten en los factores determinantes para elaborar el diagrama Causal. Mediante este modelo, fue posible identificar los bucles y analizar los efectos directos, indirectos e interacciones más importantes que describen el modelo o eslabón de distribución y su logística del *Dioscorea spp*, con fines de exportación a los EEUU.

1 Ingeniero Industrial, Corporación Universitaria del Caribe, Sincelejo, Colombia

2 Ingeniero Industrial, Corporación Universitaria del Caribe, Sincelejo, Colombia

3 Docente Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura, Corporación Universitaria del Caribe, Sincelejo, Colombia.

Palabras clave: Cadenas de Suministro Agroalimentaria, Análisis estructural, Diagrama Causal, Interacciones de variables, Distribución, Logística, ñame

Abstract

The *Dioscorea spp*, currently presents for the Atlantic coast, and in particular, for the department of Sucre an opportunity to produce and make exports of name (*Dioscorea spp*) are high-value markets. The organization of this sector, the characterization and modeling of the agri-food supply chain (ASC), is important for this, based on factors that impact and impact the SC's efficiency and behavior directly or indirectly. In this first phase, the current presentation of the chain, and the characterization of the variables that comprise it, the real data and parameters collected in surveys, interviews and other secondary sources in the Sabanas, Montes de Maria region and the Golfo de Morrosquillo region. Using a structural analysis, the variables are prioritized, and become the determining factors for the causal diagram. Through this model, it was possible to identify the errors and analyze the direct and indirect effects and most important interactions that describe the distribution and logistic model of *Dioscorea spp*, for export purposes to the USA.

Keywords: Agri-food supply chains, Structural analysis, Causal diagram, Interactions of variables, Distribution, Logistic, Yam.

Introducción

El ñame (*Dioscorea spp.*) es un tubérculo, altamente perecedero, integrante de una familia que supera las 600 especies. Es considerado un alimento básico, directamente ligado a las costumbres alimenticias de muchas personas en todo el mundo, principalmente en Asia, África y América Latina. [1]. En los últimos años el ñame se ha transformado en un producto atractivo para su exportación a otros países. Aunque su aporte individual no es tan representativo en las estadísticas, año a año sus exportaciones han ido aumentando hacia el mercado estadounidense. [2], En Colombia, la producción de ñame se encuentra concentrada principalmente en la región Caribe. En cuanto a exportaciones, para este mismo año, alcanzaron aproximadamente las 3'332.473 Ton, de las cuales el 99, 79% se ubicaron en el mercado estadounidense [2]. El Departamento de Sucre, en el 2016 exporto un equivalente a 1,38 millones de dólares a los Estados Unidos, por encima de otros departamentos de la región. Sucre cuenta con una posición geográfica con ventajas indudables para la logística de exportación, debido a su proximidad con los puertos que existen en Bolívar, y Atlántico, que cuentan con la infraestructura necesaria para la inspección, manejo y conservación de la cadena de frío para productos perecederos, y mueven la mayoría de la carga a comercializar en el exterior y conectan al país con todo el mundo por medio del canal de Panamá y el océano Atlántico[3].

Por otro lado, la integración y coordinación productiva, son aspectos clave que debe ser atendidos para propiciar el posicionamiento del ñame (*Dioscorea spp.*) en los mercados internacionales. Asegurar el abastecimiento de productos de gran calidad obedece al compromiso y cooperación que todos los participantes, desde el productor hasta el distribuidor, estén dispuestos a asumir [4]. La integración de los actores puede darse de distintas formas. Entre ellas, se encuentran las cadenas de suministro (CS) o de valor. Para el caso de los productos agroalimentarios, como es el caso del ñame (*Dioscorea spp.*) la integración de los eslabones en torno a este producto, recibe la denominación de cadena de suministro agroalimentaria (CSA).

Como sistema complejo, la ejecución de las operaciones dentro de una CSA, está comprendida por un sinnúmero de variables provenientes de

agentes internos y externos que se afectan entre sí, provocando reacciones inesperadas que pueden traer consecuencias positivas o negativas. Además, la CSA, propicia la creación de alianzas productivas, ayudan a los actores a identificar problemas, aprovechar mejor los recursos, mejora el flujo de la información entre eslabones y contribuye al logro de los objetivos. [5].

