

Modelo de Dinámica de Sistemas para la Cadena Productiva del Dioscórea SPP en la Región
Sabana, Montes de María y Golfo de Morrosquillo

Rigail José Villazon Arrieta

Corporación Universitaria Del Caribe – CECAR
Facultad de Ciencias Básicas Ingenierías y Arquitectura
Ingeniería Industrial
Sincelejo
2019

Modelo de Dinámica de Sistemas para la Cadena Productiva del Dioscórea SPP en la Región
Sabana, Montes de María y Golfo de Morrosquillo

Rigail José Villazon Arrieta

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial

Director

Rafael Humberto Merlano Porto

Magíster En Ingeniería

Co – Director

Pablo Cesar Pérez Buevas

Corporación Universitaria Del Caribe – CECAR
Facultad De Ciencias Básicas Ingenierías y Arquitectura
Ingeniería Industrial

Sincelejo

2019

Nota de Aceptación

4,55



Director



Evaluador 1



Evaluador 2

Sincelejo, Sucre, 23, de Octubre de 2019

Tabla de Contenido

Resumen.....	11
Abstract.....	12
Introducción.....	13
1. Planteamiento del Problema.....	14
2. Justificación.....	16
3. Objetivos.....	17
3.1 Objetivo General.....	18
3.2 Objetivos Específicos.....	18
4. Marco referencial.....	18
4.1 Antecedentes.....	19
4.1.1 Modelo de Dinámica de Sistemas para el Proceso de Producción de la Mandarina.....	19
4.1.2 Modelo de Dinámica de Sistemas para la Cadena de Abastecimiento de la Granadilla en Cundinamarca, Colombia.....	20
4.1.3 Dinámica de Sistemas Aplicado en el Análisis de Cadenas Productivas Agroindustriales en el Departamento de Bolívar.....	20
4.1.4 Modelado del Sistema Logístico de la Cadena Productiva de la Papa Empleando Dinámica de Sistemas.....	21
5. Definición de Ñame.....	22
6. Información Nutricional.....	23
7. Orígenes.....	24
8. Usos y Aprovechamientos.....	25
9. Importancia.....	26
10. Producción del Ñame a Nivel Mundial.....	27
11. Producción del Ñame a Nivel Nacional.....	29
12. Producción del Ñame a Nivel Local.....	30
13. Cadenas de Suministro.....	31
13.1 Definición de Cadena de Suministro.....	32
13.2 Objetivo de la Cadena de Suministro.....	32

13.3	Colaboración de la Cadena de Suministro.	32
13.4	Obstáculos en la Colaboración de la Cadena de Suministro.	33
13.5	Beneficios de la Cadena de Suministro.	34
13.6	Gestión de la Cadena de Suministro.	34
13.7	El Contexto de la Cadena de Suministro.	37
14.	Dinámica de sistemas.	41
14.1	Objetivo de la Dinámica de Sistemas.	41
15.	Método Delphi.	47
16.	Método de análisis estructural.	48
17.	Descripción de método MicMac.	50
17.1	Etapas 1. Listado o Inventario de Variables.	50
17.2	Etapas 2. Descripción de las Relaciones Presentadas entre Cada una de las Variables.	50
17.3	Etapas 3. Identificación de las Variables Claves con Mayor Grado de Influencia.	50
18.	Descripción de la Metodología de Software Stella.	58
18.1	Simbología para la Construcción de un Modelo (software Stella).	59
18.2	Tipos de Relaciones.	61
18.3	Relación causal Positiva y Negativa.	61
18.4	Realimentación.	62
18.5	Prospectiva y Simulación.	63
19.	Metodología.	64
20.	Resultados.	66
20.1	Cadena de Suministro del Ñame.	66
20.2	Aplicación Análisis Estructural MicMac.	68
20.5	Matriz Relacional.	71
20.6	Plano de Influencias / Dependencias Directas.	72
I.	Variables de poder:	73
II.	Variables de enlace:	73
III.	Variables de resultado:	73
20.7	Gráfico de influencias directas.	76
20.8	Gráfico de Influencias Indirectas.	77
20.9	Gráfico Diagrama Causal Propuesto.	81

20.10 Aplicación Diagrama de Forrester	83
20.10.1 Productor.....	83
20.10.2 Producción Estimada.....	83
20.11 Simulación	95
20.11.1 Sistema Real Producción Dioscórea spp.....	95
20.11.2 Modelo de Red.....	104
20.11.3 Analisis de Escenario	106
21. Conclusiones y Recomendaciones	108
Bibliografía	110
Anexos	115

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Condiciones agroecológicas para el cultivo de ñame.</i> -----	23
Tabla 2. <i>Valor nutricional y composición química del ñame.</i> -----	24
Tabla 3. <i>Nivel de complejidad de la dinámica de sistema.</i> -----	56
Tabla 4. <i>Modelamiento a través de la Dinámica de sistemas.</i> -----	59
Tabla 5. <i>Discurso teórico práctico Decoufle.</i> -----	64
Tabla 6. <i>Lista de variables evaluadas (Software MicMac).</i> -----	68
Tabla 7. <i>Lista de variables evaluadas, continuación (Software MicMac).</i> -----	69
Tabla 8. <i>Lista de variables evaluadas, continuación (Software MicMac).</i> -----	70
Tabla 9. <i>Variables pre-seleccionadas: Gráfico de influencias</i> -----	75
Tabla 10. <i>Variables seleccionadas Diagrama causal</i> -----	76
Tabla 11. <i>Datos de la encuesta de producción utilizados para el cálculo de las cantidades de espino mejorado en asocio con otros productos.</i> -----	84
Tabla 12. <i>Datos de la encuesta de producción utilizados para el cálculo de las cantidades de espino mejorado sin asocio.</i> -----	84
Tabla 13. <i>Datos de la encuesta de producción utilizados para el cálculo de las cantidades de espino botón sin asocio.</i> -----	85
Tabla 14. <i>Datos de la encuesta de producción utilizados para el cálculo de las cantidades de Diamante con asocio.</i> -----	85
Tabla 15. <i>Datos de la encuesta de producción utilizados para el cálculo de las cantidades de Diamante sin asocio.</i> -----	86
Tabla 16. <i>Ecuaciones del eslabón productor.</i> -----	86
Tabla 17. <i>Ecuaciones del eslabón productor – continuación.</i> -----	87
Tabla 18. <i>Ecuaciones y parámetros eslabón productor-continuación.</i> -----	88
Tabla 19. <i>Ecuaciones y parámetros eslabón productor-continuación.</i> -----	88
Tabla 20. <i>Ecuaciones y parámetros eslabón productor-continuación.</i> -----	89
Tabla 21. <i>Ecuaciones y parámetros eslabón productor-continuación.</i> -----	89
Tabla 22. <i>Variables referenciadas para el eslabón productor.</i> -----	128

Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Países productores del ñame.	28
<i>Figura 2.</i> Representación simplificada de la cadena de suministro.....	36
<i>Figura 3.</i> Flujo en una cadena de suministro.....	38
<i>Figura 4.</i> Proceso de una cadena de suministro.	39
<i>Figura 5.</i> Modelo generalizado de la cadena de suministro	40
<i>Figura 6.</i> Proceso del método Delphi, ronda de consulta.....	47
<i>Figura 7.</i> Análisis estructural.	48
<i>Figura 8.</i> Plano de influencia / dependencia.	51
<i>Figura 9.</i> Gráfico de influencias directas.	53
<i>Figura 10.</i> Esquema de un diagrama causal.	54
<i>Figura 11.</i> Modo de proceder de la dinámica de sistemas.	58
<i>Figura 12.</i> Herramientas para la construcción de un modelo.....	60
<i>Figura 13.</i> Relación causa - efecto positivo y negativo.....	62
<i>Figura 14.</i> Ejemplo diagrama causal.....	62
<i>Figura 15.</i> Bucle realimentación entre variables.....	63
<i>Figura 16.</i> Estructura cadena de suministro.	67
<i>Figura 17.</i> Evaluación de expertos (MID).....	72
<i>Figura 18.</i> Plano de influencias /dependencias directas.....	74
<i>Figura 19.</i> Gráfico de influencias directas.	77
<i>Figura 20.</i> Gráfico de influencias indirectas.	78
<i>Figura 21.</i> Gráfico de influencias sistema productivo Dioscórea spp, propuesta 1.	79
<i>Figura 22.</i> Gráfico de influencias sistema productivo Dioscórea spp, propuesta 2.	80
<i>Figura 23.</i> Diagrama causal sistema productivo Dioscórea spp.....	81
<i>Figura 24.</i> Bucle generado a través del diagrama causal que compone al sistema.....	82
<i>Figura 25.</i> Eslabón productor Ñame Espino Mejorado, Diagrama de forrester.....	91
<i>Figura 26.</i> Eslabón productor Ñame Espino Botón, Diagrama de forrester.	92
<i>Figura 27.</i> Eslabón productor Ñame Diamante, Diagrama de forrester.....	93
<i>Figura 28.</i> modelo de dinámica de sistema para la cadena productiva del Ñame.....	94

<i>Figura 29.</i> Resultados: producción de Espino Mejorado rango de hectáreas sembradas.....	95
<i>Figura 30.</i> Resultados: producción de Espino Botón rango de hectáreas sembradas.	96
<i>Figura 31.</i> Resultados: producción de Diamante rango de hectáreas sembradas.	96
<i>Figura 32.</i> Resultados: Ñame Espino Mejorado distribuido en los mercados internos y externos, desperdiciado, no comercializado.	97
<i>Figura 33.</i> Resultados: Ñame Espino Botón distribuido en los mercados internos y externos, desperdiciado, no comercializado.	98
<i>Figura 34.</i> Resultados: Ñame Diamante distribuido en los mercados internos y externos, desperdiciado, no comercializado.	98
<i>Figura 35.</i> Niveles de producción por tipo de ñame.	99
<i>Figura 36.</i> Cadena productiva del ñame.....	104
<i>Figura 37.</i> Resultados: Eslabón productor.	105
<i>Figura 38.</i> Resumen de la variacion de ñame ofertado para exportacion	107

Tabla de anexos

Anexo 1. Consentimiento informado	115
Anexo 2. Formato Instrumento aplicado.	115
Anexo 3. Interface software Micmac	116
Anexo 4. Interface software vensim	117
Anexo 5. Interface software Stella.....	118
Anexo 6. Proceso de preparación de suelo	119
Anexo 7. Etapa de siembra ñame.....	120
Anexo 8. Cultivo de ñame etapa de crecimiento.	121
Anexo 9. Visita a zonas cultivadas.	122
Anexo 10. Almacenamiento de recursos hídricos.....	123
Anexo 11. Bodega de almacenamiento ñame.	124
Anexo 12. Socialización proyecto de investigación.	125
Anexo 13. Aplicación instrumento al productor.....	126
Anexo 14. Asociación de cultivadores.....	127

Resumen

La presente investigación, cuyo objetivo principal está basado en modelar mediante Dinámica de sistemas la cadena productiva del *Dioscorea spp* (ñame), orientados hacia una mayor participación y sostenibilidad del producto en los mercados. En primera instancia se dio a conocer la realidad del sistema estudiado, lo cual fue posible gracias a la información suministrada por parte de los actores que conforman la cadena, fuentes primarias y secundarias. Después, se procedió a caracterizar las variables que pasan a conformar el sistema, priorizando cada una de estas mediante la aplicación de un análisis estructural que midió los niveles de influencia entre una variable y otra. A causa de esto, se procedió a conformar el diagrama causal, y así mismo facilitar la inclusión del modelo de redes a través del software Stella. Una vez simulado el modelo se dan a conocer los resultados obtenidos.

Palabras clave: Dinámica de sistemas, Análisis estructural, Cadena productiva, Diagrama causal.

Abstract

The present investigation, whose main objective is based on modeling through systems dynamics the productive chain of *Dioscorea* spp (yam), oriented towards greater participation and sustainability of the product in the markets. In the first instance, the reality of the system studied was made known, which was made possible by the information provided by the actors that make up the chain, primary and secondary sources. Then, we proceeded to characterize the variables that happen to form the system, prioritizing each one of these by applying a structural analysis that measured the levels of influence between one variable and another. Because of this, the causal diagram was formed, and also facilitated the inclusion of the network model through Stella software. Once the model is simulated, the results obtained are announced.

Keywords: System dynamics, Structural analysis, Production chain, Causal diagram.

Introduccion

La investigación presentada está orientada hacia la construcción de un modelo que relaciona toda la cadena productiva del Dioscórea SPP. Por lo cual, abordaremos desde una perspectiva general un análisis detallado del comportamiento de los actores involucrados. Iniciaremos desde la medición de amplitud del Sistema y la identificación de cada una de las variables involucradas, y así mismo estas variables serán sometidas a un análisis riguroso la relación y los niveles de impacto entre una variable y otra, con la objetividad de explicar los niveles de relación identificados, y así poder identificar la forma en que se construye y organiza todo el proceso de la cadena productiva.

La cadena productiva del Dioscorea SPP aborda de manera singular unos ciclos relacionales, que, en mayor o menor medida, comparten cada uno de los actores principales de la misma. Entendemos que este tipo de análisis representa un gran reto para nosotros como investigadores, partiendo desde un contexto de relación directa y aprendizaje continuo obtenido mediante la práctica de ensayo y error.

La principal Fortaleza de este tipo de modelos productivos depende del aprovechamiento que se le pueda dar a las variables. A su vez, adentrarnos en el análisis relacional que constituyen las mismas es la razón y fundamento de nuestra investigación.

Hemos organizado la representación de nuestra investigación en cuatro etapas de la cuales la primera etapa se centra en Definir el Problema y establecer los componentes, esto requiere de una definición de amplitud. Los otros tres restantes se centran en la representación y construcción de la estructura dinámica de la CP.

1. Planteamiento del Problema

Tomando como referencia datos estadístico, se ha demostrado que los grandes porcentajes de la producción de ñame en Colombia se localizan en la región Caribe y que en su mayoría están representados por pequeños productores, quienes por muchos años se han dedicado a implementar técnicas tradicionales que han sido heredadas de sus antecesores. Explica Reina Aranza (2012), que el ciclo se sigue repitiendo hasta el día de hoy; lo que trae como consecuencia la obtención de resultados similares.

Cada vez es más notable la falta de un modelo de producción que garantice la sostenibilidad de uno de los productos con grandes proyecciones y expectativas en los mercados extranjeros; lo que podría servir como referencia hacia los productores y a su vez desafiarlos a realizar mejoras en materia de calidad en cada una de las etapas y eslabones que se encuentran relacionadas directa e indirectamente con la cadena productiva del Dioscórea.

La falta de implantación tecnológica, los sistemas de producción poco moderados que ha traído como resultado formación de tubérculos deformes y grandes dimensiones, material vegetal de plantación no adecuado con la calidad fisiológica y sanitaria, poco aprovechamiento de densidades poblacionales en los terrenos, son algunas de los factores que se han convertido en uno de las grandes limitantes para los productores, no obstante se plantea que con mejores conocimientos técnicos se podría lograr un aumento en la producción del tubérculo de acuerdo a las especificaciones establecidas por los mercados demandantes. (Reina Aranza, 2012)

En los últimos años el ñame ha registrado incrementos bastante considerables en materia de exportación hacia mercados estadounidenses, lo que define al tubérculo como de los productos más apetecidos por los amantes de la cocina americana debido a la gran variedad que presenta en sus propiedades nutritivas. Cada día la demanda va en constante crecimiento (Dane, s.f)

Actualmente la demanda que se tiene del tubérculo en los mercados extranjeros es mayor que la oferta, esto ha motivado a cada uno de los exportadores a realizar alianzas con productores. Y a su vez, con el incremento de las siembras obtener un mayor aumento en la producción,

garantizando de igual manera que se estén cumpliendo cada uno de los estándares establecidos por los mercados internacionales. (Bitar, 2016)

Todo esto nos condujo a plantearnos la siguiente pregunta:

¿Existe un modelo de simulación en la producción que aporte mayor credibilidad y garantice la sostenibilidad y demanda del producto Dioscórea SPP en mercados locales y extranjeros?

2. Justificación

Debido a su actual importancia económica, su representación en la economía local, el notable número de áreas cultivadas y por ser en la actualidad un producto de exportación con una de las mejores proyecciones en los mercados internacionales.

El Dioscórea merece de nuestra atención; es la razón por la cual se pretende la implementación de un modelo de dinámica de sistemas para la cadena productiva; que permita trabajar en cada uno de los limitantes que interfiera en la obtención de un mejor producto atendiendo a cada uno de los exigentes estándares de calidad establecidos.

La siguiente propuesta de investigación se convierte en un elemento clave para el futuro de la economía de la región, por lo cual se hace necesario obtener del Dioscórea un mejor aprovechamiento a nivel comercial con mira hacia otro tipo de mercados, todo esto traerá consigo una serie de efectos positivos que beneficiaran a cada una de las personas que se encuentren relacionadas con la siembra del producto. (Ministerio de agricultura y desarrollo, 2012).

Quienes mayormente se beneficiarían al momento de fomentar la cadena de abastecimiento del Dioscórea a nivel de exportación y la implementación de un modelo de dinámica de sistemas para su producción, en primer lugar, serán los productores. Por lo tanto, según (Ministerio de agricultura y desarrollo, 2012), esto les permitirá tener mayores ventajas competitivas, tales como: mecanización en las técnicas de siembra, selección del material de siembra, mejor aprovechamiento de los terrenos, fortaleciendo el trabajo en equipo y a su vez el intercambio de nuevos conocimientos y experiencias entre las personas dedicadas a la siembra del Dioscórea, concientizar a cada uno de los productores de las nuevas ventajas que ofrece la participación en nuevos mercados, mejoramiento de la calidad del producto obtenido, mejor aprendizaje en la selección de los terrenos, etc.

Uno de los principales atributos de este tipo retos es reenfocar los esfuerzos de desarrollo con nuevas apuestas productivas para la región mediante la aplicabilidad de nuevos modelos de dinámica de sistemas a productos potenciales como lo es el caso del Dioscórea, con la finalidad de

generar mayores fuentes de empleo e ingresos para la población, y a su vez la inserción de la economía del departamento de sucre en los mercados internacionales. (Quintero Otero, Leviller Guardo, Lopez Pineda, Villadiego Paternina, & Garcia Martinez, 2008).

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Modelar el sistema productivo del Dioscórea SPP, mediante dinámica de sistema, con el fin de analizar las interacciones y actividades desempeñadas dentro de los escenarios propuestos orientados hacia la sostenibilidad del producto Dioscórea SPP en el mercado.

3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar las variables relacionadas con el sistema productivo, recopilando información proveniente de actores y especialistas en el tema.
- Determinar los efectos directos e indirectos de las variables dentro del sistema estudiado por medio de la evaluación de matriz MicMac y el diseño de diagramas de influencia.
- Representar la validación del modelo propuesto, mediante evaluaciones de comportamiento entre las variables.

4. Marco referencial

A continuación, se expone el resultado de la revisión bibliográfica de investigaciones relacionadas con el objeto de estudio planteado. En los datos citados se indica el objetivo de cada una de las investigaciones, sus respectivos resultados y conclusiones.

4.1 Antecedentes

4.1.1 Modelo de Dinámica de Sistemas para el Proceso de Producción de la Mandarina.

Huertas Forrero et al., (2011), en su proyecto “Modelo de dinámica de sistemas para el proceso de producción de la mandarina “dan a conocer tanto el proceso productivo como los beneficios económicos que esta representa al momento de ser comercializada. La región de Cundinamarca fue seleccionada para la realización de este estudio, por lo cual se estableció un modelo dinámico que permitiera evidenciar los márgenes de utilidad generados al momento de cultivar un número determinado de hectáreas de mandarina.

Teniendo en cuenta la información adquirida sobre el producto se procedió a la formulación del diagrama de forrester, para el cual se seleccionaron variables que permitieran medir el comportamiento del sistema bajo ciertas condiciones.

Los resultados arrojados por el software mediante los escenarios planteados permitieron determinar que durante los primeros cinco meses era poco favorable la realización de este tipo de cultivos, donde los gastos eran igual a los ingresos. A partir del 6 mes en adelante las evidencias de los resultados eran distintas, la producción generada tenía una tendencia constante con crecimiento en los ingresos y por consiguiente crecimiento en los porcentajes de rentabilidad del cultivo. Por lo tanto, se demuestran que es posible plantear un modelo en el cual se puedan realizar modificaciones que favorezcan con cada una de las variables que puedan llegar a afectar los niveles de producción.

4.1.2 Modelo de Dinámica de Sistemas para la Cadena de Abastecimiento de la Granadilla en Cundinamarca, Colombia.

La investigación realizada por Huertas Forrero, et al., (2011), "Modelo de dinámica de sistemas para la cadena de abastecimiento de la granadilla en Cundinamarca, Colombia", en la cual se plantea la implementación de un modelo de Dinámica de sistemas que se buscaba determinar cada una de las variables más representativas para el sistema de producción de la granadilla, y de igual forma referenciar las utilidades obtenidas de acuerdo al número de hectáreas cultivadas, teniendo presente cada uno de los factores complementarios para la producción de este tipo de fruta en condiciones favorables.

La simulación del modelo fue realizada con una proyección de 12 meses, en los cuales se pudo denotar que los egresos incrementaban de manera considerable en el transcurrir de los primeros meses, pero después la tendencia lograba estabilizarse. También fue evidente que luego de ciertos periodos de tiempo los ingresos y utilidad se aumentan de manera progresiva.

Tanto para productores como empresas ha sido una ventaja competitiva la implementación de los modelos de Dinámica de sistemas, ya que todos los resultados alcanzados aumentan las ganancias para cada uno de los actores partícipes de la cadena.

4.1.3 Dinámica de Sistemas Aplicado en el Análisis de Cadenas Productivas Agroindustriales en el Departamento de Bolívar.

Por su parte Amézquita López & Chamorro Salas (2013), plantearon en su investigación "Dinámica de sistemas aplicado en el análisis de cadenas productivas agroindustriales en el departamento de Bolívar", un modelo de simulación que les permitiera interpretar el funcionamiento de las cadenas productivas para productos como: yuca, ñame. Para esto era importante establecer una estructura de funcionamiento de las mismas cadenas a través del uso de un software especializado para este tipo de análisis.

Fue necesario seleccionar cada una de las variables con mayor grado de relación con el sistema, y de esta forma proceder al planteamiento y definición escenarios que permitieran tener una visión de los efectos generados en el sistema bajo ciertas condiciones.

Se pudo concluir que la metodología implementada por la dinámica de sistemas mostraba desde una mejor perspectiva el comportamiento de los sistemas analizados; esto incluye diagnósticos, proyecciones de impactos negativos y positivos, dependiendo el tipo de variables estudiada.

Una vez realizado el planteamiento de los escenarios, se reflejó que cada uno de los actores pertenecientes a la cadena registraban cambios en cuanto a la obtención de las ganancias y producciones, también se evidencio que el productor es uno de los más perceptivos dentro de la cadena, esto quiere decir que si hay crecimientos en el rendimiento por hectáreas, relativamente habían mayores resultados en cuanto a las ganancias generadas por parte del productor.

4.1.4 Modelado del Sistema Logístico de la Cadena Productiva de la Papa Empleando Dinámica de Sistemas.

El presente trabajo de García Ramírez, et al., (2014) , sobre “Modelado del sistema logístico de la cadena productiva de la papa empleando dinámica de sistemas”, expone el modelamiento de un sistema logístico mediante la implementación de Dinámica de sistemas desde el punto de vista de quien transporta el producto. Teniendo como objeto de estudio analizar la conducta del producto en cada uno de los eslabones de la cadena, para luego proceder al planteamiento de los escenarios, buscando ser más productivo y competitivos en los mercados.

La investigación permitió identificar cada uno de los actores participes de la cadena y también cada una de las variables más destacadas que se relacionan con el tema de estudio para luego proceder al planteamiento de escenarios, destacando aquellas variables más sobresalientes y mejorarlas a través del planteamiento de nuevos escenarios, mediante el uso de los diagramas de Forrester.

5. Definición de Ñame

El ñame o Dioscórea es una planta trepadora carente de zarcillos con tubérculos comestibles pertenecientes al género delos Dioscoreácea, llegando a agrupar un número

aproximado de 450 - 600 especies entre las que se encuentran *Dioscorea alata* L. y *Dioscorea rotundata* Poir, alrededor de 12 a 25 especies de *Dioscorea* han llegado a considerarse aptas para el consumo humano. (Reina Aranza, 2012), (Agencia de Noticias UN, 2014).

Tabla 1.

Condiciones agroecológicas para el cultivo de ñame.

Variable	Unidades	Valor
Altitud	Msnm	0-600
Radiación	H/día	12
Temperatura	C°	25-30
Precipitación	Mm	1000-15000
Humedad	%	70-80
Nivel de nutrientes del suelo	N	125-155 Kg/ha
	P2O5	17-19 Kg/ha
	K2o	155-180 Kg/ha
	PH	6,5-7,5
Profundidad	Cm	10,-15
Textura	Cla20s20e20	20F20r20a20nca, Franca-arenosa, Franco-arcillosa.
Distancia de siembra	(m)	1x0.8,1x0.6,1x0.5
Densidad de siembra (plantas/ha)		10.0 – 15.000 hasta 20.000

Fuente: elaboración propia, (Procaribe, 2012).

6. Información Nutricional

Las propiedades nutritivas que posee el *Dioscorea* SPP; entre ellas los altos contenidos de fibra y una abundante riqueza en almidón, su alto contenido energético de fácil absorción abarcando aminoácidos esenciales; hacen que este producto sea considerado como un alimento

admirable. Contienen importantes cantidades de carbohidratos y poseen fuentes moderadas de proteína y fibra, vitaminas C y vitaminas B, todos estos aportes convierten al ñame en una fuente dietética, manganeso, potasio, presentando de esta manera bajos porcentajes de sodio y grasa. (Cabezas Lopez & Casas Duarte, 2012)

Tabla 2.

Valor nutricional y composición química del ñame.

Variables	Valor
Porción	3.5 oz
Calorías	90
Grasas totales	0.03g
Hierro	0.8mg
Colesterol	0mg
Sodio	14mg
Carbohidratos	38.1g
Fibra	1.8g
Azúcar	1.7g
Proteína	1.4g
Calcio	16mg
Potasio	271mg
Agua	62.7%
Vitamina C	10mg
Riboflavina	0.3mg

Fuente: Elaboración propia, (Cabezas Lopez & Casas Duarte, 2012).

7. Orígenes

El Dioscórea se conoció inicialmente en continentes como Asia, África y América tropical. Estos continentes registran siembras de ñame tipo Dioscórea a lata, *D. cayenensis*, *D. rotundata* y *D. trifida*. Por ende, su llegada al Caribe Colombiano se dio debido al tráfico de esclavos presentado en ese momento por parte de los navegantes hispano-portugueses a mediados del siglo

XVI. Según morales (2010), citado por (Reina Aranza, 2012), en ese entonces se consideraba como un producto típico africano utilizado para alimentar a los esclavos, el cual era traído en los barcos y que se empezó a sembrar cerca de las minas y de los asentamientos de esclavos.