Con ese potencial identificado, y con el fin de fortalecer la producción y comercialización del producto hacia mercados de alto valor, es importante la gestión organizacional en torno a toda la red de distribución de toda la CSA. El posicionamiento del producto en mercados internacionales, además de generar escenarios competitivos alrededor de esta cadena, tanto para productores y exportadores, exige a todos los actores y eslabones funcionar de manera integrada, con un manejo claro en las responsabilidades de todos aquellos factores que inciden en la calidad del producto, y que permiten mejorar la sostenibilidad de las exportaciones y asegurar la confianza de los mercados internacionales.

En ese sentido, el diseño de un modelo de CSA, para la exportación del ñame (*Dioscorea spp*) para las regiones Montes de María, Golfo de Morrosquillo y región Sabanas en el Departamento de Sucre, surge como una alternativa viable para consolidar una propuesta de negocios en la región. En la primera fase de la investigación, se delimito el alcance de la propuesta y la caracterización de las variables. Y mediante un análisis estructural se logró priorizar las más importantes o aquellas con más alto impacto en la CSA, por tratarse de un sistema complejo y en segundo lugar el número y la relación entre las variables que definen el sistema. Con lo expuesto se identificó el objetivo principal de del presente estudio, el cual se enfocó básicamente en determinar el diseño del modelo causal, con las respectivas interacciones y relaciones directas e indirectas entre los factores priorizados y los respectivos bucles de retroalimentación.

Materiales y Métodos

Para el desarrollo del proyecto, y de acuerdo a los objetivos establecidos, los aspectos necesarios para solucionar el problema y los pasos para la modelación con DS, se establecen las siguientes fases:

Fase 1: Variables

Se realiza un inventario de las variables que hacen parte de los procesos de transporte, almacenamiento, empaque y embalaje dentro del sistema logístico, necesarias para que el ñame cumpla los requisitos de calidad para la exportación a los estados unidos. Para ello se recurre a fuentes primarias (entrevistas a exportadores de ñame en la región sabanas) y secundarias (artículos, libros, datos de entidades gubernamentales) que proporcionen información sobre la situación actual del sistema.

Luego se definen las variables más significativas y las interacciones entre sí con el fin de limitar la realidad a mostrar con el modelo, utilizando un análisis estructural por medio de expertos que evalúen según los criterios establecidos por el método la intensidad de la afectación entre los factores del sistema y así calcular el grado de influencia y dependencia entre las variables por medio del software MICMAC tomando como insumo dicha evaluación. Como resultado de este procedimiento el software arroja un gráfico genérico de influencias directas. (Ver tabla 1).

Fase 2: Modelamiento

Seguidamente se procede a la construcción del diagrama causal en base al gráfico genérico arrojado por MICMAC con su respectivo análisis y a la información obtenida de fuentes primarias y secundarias.

Resultados

Propiedades de la CS del ñame

Teniendo como base la información recolectada a través de encuestas, charlas sostenidas con 3 exportadores de Sucre y lecturas realizadas a cartillas, artículos de revistas científicas, boletines institucionales, documentos de trabajo, etc. sobre la situación actual de la comercialización de ñame en el departamento, se tiene que la estructura de la CSA para la comercialización de ñame a nivel global corresponde a la evidenciada en la Figura 1.

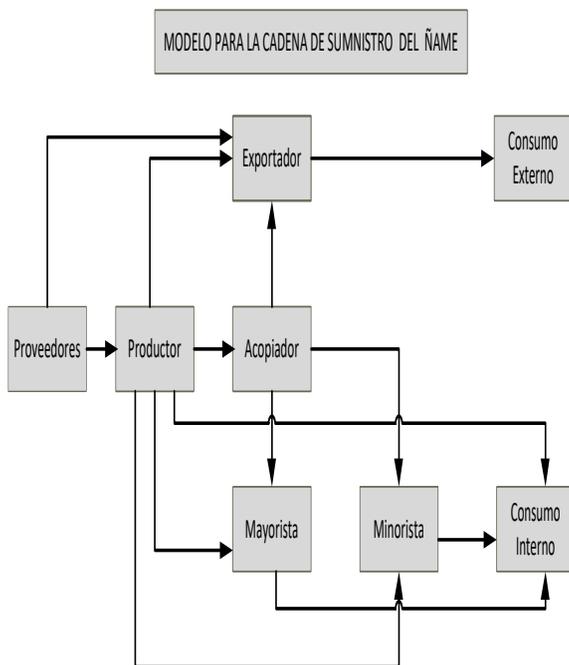


Figura 1. Red global de la CSA de ñame.