8. Usos y Aprovechamientos

De acuerdo a Bitar (2016); “El ñame, forma parte de la dieta de los deportistas de alto rendimiento, lo cual lo ha conllevado a ponerse de moda en la cocina estadounidense”.

Además de formar parte de nuestra alimentación, el ñame es un tubérculo con aportes medicinales, más de 60 especies de la familia dioscoreáceas llegan a generar valor económico. A

partir de allí se han logrado muy buenos alcances en la implementación de este producto en usos farmacéuticos, de donde se han tenido en cuenta una representación con un número de nueve especies destinadas a la producción industrial de hormonas sexuales y cortisonas, un claro ejemplo de estos son los anticonceptivos orales y cosméticos, ligado esto está el uso y extracción de la diosgenina usada por laboratorios en la sintetización de una diversidad de esteroides, entre los que podemos nombrar el estrógeno y también la de hidroepiandrosterona. (Gonzales Vega, 2012).

9. Importancia

El ñame Dioscórea SPP ha demostrado tener una gran importancia para las economías de los países desarrollados y también para aquellos en etapa de desarrollo, lo cual lo lleva a convertirse en una constituyente para la fuente de empleo e ingresos de quienes lo producen, siendo este producto cultivado en muchas zonas por pequeños y mediados agricultores y que comúnmente se encuentran ubicados en zonas tropicales, subtropicales y templadas. Donde la planta logra obtener un mejor desarrollo durante sus etapas de crecimiento. (Gonzales Vega, 2012).

10. Producción del Ñame a Nivel Mundial

El mayor registro en cuanto a producción mundial del dioscórea está representado por los siguientes continentes: continente asiático, continente africano, y por último el continente americano donde los mayores registros en cuanto a producción se encuentran en las zonas limitantes con el mar caribe (Cabezas Lopez & Casas Duarte, 2012).

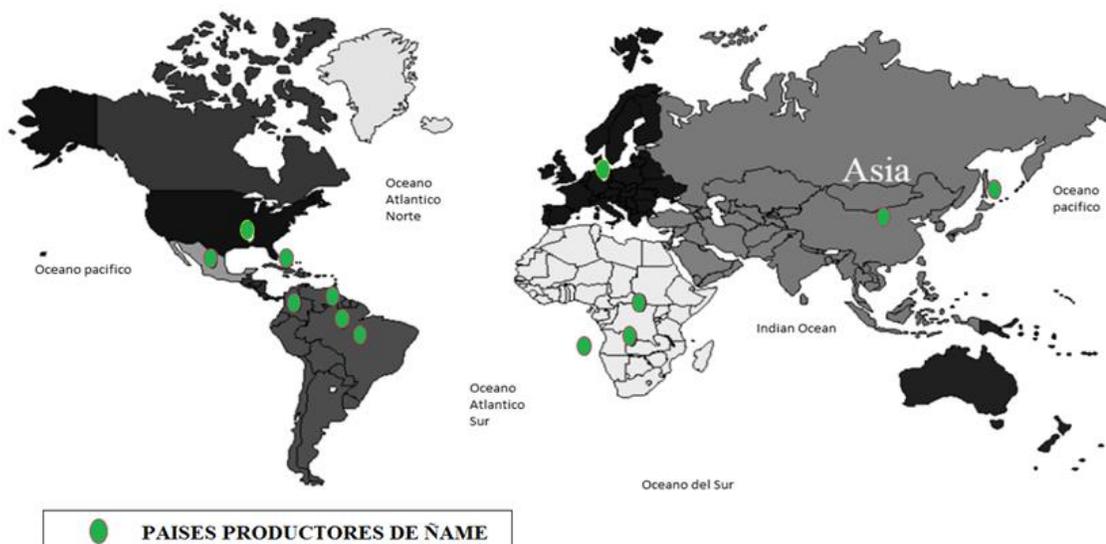


Figura 1. Países productores del ñame.

Fuente: (Cabezas Lopez & Casas Duarte, 2012).

Entre tanto se estima que los países más influyentes en materia de producción están representados de la siguiente manera: en primer lugar, Nigeria con un total de (26'201.000 toneladas), dando paso a Ghana con un total de (3'249.040 toneladas), y Costa de marfil con (2'927.175 toneladas), entre otros países del continente africano, juntos puede llegar a tenerse una estimación de aproximadamente el 96% de toda la producción mundial. Los alcances considerables y los incrementos acelerados en los cultivos de ñame vienen presentando registros de crecimiento del 5% anual a nivel mundial. Todo esto ha marcado una nueva dimensión en la cadena alimentaria logrando definir nuevos precedentes para las familias dedicadas a la agricultura (Cabezas Lopez & Casas Duarte, 2012).

11. Producción del Ñame a Nivel Nacional

“El Dioscórea paulatinamente se ha ido abriendo paso en los mercados internacionales”. Entre 2008 – 2009 Colombia exporto un poco más de 7.800 toneladas de ñame hacia los mercados de EEUU, puerto rico y las islas del caribe (Oficina de comunicaciones ICA, 2009).

Colombia hoy día exporta 477 veces más ñame que en el 2012. Las ventas del pasaron de US\$22.847 en el 2012 a cerca de US\$2,7 millones el año pasado, esto quiere decir que la demanda ha incrementado y según Agronet entre 2013 y 2014 la producción creció el 17%. (Bitar, 2016).

Ocupando la quinta posición a nivel mundial, también sobreponiéndose por encima de sus competidores debido a que su producto posee mejor sabor, Colombia se ha convertido en uno de los países que mayor cantidad de ñame provee hacia los EEUU pasando a ocupar una posición menos que costa rica en Latinoamérica. Y debido a su alta demanda, ha sobrepasado a Brasil en materia de exportación (ProColombia, 2016).

12. Producción del Ñame a Nivel Local

Se afirma que, de las especies más cultivadas en la región caribe se encuentran, Dioscórea alata, más conocidos como (ñame criollo o diamante) y está el Dioscórea rotundata, mejor conocido como (ñame espino mejorado), siendo este último uno de los más resistentes genéticamente a la antracnosis (Agencia de Noticias UN, 2014).

Informes de la Oficina de comunicaciones ICA (2009), indican que actualmente en Sucre se registra una totalidad de 25.000 hectáreas cultivadas, estas mismas están ubicadas en los municipios mencionados a continuación: Chalan, Carmen de Bolívar, Sampues, Morroa, San Antero, Coveñas, Lorica, Moñitos, San Jacinto, Coloso, Tolú Viejo, Ovejas, San Juan Nepomuceno, San Antonio, San Pelayo, Cereté, Sincelejo, y Palmito.

13. Cadenas de Suministro

"Para lograr integrar el enfoque de la cadena de suministro con un enfoque de sostenibilidad requiere integrar variables" Urquiaga (1999), citado por (Arango Serna, Adarme Jaimes, & Zapata Cortes, 2013).

13.1 Definición de Cadena de Suministro.

Es definida como un conjunto de partes en las que se encuentran articulados distintos procesos capaces de generar resultados, ya sea que se pueda representar como un producto o un servicio, con la finalidad de satisfacer a clientes Christopher (1998), referenciado por (Soto, 2011).

13.2 Objetivo de la Cadena de Suministro.

La cadena de suministros tiene como objetivo lograr la maximización del total de los valores que esta misma puede llegar a generar. De manera que ese valor está representado mediante una diferencia generada por el valor final que alcanza el producto al momento de ser adquirido por los clientes, y los costos originados para satisfacer dicha demanda (Chopra & Meindl, 2008, pág. 22).

13.3 Colaboración de la Cadena de Suministro.

El aporte entre las diferentes partes que conforman la cadena de suministro (CS) es uno de los enfoques más prometedores para los próximos años, en donde círculos académicos y empresariales se convierten en los principales interesados del estudio de esta iniciativa con el fin de crear ventajas competitivas (Arango Serna et al., 2013).

Según Barrat y Naesens (s.f), referenciado por Arango Serna et al., (2013), los aportes generados en la cadena de suministro pueden estar ordenados de la siguiente manera:

- Colaboración vertical
- Colaboración horizontal

Donde la colaboración vertical hace ilustración a los aportes generados por los proveedores, esta colaboración se presenta de manera interna, es decir aportes de las funciones logísticas de la cadena de suministro y los clientes.

La colaboración vertical ya ha sido implementada por muchas empresas desde tiempos anteriores, no sucede lo mismo con la colaboración horizontal donde el proceso de aplicación ha sido un poco más pausado. Esto se debe a los altos niveles de competitividad de las empresas que se encuentran con un mismo nivel de participación dentro de la cadena de suministro, dificultando de esta manera el logro del objetivo que se desea alcanzar, ya que estas compiten entre sí. Argumentan Satir, Savaseneril y Serin (s.f), referenciado por (Arango Serna et al., 2013).

Según Wadhwa y Saxena (2005), citado por Soto (2011), como principal reto para las cadenas de suministro está el poder interactuar con cada uno de los actores que conforman esta misma, respetando cada una de sus ideas expuestas, esto permitirá ofrecer a los clientes un mejor valor, contribuyendo a los cambios de culturas de gestión dentro de las organizaciones.

Es importante entender y apropiarse del tipo de información que se maneja al interior de una cadena de suministro, la información debe recibir un trato adecuado ya que trasmite un gran significado distinto y de logros determinantes para que los clientes finales se sientan a gusto, aumentando de esta manera la competencia y el sostenimiento de la cadena de suministro tanto en contextos globales como locales (Soto, 2011).

13.4 Obstáculos en la Colaboración de la Cadena de Suministro.

Dadas las condiciones que anteceden a la colaboración en la cadena de suministro (CS), se puede observar que muchas organizaciones han desistido al alcance de sus objetivos propuestos. Al comparar estas evidencias se puede resaltar que los beneficios que ofrece la cadena de suministro son dejados a un lado (Arango Serna et al., 2013).

Tal como se observa con las consideraciones anteriores es importante identificar algunos de los obstáculos que afectan los beneficios de la cadena de suministro, entre los que podemos resaltar: asumir riesgos en cuanto a los entornos cambiantes, implementación y uso de las TIC de forma inadecuada, interés individual de las organizaciones al momento de intercambiar información, imposición de reglas por parte de organizaciones con mayor poder económico; no

dando lugar a beneficios equitativos, abusos de poder y culturas organizacionales, etc. (Arango Serna et al., 2013).

Las acciones conjuntas (sinergia) es una de las claves para que la cadena de suministro avance hacia el cumplimiento y desempeño de su objetivo final, y de igual forma asumir cada uno de los retos que proponen los actuales entornos dinámicos (Arango Serna et al., 2013).

13.5 Beneficios de la Cadena de Suministro.

Lograr ordenar cada uno de los eslabones que conforman la CS tiene sus beneficios, entre los cuales podemos destacar: aumento en las funciones desarrolladas por cada uno de los actores que conforman la cadena, costes de inversión reducidos, mayor interacción entre los miembros de la CS, intercambio de conocimientos (nuevos aprendizajes), costes de entrega más reducidos, planeación de pronósticos, etc. National Research Council (2000), referenciado por (Soto, 2011).

13.6 Gestión de la Cadena de Suministro.

"Hoy en día la competencia no es entre empresas, sino entre sus cadenas de suministro", es decir que aquellas organizaciones que sean capaz de estructurar y dar un mejor orden a su cadena de suministro, estará en la en la capacidad de sacar el máximo provecho de los mercados influenciados, así mismo gozar de mayores ventajas competitivas. (Bowersox, Cloose & Cooper, 2002), referenciado por (Miglierini & Treviño, 2012).

"Christopher (1998), define cadena de suministro (CS) como: la administración de las relaciones que se presenta entre proveedor y cliente, todo esto implica una constante interacción de la información que allí se comparte y donde también tienen participación los materiales utilizados con la intención de aportar ya sean bienes o servicios al cliente final, buscando que esto represente una disminución en los costos a lo largo de toda la cadena de suministro " (Miglierini & Treviño, 2012).

La anterior definición a cerca de la cadena de suministro se enfoca en la relación operacional que se da en esta misma. Dando lugar a un siguiente paso que se fundamenta en el desarrollo y unificación estratégica de la cadena de suministro, donde el esquema que allí se utiliza adquiere el nombre de "Gestión de la cadena de suministro integrada", cuya orientación nos ayuda a disponer de una mejor percepción táctica en cuanto al uso que se le da a cada una de las herramientas y la realización continua de los procesos en los que participa la organización, ya sean internos o externos (Miglierini & Treviño, 2012).

Una de las principales preocupaciones que se tiene actualmente, es el asumir estructuras mucho más ordenadas que nos permitan la unión de todas las partes que están directamente relacionadas con la cadena de suministro. Tal es el caso, que Pladeck (2005), citado por (Acevedo Suarez , Gomez Acosta , Lopez Joy, Acevedo Urquiaga, & Pardillo Baez, 2010). Al momento de hacer un énfasis en el conjunto de partes que conforman a todo un “sistema logístico” asume que cada uno de los procesos vendrán a tener un comportamiento colaborativo dentro de la cadena de suministro, todo esto ocurrirá no solo al interior de la organización, sino también con todas aquellas organizaciones que de una u otra forma poseen un vínculo con la CS.

Según plantea Urquiaga (1999), citado por Acevedo Suarez et al., (2010), es necesario que haya una integración de variables para poder darle una dirección acertada a la cadena de suministros, y que esta a su vez garantice un enfoque sostenible.

Al momento de argumentar su concepto acerca de la cadena de suministro, Simchi-Levi (2008), citado por Acevedo Suarez et al., (2010), explica que la cadena de suministro vendría a ser; “la unión de conceptos suministrados por personas” dedicadas a: fabricación, ventas, distribución, y dado el caso otras que se dedican a almacenar. Con el objetivo de que al momento de hacer la entrega de las cantidades demandadas estas mismas puedan ser entregadas en la hora, lugar, y momento establecido, es decir que todo esto ayudara a la minimización de costos y por ende la satisfacción de nuevos niveles de servicios.

Debido al papel fundamental que desempeña “la logística en lo relacionado con proveedores”, personal dedicado a la producción, y consumidores, en cada uno de los eslabones

que componen la cadena de suministro, el funcionamiento logístico es indispensable al momento de hacer referencia a la gestión productiva, actualmente no podemos referirnos a la gestión productiva de manera individual sin antes contar con un referente de los factores logísticos (Parra Peña, 2016).

El fusionar la “gestión productiva y la logística” se convierte en un generador de mejoramiento continuo dentro de cualquier tipo de sistema, de esta manera se tendrán en cuenta cada una de las decisiones implicadas en el que producir, y que cantidades se deben producir, teniendo en cuenta las disposiciones de transporte establecidas para movilizar un producto hasta la ubicación del cliente, y así mismo evaluar si se dispone de materiales una vez que el cliente final haya consumido el producto suministrado (Parra Peña, 2016).

A continuación, presentamos un ejemplo teniendo en cuenta la breve descripción de lo que puede llegarse a presentar en un modelo con múltiples eslabones como lo es el caso de la cadena de suministro, ver figura.

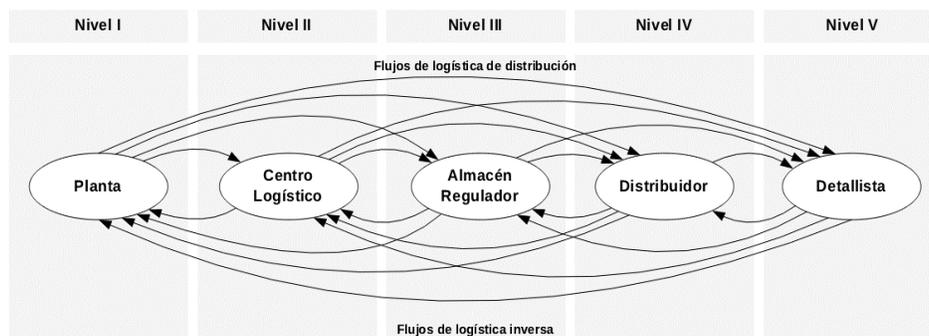


Figura 2. Representación simplificada de la cadena de suministro.

Fuente: (Parra Peña, 2016).

Nivel I: En este nivel se encuentran planta o zonas de producción, es en este nivel donde se da inicio al ciclo transitorio al producto a lo largo de la cadena de suministro.

Nivel II: centro logístico, nivel establecido como receptor de los productos que llegan del lugar de producción y centros de acopio, para luego continuar su recorrido hacia el resto de la cadena.

Nivel III: almacén regulado, su función es un bastante parecida a la que se realiza en los centros logísticos, estos almacenes tienen la función de recibir cada uno de esos productos provenientes de los eslabones que anteceden a la cadena de suministro.

Nivel IV: distribuidor, es el encargado de direccionar el producto hacia los niveles siguientes en la cadena, en este caso hacemos referencia a los detallistas.

Nivel V: detallista, este nivel es uno de los más importantes en la cadena, pasando hacer uno de los únicos que cuenta con la oportunidad de tener contacto directo con el cliente o consumidor final, esto demanda mayor responsabilidad.

Nivel VI: cliente, centro de atención de toda la cadena de suministro, todos los esfuerzos antes mencionados en cada uno de los niveles se verán reflejados en la medida en que el cliente haya satisfecho su necesidad.

13.7 El Contexto de la Cadena de Suministro.

Comúnmente el término cadena de suministro ha sido definido como una red que está conformada por quienes suministran los materiales requeridos, lugares destinados para la respectiva producción, distribuidores y demandantes del producto, cada uno entrelazados entre sí por medio de los denominados flujos de producción y pedido. Chan y Chan (2005), citado por (Ramírez, 2012).

Para que exista un flujo de pedido es necesario que exista una necesidad por parte del consumidor final. Vázquez y tres palacios (2006), citado por (Ramírez, 2012).

En la siguiente ilustración se observa el normal funcionamiento de los flujos:

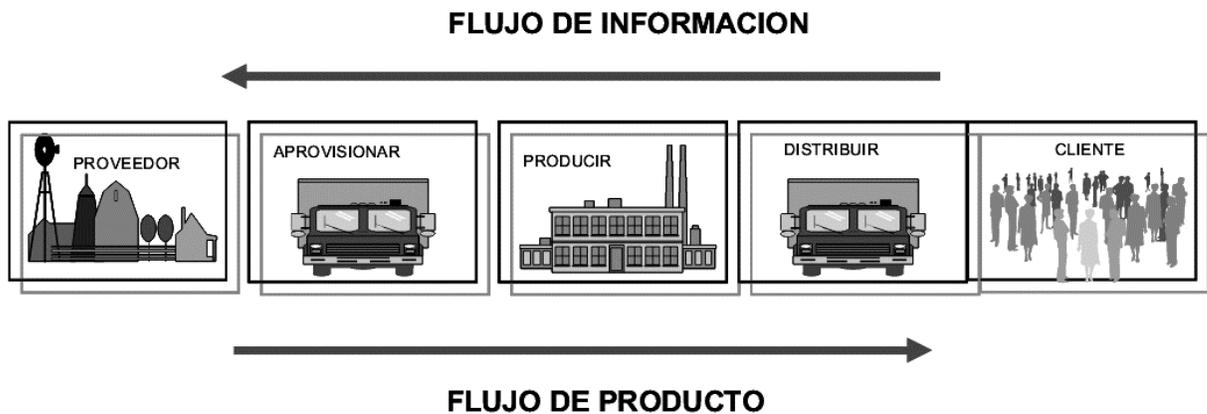


Figura 3. Flujo en una cadena de suministro.

Fuente: (Ramirez, 2012).

Cada uno de estos flujos actúan conjuntamente con el objetivo de adquirir un resultado en común, este mismo será destinado ya sea directamente al consumidor o un mercado específico. Davenport (1993), citado por (Ramirez, 2012).

La cadena de suministro viene a estar establecida por procedimientos que complementan los flujos de pedido y producto, los cuales pasan a estar representados por: eslabones de distribución, eslabones productivos, eslabones de compra, dicho de otra manera, son aquellas actividades que están involucradas en el suministrar, abastecer, proceder de la organización. Gestión de recursos humanos, gestión financiera y de sistemas, actúan como actividades complementarias de todo el proceso. Ver figura.

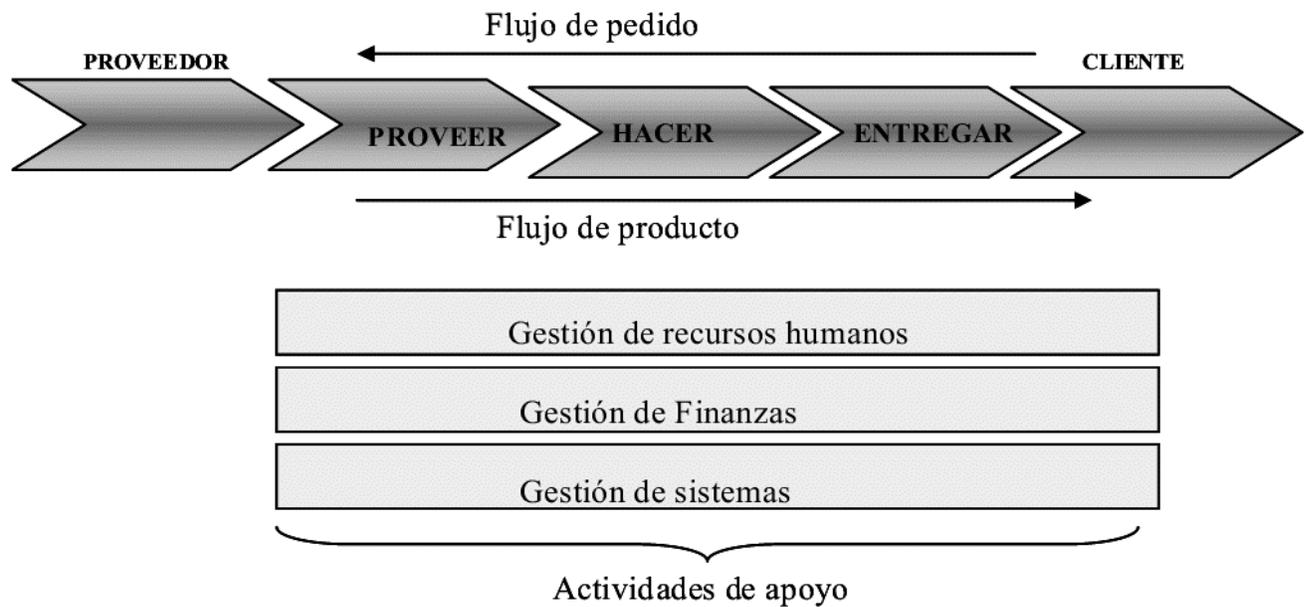


Figura 4. Proceso de una cadena de suministro.

Fuente: (Ramirez, 2012).

De las definiciones planteadas Bowersox (2001), citado por Balbuena (2014), expuso a cerca de la manera en que la cadena de suministro realiza cada una de sus funciones, y que esta misma puede ser entendida mediante un modelo que el mismo plantea. Ver figura.

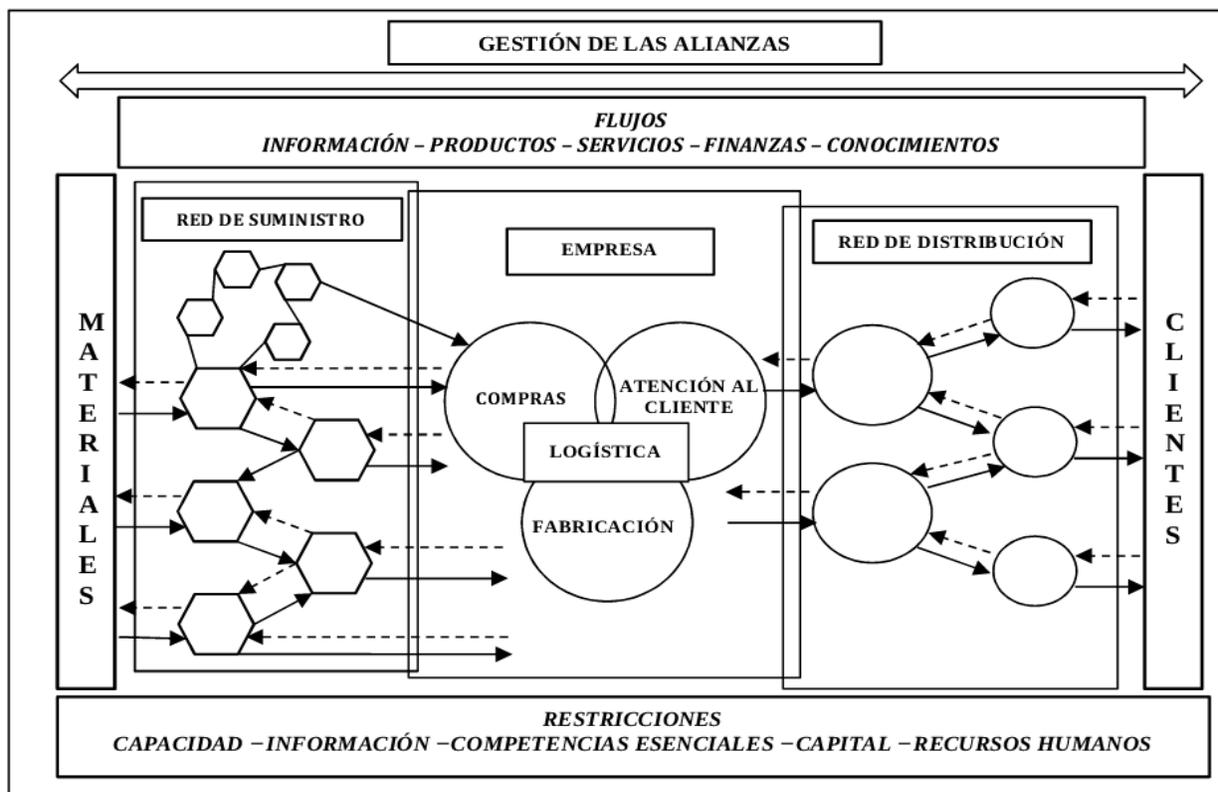


Figura 5. Modelo generalizado de la cadena de suministro

Fuente: Bowersox et al., (2001), citado por (Balbuena, 2014).

Teniendo en cuenta que la cadena de suministro pasa a estar conformada por un determinado número de proveedores o mejor conocidos como red de suministro que tienen la enorme responsabilidad de suministrar las materias primas requeridas, las organizaciones o industrias en capacidad de transformar esa materia prima suministrada en productos terminados, de los cuales se procederá a la respectiva entrega hacia cada uno de los clientes finales mediante una organizada red de distribución (Balbuena, 2014).

En el círculo que conforman las organizaciones influyentes en la cadena de suministro se tendrá la responsabilidad de verificar si los agentes están en capacidad de crear valor mediante

cada uno de los recursos con disponibilidad para suministrar un flujo de "información, productos, servicios, finanzas y conocimientos" (Balbuena, 2014).

Es necesario reconocer el nivel de importancia que tienen los clientes para la cadena de suministro, sabiendo esto es mucho más fácil alcanzar el objetivo principal ofreciendo un producto en óptimas condiciones a un precio accesible al consumidor, lo cual se logra mediante la integración de cada uno de los eslabones para satisfacer una necesidad. (Arango Serna, Perez Ortega , & Rojas Lopez, 2008).

14. Dinámica de sistemas

La Dinámica de Sistemas se define de la siguiente manera: técnica diseñada para estudiar y plantear modelos de simulación, lo cual permite entender el comportamiento de un sistema en entornos complejos (Martin Garcia, 2012).

Dinámica de sistemas es una técnica diseñada por Jay Forrester para analizar y dar solución a problemas. Para la Dinámica de sistemas, cualquier aspecto del mundo tiene una relación que se origina en cada una de las características que lo representan, de tal manera que se pueden diseñar ilustraciones graficas que nos permiten evidenciar los llamados Diagramas causales en los cuales se almacenan cada una de ideas e hipótesis propuestas por usuarios modeladores, y de esta forma explicar el comportamiento observado en cada uno de los elementos que conforman el sistema (Ibarra Vega & Redondo, 2015).

14.1 Objetivo de la Dinámica de Sistemas.

El principal objetivo que tiene la dinámica de sistemas es verificar el nivel de relación e influencia que se pueda llegar a presentar en cada uno de los eslabones que componen la estructura del sistema que se está analizando, con la finalidad de entender con mayor facilidad cada una de las partes; aplicando los ajustes correspondientes para que sea más fácil la interpretación del mismo. (Andres, Sanchis, & Poler, 2016).

El planteamiento de los modelos de simulación con dinámica de sistemas es una de las alternativas más viables al momento de asimilar un problema planteado, en el cual otro tipo de herramientas no arrojarían los resultados deseados; ya sea que nos enfoquemos en resultados con complejidad cuantitativa o cualitativa, es una desventaja para cualquier organización verse forzados a pagar altas sumas de dinero por la obtención de softwares con poca flexibilidad al momento de arrojar resultados que sean de interés. (Martín García, 2012).

Según indica Sterman (2000), citado por Andrés et al., (2016), la principal característica a resaltar en una cadena de suministro es su nivel de complejidad para funcionar. En mucho de los casos hacemos énfasis en cada uno de los procesos y en el nivel de información que maneja, analizando cada una de las estrategias implementadas para cumplir sus funciones sin ningún contratiempo.

Organizar la cadena de suministros nos ayuda a analizar detenidamente el funcionamiento de cada una de las partes que conforman el sistema implementado dentro de la misma cadena de suministro (Sterman, 2000), citado por Andrés et al., (2016).

La dinámica de sistemas hace su aparición en la dinámica industrial, su principal propulsor (Forrester, 1961), hace énfasis en que “La dinámica industrial a partir de su perspectiva cuantitativa se enfoca directamente en analizar los detalles por los cuales se maneja el flujo informativo de sistemas industrializados que se forman a partir de la influencia del manejo de información, productos demandados, materiales, finanzas, mano de obra y maquinarias disponible”(Forrester, 1961) citado por (Andrés et al., 2016).

La dinámica de sistemas se propone para el modelamiento y simulación de sistemas con altos niveles de complejidad, entre los cuales podemos resaltar la cadena de suministro. Siguiendo el método propuesto por Forrester tendremos una idea más organizada de las partes que conforman el sistema y de esta forma observar su comportamiento según las condiciones dadas (Forrester 1961), citado por (Andrés et al., 2016).

Para realizar un modelamiento de la cadena de suministro haciendo uso de la metodología propuesta por Forrester es importante seguir las siguientes indicaciones: (1) Se crean los diagramas causales, estos nos ayudaran a tener una representación de todo el sistema identificando las partes que lo conforman y el tipo de relaciones presentada encada una de ellas, (2) Diagramas de flujos, estos nos dan una visión más generalizada en relación al comportamiento que presenta el sistema (Andrés et al., 2016).

Una vez definidos los diagramas causales, la función a cumplir de los diagramas de flujos es la de interpretar la información obtenida por parte de expertos en forma cualitativa, esta información pasa a convertirse a un tipo de información cuantitativa, de allí se procede a la formulación de ecuaciones matemáticas que luego son ingresadas en un software capaz de simular y plantear soluciones al sistema estudiado por medio de ordenadores. Este tipo de simulaciones hacia la cadena de suministros planteada por medio de la dinámica de sistemas ayuda en el planteamiento de escenarios que justifiquen la toma de decisiones, y de esta forma medir las ventajas obtenidas sobre otro tipo de escenarios propuestos, etc. (Andrés et al., 2016).

La filosofía de la dinámica de sistemas se mueve alrededor de los conceptos de retroalimentación o nivel de influencias presentado entre cada una de las variables que componen un sistema, dichas variables por su importancia se pueden percibir con mayor frecuencia. Por ello una de las inclinaciones más considerables dentro de la DS es la actuación en equipo que realizan las variables con mayor grado de interacción para lograr un objetivo en común. Es importante realizar un estudio de manera generalizada del comportamiento que presentan estas variables, de esta manera conocer los alcances tanto nivel individual como colectivos (Izquierdo, Galan, Santos, & Del Osmos, 2008).

El foco de atención se centra en el nivel de relación percibido entre variables, por lo general existen casos donde los sistemas con altos grados de complejidad se ven afectados por la relación directa que existe entre las mismas variables, este tipo de relación es conocido como (causa - efecto) y nos indica el nivel de impacto que se puede llegar a presentar desde una variable emisora hasta una variable receptora (Izquierdo et al., 2008).

De acuerdo a Scholl (2001), citado por Izquierdo et al., (2008), el nivel de impacto entre una variable y otra no solamente se puede ver reflejado de manera inmediata, también puede dejar en evidencias resultados a largo plazo. Se puede presentar las siguientes características:

1. Las causas impactan de manera considerable los efectos presentados a través del tiempo.
2. Puede existir un alto nivel de relación entre las causas y el nivel de influencia.
3. Puede no existir ningún tipo de relación entre las variables.

Los sistemas complejos se caracterizan por dar a conocer los niveles de relación presentados entre variables, teniendo en cuenta niveles de correlación tanto de las causas como de los efectos, y algunos casos su complejidad les permite retroalimentarse de sí mismo.

La dinámica de sistema tiene la tarea de identificar la relación entre variables, esto facilita la explicación del sistema en general, partiendo de que la estructura causal que lo conforma le permite realizar modificaciones en aquellas variables en estado de evolución. Por lo tanto, el énfasis de la dinámica de sistemas una vez que ha identificado las variables procederá a centrar sus esfuerzos en esas mismas variables con mayor nivel de impacto en el sistema, este proceso es realizado por un grupo de expertos en el tema, y se realiza antes de desarrollar los modelos que representaran el sistema de manera formalizada (Izquierdo et al., 2008).

Unos de los inconvenientes más comunes a los que se tiene que enfrentar un usuario al momento de aplicar la técnica de visualización de los resultados en la metodología de la Dinámica de sistema se podría evidenciar en algunos de los siguientes escenarios: **(A)** Cuando la metodología de la Dinámica de sistemas no es conocida para los usuarios, **(B)** al momento de explicarle el funcionamiento de la metodología en una simulación a quienes posiblemente se van a favorecer con los resultados. Cualquiera que sea la situación planteada; la técnica propuesta pasa a representar un gran desafío para quienes son inexpertos y pocos conocedores del tema (Sotaquirá Gutiérrez, 2014).

Forrester plantea en una de sus publicaciones sobre la temática educación que: *“La mente humana toma imágenes, mapas y relaciones fijas de una manera efectiva”*. Caso contrario al momento de interactuar todo el sistema, esa mente humana no está en la capacidad de simular y percibir los cambios a través del tiempo del sistema. Por lo cual la DS ha despertado el interés en distintas partes del mundo, siendo considerada como un implemento útil en la pedagogía de la enseñanza, lo cual da distinción en lo relacionado a los nuevos modelos educativos propuestos, Forrester (1992), citado por (Ibarra Vega & Redondo, 2015).

La dinámica de sistemas cobra importancia al momento de tomar decisiones planificadas. Por lo tanto, la DS facilita entender el nivel de complejidad al que está asociado la estructura de un sistema; teniendo en cuenta que ese mismo nivel de complejidad está representado por las relaciones que se establecen entre las variables identificadas para representar y describir dicho sistema. (Quintero Posso & López Muriel, 2010).

Existen casos en los que usuarios que se disponen a aplicar metodologías en Dinámica de sistemas concuerdan al momento de poner en contexto un problema planteado, de tal forma que pueden enfocar sus esfuerzos en la selección de variables que servirán para la elaboración de los diagramas causales. En este caso es necesario debates entre cada una de las personas sobre las que tiene influencia un sistema (Quintero Posso & López Muriel, 2010).

Como aportes en la selección de variables se presentan las siguientes metodologías: observaciones directas, datos e información histórica, aplicación de instrumentos (encuestas), estadísticas y modelos en existencia. Por lo general las metodologías empleadas por los usuarios interesados en la aplicación de la dinámica de sistemas tiene como fuente secundaria para la identificación de variables; investigaciones realizadas con relación a la temática tratada, así mismo lograr complementar cada uno de los aportes realizados por parte del panel de expertos que se haya seleccionado para dar solución al problema particular (Quintero Posso & López Muriel, 2010).

Como seguimiento de esta actividad existen casos muy particulares en donde los usuarios y expertos seleccionados hacen sus aportes al método de prospectiva apoyándose en mecanismos

representativos tales como: método Delphi, método del análisis estructural. (Quintero Posso & López Muriel, 2010).

15. Método Delphi

Hace referencia al proceso en el que los expertos seleccionados mediante un consenso plantean sus respuestas, este proceso se repite tantas veces como sea necesario, hasta haber logrado elegir mediante el estudio realizado la selección de las variables. (Quintero Posso & López Muriel, 2010).

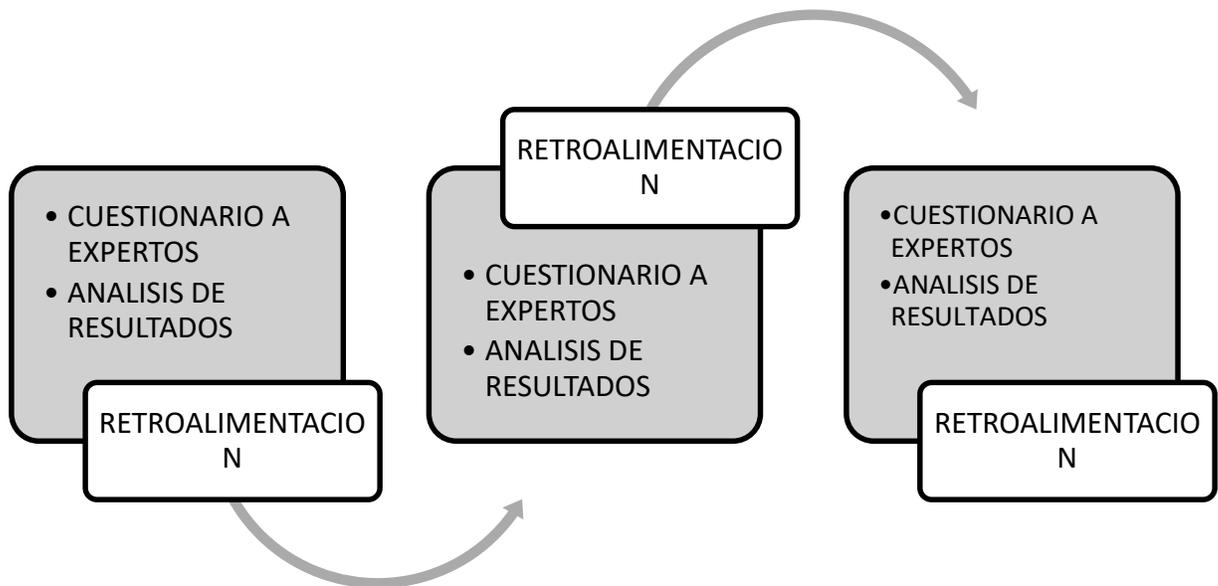


Figura 6. Proceso del método Delphi, ronda de consulta.

Fuente: elaboración propia

16. Método de análisis estructural

Se origina mediante aportes colaborativos de un equipo de trabajo organizado por usuarios y expertos con un amplio conocimiento del tema en cuestión, este método tiene en cuenta las siguientes fases: primero se realiza un listado de las variables, en segundo lugar, se describen las relaciones directas que tienen cada una de las variables sobre las demás, este tercer paso se hace para determinar cada una de las variables con mayor nivel de impacto mediante el uso del software MICMAC, el cual hace una clasificación según sea el grado de importancia de cada una de las variables (Quintero Posso & López Muriel, 2010).

	1:HC	2:NHEC	3:NP	4:NPH	5:TS
1:HC	NULO	0	0	0	0
2:NHEC	0	NULO	0	0	0
3:NP	0	0	NULO	0	0
4:NPH	0	0	0	NULO	0
5:TS	0	0	0	0	NULO

Figura 7. Análisis estructural.

Fuente: elaboración propia

Mediante el análisis estructural tenemos una óptica más amplia del problema estudiado. De esta forma podemos referenciar de manera más eficiente la interrelación entre cada uno de los factores que componen el sistema, por ello es importante el uso del software MICMAC, ya que este nos arroja resultados representados mediante un diagrama o gráfico de influencia, el cual nos indica mediante una representación gráfica cada una de las variables que están siendo influenciadas

directamente. Este tipo diagramas puede volverse complejo cuando existen demasiadas relaciones entre las mismas variables (Quintero Posso & López Muriel, 2010).

Por su parte Godet (s.f) y otros pioneros del método análisis estructural conciben en que existe una gran posibilidad para dar afirmación de que; "Jay Forrester, mediante trabajos realizados en temas relacionados con la dinámica industrial, dinámica urbana (1961), de lo cual se afirma dio origen a lo que hoy se conoce como análisis estructural". (Quintero Posso & López Muriel, 2010).

El análisis estructural se plantea como una metodología que está respaldada usuarios con una experiencia en un área específica, cada uno de los usuarios seleccionados participan en la aplicación de la metodología planteada la cual se divide en tres etapas que están compuestas por: (I) listado o inventario de variables, (II) descripción de las relaciones presentadas entre cada una de las variables que se están estudiando, (III) identificación de las variables claves con mayor grado de influencia dentro del sistema. Gotet (s.f), citado por (Quintero Posso & López Muriel, 2010).

17. Descripción de método MicMac

17.1 Etapa 1. Listado o Inventario de Variables.

Consta de un análisis riguroso, teniendo en cuenta cada uno de los elementos que integran el sistema que se desea estudiar, se tienen en cuenta tanto variables internas como variables externas. Esta metodología propuesta para realizar el listado de las variables se lleva a cabo mediante lluvia de ideas propuesta por los usuarios, uso de fuentes primarias y secundarias, conversaciones libres con personas involucradas dentro del sistema estudiado, entre otras. De allí se procede a verificar que no se estén presentando redundancia entre cada una de las variables definidas, de ser así deben ser nuevamente analizadas por los usuarios participantes para luego proceder a eliminar las que no estén dentro del contexto estudiado. Una vez están totalmente definidas las variables es importante realizar una definición detallada de estas mismas, para que al momento de ser analizadas se pueda manejar un lenguaje común con el seno del grupo de trabajo.

17.2 Etapa 2. Descripción de las Relaciones Presentadas entre Cada una de las Variables.

Relacionar mediante un análisis estructural cada una de las variables definidas en una matriz de doble entrada, en la cual los expertos determinan el nivel de influencia entre una variable y otra, de acuerdo al nivel de impacto que estas puedan representar entre sí. Las influencias o nivel de impacto se puntuando de 0 a 3, con la opción de resaltar las influencias potenciales: (0) si se considera que no existe ningún tipo de impacto entre las variables, (1) si se considera que el impacto es débil, (2) si se considera que el impacto es medio, (3) si se considera que existe un nivel de impacto fuerte, (p) si se llega a considerar que existe un potencial en el nivel de impacto entre las variables.

17.3 Etapa 3. Identificación de las Variables Claves con Mayor Grado de Influencia

En esta fase se identifican las variables claves que abrirán paso al progreso del sistema. Se puede realizar de acuerdo a los requerimientos de una clasificación directa, otra forma de contribuir sería mediante clasificaciones directas en las cuales se hace uso del método Micmac.

Cada experto seleccionado realiza su respectiva evaluación en la matriz de impacto según sea su opinión acerca del análisis estructural entendiendo el contexto que se está trabajando, seguidamente el software Micmac procede a verificar los niveles de influencias y dependencia presentado entre las variables. En todo caso los resultados obtenidos se clasifican mediante un plano de influencias después de haber realizado una caracterización de todas las variables. (Quintero Posso & López Muriel, 2010). Ver figura 8.

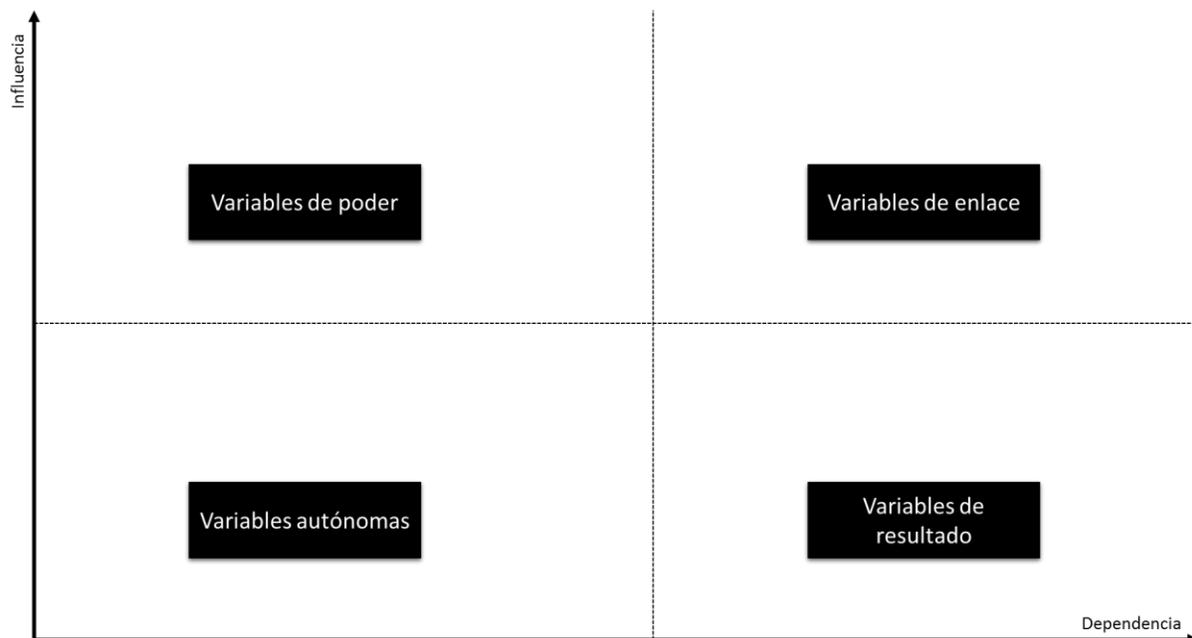


Figura 8. Plano de influencia / dependencia.

Fuente: (Quintero Posso, López Muriel (2010) & autor).

En la perspectiva que aquí se adopta se asocian cuatro (4) tipos de categorías en las cuales podemos ubicar las variables dependiendo del nivel de influencia o dependencia que estas representen con respecto al resto de variables, las cuales se clasificaran de la siguiente manera (Quintero Posso & López Muriel, 2010).

17.3.1 Variables de Poder.

Las variables de poder son totalmente independientes, pero pueden ejercer influencia sobre las demás variables. Por lo tanto, cualquier modificación realizada a las variables de poder se verá reflejado en el resto de las variables que forman parte del sistema.

17.3.2 Variables de Enlace.

Las variables de enlace son muy influyentes, a su vez poseen por parte de las variables de poder cierto nivel de dependencia. Este tipo de variables adopta un nivel de complejidad superior al momento de ser analizado, todo esto se presenta a causa de la función que desempeñan dentro del sistema.

17.3.3 Variables de Respuesta.

Son consideradas variables de salidas en el sistema estudiado, por lo que no es extraño que reaccionen de acuerdo al comportamiento que se presenta dentro las variables de poder y las variables de enlace.

17.3.4 Variables Autónomas.

Son variables dependientes con bajos niveles de influencia, cualquier tipo de modificaciones que se realicen en este tipo de variables no representa alteraciones notables para el sistema. Corren el riesgo de ser descartadas con mucha facilidad de los análisis realizados, por lo

cual se le puede dar a estas variables una posición aproximada a los ejes de influencia para que de esta forma los efectos considerados cambien.

La interpretación de los resultados que se pueda obtener a través del análisis que se realice a ciertas variables (variables de poder, variables de enlace o variables de respuesta) nos ayudara a definir el nivel de importancia que estas representan, del mismo modo que nos permitirá descartar aquellas con poca relación directa hacia el sistema. Por ello el procedimiento de ubicación de las variables según su nivel jerárquico es un proceso del cual podemos sacar mucho provecho en cuanto a la enseñanza que se nos pueda transmitir. (Quintero Posso & López Muriel, 2010)

De este modo, el software Micmac nos da un panorama general del comportamiento que presentan las variables, las cuales se representan a través de gráficos genéricos de influencia directa (Quintero Posso & López Muriel, 2010). Ver figura 9.

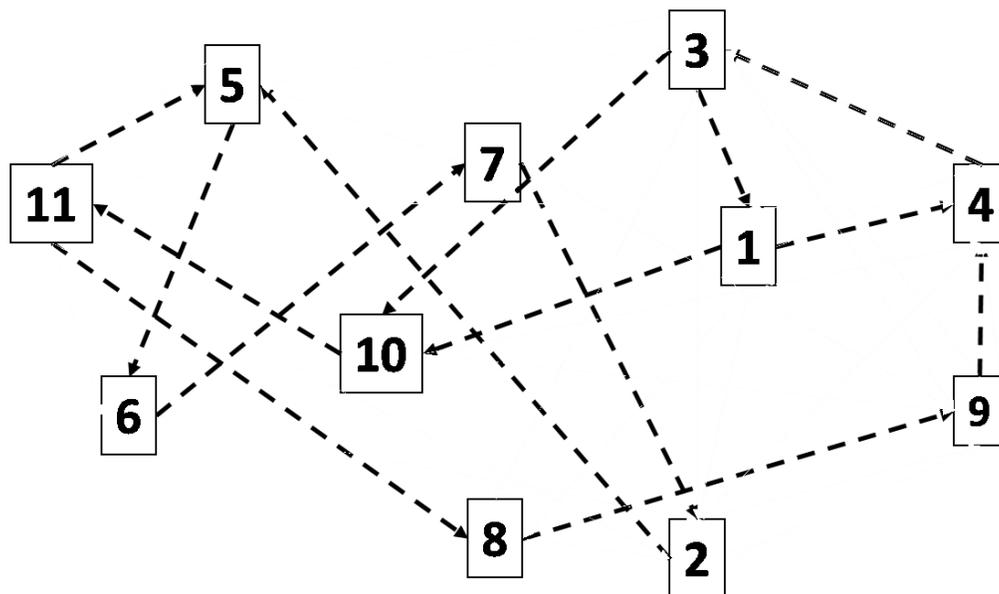


Figura 9. Gráfico de influencias directas.

Fuente: elaboración propia.

El grafico de influencias directa es el inicio para la elaboración de los diagramas causales en Dinámica de sistemas. Es a partir de este punto donde se hace una verificación detallada a cada

una de las variables, y así mismo se definen las relaciones presentadas para lo que será el nuevo diseño de lo que se conoce como Diagrama causal o diagramas causales unificados (Quintero Posso & López Muriel, 2010).

En primer lugar, esta definir cada una de las relaciones con mayor nivel de impacto e influencia, por eso importante tener presente cada una de las relaciones que se proponen en el análisis estructural, el cual hace bastante énfasis en la inclusión de variables de (poder, enlace, respuesta), descartando del análisis aquellas variables de tipo autónomas y cada uno de los enlaces que estas puedan estar representando para el resto de variables que componen el sistema (Quintero Posso & López Muriel, 2010).

Una vez identificadas las variables determinantes en el sistema se crea una serie de enlaces entre las mismas; con el fin lograr un resultado en común, del que es posible referenciar los llamados ciclos loops donde las variables están implicadas en el sistema mediante una estructura más compleja. Los niveles de impacto representados en la gráfica de influencias directas abren paso a la realización de los diagramas causales (Quintero Posso & López Muriel, 2010).). Ver figura 10.

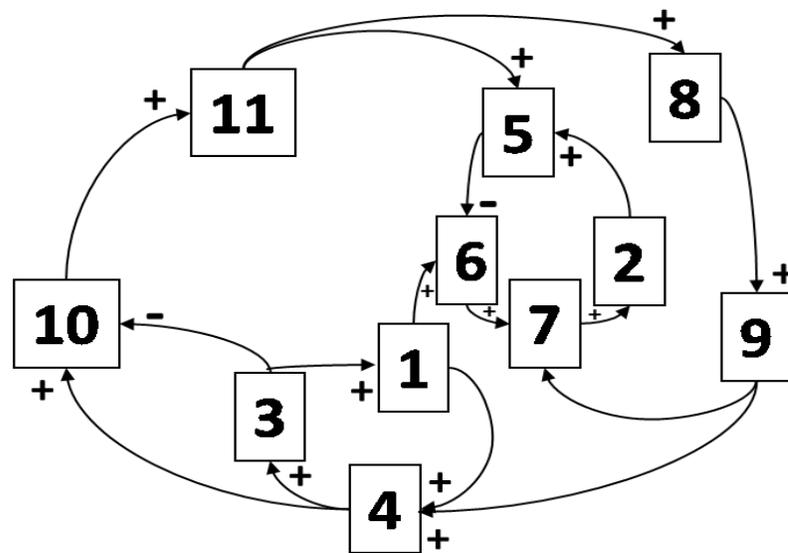


Figura 10. Esquema de un diagrama causal.

Fuente: elaboración propia.

La dinámica de sistema es un tema bastante particular que de apoco ha venido ganando espacios, en Colombia esta herramienta se ha hecho notar en la industria debido a los beneficios que puede ofrecer al agro-colombiano, un ejemplo de ello fue la aplicación de estos modelos en cultivos de manzanilla, producción de mandarina, entre otros. En cuanto a los cultivos de ñame no se ha podido evidenciar claramente la aplicación de modelos de dinámica de sistemas. (Huertas Ferrero, Clavijo Rondon, & Buitrago Perez, 2011).