Fuente: Los autores

La cadena inicia con el productor, quien destina un porcentaje de la cosecha al acopiador y al exportador. El acopiador se dedica a juntar producto proveniente de varias fincas para revenderlo al mayorista y al exportador. El consumidor interno y el externo adquieren el producto fresco del minorista y el exportador respectivamente. En este caso solo interesó lo que ocurre en las operaciones logísticas entre el productor, exportador y el consumidor externo.

3.2 Logística de la CSA de ñame para exportación

Desde las fincas productoras registradas en el ICA como aptas para el cultivo de ñame tipo exportación se transporta el producto, teniendo en cuenta el cumplimiento de condiciones de admisión y calidad. El ñame llega al almacenamiento del exportador, quien después de su recepción realiza una valoración a nivel visual de los lotes recolectados, monitoreando su cantidad, calidad y tiempo de ingreso. Los ñames se lavan, se someten a un tratamiento fungicida y se dejan secar para realizar posteriormente un

proceso de curado durante 5 a 6 días (si es necesario), luego se hace una re-clasificación, eliminando residuos de raíces y suciedad, de acuerdo a lo establecido en la Norma técnica Colombiana 1269 [6].

Después, el producto es empacado, pesado, etiquetado y almacenado por un tiempo en cajas para ser despachadas en un camión hacia el puerto escogido para la salida del producto al exterior, allí se descargan, se arma el contenedor y se ubica de acuerdo al incoterm FOB, que define el final de la cadena.

3.3 Caracterización de variables para MICMAC

Tabla 1
Variables sistema de distribución

N°	Título largo	Título corto	Descripción
5	Cantidad de ñame desperdiciado	CÑD	Cantidad del producto que al ser clasificado se consideró no apto para exportación
6	Temperatura de almacenamiento	TA	Temperatura en °C que posee el almacenamiento para la conservación del producto
7	Capacidad de almacenamiento	ArA	Área disponible para almacenar el producto en bodega.
8	Altura máxima de almacenamiento	AMA	Límite permisible de arrume del producto en almacenamiento que no compromete su adecuada conservación.
9	Tiempo de almacenamiento	TiA	Periodo que demora el producto almacenado esperando ser limpiado, curado y despachado.
10	Demanda anual de ñame	DAÑ	Cantidad de cajas de ñame de exportación que son solicitadas por el cliente extranjero en un periodo de tiempo.

Modelo causal para la distribución del *Dioscorea spp* en el departamento de Sucre para exportación

N°	Título largo	Título corto	Descripción
11	Cantidad de cajas transportadas	CCT	Cajas con el producto que son despachadas de la bodega hacia el puerto donde saldrá el producto del país.
12	Distancia recorrida T2	DR2	Kilómetros recorridos por los vehículos en el trayecto bodega del exportador-puerto
13	Tiempo empleado en el transporte	TET	Tiempo que demora el transporte desde el almacenamiento de exportador al puerto elegido para enviar el producto a su destino
14	Capacidad del vehículo T2	CV2	Espacio con el que disponen los vehículos para transportar el producto en el trayecto bodega del exportador-puerto.
15	Dimensiones de la caja	DC	Dimensiones que posee las cajas utilizadas para el empaque del producto
16	Dimensiones del contenedor	Dcon	Dimensiones que posee el contenedor para el embalaje del producto.
17	Cantidad de cajas cargadas al contenedor	CCO	Número de cajas que se cargaron al contenedor para ser enviadas al país de destino
18	Peso de la carga del contenedor	PCC	Peso del contenedor con las cajas cargadas en el
19	Temperatura de refrigeración del contenedor	TRC	Temperatura en °C programada en el contenedor que llevara las cajas con el producto al país de destino
20	Costo de transporte por tonelada	CTT	Costo resultante del costo por tonelada, cargue, descargue, horas de espera.
21	Costo de almacenamiento	Cal	Costo resultante de servicios utilizados en el almacenamiento

N°	Título largo	Título corto	Descripción
22	Costo de empaque	CE	Costo resultante del costo de compra de las cajas, mano de obra para armado de cajas y para empacar el producto en ellas
23	Costo de transporte	CT	Costo resultante del costo del transporte de las fincas productoras al almacenamiento del exportador y del almacenamiento del exportador al puerto
24	Costo estimado del contenedor	CEC	Costo resultante de la suma del costo de alquiler, el costo de las cajas cargadas y el costo de los días que el contenedor demora en el patio del puerto
25	Costo de tiempo de demora del contenedor en el patio del puerto	CTP	Costo resultante del tiempo que demore el contenedor en patio y el costo asociado a su estancia en el
26	Costo de desperdicio	CD	Costo resultante de la cantidad de producto desperdiciada por el costo del producto
27	Utilidad del exportador	UE	Ganancia obtenida por el exportador al realizar una operación de exportación, resultante de la resta de los costos al precio de la cantidad de cajas exportadas con producto.