La dinámica de sistemas es utilizada para la realización de estudios en los cuales están involucrados procesos económicos y sociales; hay que destacar que la DS posee ventajas una vez que logra adaptarse a la aplicación de modelos matemáticos, ya que cuenta con una capacidad para explicar y describir simulaciones mediante ordenadores, por lo cual se hacen más fácil de hacer o entender los análisis realizados (Amezquita Lopez, Vergara Schmalbach, & Maza Avila, 2008) .

Una vez que Forrester logro impulsar la aplicabilidad de la Dinámica de sistemas, está a presentado un crecimiento bastante notorio, lo que despertó el interés de modeladores para que fuese utilizada en el sector empresarial en temas relacionados con el manejo de finanzas, logística, consultorías, activos, entre otros. Wyatt (2005), citado por (Amezquita Lopez et al., 2008).

De acuerdo con Richmond B. (1998), citado por Amezquita Lopez et al., (2008). Todo usuario interesado en la aplicación de la metodología DS debe estar en la capacidad de manejar los siguientes tipos de pensamiento:

1. Un pensamiento dinámico que le permita asociarse a cualquier planteamiento propuesto por parte de otros usuarios que estén interactuando en el sistema estudiado, y al mismo tiempo desarrollar habilidades creativas y críticas.
2. Pensamiento causal, ya que se debe estar en la capacidad de identificar el problema y hacer una respectiva evaluación y diagnóstico del mismo.

3. Pensamiento prospectivo, es decir que el modelador en dinámica de sistemas tenga la capacidad de poseer una visión acerca de la construcción del futuro.
4. Pensamiento operacional, se hace necesario el uso de este pensamiento con la finalidad de desarrollar operaciones elementales que le permitan al usuario modelador (dividir, ordenar, combinar) el sistema estudiado para que de esta forma pueda entenderlo y desenvolverse en él.
5. Pensamiento cíclico, aquí conviene tener la capacidad de crear y relacionar las ideas propuestas por los expertos, ya que dentro de un sistema se experimentan cambios a lo largo del tiempo.
6. Pensamiento cuantitativo, se debe desarrollar la capacidad para establecer relaciones de equivalencias, igualdad y desigualdad entre los tipos de variables analizados.
7. Pensamiento científico, como es sabido este tipo de pensamiento será necesario para descomponer las partes que componen el sistema, con el único fin de entender el funcionamiento interno y cada una de las relaciones fundamentales que explican su comportamiento.

El hombre muchas veces suele tomar decisiones de forma acelerada sin antes haberse concientizado del impacto que estas pueden llegar a generar. Por lo cual la visión limitada que se tiene del problema parte del escaso conocimiento que se tiene a cerca del mismo; como también de cada una de las partes que lo conforman, añadiendo que muchas veces no se cuenta con las herramientas necesarias para realizar una verificación de las consecuencias que se podrían presentar al momento de tomar una decisión específica. Sterman (2001), citado por Amezcua Lopez et al., (2008).

Es precisamente allí donde la dinámica de sistemas hace sus respectivos aportes al hacer un análisis del sistema propuesto, determinando las causas y efectos presentes.

Para tener éxito al momento de estudiar y conocer un sistema que posea ciertos niveles de complejidad, es importante contar con el apoyo de un grupo de experto que interactúen y conozcan el sistema a estudiar.

Tabla 3.

Nivel de complejidad de la dinámica de sistema.

Variables

Constante cambio
Relación estrecha entre actores
Administración de retroalimentaciones
No linealidad
Dependencia histórica
Auto organización
Adaptabilidad
Caracterizado por intercambios
Resistencia a comprender la Dinámica de sistemas

Fuente: Sterman, J. D. (2001). System Dynamics Modeling: Tools for learning in a Complex Word. Pág. 5. Citado por Amezquita Lopez et al., (2008).

De esta manera Richmond 1991, establece que las partes que componen un sistema deben ser sometidas a una evaluación mediante la aplicación de diagramas de influencias que definan el nivel de impacto presentado entre una variable y otra, para luego abrir paso a la elaboración de los conocidos diagramas estructurales, y por último a través de un modelo simular el comportamiento del sistema. Citado por (Amezquita Lopez et al., 2008).

La siguiente ilustración representa la manera en que opera la dinámica de sistemas, ver fig.

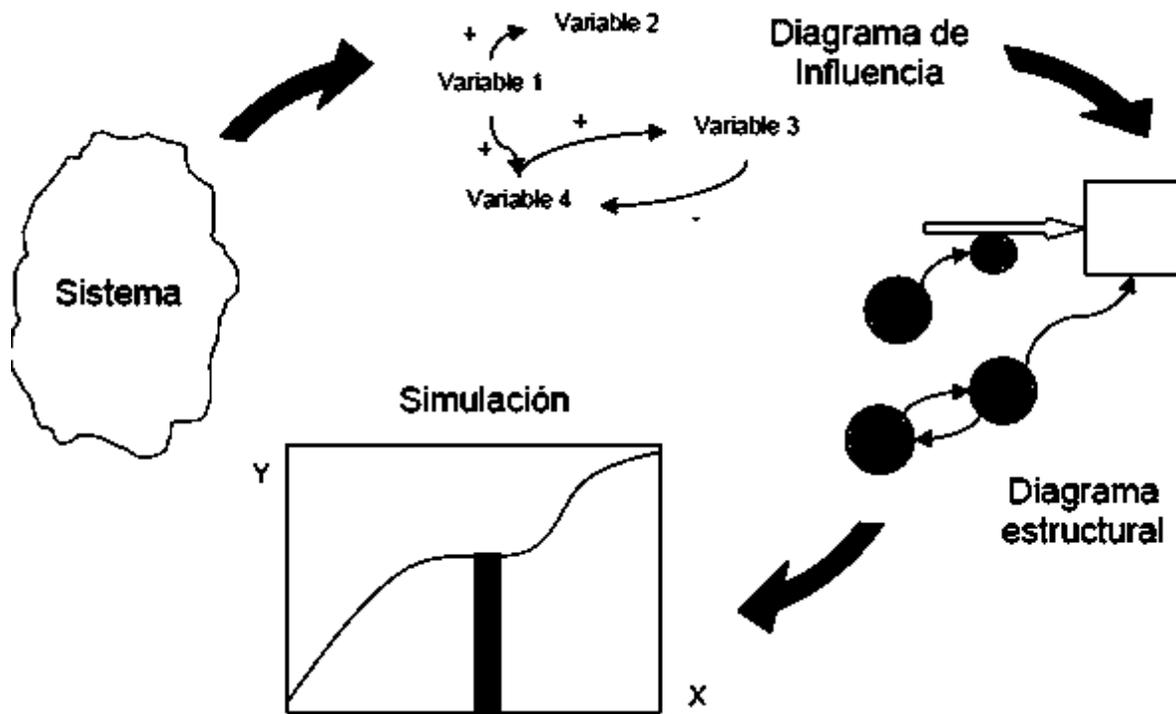


Figura 11. Modo de proceder de la dinámica de sistemas.

Fuente: Modelamiento de cadenas agroindustriales (Amezquita Lopez et al., 2008); Basados en el modelo planteado por Richmond, 1991.

18. Descripción de la Metodología de Software Stella

Stella es un medio informático con una complejidad interactiva bastante amplia, sirve en la elaboración de modelos a través de métodos gráficos que son representados mediante iconos. La construcción de los diagramas de Forrester es permitida con este software, y su vez se establecen

sus respectivas ecuaciones, haciéndose aún más útil en los modelos con altos niveles de complejidad. (Osorio Calderon & Andrade Sosa, 2010).

Tabla 4.

Modelamiento a través de la Dinámica de sistemas.

Definición del problema	Identificación de variables y relaciones	Construcción y simulación del modelo	Interpretación de los resultados
1. Definir el problema. 2. Conocer cada uno de los detalles del sistema	3. Describir el sistema mediante variables. 4. Validar el comportamiento de las variables. 5. Identificar las relaciones entre las variables (Diagramas de influencia).	6. Diagrama de flujo del sistema (Diagrama estructural). 7. Adaptación al software de simulación. 8. Validar el modelo planteado	9. Identificación de comportamientos a partir de los resultados de la simulación. 10. Diseño y análisis de escenarios.

Fuente: Amezquita Lopez et al., (2008).

Es importante entender que cada una de las variables definidas para la construcción del modelo debe ser cuantificables (poseer valores numéricos), ya que será necesario la aplicación de relaciones tanto lógicas como matemáticas (Amezquita Lopez et al., 2008).

18.1 Simbología para la Construcción de un Modelo (software Stella).

El software Stella es una herramienta que nos ayuda a establecer el modelamiento o simulación mediante las áreas destinadas para la inclusión de ecuaciones matemáticas y el área de representaciones graficas (Símbolos).

A continuación, daremos a conocer los elementos fundamentales que se manejan en el software: Vectores y Nodos. Los nodos representan las actividades realizadas dentro del modelo.

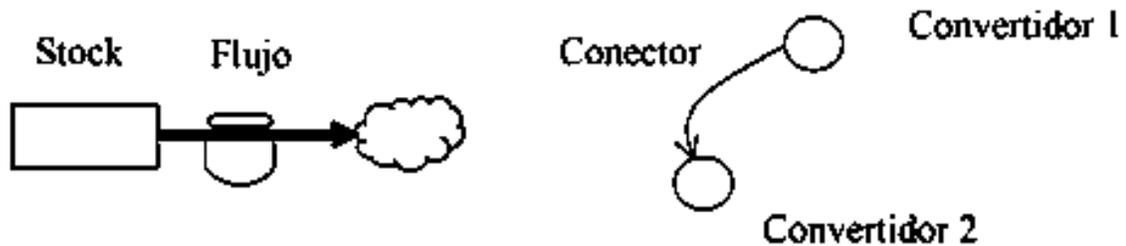


Figura 12. Herramientas para la construcción de un modelo.

Fuente: (Amezquita López et al., 2008).

18.1.1 Nodos de Almacenamiento (Stock):

Las existencias son acumulaciones. Recogen lo que fluye en ellos, neto de lo que fluye de ellos. Por ejemplo: (unidades, productos, personas, horas, etc.).

18.1.2 Nodos de Flujo (Flow):

El trabajo de los flujos es llenar y drenar las acumulaciones, generando datos para la misma simulación realizada. Por ejemplo, simular la compra de un producto en un determinado mes. La punta de flecha sin carga en el tubo de flujo indica la dirección del flujo positivo.

18.1.3 Nodos Convertidores (Converter):

El convertidor contiene valores para constantes, define entradas externas al modelo, calcula relaciones algebraicas y sirve como repositorio para funciones gráficas. En general, convierte las entradas en salidas.

18.1.4 Vectores (Connector):

El trabajo del conector es conectar los elementos del modelo, es decir los nodos para indicar la secuencia del flujo de la información.

18.2 Tipos de Relaciones

Dentro de este marco Córdova & Teodoro (2014), plantean que las relaciones representadas entre las variables de un sistema pueden ser positivas o negativas, en caso de que la relación causal que determina el cambio entre una variable y otra sea positiva el comportamiento de todo el sistema tendrá una conducta progresiva, de no ser así, la conducta será regresiva:

18.2 Relación causal Positiva y Negativa

La relación causal positiva se presenta cuando una variable A tiene influencia (+) sobre una variable B (Conducta progresiva). Por otra parte, la relación causal negativa se presenta cuando una variable A tiene influencia (-) sobre una variable B (Conducta regresiva).



Figura 13. Relación causa - efecto positivo y negativo.

Fuente: (Córdova & Teodoro , 2014)

En relación con las implicaciones anteriores Redondo y solano (2010), citado por Ibarra Vega & Redondo (2015), a través de un modelo sobre el tema de residuos sólidos y población, explica mediante un diagrama causa – efecto las relaciones y atributos existentes entre las variables implicadas. Ver ejemplo en la figura.



Figura 14. Ejemplo diagrama causal.

Fuente: (Ibarra Vega & Redondo, 2015).

18.4 Realimentación

La realimentación se presenta cuando existe una relación dentro de los flujos de información continua entre dos o más variables, por ello la dinámica de sistemas se construye en base a los bucles de realimentación tanto positivos como negativos que son los encargados de agrupar toda la estructura del sistema estudiado. Este proceso también puede llegar a ser conocido como ciclos cerrado. (Córdova & Teodoro , 2014).

Como podemos observar en la siguiente representación gráfica se tienen en cuenta la relación entre dos variables, que a su vez crean un bucle que pueden ser categorizados como positivos o negativos. Ver figura.

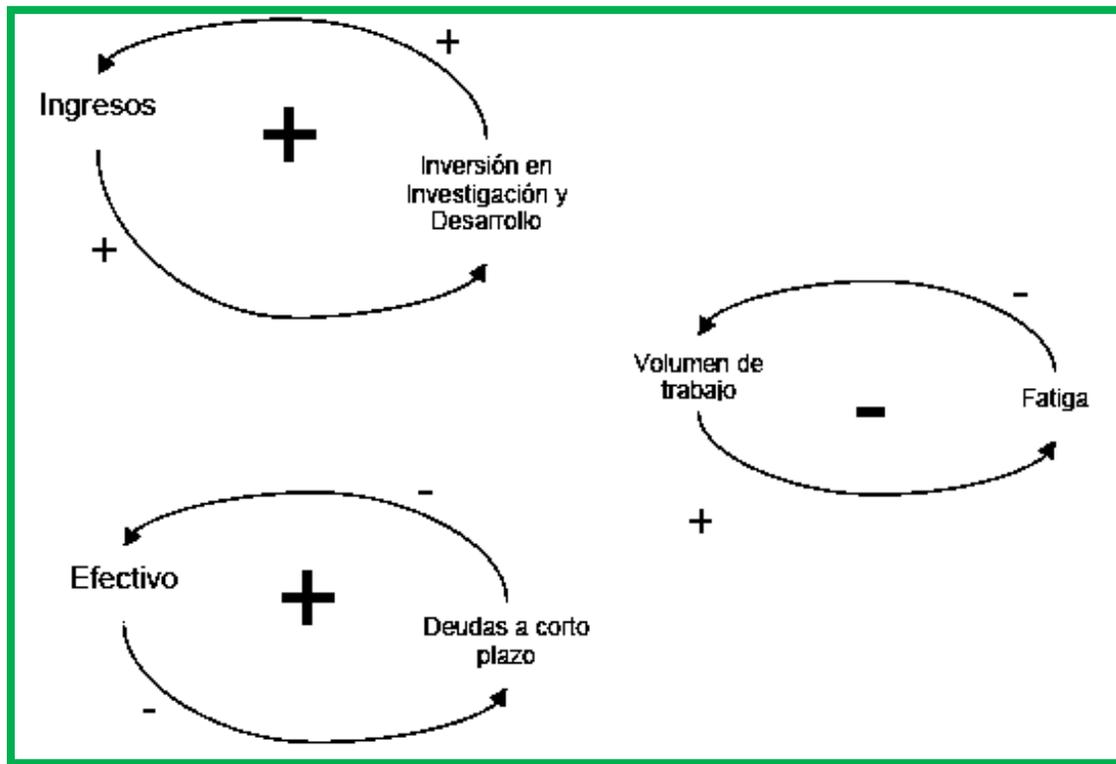


Figura 15. Bucle realimentación entre variables.

Fuente: (Amezquita López, et al., 2008).

18.5 Prospectiva y Simulación

De acuerdo con el centro de estudios prospectivos de UNAM, "la prospectiva parte del concepto que es futuro aún no existe y se puede concebir como una realización múltiple" (Jouvenel, 1968), citado por (Amezquita López et al., 2008). Al respecto, conviene decir que la prospectiva es uno de los enfoques más novedosos al momento de hacer referencia al establecimiento de un futuro. Algo más hay que añadir, la prospectiva no se plantea hacer una

adivinación de lo que podría llegar a acontecer en un futuro, al contrario; se basa en la construcción del mismo.

A continuación, analizaremos en la siguiente tabla algunos de los planteamientos a las cuales hacemos referencia para relacionar el futuro:

Tabla 5.

Discurso teórico practico Decoufle.

Discurso teórico - practico	Designación aceptada
Adivinar	Adivinación
Predecir	Profecía
Anticipar	Futurología
Explorar con memoria	Prospectiva
Imaginar	Ciencia - ficción
Soñar	Utopía

Fuente: elaboración propia, Libro “La sociología de la previsión”, Decoufle (s.f), citado por (Amezquita López et al., 2008).

Dado que se requiere para su ejecución agrupar una serie de elementos, la prospectiva se convierte en una tarea que puede llegar a requerir mucho cuidado debido a la planificación, tiempo y algunos sobre costos que se podrían requerir de acuerdo al nivel de complejidad que demande el sistema estudiado (Amezquita López et al., 2008).

19. Metodología

Para llevar a cabo la investigación fue necesario hacer uso de destrezas que nos permitieron acercarnos de manera acertada al cumplimiento de cada uno de los objetivos propuestos; por ello conoceremos las aplicaciones técnicas necesarias para resolver la problemática planteada, y por ende las soluciones propuestas a través del modelamiento con Dinámica de sistemas. Para realizar

una simulación mediante Dinámica de sistemas se plantea dar seguimiento a cuatro etapas que complementan el proceso de ejecución del modelo:

19.1 Etapa 1: Definir el Problema

Es importante conocer los componentes del problema, esto demanda la definición de la amplitud, delimitación de los alcances y relaciones con otros problemas similares, etc. Por lo cual se requerirá la colaboración de un grupo de expertos, conviene decir que estos deben poseer un conocimiento amplio del sistema.

19.2 Etapa 2: Identificar las Variables y Establecer Relaciones

Se debe tener en cuenta cada una de las variables tanto internas como externas que influyen sobre el sistema; definiendo cada una de las relaciones establecidas ya sea de manera positiva o negativa, tratando de condicionar al sistema a un modelo simplificado con el cual podamos obtener una conducta consecuente al modelo planteado. Es indispensable entender que para el modelamiento con dinámica de sistema no es necesario tener en cuenta todas las variables identificadas, por lo tanto, si hacemos una muy buena identificación del problema solo será necesario tener en cuenta aquellas variables que representen un mayor nivel de influencias sobre las demás con el fin evitar que se vuelva demasiado complejo el modelamiento. Es decir:

Pasó 1. Esta metodología propuesta para realizar el listado de las variables relacionadas con el sistema productivo del dioscórea, se lleva a cabo mediante lluvia de ideas propuesta por los usuarios, uso de fuentes primarias y secundarias, como lo fueron: conversaciones libres con personas involucradas dentro del sistema estudiado, entre otras.

Pasó 2. Se deben relacionar cada una de las variables definidas, para determinar el nivel de influencia entre una variable y otra, de acuerdo al nivel de impacto que estas representan entre sí.

Pasó 3. Se identifican las variables claves que abrirán paso al progreso del sistema.

Pasó 4. Se verifican los niveles de influencias y dependencia presentado entre las variables, los resultados que se obtienen serán clasificados mediante un plano de influencias directas.

19.3 Etapa 3: Construcción y simulación de modelo

Es importante definir un diagrama relacional entre cada una de las variables definidas para la construcción del modelo que representara al sistema estudiado. El modelo deberá estar en capacidad de adaptarse al software (Stella), esto hará más fácil su inclusión al ordenador encargado de procesar la información. El modelo definido será sometido a pruebas, simulando la realidad del sistema mediante el planteamiento de escenarios en caso de ser necesario.

19.4 Etapa 4: Interpretación de los resultados obtenidos

Los resultados obtenidos mediante la simulación serán sometidos a un análisis de comportamiento, verificando cada uno de los intereses que estos puedan representar para el modelo. El modelo está sujeto a modificaciones por parte del simulador, por lo tanto, se podrán plantear nuevos escenarios que beneficien al sistema. La información representada por medio de un modelo cuantitativo hará una transición al momento de arrojar los resultados, los cuales serán exclusivamente cualitativos.

20. Resultados

20.1 Cadena de Suministro del Ñame

La cadena de suministro clasifica cada uno de los niveles por los cuales el producto hace su recorrido desde el lugar de producción, hasta llegar al cliente final (Parra Peña, 2016).

Sucre hace parte del grupo de departamentos con oportunidades para exportar ñame hacia mercados estadounidenses, teniendo gran participación en los mercados con especies como: ñame (criollo, espino botón, espino mejorado y diamante), siendo estas de las especies más cultivadas por parte de los productores debido al alto nivel de demanda de los mercados locales y extranjeros hacia este producto, lo cual nos permitió utilizar estas especies de ñame como punto de referencia para el desarrollo de la investigación. Sumado a esto están los beneficios que brindan los acuerdos del TLC firmados entre EEUU y Colombia, trayendo como resultado la reducción de los aranceles a un cero por ciento (0%) (ProColombia, 2016).

Para la caracterización de la cadena productiva del ñame (*Dioscórea SPP*), fue necesario la recopilación de la información a través de diferentes fuentes; información primaria mediante encuestas, entrevistas a actores principales, información de entidades gubernamentales, asociaciones y otros datos relacionados por actores que hacen parte de dicha cadena, para ello fue necesario identificar cada uno de los eslabones que pasan a conformarla. A continuación podremos evidenciar en la figura la estructura de la cadena de suministro.

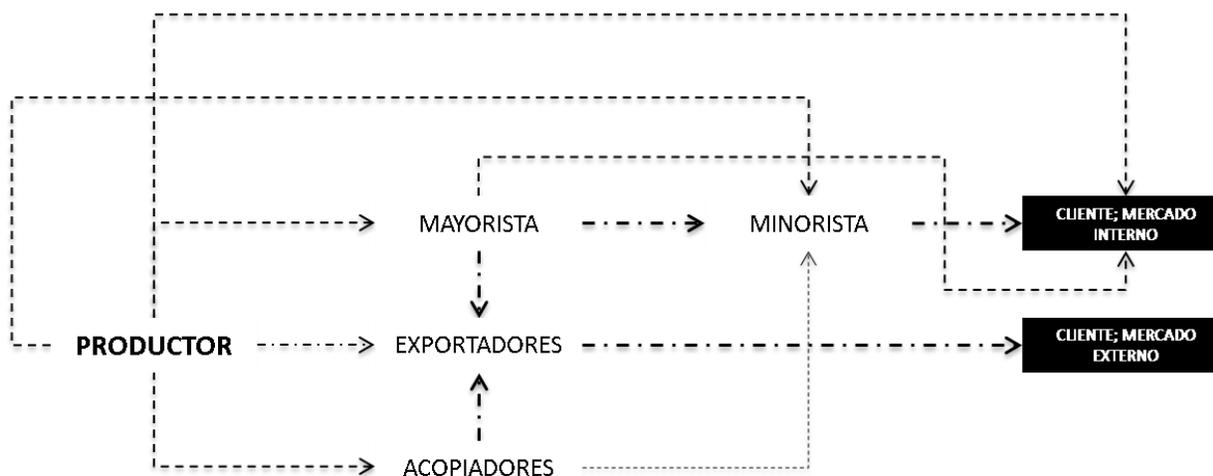


Figura 16. Estructura cadena de suministro.

Fuente: elaboración propia.

Todo el ciclo de la cadena de suministro comienza con el eslabón productor, quien es el encargado de distribuir cantidades proporcionadas del tubérculo cosechado teniendo en cuenta sus

capacidades de demanda y oferta en relación a cada uno de los eslabones demandantes dentro de la cadena (mayorista, exportador, acopiador), para luego estos continuar su respectivo ciclo dentro de la cadena, como se explica en la gráfica anterior. Por lo cual era muy importante definir la forma en que el productor estaba distribuyendo su producto, hasta que llegar a su consumidor final.

20.2 Aplicación Análisis Estructural MicMac

Para efectuar el análisis prospectivo en la selección de las variables más representativas, y la construcción del diagrama causal en el modelo de dinámica de sistemas para la cadena productiva del *Dioscorea* spp en la Región Sabana, Montes de María y Golfo de Morrosquillo, fue necesario emplear el análisis estructural. Por lo cual, se tomaron como referentes 27 variables consideradas como variables con mayores niveles de impacto, teniendo en cuenta la situación actual de todo el sistema estudiado, y también cada una de las proyecciones futuras. Al momento de registrar cada una de las variables seleccionadas en el software Micmac, este mismo permitió la exportación de los datos hacia una hoja de trabajo en el programa Microsoft Word, estableciendo la información de una manera simplificada como se muestra a continuación. Ver tablas:

Tabla 6.

Lista de variables evaluadas (Software MicMac).

Nº	Título largo	Título corto	Descripción
1	Número de hectáreas sembradas	NHS	Número de hectáreas utilizadas por el cultivador para realizar la siembra del ñame.
2	Porcentaje por tipo de ñame cultivado	PTÑC	Cantidad de ñame según se especie, ya sea espino, diamante o criollo, etc.
3	Cantidad total de toneladas producidas	CTTP	Hace referencia a la cantidad de ñame recolectado.
4	Número de plantas por hectáreas.	NPH	Total de plantas utilizadas para ocupar la densidad poblacional en una hectárea cultivada.
5	Tipo de suelo.	TS	Tipo de suelo que se recomienda para la realización de los cultivos de ñame, y que tanta influencia puede tener en el rendimiento del tubérculo

6	Preparación del suelo.	PS	Se tiene en cuenta si el productor realiza labores como: arado, desmontado, etc. en el área que se dispone a cultivar el ñame
7	Fertilización por cultivos.	FC	Fertilizaciones realizadas por cultivo (aplicación de fungicidas o plaguicidas), que ventajas se tiene si se utilizan planes de fertilización adecuados
8	Sistemas de riego aplicado.	SR	Nivel de importancia que tiene el aplicar sistemas de riego en los cultivos de ñame.
9	Rendimiento por hectárea	RH	Cantidad de ñame obtenido por hectárea sembrada.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7.

Lista de variables evaluadas, continuación (Software MicMac).

N°	Título largo	Título corto	Descripción
10	Sistema de producción aplicado	SPA	Sistemas aplicados por el productor al momento de cultivar el ñame, que ventajas existe entre los métodos utilizados, si es mejor cultivar acompañado de otro tipo de plantas o es mejor cultivarlo solo.
11	Capacidad de la fuente de recursos hídricos	CFRH	Fuente de recursos hídricos que posee el productor, para tenerse en cuenta en caso de que se quieran implementar sistemas de riego en los cultivos de ñame.
12	% toneladas seleccionadas para la exportación.	PTSE	Total del ñame ya clasificado y que cumple con las especificaciones técnicas, y que el productor designara para mercados extranjeros.
13	% toneladas seleccionadas para mercado interno	PTSMI	Total del ñame que el productor designara para mercados locales
14	Edad optima de recolección	EOR	Tiempo que se requiere para que el ñame pueda ser recolectado, es decir cuando el ñame ha alcanzado su nivel de maduración adecuado.
15	Costos total de Producción	CTP	Cantidad de dinero requerida para realizar todo el proceso de siembra del ñame, incluyendo costos materias primas, costos mano de obra,

16	Utilidad producción H	UH	entre otros gastos requeridos en el proceso productivo. Provecho o beneficios obtenidos de las hectáreas cultivadas, teniendo en cuenta que ya fueron cubiertos todos los gastos invertidos en el proceso de siembra y mantenimiento.
17	Costo total de transporte	CTT	Total de dinero que se cancela por transportar el ñame recolectado hasta el punto de acopio.
18	forma de transporte	FT	Como transporta el producto desde el cultivo hasta el punto de acopio.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 8.