Matriz relacional

De las evaluaciones realizadas por los expertos, sintetizadas con el cálculo de la moda de cada casilla, las variables fueron calificadas por su influencia y dependencia como se evidencia en la Tabla 2, que corresponde a la matriz que se ingresó al software. Al realizar 6 iteraciones, que es el número recomendado en este caso por el programa para alcanzar la estabilidad, se obtuvieron el plano y gráfico de influencias directas los

cuales se analizaron detalladamente, aclarando que, como lo afirma [7] “tales resultados nunca deben ser tomados al pie de la letra, sino que su finalidad es solamente la de hacer reflexionar; no hay una lectura única y oficial de resultados del MICMAC y conviene que el grupo forje su propia interpretación” (p.72).

La figura 2 muestra la distribución de las variables en el plano entregada por el software, con el cual se realizó la clasificación a la que pertenecen de acuerdo a su ubicación en el mismo, dividiéndolas en:

a. Variables determinantes: en esta sección se ubicaron 3 variables, correspondientes a TOP, TÑC y CCT, restringiendo el funcionamiento del sistema.

Tabla 2
Matriz MICMAC de relaciones entre variables.

	1: TOP	2: DR1	3: CV1	4: TNC	5: CND	6: TA	7: ArA	8: AMA	9: TiA	10: DAN	11: CCT	12: DR2	13: TET	14: CV2	15: DC	16: Dcon	17: CCO	18: PCC	19: TRC	20: CTT	21: CAI	22: CE	23: CT	24: CEC	25: CTP	26: CD	27: UE	
1: TOP	0	0	3	3	3	1	3	3	3	2	P	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	3	2	0	1	2	3	
2: DR1	2	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	3	0	0	0	2	
3: CV1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	1	1	
4: TNC	3	0	0	0	2	1	3	2	0	P	3	0	0	2	2	0	1	0	0	0	3	1	3	1	0	3	3	
5: CND	3	0	0	3	0	0	0	0	0	P	3	0	0	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	
6: TA	P	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	1	0	1	2	
7: ArA	P	0	0	2	2	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	P	3	
8: AMA	2	0	0	2	1	2	1	0	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
9: TiA	2	0	0	3	3	0	0	0	0	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3	0	0	0	0	1	2
10: DAN	3	0	0	3	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	3	
11: CCT	0	0	0	0	2	0	3	2	P	2	0	0	2	2	2	0	1	3	0	2	2	3	3	2	0	1	3	
12: DR2	0	0	0	0	1	0	1	1	P	0	0	0	3	2	0	0	1	0	0	3	0	0	3	0	0	1	3	
13: TET	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	2	0	0	1	0	0	2	0	0	3	0	0	0	2	
14: CV2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	
15: DC	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	0	0	1	0	2	3	1	0	0	0	2	0	2	0	0	1	
16: Dcon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	0	2	2	0	2	0	0	0	3	0	0	0	
17: CCO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	2	0	2	0	3	2	3	2	3	0	0	0	0	0	2	
18: PCC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	1	2	3	0	0	3	0	0	0	3	0	1	3	
19: TRC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	3	
20: CTT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
21: CAI	0	0	0	1	0	0	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
22: CE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
23: CT	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	
24: CEC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
25: CTP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
26: CD	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
27: UE	3	0	0	3	1	0	2	2	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

© IPSOR-EHTA-MICMAC

Fuente: Los autores

Plano de influencias y dependencias directas.

b. Variables clave: En el estudio ninguna variable se ubicó en esta parte del plano. c. Variables de resultado: como variables de salida e indicadores del sistema se situaron 2 variables, UE y CTT. d. Variables autónomas: En este segmento del plano aparecieron 12 variables relacionadas, siendo parte de él DR1, Dcon, TRC, CV1, CE, CTP, TET, TiA, DC, TA, CCO y DR2. e. Variables objetivo. Como sucedió con las variables clave, en este espacio no se ubicaron variables. f. Variables de entorno. En este sector se encasillaron 2 variables, PCC y DAÑ. g. Variables reguladoras. Por último, ubicadas en esta clasificación se encontraron 7 variables, entre ellas CÑD, ArA, AMA, CAI, CT, CV2 y CD.