Lista de variables evaluadas, continuación (Software MicMac).

N°	Título largo	Título corto	Descripción
19	forma de almacenamiento	FA	Granel, cajas, bultos, etc.
20	Capacidad de la infraestructura de almacenamiento	CIA	Forma en cómo se dispone el productor a almacenar el ñame una vez recolectado, para evitar deterioro y pérdida de calidad en los tubérculos.
21	Tiempo de almacenamiento	TA	Número de días en que el ñame puede estar almacenado sin sufrir ningún tipo de alteración de su estado natural, es decir, disminución del peso del producto por causa de los tiempos prolongados de almacenamiento.
22	Precio del producto para mercado interno.	PPMIO	Precio establecido para el ñame en los mercados locales, de acuerdo a la oferta y demanda.
23	Precio del producto para mercado internacional	PPMIL	Precios establecidos en los mercados internacionales, teniendo en cuenta la referencia de la competencia o del producto.
24	Cantidad de ñame ofertado para exportación	CÑME	Cantidad de ñame (kilos, toneladas) que estoy en capacidad de ofrecer como productor (mercado exportación).

25	cantidad de ñame ofertado para mercado interno	CÑOMI	Cantidad de ñame (kilos, toneladas) que estoy en capacidad de ofrecer como productor (mercado interno).
26	cantidad de ñame demandado mercado interno	CÑDMI	Se refiere al número de personas hacia las que el productor puede influenciar con más facilidad, y que están dispuestos a consumir el producto.
27	cantidad de ñame demandado exportación	CÑDE	Personas distintas a mi país de origen que están es capacidad de adquirir mi producto ofrecido para su alimentación (ñame).

Fuente: elaboración propia.

20.5 Matriz Relacional

Se calificó la matriz relacional - Micmac para verificar los niveles de influencia, las relaciones directas e indirectas entre una variable y otra, a través de una matriz de impactos cruzados. De modo que, se contó con la participación de un grupo de expertos con conocimientos de la temática estudiada, y de esta forma tener una mejor comprensión de los aspectos que componen el sistema. Las influencias tomaron una puntuación de 0 à 3, con la posibilidad de señalar las influencias potenciales:

0: Sin influencia, 1: Débil, 2: Media, 3: Fuerte, P: Potencial.

Los resultados obtenidos se muestran a continuación en la siguiente figura.

	1 : NHS	2 : PTNC	3 : CTPP	4 : NPH	5 : TS	6 : PS	7 : FC	8 : SR	9 : RH	10 : SPA	11 : CFRH	12 : PTSE	13 : PTSMI	14 : EOR	15 : CTP	16 : UH	17 : CTT	18 : FT	19 : FA	20 : CIA	21 : TA	22 : PPMIO	23 : PPMIL	24 : CNME	25 : CNOMI	26 : CNDMI	27 : CNDE
1 : NHS	0	0	3	3	0	1	2	2	3	0	0	2	3	0	3	3	3	2	2	3	1	2	3	2	2	1	2
2 : PTNC	3	0	2	1	2	2	1	2	0	0	0	2	2	0	2	3	2	1	2	0	0	2	2	3	3	1	0
3 : CTPP	0	0	0	0	3	2	3	2	0	0	0	2	2	0	3	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	3
4 : NPH	0	0	3	0	0	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	3	2	2	0
5 : TS	3	2	3	0	0	3	0	3	3	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 : PS	0	0	3	2	1	0	0	0	2	2	0	2	2	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 : FC	0	0	2	2	2	2	0	0	3	2	0	3	2	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	3
8 : SR	0	1	3	2	3	2	0	0	3	3	3	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9 : RH	3	2	2	0	3	0	0	3	0	2	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 : SPA	0	1	2	3	0	2	2	2	3	0	0	2	2	0	2	2	0	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0
11 : CFRH	2	3	3	2	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 : PTSE	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0	1	2	0	1	1	2	2	1	2	3	2	2	3
13 : PTSMI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2	2	0	1	1	2	3	1	1	2	3	0
14 : EOR	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	2	2	2	2	0	P	0
15 : CTP	3	2	0	3	2	2	2	1	0	2	0	2	2	0	0	3	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0
16 : UH	2	0	P	0	0	0	1	0	0	0	0	3	2	0	3	0	0	0	0	0	0	3	3	2	2	0	0
17 : CTT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	2	0	0	0	0
18 : FT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	3	0	3	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
19 : FA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	0	0	0	3	1	0	0	0	0	1	0
20 : CIA	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0
21 : TA	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	1	2	0	0	1	0	0	2	2	1	1	0	0
22 : PPMIO	3	2	0	3	0	0	0	0	0	2	0	3	3	0	1	3	1	0	0	0	2	0	2	2	2	1	3
23 : PPMIL	2	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	3	0	3	3	2	0	0	0	0	1	0	2	3	1	2
24 : CNME	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	2	3	1	1	1	1	2	2	2	0	1	0	2
25 : CNOMI	3	0	P	0	0	0	0	0	0	2	0	2	3	0	2	3	1	1	0	2	1	3	P	3	0	2	2
26 : CNDMI	3	3	3	3	0	0	0	0	0	2	0	2	3	0	2	3	2	1	1	2	2	3	3	P	2	0	0
27 : CNDE	3	3	3	3	0	0	0	0	0	2	0	3	1	0	3	3	2	2	3	2	1	1	2	2	1	2	0

© LIPSOR-EPITA-MICMAC

Figura 17. Evaluación de expertos (MID).

Fuente: elaboración propia, Software Lipsor-Epita-MicMac

20.6 Plano de Influencias / Dependencias Directas

Posteriormente veremos la distribución de las variables dentro del plano de influencias y dependencias directa, resultado arrojado por el software LIPSOR-EPITA-MICMAC. El posicionamiento de las variables representadas en la figura 14, hacen posible la clasificación de estas mismas en el siguiente orden: variables de poder, variables de enlace, variables de resultado, variables autónomas.

- I. **Variables de poder:** Fertilización por cultivos (FC), Cantidad de ñame demandado mercado interno (CÑDMI), Cantidad de ñame demandado exportación (CÑDE), Porcentaje por tipo de ñame cultivado (PTÑC), Número de plantas por hectáreas (NPH), Cantidad de ñame ofertado para mercado interno (CÑOMI).

- II. **Variables de enlace:** Número de hectáreas sembradas (NHS), Cantidad total de toneladas producidas (CTTP), Precio del producto para mercado interno (PPMIO), Cantidad de ñame ofertado para exportación (CÑME), Precio del producto para mercado internacional (PPMIL), Sistema de producción aplicado (SPA), % toneladas seleccionadas para la exportación (PTSE), Costos total de Producción (CTP).

- III. **Variables de resultado:** % toneladas seleccionadas para mercado interno (PTSMI), Utilidad producción H (UH).

De este modo la validación de las variables autónomas y su ubicación en el plano; en conciliación con los investigadores y el grupo de expertos involucrados en el análisis del sistema estudiado se tuvo en cuenta la reafirmación del concepto propuesto por Quintero Posso & López Muriel (2010), donde se plantea que *“las modificaciones que se realicen en este tipo de variables no representa alteraciones notables para el sistema, es decir que este tipo de variables corren el riesgo de ser descartadas de los análisis realizados”*, pero también se planteó para estas mismas variables tener presente la posición aproximada a los ejes de influencia y de esta forma poder considerar los efectos de alguna de ellas para el modelo en caso de ser necesitadas.

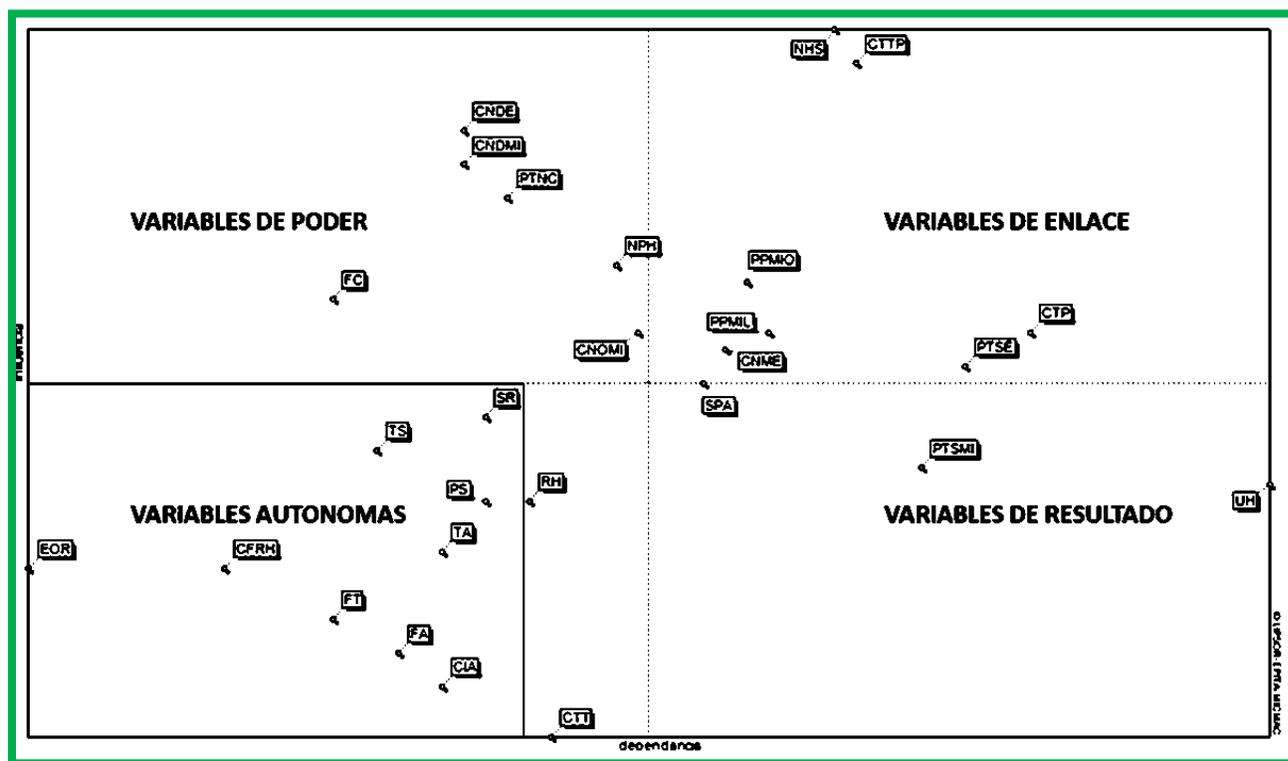


Figura 18. Plano de influencias /dependencias directas.

Fuente: Software Lipsor-Epita-MicMac.

Por lo tanto, se descartaron del análisis MicMac: *Edad óptima de recolección (EOR)*, *Capacidad de la fuente de recursos hídricos (CFRH)*, *Forma de transporte (FT)*, *Forma de almacenamiento (FA)*, *Tiempo de almacenamiento (TA)*, *Tipo de suelo (TS)*, *Capacidad de la infraestructura de almacenamiento (CIA)*, *Costo total de transporte (CTT)*, *Rendimiento por hectárea (RH)*, *Preparación del suelo (PS)*, *Sistemas de riego aplicado (SR)*. Cabe anotar que estas variables descartadas en primera instancia pueden llegar a tenerse en cuenta más adelante para la construcción del diagrama.

Tabla 9.

Variables pre-seleccionadas: Grafico de influencias

Variables	Código
Fertilización por cultivo	FC
Cantidad de ñame demandado para exportación	CÑDE
Cantidad de ñame demandado para mercado interno	CÑDMI
Porcentaje por tipo de ñame cultivado	PTÑC
Número de plantas por hectárea	NPH
Cantidad de ñame ofertado para mercado interno	CNOMI
Número de hectáreas sembradas	NHS
Cantidad total de toneladas producidas	CTTP
Precio del producto para mercado interno	PPMIO
Precio del producto para mercado internacional	PPMIL
Cantidad de ñame ofertado para exportación	CÑME
Costo total de producción	CTP
Porcentaje de toneladas seleccionadas para exportación	PTSE
Sistema de producción aplicado	SPA
Porcentaje de toneladas seleccionadas para mercado interno	PTSMI
Utilidad producción H	UH

Fuente: elaboración propia.

Al momento de empezar a conectar cada una de las variables no quiere decir que estas mismas serán las encargadas de componer la estructura definitiva, ya que el grafico de influencias está sujeto a ser reestructurado según sean los criterios establecidos por el grupo de expertos y el investigador.

En el caso de las variables: Porcentaje por tipo de ñame cultivado (PTÑC), Número de plantas por hectáreas (NPH), Sistema de producción aplicado (SPA), % toneladas seleccionadas para la exportación (PTSE), % toneladas seleccionadas para mercado interno (PTSMI), a pesar de encontrarse dentro del gráfico de influencia en una posición bastante considerable luego de un análisis con el grupo de expertos se decidió no incluirlas de manera explícita en el gráfico de influencia debido que al momento de implementar la estructura alguna de las variables crean redundancia con relación a otras variables ya seleccionadas, y por otra parte algunas son

consideradas como parámetros que a su vez serán incluidos de manera general en la construcción de la red relacional en el sistema estudiado.

Tabla 10.

Variables seleccionadas Diagrama causal

Variables	Código
Cantidad de ñame ofertado para mercado interno	CÑOMI
Cantidad de ñame ofertado para exportación	CÑME
Cantidad de ñame demandado para exportación	CÑDE
Cantidad de ñame demandado para mercado interno	CÑDMI
Precio del producto para mercado interno	PPMIO
Precio del producto para mercado internacional	PPMIL
Número de hectáreas sembradas	NHS
Cantidad total de toneladas producidas	CTTP
Costo total de producción	CTP
Utilidad producción H	UH

Fuente: elaboración propia

20.7 Gráfico de influencias directas

En la gráfica de influencias directas presentada a continuación, se determinó mediante el software el número de variables a reflejar en la gráfica, definiendo cada una de las influencias que servirán para la construcción del diagrama causal de manera estructurada. Ver gráfica.

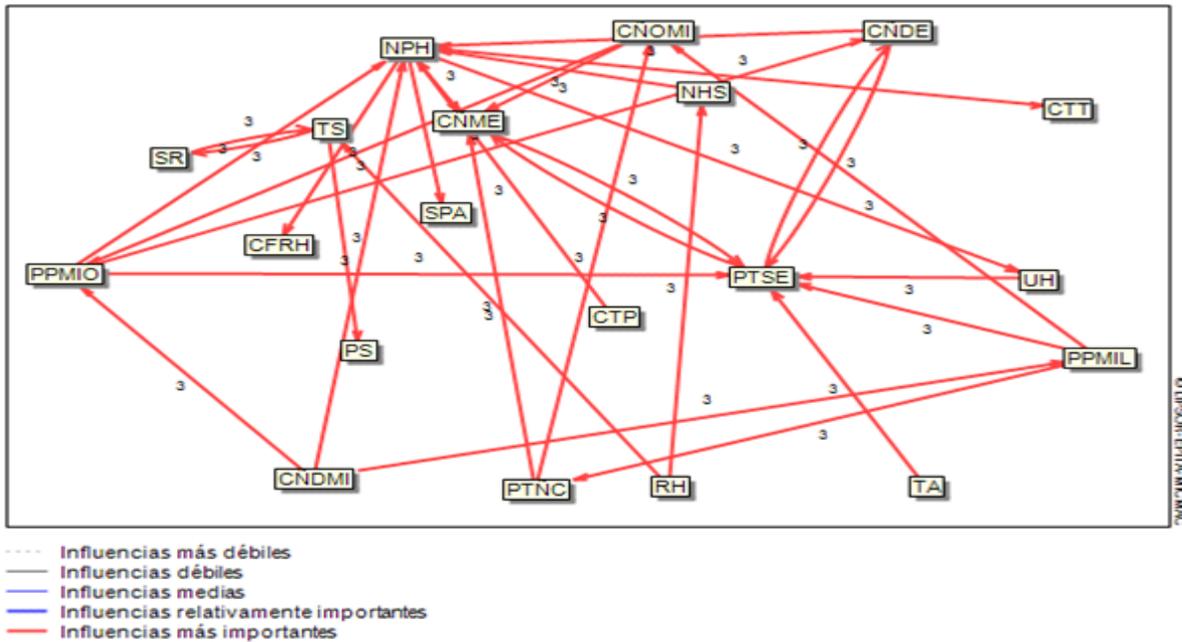


Figura 19. Gráfico de influencias directas.

Fuente: Software Lipsor-Epica-Micmac.

20.8 Gráfico de Influencias Indirectas

El software nos arrojó una gráfica de influencias indirectas, en la cual se pudieron descubrir variables definidas como influyentes para el sistema que no fueron tenidas en cuenta por el gráfico de influencias directas, pero que a su vez se convierten en un elemento clave para la estructura del diagrama causal, de esta manera se puede ser incluyente con cada una de las variables definidas. Lo planteado anteriormente lo podemos evidenciar en la gráfica mostrada a continuación. Ver gráfica.

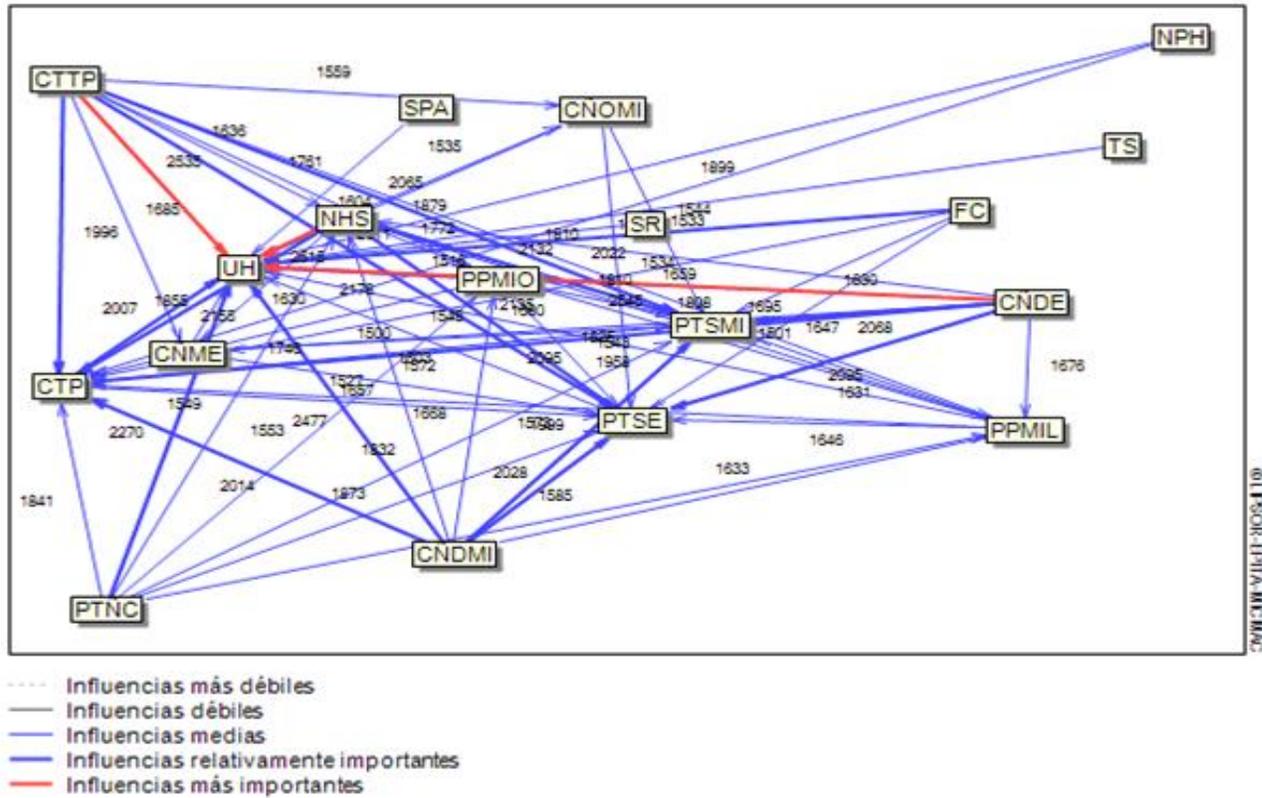


Figura 20. Gráfico de influencias indirectas.

Fuente: Software Lipsor-Epica-Micmac.

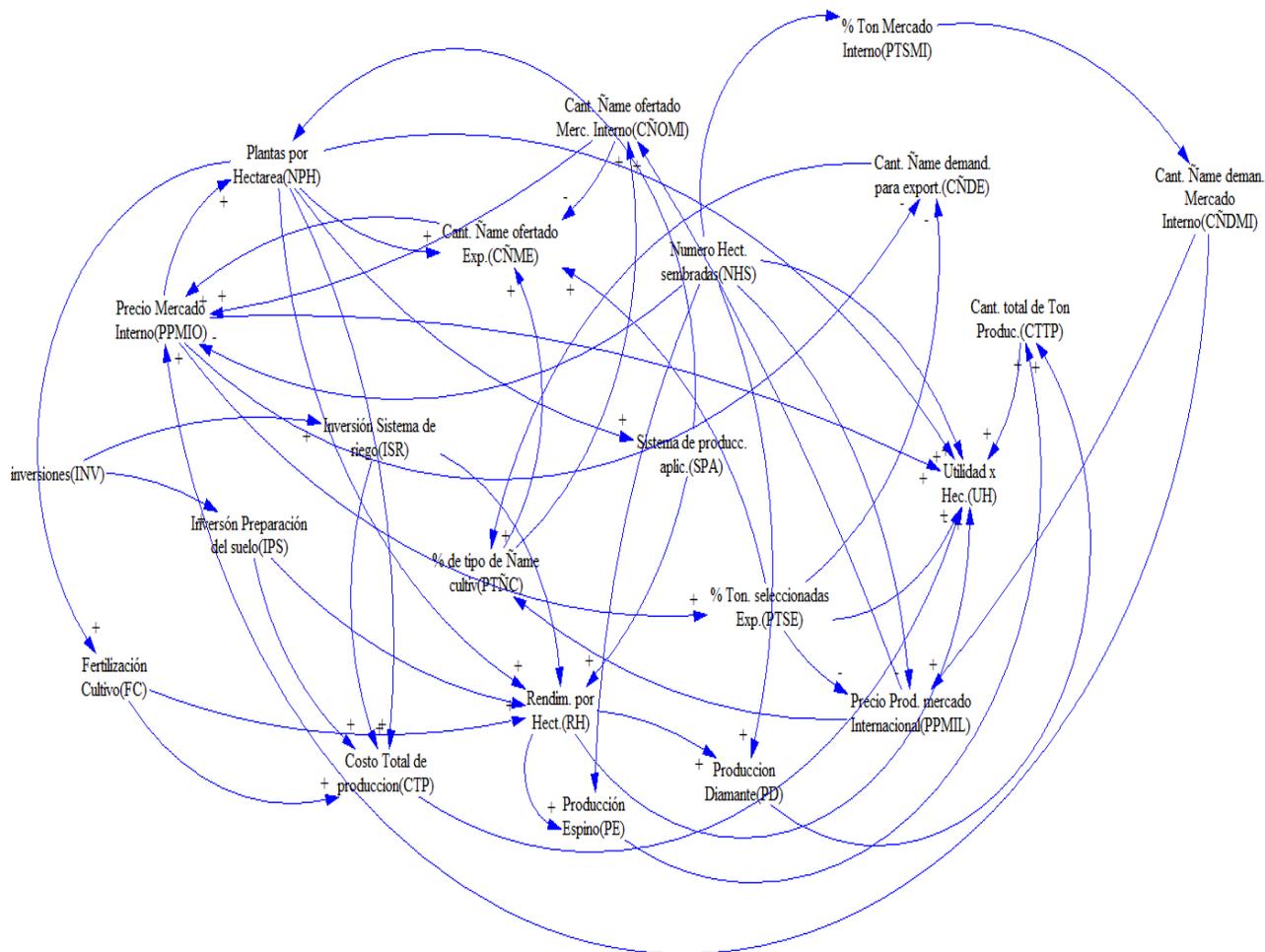


Figura 21. Gráfico de influencias sistema productivo Dioscorea spp, propuesta 1.

Fuente: elaboración propia, software vemsin.

20.9 Gráfico Diagrama Causal Propuesto

En términos generales, el diagrama causal es un instrumento fundamental para la Dinámica de sistemas, serán ellos los encargados de indicarnos la realimentación que presenta toda la estructura del sistema. Es decir, nos servirán como guías en el momento decidamos formular o interpretar nuevos modelos dinámicos. Ver figura.

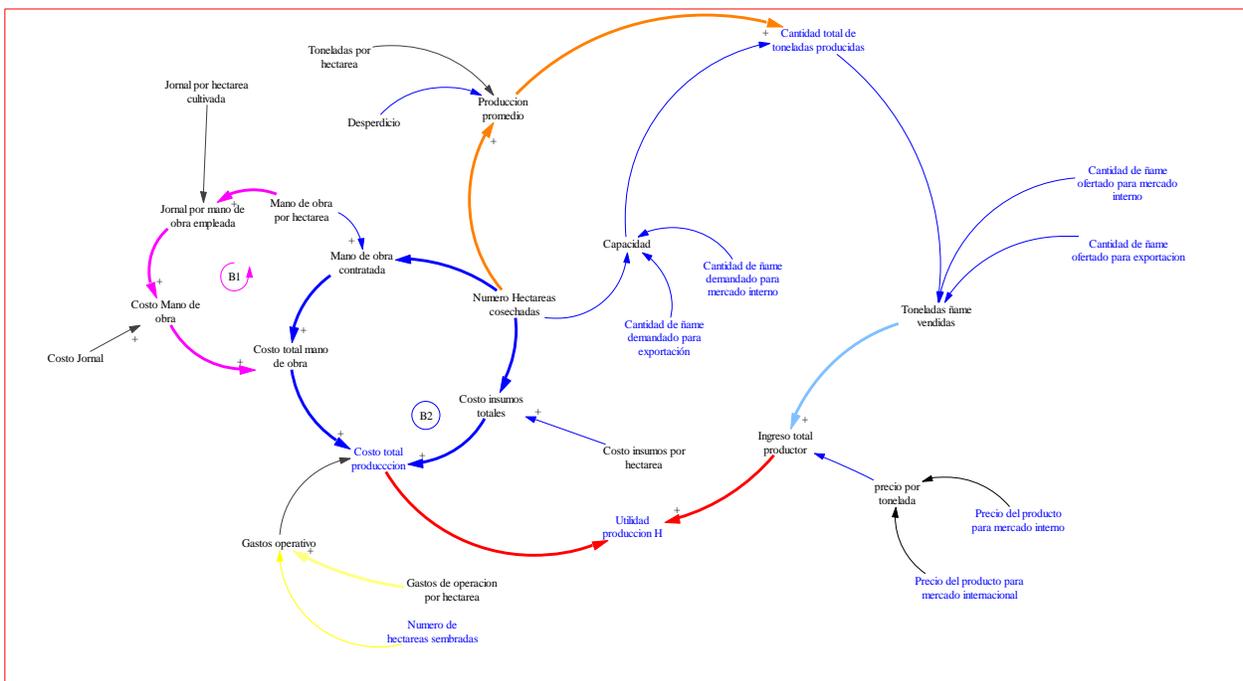


Figura 23. Diagrama causal sistema productivo Dioscórea spp.