Las variables autónomas no afectan de forma importante al sistema por ser poco influyentes y dependientes se decidió eliminarlas junto otras variables que a pesar de quedar en otras categorías se consideró, según las fuentes primarias, secundarias y las reuniones con los expertos, no influían significativamente en el funcionamiento de sistema.

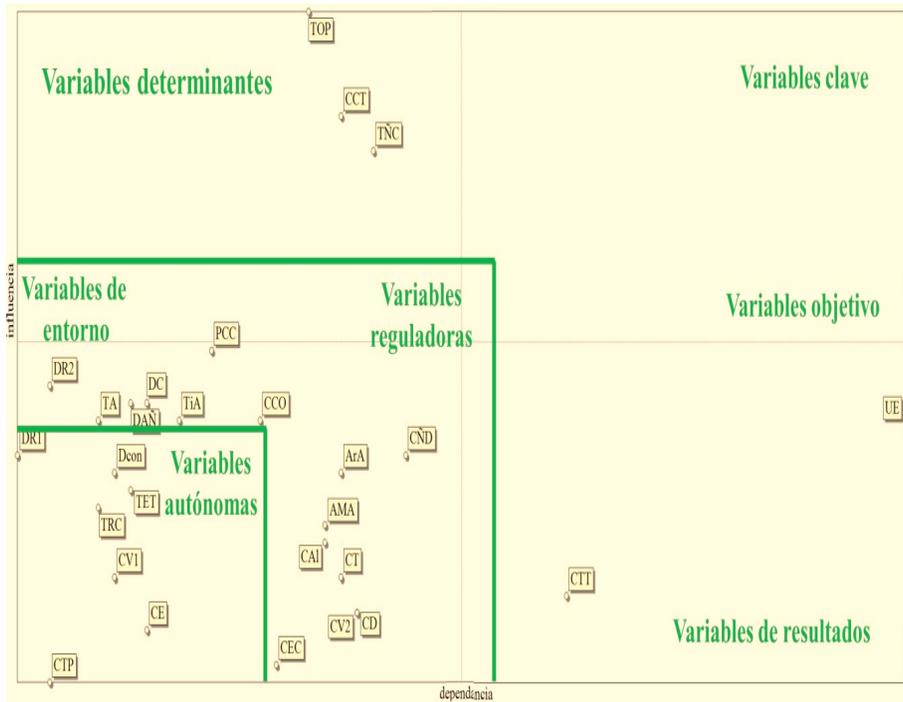


Figura 2. Plano de influencias/Dependencias directas.
Fuente: Los autores

Las variables que se calificaron como indispensables de acuerdo a los resultados del software fueron 12, de las cuales 6 son reguladoras (CAL, CV2, CT, CÑD, CD y Ara); 3 son determinantes (TOP, TÑC, CCT); 2 son de resultado (CTT, UE) y 1 de entorno (DAÑ). Por lo anterior, tanto las variables que no fueron mencionadas como las relaciones que se derivaban de ellas fueron eliminadas.

Gráfico de influencias directas.

Tomando como base las 12 variables seleccionadas en el apartado anterior se generó el gráfico de influencias directas que se muestra en la figura 5 solo incluyéndolas a ellas, con la finalidad de facilitar su interpretación y separar las relaciones más significativas para así crear el diagrama causal.