Fuente: elaboración propia.

Dentro de la investigación realizada encontramos para el Diagrama causal propuesto cada una de las relaciones representadas a través de las variables seleccionadas, teniendo presente el tipo de influencia que estas representan, como consecuencia se busca poner en evidencia el aumento o disminución de los dominios entre una variable y otra, de las cuales se elaboran los llamados Bucles; ya sean positivos o negativos (+ o -), tratando siempre de relacionar cada una

de las piezas fundamentales de todo el sistema estudiado. Lo mencionado anteriormente podemos observarlo en la figura presentada a continuación.

En el diagrama causal planteado se pone en evidencia los ciclos de retroalimentación establecidos, los cuales son generados a través de la relación entre dos o más variables del sistema. Es importante reconocer los tipos de bucles que aquí se representan para el mismo sistema, ya que cada una de estas influencias puede ser tanto positiva como negativa, según sea el nivel de impacto que una variable pueda ejercer sobre la otra.

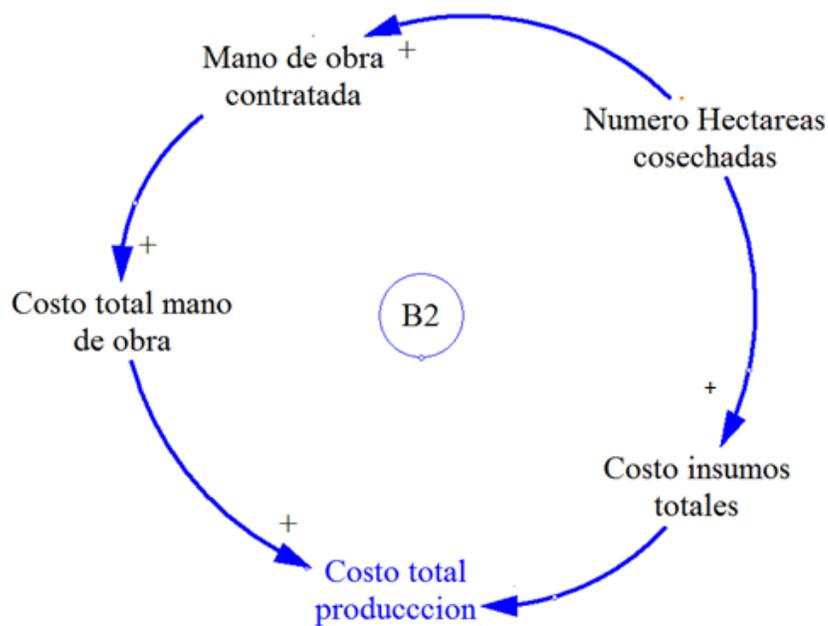


Figura 24. Bucle generado a través del diagrama causal que compone al sistema.

Fuente: elaboración propia.

Podemos entender todo este proceso como la serie de procedimientos que ejecuta el sistema, por ello hemos decidió resaltar los bucles más representativos del mismo sistema estudiado y de este modo entender de una forma más precisa el modo de proceder de una variable

sobre otra para generar resultados que permitan la toma de decisiones. Los sistemas siempre se han caracterizado por las relaciones que estos mismos generan.

El bucle está conformado por las siguientes variables: Mano de obra contratada (+), Costo total Mano de obra (+), Costo total producción (+), costo insumos totales (-), Numero de Hectáreas cosechadas (+). Entendiendo que el bucle presenta impactos positivos se refuerzan de esta manera la variación inicial, teniendo para el ejemplo propuesto una dominancia por parte de los bucles positivos existentes en el sistema.

20.10 Aplicación Diagrama de Forrester

El diagrama de Forrester fue necesario al momento en que se realizó el establecimiento de cada una de las ecuaciones que determinan la relación entre los elementos del sistema, así mismo, identificar todas las variables que componen el diagrama causal bajo los parámetros establecidos que permiten la ejecución a través del ordenador, haciendo uso del software Stella. A continuación notaremos cada una de las clasificaciones establecidas entre las variables utilizadas para cada uno de los actores de la cadena, asignando sus respectivas ecuaciones y parámetros.

20.10.1 Productor.

Luego de un análisis riguroso se logró establecer de manera detallada cada uno de los factores internos y externos que componen y dan dinamismo al eslabón productor, por lo cual se hace necesario definir cada uno de los procesos que están involucrados dentro del mismo, buscando obtener una idea más clara de su funcionamiento.

20.10.2 Producción Estimada.

A través de los datos recopilados mediante los instrumentos aplicados (encuestas) en el área productiva, como lo podremos notar en las tablas evidenciadas a continuación, para lo cual se tomó una muestra de 70 productores donde se tuvieron en cuenta datos como: número de hectáreas

cultivadas por productor en la especie espino (mejorado, botón, diamante), kilos esperado por hectáreas en promedio para cada cultivo, y las cantidades destinadas por cada uno de los productores a exportación.

Tabla 11

Datos de la encuesta de producción utilizados para el cálculo de las cantidades de espino mejorado en asocio con otros productos.

Espino mejorado en asocio									
Rango de hectáreas sembradas	Personas que siembran en rango de hectáreas	% personas siembran espino mejorado	Personas que destinan a exportación	% Personas destinan a exportación	Porcentaje que cada persona destina a exportación				
0,25 - 0,49	16	23%	4	6%	3 (70%)	1 (30%)	-	-	-
0,5 - 0,99	15	21%	7	10%	3 (70%)	1 (50%)	1 (60%)	1 (40%)	1 (85%)
1 - 1,49	9	13%	5	7%	2 (70%)	2 (60%)	1 (35%)	-	-
1,5 - 1,99	2	3%	1	1%	1 (70%)	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia

Tabla 12

Datos de la encuesta de producción utilizados para el cálculo de las cantidades de espino mejorado sin asocio.

Espino mejorado sin asocio						
Rango de hectáreas sembradas	Personas que siembran en rango de hectáreas	% personas siembran espino mejorado	Personas que destinan a exportación	% Personas destinan a exportación	Porcentaje que cada persona destina a exportación	
0,5 - 0,99	2	3%	2	3%	1 (80%)	1 (50%)

Fuente: elaboración propia

Tabla 13.

Datos de la encuesta de producción utilizados para el cálculo de las cantidades de espino botón con asocio.

Espino Botón con asocio						
Rango de hectáreas sembradas	Personas que siembran en rango	% personas siembran espino Botón	Personas que destinan a exportación	% Personas destinan a exportación	Porcentaje que cada persona destina a exportación	
0,25 - 0,49	7	10%	2	3%	1 (70%)	1 (40%)

Fuente: elaboración propia

Tabla 13

Datos de la encuesta de producción utilizados para el cálculo de las cantidades de espino botón sin asocio.

Espino Botón sin asocio						
Rango de hectáreas sembradas	Personas que siembran en rango	% personas siembran espino Botón	Personas que destinan a exportación	% Personas destinan a exportación	Porcentaje que cada persona destina a exportación	
0,5 - 0,99	15	4%	3	4%	2 (50%)	1 (80%)

Fuente: elaboración propia

Tabla 14

Datos de la encuesta de producción utilizados para el cálculo de las cantidades de Diamante con asocio.

Diamante en asocio						
Rango de hectáreas sembradas	Personas que siembran en rango	% personas siembran Diamante	Personas que destinan a exportación	% Personas destinan a exportación	Porcentaje que cada persona destina a exportación	
0,25 - 0,49	14	20%	2	6%	1 (70%)	1 (10%)
0,5 - 0,99	15	21%	1	10%	1 (60%)	-
1 - 1,49	5	7%	1	7%	1 (60%)	-

Fuente: elaboración propia

Tabla 15

Datos de la encuesta de producción utilizados para el cálculo de las cantidades de Diamante sin asocio.

Diamante sin asocio					
Rango de hectáreas sembradas	Personas que siembran en rango	% personas siembran Diamante	Personas que destinan a exportación	% Personas destinan a exportación	Porcentaje que cada persona destina a exportación
1 - 1,49	1	1%	1	1%	1 (50%)

Fuente: elaboración propia

Tomando como punto de referencia los puntos anteriores fue necesario extrapolar el número total equivalente a los productores de ñame del departamento de sucre, teniendo estos un comportamiento de distribución normal. De esta forma se lograron definir las ecuaciones que muestran las cantidades de ñame producido en la especie espino (mejorado, botón, diamante). A continuación podemos evidenciar en las siguientes tablas las ecuaciones definidas para el eslabón productor:

Tabla 16

Ecuaciones del eslabón productor

Variable o parámetro	Sigla	Valor/Ecuación.
Productor	N_Produ	Normal(160,40)
Ñame Espino Mejorado	EspMej 1	$[(N_{\text{produ}}*0.06)^{(3/4)}*((N_{\text{produ}}*0.23*47660)/16)^{0.7}]+[(N_{\text{produ}}*0.06)^{(1/4)}*((N_{\text{produ}}*0.23*47660)/16)^{0.1}]$
	EspMej 2	$[(N_{\text{produ}}*0.1)^{(3/7)}*((N_{\text{produ}}*0.21*130000)/15)^{0.7}]+[(N_{\text{produ}}*0.1)^{(1/7)}*((N_{\text{produ}}*0.21*130000)/15)^{0.5}]+[(N_{\text{produ}}*0.1)^{(1/7)}*((N_{\text{produ}}*0.21*130000)/15)^{0.6}]+[(N_{\text{produ}}*0.1)^{(1/7)}*((N_{\text{produ}}*0.21*130000)/15)^{0.4}]+[(N_{\text{produ}}*0.1)^{(1/7)}*((N_{\text{produ}}*0.21*130000)/15)^{0.85}]$
	EspMej 3	$[(N_{\text{produ}}*0.07)^{(2/5)}*((N_{\text{produ}}*0.13*143000)/9)^{0.7}]+[(N_{\text{produ}}*0.07)^{(2/5)}*((N_{\text{produ}}*0.13*143000)/9)^{0.6}]+[(N_{\text{produ}}*0.07)^{(1/5)}*((N_{\text{produ}}*0.13*143000)/9)^{0.35}]$
	EspMej 4	$[(N_{\text{produ}}*0.01)^{((N_{\text{produ}}*0.03*3000)/2)^{0.7}]$
	EspMej 5	$[(N_{\text{produ}}*0.03)^{(1/2)}*((N_{\text{produ}}*0.03*12500)/2)^{0.8}]+[(N_{\text{produ}}*0.03)^{(1/2)}*((N_{\text{produ}}*0.03*12500)/2)^{0.5}]$

Fuente: elaboración propia

Tabla 17

Ecuaciones del eslabón productor – continuación

Variable o parámetro	Sigla	Valor/Ecuación.
Producción espino mejorado	P Esp mejorado	$(\text{EspMej}_1+\text{EspMej}_2+\text{EspMej}_3+\text{EspMej}_4+\text{EspMej}_5)/1000$
Espino mejorado mercado interno	Esp Mejo Merc Interno	$P_{\text{Esp_mejorado}}*0.306$
Espino mejorado exportacion	Esp Mej Merc Exportacion	$P_{\text{Esp_mejorado}}*0.173$
Espino mejorado no comercializado	Esp Mej No Comercializado	$P_{\text{Esp_mejorado}}-(\text{Esp_Mejo_Merc_Interno}+\text{Esp_Mej_Merc_Exportacion}+\text{desperdicio}_1)$
Desperdicio EM	desperdicio 1 EM	$P_{\text{Esp_mejorado}}*0.15$

Fuente: elaboración propia

Tabla 18

Ecuaciones y parámetros eslabón productor-continuación

Variable o parámetro	Sigla	Valor/Ecuación.
Ñame espino botón	Esp Boton 1	$[(N_produ*0.03)*(1/2)*(((N_produ*0.1*13750)/7)*0.7)]+[(N_produ*0.03)*(1/2)*(((N_produ*0.1*13750)/7)*0.4)]$
	Esp Boton 2	$[(N_produ*0.04)*(2/3)*(((N_produ*0.04*18000)/3)*0.5)]+[(N_produ*0.04)*(1/3)*(((N_produ*0.04*18000)/3)*0.8)]$

Fuente: elaboración propia

Tabla 19

Ecuaciones y parámetros eslabón productor-continuación

Variable o parámetro	Sigla	Valor/Ecuación.
Producción espino Boton	P Esp Boton	$(Esp_Boton_2+Esp_Boton_1)/1000$
Espino Boton mercado interno	Esp Bot Merc Interno	$P_Esp_Boton*0.12$
Espino Boton exportacion	Esp Bot Merc Exportacion	$P_Esp_Boton*0.05$
Espino Boton no comercializa do	Esp Bot No Comercializa do	$P_Esp_Boton-(desperdicio_2+Esp_Bot_Merc_Exportacion+Esp_Bot_Merc_Interno)$
Desperdicio EB	desperdicio 2 EB	$P_Esp_Boton*0.15$

Fuente: elaboración propia

Tabla 20

Ecuaciones y parámetros eslabón productor-continuación

Variable o parámetro	Sigla	Valor/Ecuación.
Ñame Diamante	Diam prodD R1	$[(N_produ*0.03)*(1/2)*((N_produ*0.2*37500)/14)*0.8)]+[(N_produ*0.03)*(1/2)*((N_produ*0.2*37500)/14)*0.1]$
	Diam prodD R2	$[(N_produ*0.01)*((N_produ*0.21*115000)/15)*0.6]$
	Diam prodD R3	$[(N_produ*0.01)*((N_produ*0.07*49000)/5)*0.6]$
	Diam prodD R3 no asocio	$[(N_produ*0.01)*(5000*0.5)]$

Fuente: elaboración propia

Tabla 21

Ecuaciones y parámetros eslabón productor-continuación

Variable o parámetro	Sigla	Valor/Ecuación.
Producción Diamante	P Diamante	$(Diamante_produ_DR1+Diamante_produ_DR2+Diamante_produ_DR3+Diamante_produ_DR3_no_asocio)/1000$
Diamante mercado interno	Diam Merc Interno	$P_Diamante*0.351$
Diamante exportacion	Diam Merc exp	$P_Diamante*0.05$
Diamante no comercializado	Diam No Comercializado	$P_Diamante-(desperdicio_3_D+Diam_Merc_exp+Diam_Merc_Interno)$
Desperdicio D	desperdicio 3 D	$P_Diamante*0.15$

Fuente: elaboración propia

Para el diagrama de forrester, se organizó el eslabón productor de manera distribuida en un cuadrante, como se muestra la figura evidenciada a continuación; así mismo las producciones de ñame espino y diamante fueron catalogadas como variables de flujo organizadas en arreglo de una dimensión, donde cada casilla almacena las ecuaciones que corresponden al rango de hectáreas sembradas, del mismo modo que los flujos llegan a variables de nivel de almacenamiento, las cuales tienen la función de guardar los registros de año a año en los valores de producción obtenidos para cada tipo de ñame. Las otras variables y parámetros que interactúan dentro del eslabón fueron clasificados como auxiliares.

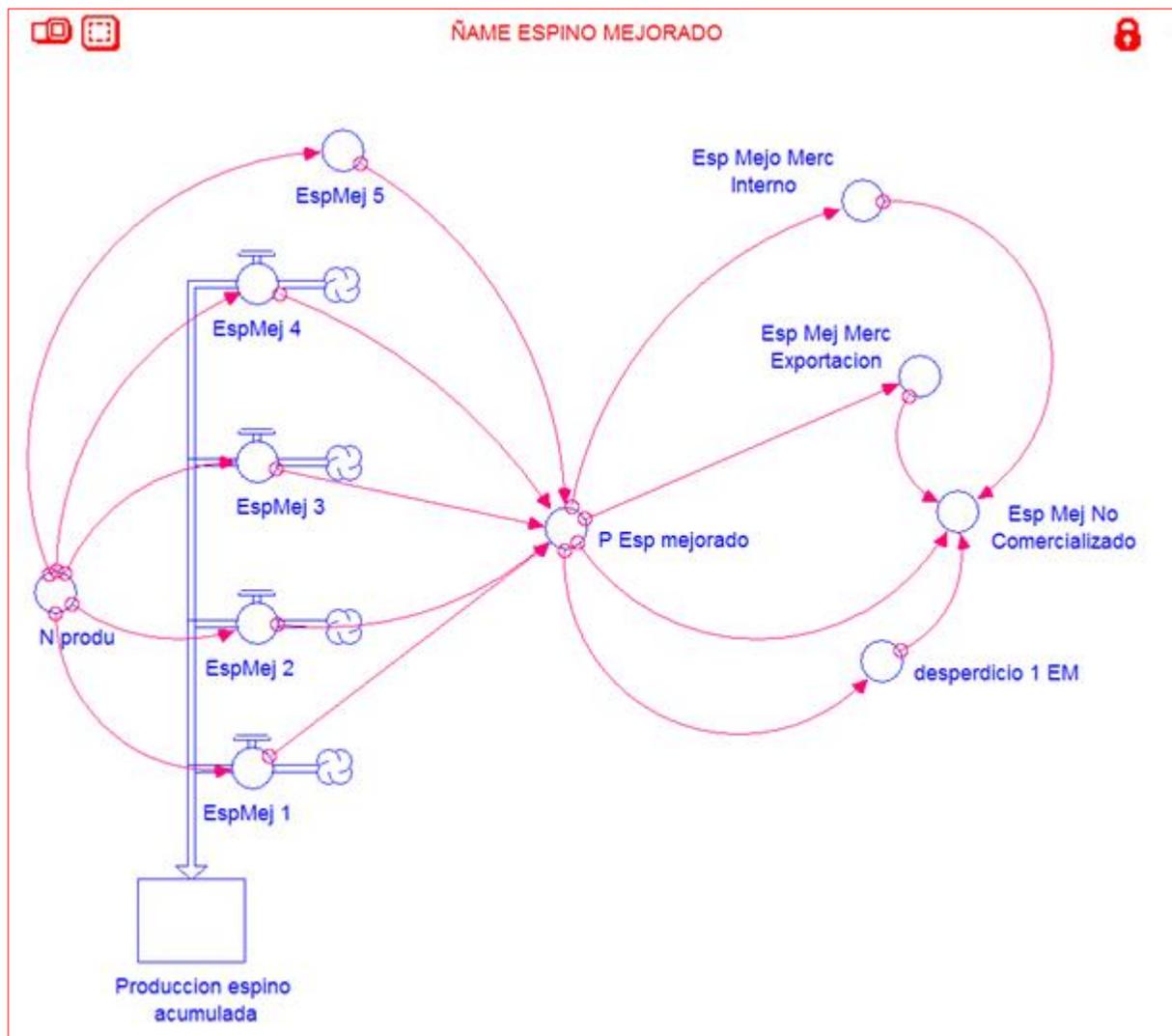


Figura 25. Eslabón productor Ñame Espino Mejorado, Diagrama de forrester.

Fuente: elaboración propia.

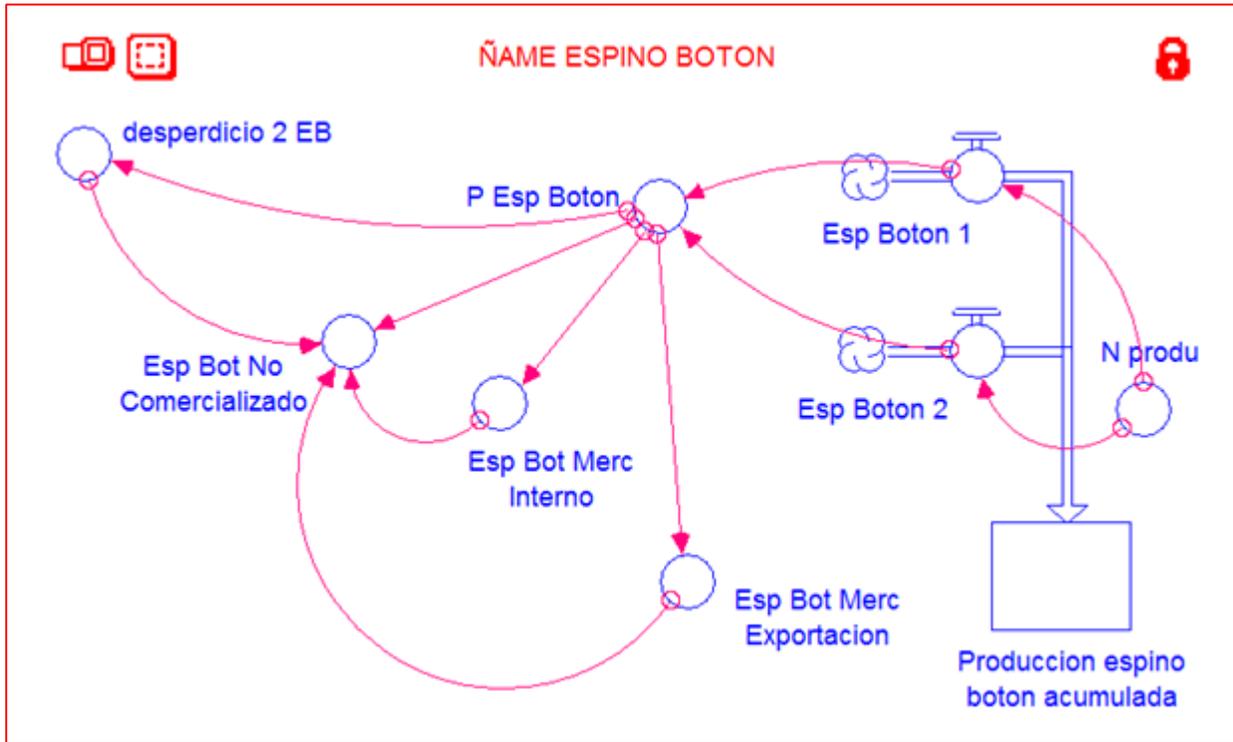


Figura 26. Eslabón productor Ñame Espino Botón, Diagrama de forrester.

Fuente: elaboración propia.

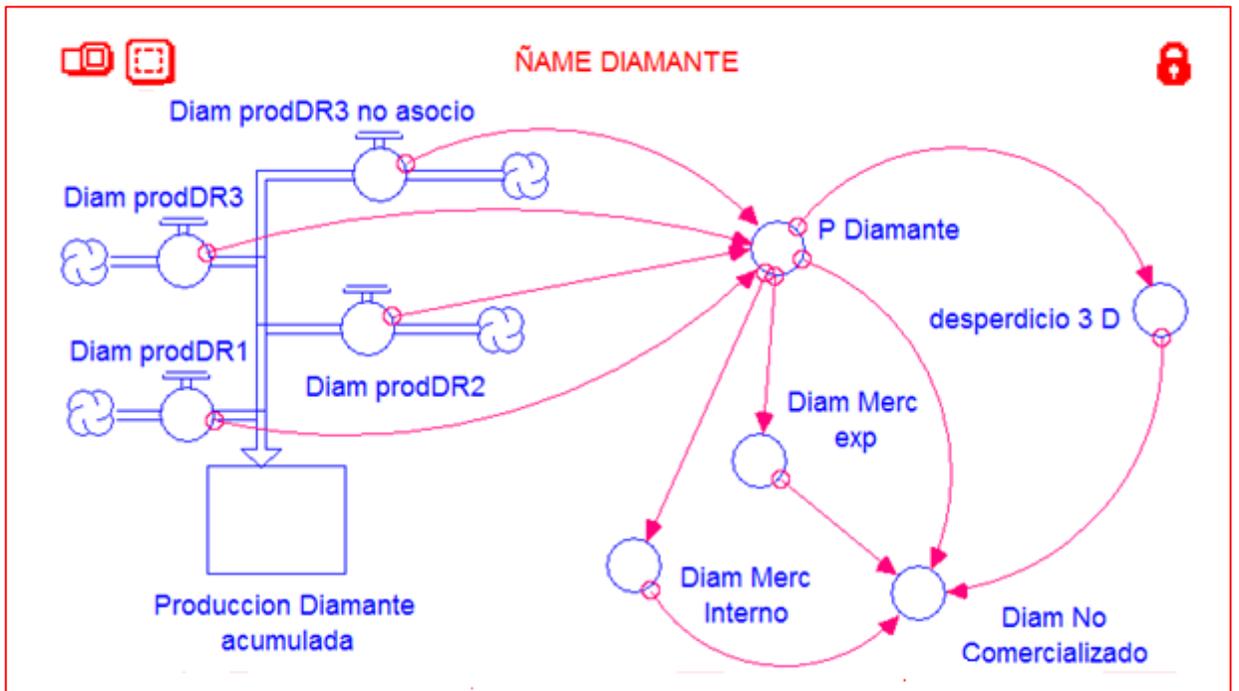


Figura 27. Eslabón productor Ñame Diamante, Diagrama de forrester.

Fuente: elaboración propia.

El Modelo de dinámica de sistemas para la cadena productiva del Ñame se muestra a continuación en la siguiente fig.

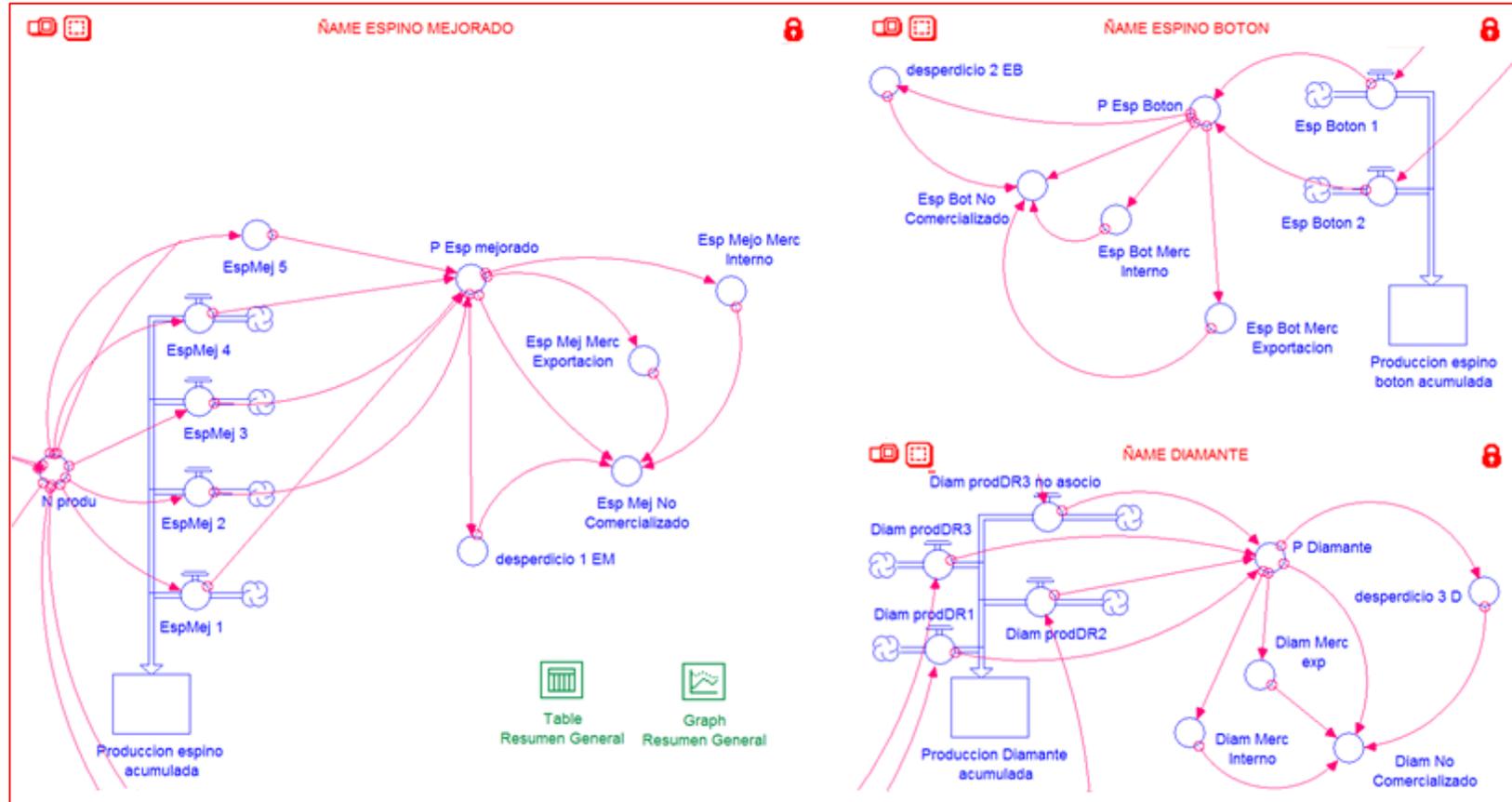


Figura 28. Modelo de dinámica de sistema para la cadena productiva del Ñame.

Fuente: elaboración propia.

20.11 Simulación

20.11.1 Sistema Real Producción Dioscórea spp.

Al momento de realizar la simulación del modelo se estableció un horizonte de tiempo de 12 años, esta información fue configurada en el software seleccionado (Stella).

Los resultados obtenidos en la simulación para las especies de ñame identificadas en la investigación por rangos de Hectáreas de (Espino Mejorado, Espino Botón, Diamante), se muestran a continuación en las siguientes figuras.



Years	EspMej 1	EspMej 2	EspMej 3	EspMej 4	EspMej 5
1	1.368.980.44	1.508.889.12	2.964.520.38	10.946.57	127.058.40
2	681.124.75	750.735.14	1.474.972.27	5.446.37	63.216.84
3	1.267.468.55	1.397.002.79	2.744.696.88	10.134.87	117.636.84
4	942.079.85	1.038.359.64	2.040.069.26	7.533.01	87.436.72
5	1.028.776.32	1.133.916.41	2.227.810.03	8.226.25	95.483.23
6	752.016.35	828.871.81	1.628.487.69	6.013.23	69.796.47
7	1.002.494.37	1.104.948.48	2.170.896.61	8.016.09	93.043.94
8	1.783.371.62	1.943.586.75	3.818.572.51	14.100.18	163.662.81
9	768.905.03	847.486.49	1.665.060.03	6.148.28	71.363.94
10	602.467.01	664.038.64	1.304.639.32	4.817.42	55.916.43
11	803.902.53	886.060.71	1.740.846.95	6.428.12	74.612.15
12	379.060.43	417.800.09	820.853.49	3.031.02	35.181.52
Final					65.911.69

Figura 29. Resultados: producción de Espino Mejorado rango de hectáreas sembradas.

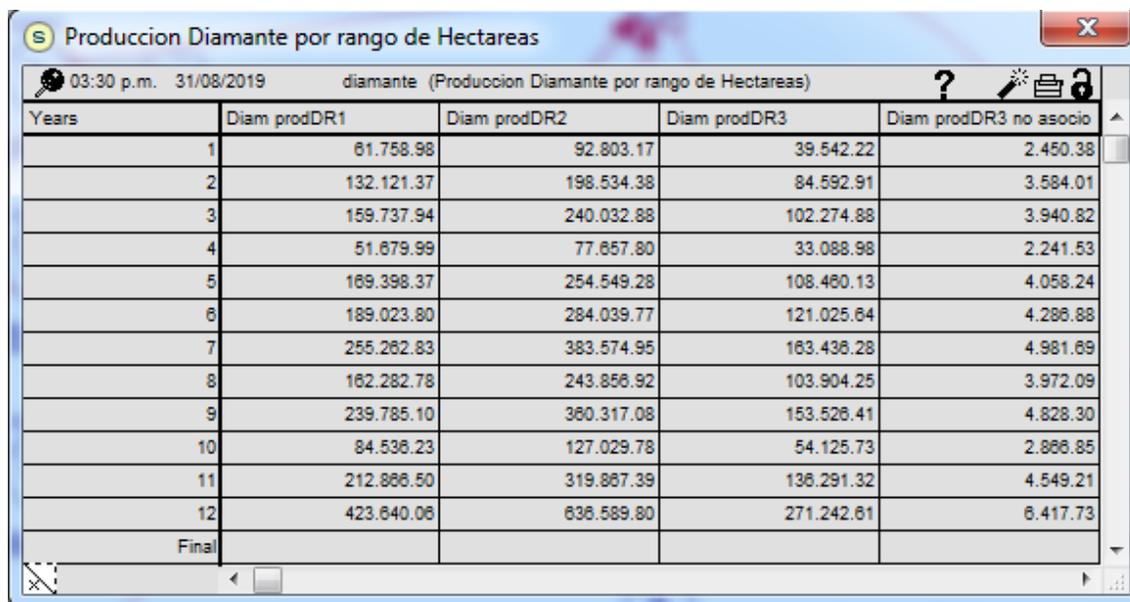
Fuente: Software Stella, elaboración propia.



Years	Esp Boton 1	Esp Boton 2
1	58.537.54	52.016.17
2	82.064.66	72.922.25
3	92.606.54	82.289.72
4	111.791.70	99.337.55
5	137.939.98	122.572.78
6	88.703.67	78.821.64
7	78.586.21	69.831.31
8	74.026.26	65.779.37
9	79.282.95	70.450.44
10	73.408.84	65.230.73
11	76.032.56	67.562.15
12	121.423.08	107.895.94
Final		

Figura 30. Resultados: producción de Espino Botón rango de hectáreas sembradas.

Fuente: Software Stella, elaboración propia.



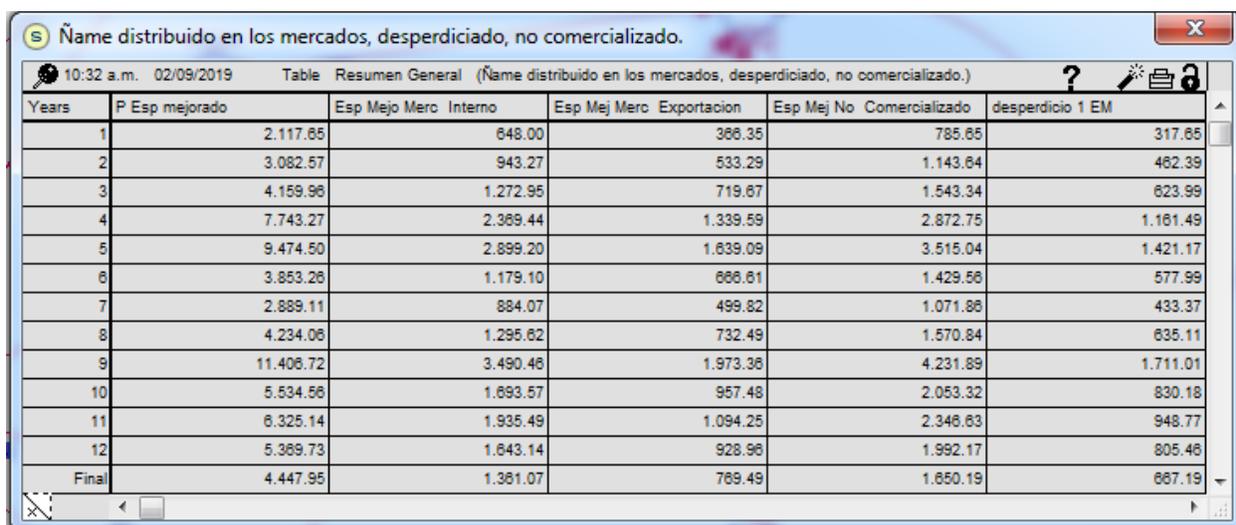
Years	Diam prodDR1	Diam prodDR2	Diam prodDR3	Diam prodDR3 no asocio
1	61.758.98	92.803.17	39.542.22	2.450.38
2	132.121.37	198.534.38	84.592.91	3.584.01
3	159.737.94	240.032.88	102.274.88	3.940.82
4	51.679.99	77.657.80	33.088.98	2.241.53
5	169.398.37	254.549.28	108.460.13	4.058.24
6	189.023.80	284.039.77	121.025.64	4.286.88
7	255.262.83	383.574.95	163.436.28	4.981.69
8	162.282.78	243.856.92	103.904.25	3.972.09
9	239.785.10	360.317.08	153.526.41	4.828.30
10	84.536.23	127.029.78	54.125.73	2.866.85
11	212.866.50	319.867.39	136.291.32	4.549.21
12	423.640.06	636.589.80	271.242.61	6.417.73
Final				

Figura 31. Resultados: producción de Diamante rango de hectáreas sembradas.

Fuente: Software Stella, elaboración propia.

Lo que podemos ver reflejado en las tablas mostradas anteriormente es el resultado de la capacidad que tiene el sistema estudiado de producir el ñame, ya sea (espino mejorado, espino botón, diamante) en los diferentes rangos de hectáreas cultivadas, teniendo presente las características del cultivo. Es decir, se hacía necesario definir si al momento de sembrar el ñame este mismo se realizaba en asocio con otros productos, para así poder establecer de una manera más acertada el rendimiento obtenido por parte de los productores del tubérculo en cada uno de sus cultivos.

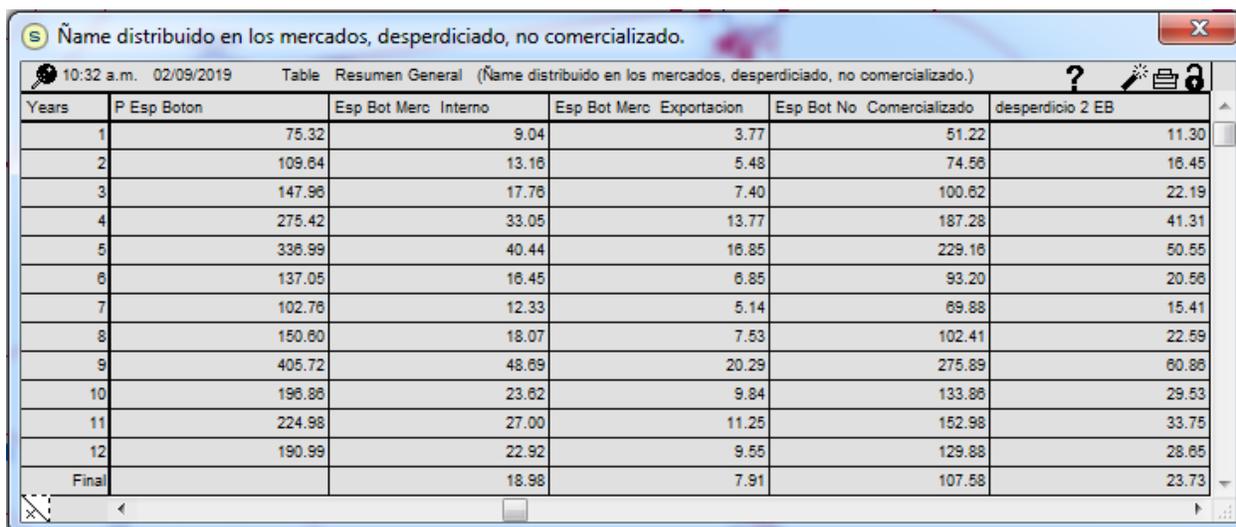
Por otra parte, se definió la producción del producto en toneladas por especie, forma en que se estaba distribuyendo el producto según su especie cultivada en cada uno de los mercados tanto internos como externos, y se evidencio la cantidad de ñame que se estaba desperdiciando y aquel no comercializado por parte de los productores en esta etapa de la cadena productiva. Los resultados obtenidos los podemos constatar a continuación, todo en las siguientes figuras.



Years	P Esp mejorado	Esp Mejo Merc Interno	Esp Mej Merc Exportacion	Esp Mej No Comercializado	desperdicio 1 EM
1	2.117.85	648.00	388.35	785.65	317.65
2	3.082.57	943.27	533.29	1.143.64	462.39
3	4.159.96	1.272.95	719.67	1.543.34	623.99
4	7.743.27	2.369.44	1.339.59	2.872.75	1.161.49
5	9.474.50	2.899.20	1.639.09	3.515.04	1.421.17
6	3.853.26	1.179.10	666.61	1.429.56	577.99
7	2.889.11	884.07	499.82	1.071.86	433.37
8	4.234.06	1.295.62	732.49	1.570.84	635.11
9	11.406.72	3.490.46	1.973.36	4.231.89	1.711.01
10	5.534.56	1.693.57	957.48	2.053.32	830.18
11	6.325.14	1.935.49	1.094.25	2.346.63	948.77
12	5.369.73	1.643.14	928.96	1.992.17	805.46
Final	4.447.95	1.361.07	769.49	1.650.19	667.19

Figura 32. Resultados: Ñame Espino Mejorado distribuido en los mercados internos y externos, desperdiciado, no comercializado.

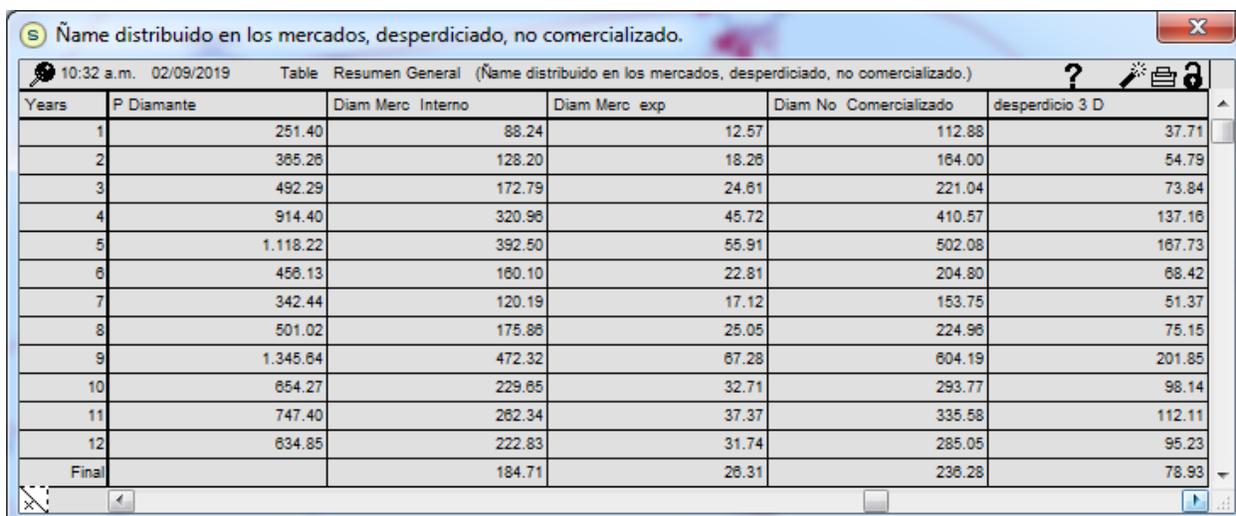
Fuente: Software Stella, elaboración propia.



Years	P Esp Boton	Esp Bot Merc Interno	Esp Bot Merc Exportacion	Esp Bot No Comercializado	desperdicio 2 EB
1	75.32	9.04	3.77	51.22	11.30
2	109.64	13.16	5.48	74.56	16.45
3	147.96	17.76	7.40	100.62	22.19
4	275.42	33.05	13.77	187.28	41.31
5	336.99	40.44	16.85	229.16	50.55
6	137.05	16.45	6.85	93.20	20.56
7	102.76	12.33	5.14	69.88	15.41
8	150.80	18.07	7.53	102.41	22.59
9	405.72	48.89	20.29	275.89	60.88
10	196.86	23.62	9.84	133.86	29.53
11	224.98	27.00	11.25	152.98	33.75
12	190.99	22.92	9.55	129.88	28.65
Final		18.98	7.91	107.58	23.73

Figura 33. Resultados: Ñame Espino Botón distribuido en los mercados internos y externos, desperdiciado, no comercializado.

Fuente: Software Stella, elaboración propia.



Years	P Diamante	Diam Merc Interno	Diam Merc exp	Diam No Comercializado	desperdicio 3 D
1	251.40	88.24	12.57	112.88	37.71
2	365.26	128.20	18.26	164.00	54.79
3	492.29	172.79	24.61	221.04	73.84
4	914.40	320.96	45.72	410.57	137.16
5	1.118.22	392.50	55.91	502.08	167.73
6	456.13	160.10	22.81	204.80	68.42
7	342.44	120.19	17.12	153.75	51.37
8	501.02	175.86	25.05	224.96	75.15
9	1.345.64	472.32	67.28	604.19	201.85
10	654.27	229.65	32.71	293.77	98.14
11	747.40	262.34	37.37	335.58	112.11
12	634.85	222.83	31.74	285.05	95.23
Final		184.71	26.31	236.28	78.93

Figura 34. Resultados: Ñame Diamante distribuido en los mercados internos y externos, desperdiciado, no comercializado.

Fuente: Software Stella, elaboración propia.

Queda evidenciado en los niveles de producción por rango la especie de ñame que está siendo mayormente cultivada en el departamento, y por ende como ha sido el uso que se le ha dado

en materia de comercialización. Para este análisis la especie espino mejorado, pasa a ocupar el primer lugar en cuando a productividad, seguido por el ñame diamante, y luego por el espino botón, un producto con poco nivel de influencia en los mercados, pero aun así los productores apuestan por preservar esta especie.

A continuación, podremos apreciar una gráfica que contrasta la información mencionada anteriormente en cuando a niveles de productividad por tipo de ñame. Ver gráfica.

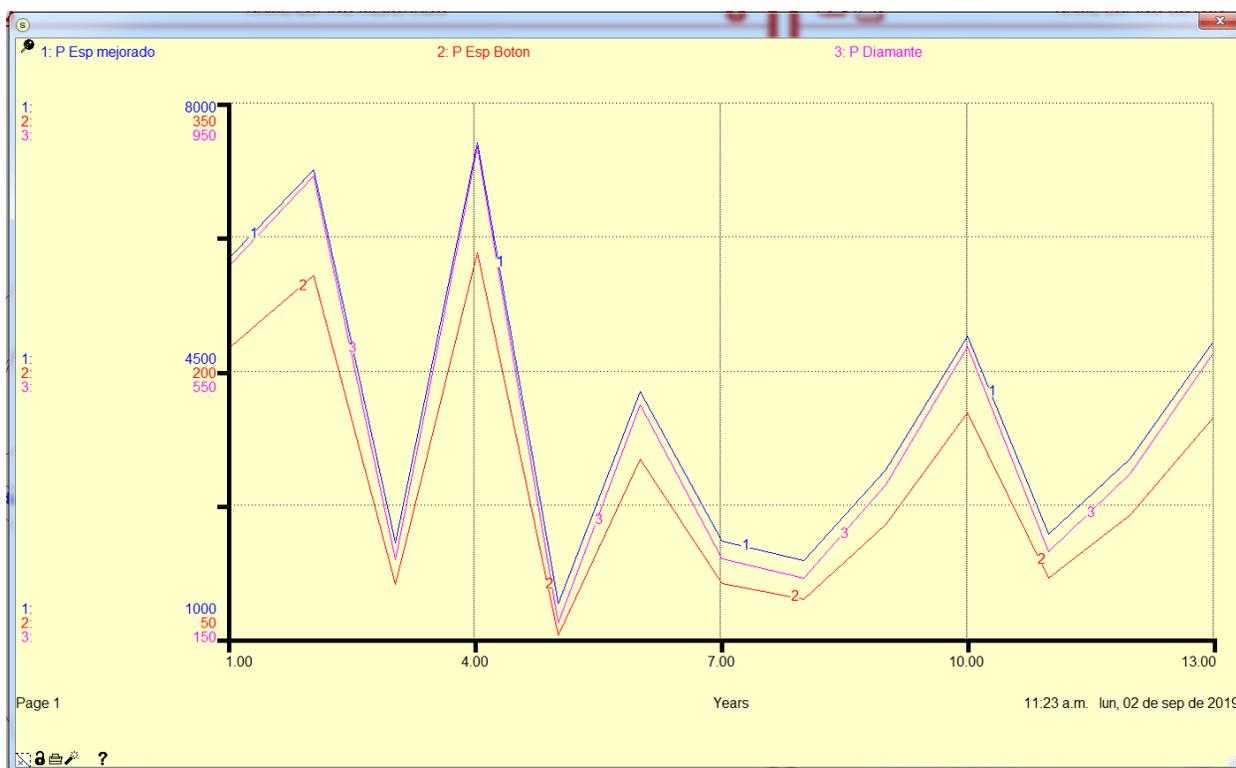


Figura 35. Niveles de producción por tipo de ñame.

Fuente: Software Stella, elaboración propia.

Otro punto a tener en cuenta para este análisis es, la cantidad de ñame que no está siendo comercializado junto con el desperdicio generado, que en comparación con el ñame enviado para los tipos de mercado la cifras son bastante elevadas.

El diagrama de redes para la cadena productiva del ñame está conformado en primera instancia por el productor, el cual será relacionado con las implicaciones de las variables seleccionadas en la construcción del diagrama de redes (en este análisis las variables seleccionadas fueron definidas como constantes, a través de un valor, o variables mediante una fórmula relacional).

Tabla 18.

Ecuaciones y parámetros eslabón productor: cadena productiva del ñame

Variable o parámetro	Sigla	Valor / Ecuación
Numero Hectáreas cosechadas	NumHecCosechadas	25.91
Toneladas de ñame por hectárea	TonÑamXHectarea	NORMAL(14.7,3)
Cantidad total de toneladas producidas	CantTotalTonProducidas	IF(NORMAL(ProdPromedio,5)<=Capac) THEN (NORMAL(ProdPromedio,5)) ELSE (Capac)
Producción promedio	ProdPromedio	$\frac{(\text{NumHecCosechadas} * \text{TonÑamXHectarea}) - ((\text{TonÑamXHectarea} * \text{NumHecCosechadas}) * \text{Desperd})}{\text{Capac}}$
Cantidad de ñame demandado para mercado interno	Cant de ñam dem para merc interno	85320
Cantidad de ñame demandado para exportación	Cant de ñam dem para merc exportación	42660
Capacidad	Capac	$\frac{(\text{Cantidad_de_ñame_demandado_para_exportación} + \text{Cantidad_de_ñame_demandado_para_mercado_interno})}{\text{NumHecCosechadas}}$
Desperdicio	Desperd	0.15
Jornal por hectárea cultivada	JornXHectCultivada	70
Mano de obra por hectárea	ManObraXHectarea	1(Global)
Jornal por mano de obra empleada	JornXManObrEmpleada	JornXHectCultivada/ManObraXHectarea
Costo Jornal	CostJornal	25000

Costo Mano de obra	CostManObra	$CostJornal * JornXManObrEmpleada$
Mano de obra contratada	ManObraContrat	$ManObraXHectarea * NumHecCosechadas$
Costo total mano de obra	CosTotalManObra	$CostJornal * JornXManObrEmpleada$
Gastos de operación por hectárea	GastOperXHectarea	7160000
Numero Hectáreas sembradas	NumHectÑamSembradas	25.91
Gastos operativos	GastsOperativo	$GastOperXHectarea * NumHectÑamSembradas$
Costo insumos por hectarea	CostInsXHect	2260000
Costo insumos totales	CostInsumTotales	$CostInsXHect * NumHecCosechadas$
Costo total producción	CostTotProduccion	$CostInsumTotales + CosTotalManObra + GastsOperativo$
Cantidad de ñame ofertado para exportacion	Cant de ñam ofert para exportacion	NORMAL(0.173,0.04)
Cantidad de ñame ofertado para mercado interno	Cant de ñam ofert para mercado interno	NORMAL(0.306,0.04)
Toneladas ñame vendidas	TonÑamVendidas	$CantTotalTonProducidas - ((CantTotalTonProducidas * Cantidad_de_ñame_ofertado_para_exportacion) + (CantTotalTonProducidas * Cantidad_de_ñame_ofertado_para_mercado_interno))$
Precio del producto para mercado interno	Prec del prod para merc interno ton	827000

Precio del producto para mercado internacional	Prec del prod para merc internacional ton	2015173
Precio ñame por tonelada	PrecÑamXToneladas	Precio_del_producto_para_mercado_internacional__ton +Precio_del_producto_para_mercado_interno_ton
Ingreso total productor	IngresTotlProductor	Precio_por_tonelada*TonÑamVendidas
Utilidad producción H	UtilidProducH	IngresTotlProductor-CostTotlProduccion

Fuente: elaboración propia

20.11.2 Modelo de Red

La red completa para el eslabón productor se muestra a continuación.