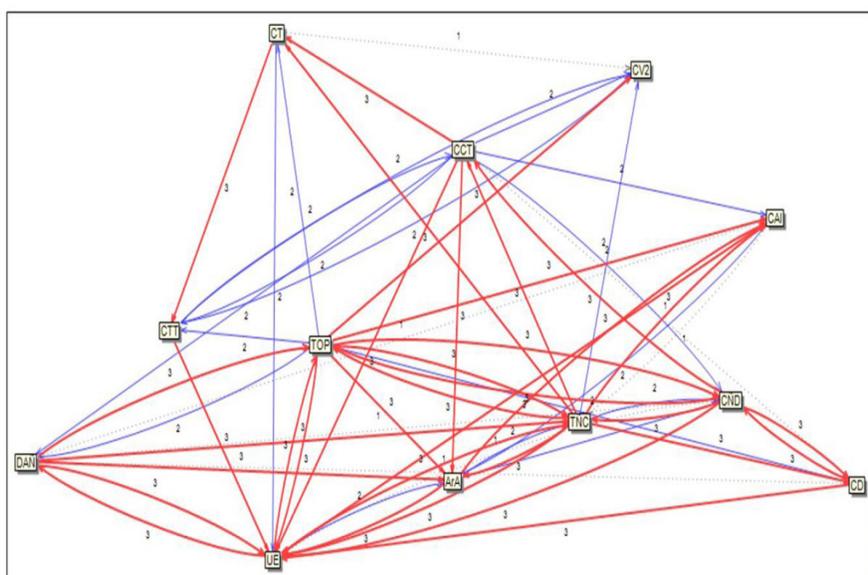


Figura 3. Gráfico de influencias directas.
Fuente: Los autores.

Gráfico de influencias indirectas.

Además de tomar como base el gráfico directo, fue importante también generar con el software el gráfico de influencias indirectas de la figura 6 y así ver con claridad la importancia que tienen ciertas variables que al poseer una relación no directa la primera clasificación no las ubico como factores

clave del sistema, con el fin de no omitirlas en la construcción del diagrama causal.

Para ambos casos, en el gráfico de influencias directas y en el de influencias indirectas solo se tuvieron en cuenta, para la creación del diagrama causal, las influencias más importantes, las relativamente importantes y las influencias medias.

Gráfico de influencias indirectas.

Además de tomar como base el gráfico directo, fue importante también generar con el software el gráfico de influencias indirectas de la figura 4 y así ver con claridad la importancia que tienen ciertas variables que al poseer una relación no directa la primera clasificación no las ubico como factores clave del sistema, con el fin de no omitirlas en la construcción del diagrama causal.

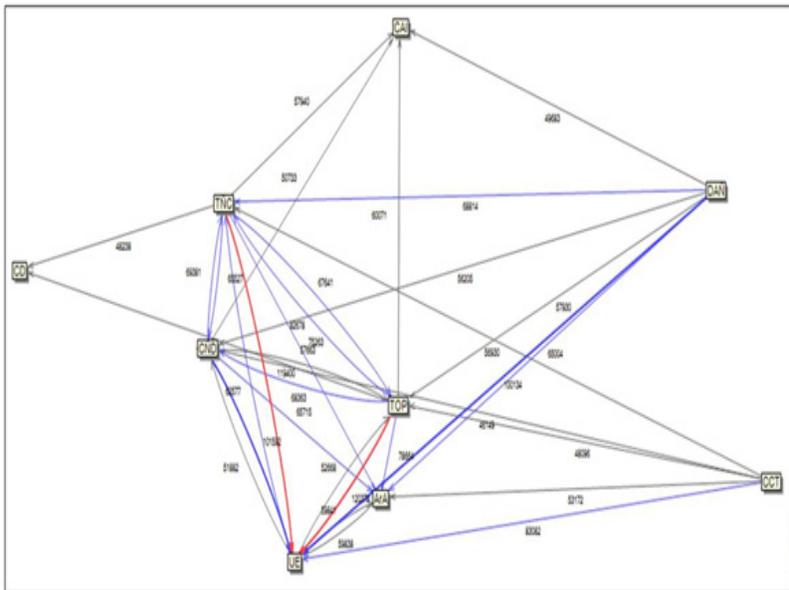


Figura 4. Gráfico de influencias indirectas.

Fuente: Los autores

Para ambos casos, en el gráfico de influencias directas y en el de influencias indirectas solo se tuvieron en cuenta, para la creación del diagrama causal, los efectos e influencias más importantes, las relativamente importantes y las influencias medias.

Propuesta de diagrama causal

Al validar por medio del software MICMAC las relaciones más significativas, se puede observar en la figura 5 la esquematización resultante de estos análisis en un diagrama causal, conformado por las variables que hacen parte de la estructura actual de la CSA de ñame para exportación y las relaciones entre ellas con sus respectivos sentidos de influencia (positiva o negativa).

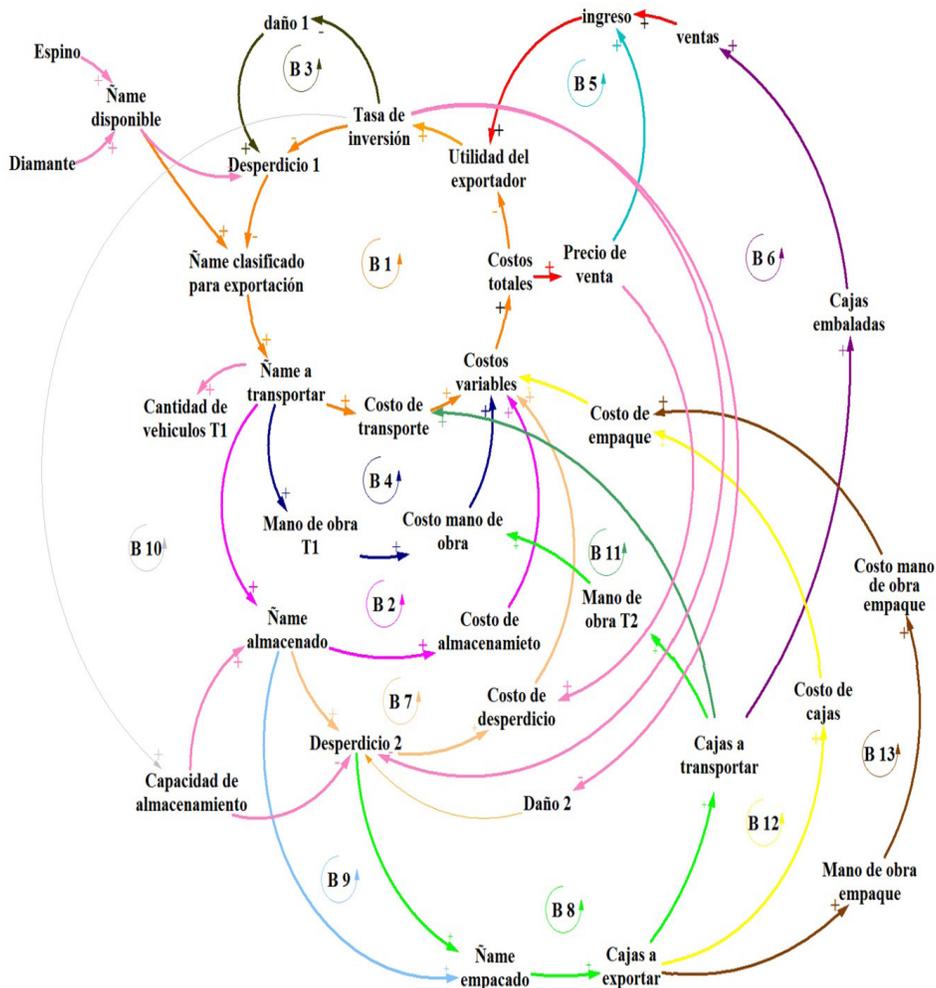


Figura 5. Diagrama causal sistema logístico CSA de ñame para exportación.
Fuente: Los autores

En él también se encuentran los mecanismos de retroalimentación principales o bucles, que son ciclos cerrados de relaciones entre dos o más elementos del sistema y surgen de la construcción de la estructura del modelo [8]. Debido a que el diagrama está constituido en este caso por muchas variables y por la naturaleza de las relaciones existentes se obtuvo que para ciertos elementos se forman bucles que superan los 100 en número. En el diagrama causal propuesto se pueden contemplar los más evidentes con sus respectivos indicadores, qué especifican el tipo de bucle, ya sea positivo (+ o R) o negativo (- o B) además de su sentido (contrario o no al movimiento de las manecillas del reloj).

Conclusiones y recomendaciones

Aunque Colombia se encuentra en el quinto lugar en las exportaciones de ñame a estados unidos, el precio pagado a nuestro país es uno de los más bajos en el mercado, debido a la falta de calidad del producto, lo que se refleja en todos los departamentos que cultivan ñame. En Sucre particularmente, existe una falta de tecnificación, de condiciones de almacenamiento, trazabilidad y buenas prácticas de manejo en el sistema logístico para exportación.

La situación actual estudiada muestra que el número de productores en el departamento de Sucre ha ido aumentando sin control, lo que genera cada vez que llega la época de cosecha y para los siguientes meses una sobreoferta de ñame, que con la capacidad interna que se tiene actualmente es muy difícil de manejar, ocasionando que los precios nacionales e internacionales disminuyan por no existir políticas integrales que los regulen. Además, una sobreoferta del producto no garantiza que este sea más vendido en los mercados externos, lo que ocasiona muchos desperdicios y pérdida de rentabilidad tanto en productores como exportadores

Mediante el diagrama causal fue posible analizar y estudiar el problema a profundidad, en el cual se incluyeron las interacciones entre las diferentes variables que componen el sistema distribución del producto ñame a los estados Unidos, principalmente. Cualquier variación que se presente en uno de los factores priorizados, y de acuerdo al diagrama causa, es posible evaluar su afectación sobre otras variables, incluso, incidencias que tienen

una causa y un efecto- directo entre variables. Pero según el diagrama causa-efecto, también es posible evaluar el impacto que un factor o varios factores tienen de manera indirecta sobre otros factores. Con la información recopilada se sentaron las bases para entender el funcionamiento interno y externo de los procesos asociados a la logística de exportación de ñame en el departamento de Sucre y así poder definir los actores involucrados, obtener los parámetros y enlistar las variables que los caracterizan.

Mediante el sistema de bucles se puede asociar que los factores que hacen parte de un bucle, como un cambio en una variable, puede afectar otras variables, pero los resultados pueden tener un efecto indirecto sobre la misma variable. Como se puede apreciar en el diagrama causal (B1), un incremento en la inversión (mejoramiento en los sistemas de almacenamiento), tiene un efecto directo en la disminución del desperdicio del ñame, en el productor y exportador.

Así mismo la disminución en el desperdicio, mejora las cantidades de ñame seleccionadas para exportación, y por consiguiente se incrementan el número de toneladas para exportación y a transportar. Sin embargo, los costos de transporte se incrementan, así como los costos totales, pero dado el mayor número de ventas, la utilidad para el productor y exportador se ven incrementadas. Como un efecto contrario cualquier disminución en la utilidad, termina afectando las inversiones para el mantenimiento, almacenamiento y conservación producto. Además, con ayuda del diagrama de influencias directas arrojado por MICMAC fue mucho más sencillo y certero elaborar el diagrama causal, debido a su capacidad de mostrar y dar pautas para orientar las relaciones directas entre las variables, contando con la ventaja de que están respaldadas por la información confiable que proviene de la evaluación de los expertos y las fuentes secundarias consultadas. Ahora bien, el diagrama causa se convierte en el insumo principal para desarrollar los modelos en dinámica de sistemas (Diagramas de forrester) con la inclusión de otras variables, definición de parámetros, para la evaluación y análisis de escenarios.

Referencias

- [1] R. D. Andrade, J. C. Palacio, W. A. Pacheco, and R. A. Betin, "Almacenamiento de trozos de ñame (*Dioscorea rotundata* Poir) en Atmósferas Modificadas," *Inf. tecnológica*, vol. 23, no. 4, pp. 65–72, 2012.
- [2] Centro de Comercio Internacional - ITC, "Datos comerciales mensuales, trimestrales y anuales. Valores de importación y exportación, volúmenes, tasas de crecimiento, cuotas de mercado," 2017. [Online]. Available: <http://www.trademap.org/Index.aspx>.
- [3] PROCOLOMBIA, "Sucre aprovecha los TLC," *Rev. oportunidades Proexport Colomb.*, 2013.
- [4] E. R. Castellanos, "La competitividad de los agronegocios en Colombia: una reflexión académica," *Magazín Empres.*, vol. 9, no. 22, pp. 29–34, 2013.
- [5] Y. Peña, P. A. N. Alemán, and F. D. Rodríguez, "Cadenas de valor: un enfoque para las agrocadenas," *Equidad Desarro.*, no. 9, pp. 77–85, 2008.
- [6] Y. M. Cabezas López and P. A. Casas Duarte, "Formulación del plan de exportación de ñame para la empresa PDM Productos Agrícolas EU con destino al mercado de los Estados Unidos."
- [7] M. Godet, R. Monti, F. Meunier, and F. Roubelat, "La caja de herramientas de la prospectiva estratégica," *Laboratoire d'Investigation Prospective et Stratégique*, 2000.
- [8] J. M. García, *Teoría y ejercicios prácticos de Dinámica de Sistemas: Dinámica de Sistemas con VENSIM PLE*. Juan Martín García, 2017.
- [9] Sterman, J. (2002). *Business Dynamics: systems thinking and modeling for a complex world*. United States: McGraw-Hill. Recuperado de: http://www.simposio.palmira.unal.edu.co/documentos/Sterman_Business_dynamics.pdf