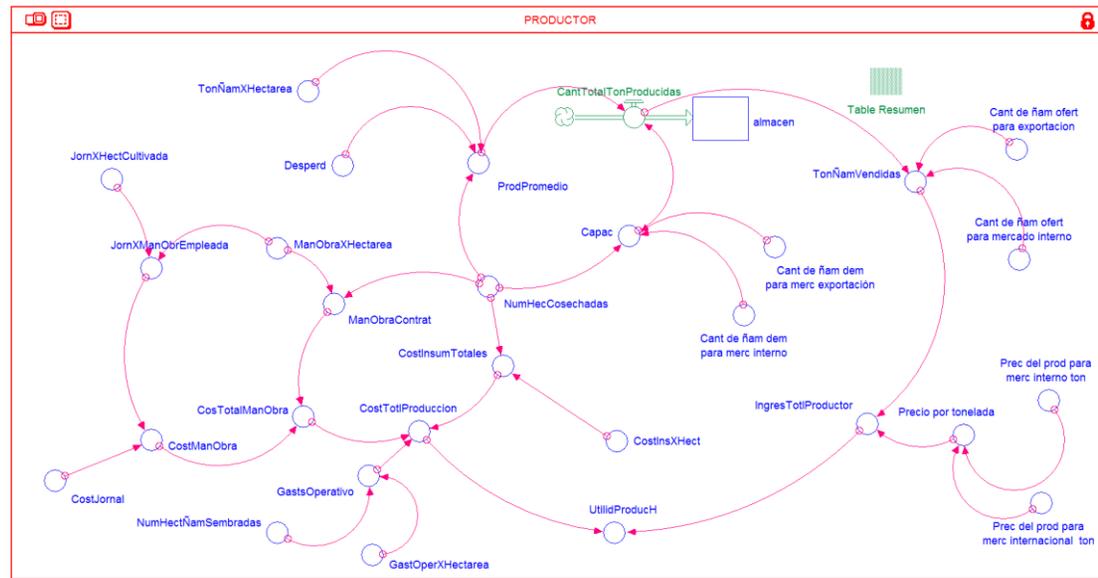
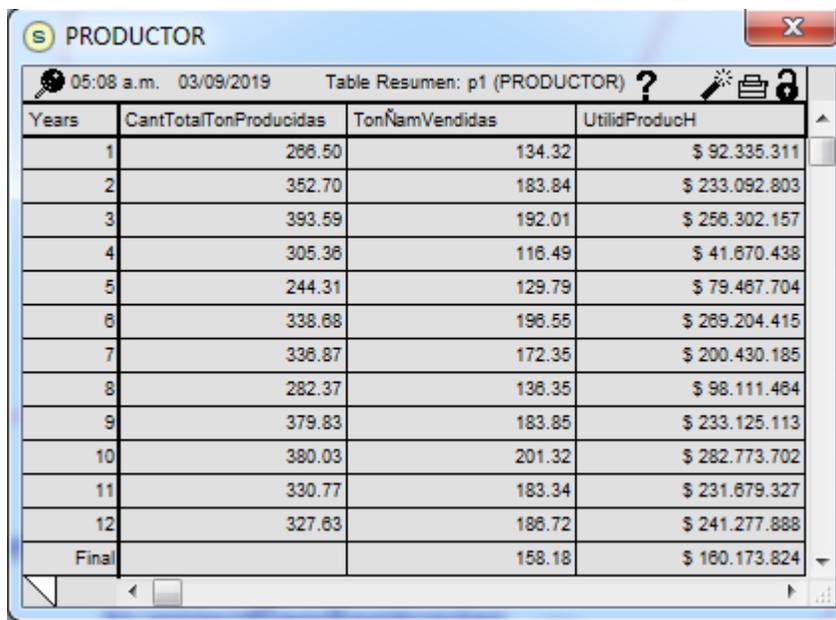


Figura 36. Cadena productiva del ñame.

Fuente: elaboracion propia

La condición del sistema real fue sometida a prueba, arrojándonos como resultado la tabla de valores que se mostrara a continuación, donde se especifican la cantidad total de toneladas producidas de ñame, toneladas vendidas y la utilidad obtenida que obtienen los productores en todo este proceso.



Years	CantTotalTonProducidas	TonNamVendidas	UtilidProducH
1	266.50	134.32	\$ 92.335.311
2	352.70	183.84	\$ 233.092.803
3	393.59	192.01	\$ 256.302.157
4	305.36	116.49	\$ 41.670.438
5	244.31	129.79	\$ 79.467.704
6	338.68	196.55	\$ 269.204.415
7	336.87	172.35	\$ 200.430.185
8	282.37	136.35	\$ 98.111.464
9	379.83	183.85	\$ 233.125.113
10	380.03	201.32	\$ 282.773.702
11	330.77	183.34	\$ 231.679.327
12	327.63	186.72	\$ 241.277.888
Final		158.18	\$ 160.173.824

Figura 37. Resultados: Eslabón productor.

Fuente: Software Stella, elaboración propia.

En resumen, la utilidad obtenida por parte de los productores es positiva entendiendo que los ingresos totales de los productores son superiores a los costos de producción del tubérculo. Aun así, existe un gran porcentaje del tubérculo que no está siendo comercializado, esto lo podemos observar en el comparativo de cantidad total de toneladas producidas vs toneladas de ñame vendidas para los diferentes mercados (internos, externos).

20.11.3 Analisis de Escenario

Para el planteamiento de este escenario, se toma en consideración el aumento de la cantidad de ñame ofertado para mercado de exportación. Se tendrá como referencia principal (17.3%), valor obtenido mediante la aplicación del instrumento a cada uno de los productores en el departamento de sucre. A partir de este valor referenciado se realiza un aumento en el porcentaje de ñame destinado a este tipo de mercados.

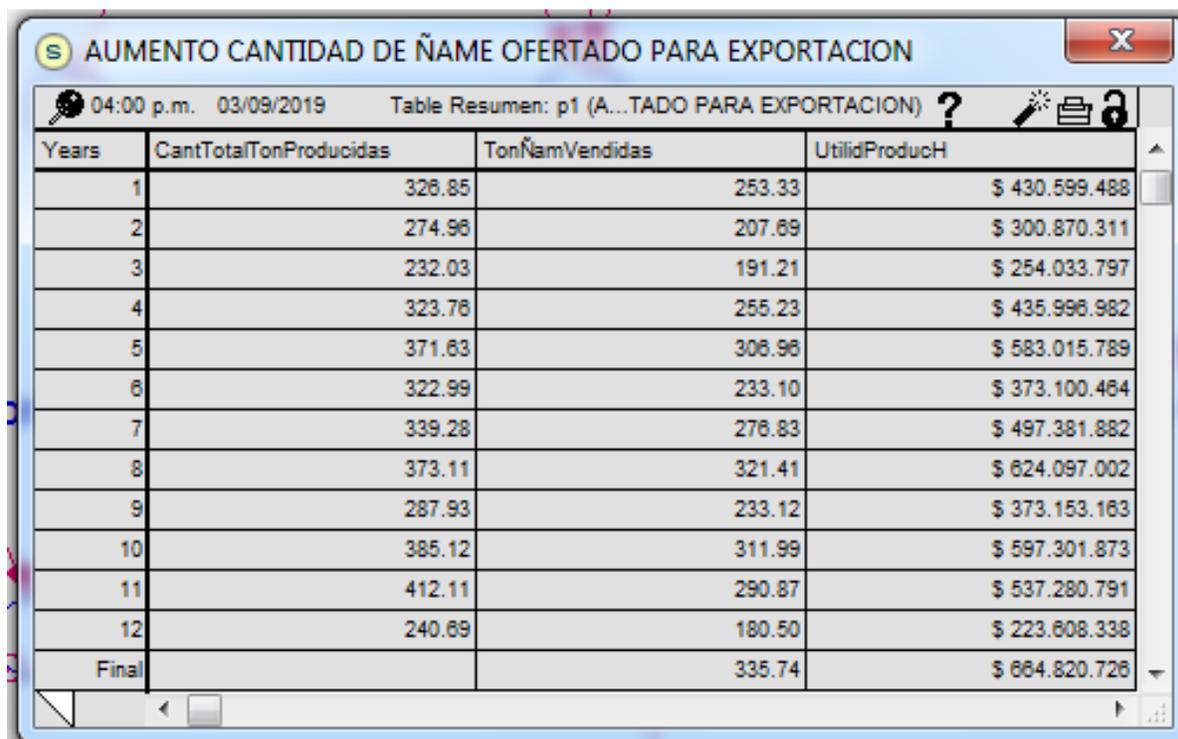
Tabla.

Valores para la simulación del escenario planteado.

Cantidad de ñame ofertado para exportación	17.3 %
Variación	30%

Fuente: elaboración propia

De la simulación realizada se obtuvo el siguiente resumen que presentamos a continuación.



Years	CantTotalTonProducidas	TonÑamVendidas	UtilidProducH
1	328.85	253.33	\$ 430.599.488
2	274.96	207.69	\$ 300.870.311
3	232.03	191.21	\$ 254.033.797
4	323.76	255.23	\$ 435.996.982
5	371.63	306.96	\$ 583.015.789
6	322.99	233.10	\$ 373.100.464
7	339.28	276.83	\$ 497.381.882
8	373.11	321.41	\$ 624.097.002
9	287.93	233.12	\$ 373.153.163
10	385.12	311.99	\$ 597.301.873
11	412.11	290.87	\$ 537.280.791
12	240.69	180.50	\$ 223.608.338
Final		335.74	\$ 664.820.726

Figura 38. Resumen de la variacion de ñame ofertado para exportacion

Fuente: elaboracion propia.

En conclusion para el analisis de este escenario, se puede decir que es evidente el cambio que se presenta en caso de aumentar la oferta del tuberculo a nuevos mercados, esto trae como respuesta la disminucion en la cantidad de ñame que no esta siendo comercializado, lo cual ha sido una de las mayores problematicas enfrentada por los productores de la region, por consecuencia se acorta la brecha entre la cantidad de ñame producido y la cantidad de ñame vendido, aumentando de igual forma la utilidad a favor de los productores.

21. Conclusiones y Recomendaciones

21.1 Conclusiones

Para dar conclusión a este trabajo de tesis, el siguiente capítulo será dedicado para exponer las conclusiones y recomendaciones logradas durante la realización de este proyecto.

Así pues, los aportes principales de este trabajo realizado tienen como fundamento principal poner en evidencia la realidad de la cadena productiva para el cultivo de ñame.

En consecuencia a los resultados obtenidos en esta investigación se demuestra que, los métodos implementados actualmente para los procesos de producción del tubérculo no han presentado mejoras, esto se ve reflejado en la calidad del producto final. Lo cual no es favorable para los productores, ya que se dejan de aprovechar las oportunidades que brindan los avances tecnológicos que hoy se ofrecen en temas relacionados con la agricultura.

El reto de desarrollar un modelo con dinámica de sistemas para la cadena productiva del Dioscórea spp nos brinda ciertas ventajas competitivas, ya que este modelo nos permite realizar modificaciones a conveniencia en cada una de las variables que puedan llegar a comprometer la producción del tubérculo, y así mismo poder realizar proyecciones a futuro sobre los niveles de ganancias y pérdidas generados durante los mismos periodos productivos.

A través del modelo dinámico se evidencia que, los niveles de rentabilidad van en aumento en relación al tiempo, esto hace que sea necesario hacer un mejor aprovechamiento de los terrenos cultivados.

Se hace necesario fortalecer las relaciones entre productor y mercado. Fue mediante el análisis dinámico que se pudo notar la falta de mercado para la comercialización del tubérculo.

El uso de la Dinámica de sistemas nos ha permitido entender que; aumentar los niveles de producción no garantiza en su totalidad mayores niveles de ingreso para los productores, debido a que se le está restando importancia a los canales de distribución para direccionar el tubérculo.

La aplicación de DS nos permitió tener mayor claridad del sistema estudiado, partiendo desde la evolución que se genera en cada una de las variables que lo conforman. Por lo tanto, consideramos que resulta bastante útil el planteamiento de posibles escenarios donde intervengan estas variables, ya que estos a su vez nos ayudaran a tener una descripción más clara y amplia del modelo.

Partiendo de que las alternativas propuestas para este estudio fueron realistas, hay que tener presente que muchos de los pronósticos realizados a largo plazo suelen ser referenciados con bajos niveles de confiabilidad, por lo cual, no se puede negar que se hace necesario tener en cuenta aquellas tendencias que puedan llegar a generar un impacto positivo en el análisis de este tipo de cadenas productivas. Los resultados obtenidos en este modelo nos demuestran lo difícil que es cambiar toda la estructura de un sistema a corto plazo, teniendo en cuenta que son las variables que intervienen en el sistema las que pueden condicionar el mismo.

21.2 Recomendaciones

- Para el sistema estudiado se hacen las siguientes recomendaciones:
- Se hace necesario fortalecer el apoyo hacia los productores en temas relacionados a los métodos de siembra.
- Desafiar a los productores a realizar apuestas por el uso de nuevas tecnologías en los cultivos.
- Aumentar los apoyos por parte de las instituciones encargadas de contribuir al desarrollo agrícola, en cuanto a manejo de riesgos sanitarios de los cultivos.
- Verificar que los terrenos seleccionados para realizar el cultivo de ñame cuenten con las condiciones necesarias para la siembra.
- Implementar nuevos métodos de recolección.

Referencias Bibliográficas

- Acevedo Suarez , J. A., Gomez Acosta , M. I., Lopez Joy, T., Acevedo Urquiaga, A. J., & Pardo Baez, Y. (2010). Modelo de Referencia de Redes de Valor para un desarrollo sostenible. *Revista de investigacion agraria y ambiental*, 29 - 49. Recuperado el 25 de Septiembre de 2017, de <https://search-proquest-com.ezproxy.cecar.edu.co:2443/docview/1190518355/fulltextPDF/8EF14F1ED46A4253PQ/4?accountid=34487>
- Agencia de Noticias UN. (28 de 10 de 2014). U. Nacional recupera ñame en Colombia. Recuperado el 19 de 08 de 2017, de <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/unacional-recupera-name-en-colombia.html>
- Amézquita López, J. A., & Chamorro Salas, K. M. (enero - marzo de 2013). Dinámica de sistemas aplicado en el análisis de cadenas productivas agroindustriales en el departamento de Bolívar. *Sistemas & Telemática*, 11, 27-37. Recuperado el 09 de Mayo de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/4115/411534392002.pdf>
- Amezquita Lopez, J. A., Vergara Schmalbach, J. C., & Maza Avila, F. J. (2008). Modelamiento de cadenas agroindustriales mediante simulacion de redes. 13 - 20 . Recuperado el 20 de Noviembre de 2011
- Andres, B., Sanchis, R., & Poler, R. (Enero de 2016). Modelado y Simulacion de la Cadena de Suministro con AnyLogic. *Modelling in Science Education and Learning*, 9(2), 57-72. doi:10.4995/msel.2016.3520
- Arango Serna, M. D., Perez Ortega , G., & Rojas Lopez, M. D. (11 de Noviembre de 2008). Modelizacion de los indicadores de gestion en la cadena de suministro. Una vision sistematica. *Dyna*, 21. Recuperado el 22 de Octubre de 2017, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/14033/1/1763-7716-1-PB.pdf>

- Arango Serna, R. D., Adarme Jaimes, W., & Zapata Cortes, J. (Octubre de 2013). Inventarios colaborativos en la optimización de la cadena de suministros collaborative inventory in supply chain optimization. *ProQuest Central*, 71 - 80. Recuperado el 25 de Septiembre de 2017, de <https://search-proquest-com.ezproxy.cecar.edu.co:2443/docview/1677423325/326A22AAB42C40E4PQ/12?accountid=34487>
- Balbuena, R. H. (Diciembre de 2014). Aspectos Dinámicos de la Cadena de Suministro. *Tesis doctorales en red*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2017, de <http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/299199/TRHB1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bitar, J. J. (05 de Mayo de 2016). *El ñame conquista los mercados externos*. Recuperado el 2017 de septiembre de 19, de Revista dinero: <http://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/la-demanda-del-name-ha-crecido-en-los-consumidores-de-estados-unidos/223537>
- Cabezas Lopez, Y. M., & Casas Duarte, P. A. (2012). Formulación del plan de exportación de ñame para la empresa PDM productos agrícolas E.U. con destino al mercado de los Estados Unidos. *Google académico*.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministros, Estrategia, planeación, operación*. (3 ed.). (C. C. Amigon, Ed.) Mexico: Pearson Prentice Hall. Recuperado el 23 de Noviembre de 2017
- Córdova, N., & Teodoro, L. (2014). Diseño de un sistema de ayuda para la gestión del gobierno municipal de puente piedra aplicando dinámica de sistemas. *Renati*, 1-159. Recuperado el 07 de Mayo de 2018, de <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/146046>
- Dane. (s.f). *Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE*. Recuperado el 25 de agosto de 2017, de DANE: <http://www.dane.gov.co/>

- García Ramírez, J. L., Romero Sánchez, F. C., & Mayorga Torres, O. (2014). Modelado del sistema logístico de la cadena productiva de la papa empleando dinámica de sistemas. *Avances*, 11, 86-93.
- Gonzales Vega, M. E. (2012). El ñame (*Dioscorea* spp. características, usos y valor medicinal. Aspectos de importancia en desarrollo de su cultivo. *INCA*. Obtenido de <http://www.ediciones.inca.edu.cu>
- Huertas Forrero, I., Clavijo Rondon, J., & Buitrago Perez, J. A. (2011). Modelo de dinámica de sistemas para la cadena de abastecimiento de la granadilla en Cundinamarca, Colombia. 9° *Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas*, (pág. 67). Bogota. Obtenido de <file:///C:/Users/PC/Downloads/1010170994-2012.pdf>
- Huertas Forrero, I., Ramón Verástegui, M., & Morales Parra, L. C. (2011). Modelo de dinámica de sistemas para el proceso de producción de la mandarina. 9° *Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas*, (pág. 63). Bogota. Obtenido de <file:///C:/Users/PC/Downloads/1010170994-2012.pdf>
- Ibarra Vega, D. W., & Redondo, J. M. (Julio - Diciembre de 2015). Dinamica de sistemas, una herramienta para la educacion ambiental en Ingenieria. *Revista Luna Azul*(41), 152 - 164. doi:10.17151/luaz.2015.41.9
- Izquierdo, L. R., Galan, J. M., Santos, J. I., & Del Osmos, R. (2008). Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes y mediante dinámica de. *Empiria. Revista de Metodología de las Ciencias Sociales*(16), 101-102. Recuperado el 23 de Octubre de 2017, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=297124024004>
- Martin Garcia, J. (mayo-agosto de 2012). Dinámica de sistemas: un paradigma de pensamiento. *El Hombre y la Máquina*(39), 4-5. Recuperado el 23 de Octubre de 2017, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47824590001>

- Miglierini, F. M., & Treviño, E. J. (Julio de 2012). Factores que Afectan el Desarrollo de Proveedores en una Cadena de Valor Integrada. *Daena*, 129 - 158. Recuperado el 1 de Octubre de 2017
- Ministerio de agricultura y desarrollo. (2012). Guía para la formulación de los planes generales de asistencia técnica dicta rural. 1-15.
- Oficina de comunicaciones ICA. (11 de agosto de 2009). *Exportadores de ñame de la mano del ICA*. Noticias, Agronet Minagriultura. Recuperado el 19 de septiembre de 2017, de <http://www.ica.gov.co/Noticias/Agricola/2009/Exportadores-de-name-de-la-mano-del-ICA.aspx>
- Osorio Calderon, P., & Andrade Sosa, H. H. (2010). *Propuesta de un modelo de simulación como herramienta en la justificación y comprensión de la toma de decisiones en la inversión pública. Un enfoque sistémico*. Universidad Industrial De Santander, Bucaramanga.
- Parra Peña, J. (Octubre de 2016). Modelizado para la planeación de la producción y la logística directa e inversa de una cadena de suministro cuyo abastecimiento depende parcialmente de los materiales de retorno. *Tesis doctorales, TESEO*, 9 - 13. Recuperado el 25 de Septiembre de 2017, de <https://www.educacion.es/teseo/mostrarRef.do?ref=1310865>
- Procaribe, F. (2012). Guía práctica para el manejo orgánico de cultivo de ñame tipo exportación. 16. Recuperado el 03 de mayo de 2018, de http://www.swissaid.org.co/sites/default/files/Cartilla%2B%C3%91ame_Julio%2B2012.pdf
- ProColombia. (13 de 07 de 2016). Por su sabor y beneficios para la salud, el ñame tiene oportunidad de crecimiento en EE UU. Recuperado el 17 de 08 de 2017
- Quintero Otero, J. D., Leviller Guardo, L. E., Lopez Pineda, L. F., Villadiego Paternina, P., & Garcia Martinez, A. T. (2008). Observatorio del caribe colombiano, Grupo Banco Colombia. *Indicador Global De Competitividad De Las Ciudades Del Caribe Colombiano*, 74 - 78.

- Quintero Posso, D. A., & López Muriel, S. M. (Diciembre de 2010). Análisis estructural: un apoyo para el modelado con dinámica de sistemas. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, 7(3), 153-161. Recuperado el 23 de Octubre de 2017, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=133117498018>
- Ramirez, M. E. (Julio de 2012). Modelo de visibilidad en el marco de las mejores prácticas de colaboración en la cadena de suministro. *Tesis doctorales, TESEO*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2017, de <https://www.educacion.es/teseo/mostrarRef.do?ref=991791>
- Reina Aranza, Y. C. (2012). *El cultivo de ñame en el Caribe colombiano*. centro de estudios economicos regionales CEER - Cartagena. Cartagena: Banco de la República. Recuperado el 19 de Septiembre de 2017
- Sotaquirá Gutiérrez, R. (Diciembre de 2014). Una nueva técnica de visualización dinámica para simulaciones en dinámica de sistemas. *Dyna*, 81(188), 229-236. Recuperado el 23 de Octubre de 2017, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49632758030>
- Soto, M. E. (26 de enero de 2011). Desarrollo de un modelo de gestión del conocimiento en la cadena de suministro de la industria agroalimentaria. *Tesis doctorales en red*, 43 - 49. Recuperado el 2017 de Septiembre de 2017, de <http://www.tesisenred.net/handle/10803/20785>

Anexos

Anexo 1. Consentimiento informado

DECLARACIÓN EXPRESA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

PROYECTO: Modelamiento de la cadena de suministro del ñame (dioscórea spp) de tipo bi-nivel, mediante la simulación con dinámica de sistemas, caso aplicado al sector agroindustrial región sabanas.

Justificación y objetivo de la investigación

En la actualidad el ñame se ha caracterizado por ser un producto cultivado y consumido en la región Caribe, es decir, su consumo es más local que general, lo cual ha estancado su explotación a nivel industrial. Sumado a esto, se evidencia problemas sanitarios del cultivo y la falta de desarrollo tecnológico, constituye factores limitantes para un óptimo nivel de producción (Hata, 2003). En 2010 la producción mundial de ñame estuvo encabezada por países africanos como Nigeria, Ghana y costa de marfil que representan el 85% de la producción total mundial. Para los países de Suramérica podemos mencionar a Colombia en el puesto número 12 con una producción de 395.374 en el 2010, que representa el 0,8% de la producción mundial, en el puesto 14 se encuentra Brasil con 233.000 toneladas y en el puesto 19 Venezuela con 115.000 toneladas. Sin embargo, hay que considerar a Colombia por ser el país de Suramérica con mayor producción de ñame, con rendimientos de 28,3 toneladas por hectárea sembrada (ton/ha) en 2010. El cultivo del ñame en Colombia se encuentra distribuido mayoritariamente en la región caribe aportando el 92,8% de la producción nacional. "Se destacan como los tres mayores productores Bolívar (50,1%), seguido de Córdoba y Sucre con 34,4% y 11,7%, respectivamente".

El siguiente estudio tiene como objetivo modelar la cadena de suministro del ñame (*Dioscórea spp*) de tipo bi-nivel, apoyándonos en un modelo de simulación con dinámica de sistemas, para una visión prospectiva aplicada a una agro-cadena de la región Sabanas. Caracterizar las variables de proceso y actores de la cadena productiva del ñame mediante un levantamiento de información, con el fin de comprender y conocer las interacciones entre los diferentes eslabones, las causas y efectos sobre las variables de salida del sistema, modelar la cadena de suministro del ñame, mediante un sistema dinámico de redes empleando los diagramas de Forrester, con el fin de analizar y evaluar el desempeño de cada uno de los actores que hacen parte de la cadena de abastecimiento, simular el modelo propuesto mediante un software especializado en dinámicas de sistemas, para conocer el efecto y el resultado en cada instancia o escenario probable, por los cambios efectuados en las variables y parámetros y de esta forma reorientar los recursos disponibles hacia una visión prospectiva.

Beneficios que pueden obtenerse del estudio

Los participantes podrán beneficiarse del estudio, mediante el planteamiento de recomendaciones que permitan mejorar el desempeño, la eficiencia y la sostenibilidad de la cadena de suministro del Dioscórea (spp), realizar aportes que permitan mejorar las relaciones de causas y efecto entre cada una de las variables del sistema, disponer de información cualitativa y cuantitativa que ayude a potenciar la cadena productiva de la región con el fin de fortalecer la competitividad del producto en nuevos mercados.

Garantía de recibir información sobre el estudio

Se garantiza a todos los participantes del estudio, dar respuesta a cualquier pregunta, recibir aclaración a cualquier duda acerca del objetivo del estudio, riesgos, beneficios y otros asuntos relacionados con la investigación. Para información relacionada con el estudio puede comunicarse a esta dirección:

FIRMA DOY CONSENTIMIENTO:

NOMBRE: _____

DOCUMENTO DE IDENTIDAD: _____

Firmado en _____, a los ____ días del mes de _____ del año 20__

Rafael Humberto Merlano Porto – Director del proyecto

C.C: 92028522

E-mail- rafael.merlano@cecar.edu.co

Tel: 3002019888

Pablo Cesar Pérez Buelvas – codirector

C.C: 73160788

E-mail pablo.perez@cecar.edu.co

Tel: 3114339423

Investigadores principales

Claudia Carolina Tirado Prada, Natalia Paola Rodríguez, Rigail José Vilazon Arrieta, Jaime Enrique Pérez, Javier José Pérez Ortega, Wilmer David canchila Villadiego

Corporación universitaria del caribe Cekar - Sincelejo

Libertad de retirar su consentimiento en cualquier momento

Toda persona que desee participar del estudio lo hará de manera voluntaria, con pleno conocimiento de los objetivos del proyecto, sus riesgos y beneficios, con la capacidad de libre elección y sin coacción alguna. Todos los participantes tienen el derecho de retirar su consentimiento en cualquier momento y dejar de participar en el estudio sin perjuicios de ninguna índole.

Confidencialidad de la información

Toda la información obtenida de las preguntas de la encuesta será manejada confidencialmente cuidando siempre la privacidad de los participantes. La información recopilada será utilizada exclusivamente para los fines del proyecto.

Mediante la firma del presente documento, manifiesto que se me ha explicado de manera clara y completa la naturaleza, alcances, riesgos y beneficios del estudio descrito anteriormente, y estoy de acuerdo en participar voluntariamente del mismo.

Anexo 2. Formato Instrumento aplicado.

**CORPORACION UNIVERSITARIA DEL CARIBE-CECAR
ENCUESTA PARA LA CARACTERIZACION DE LA CADENA DE
SUMINISTRO DEL Name
(Dioscorea-SPP)**

Instrumento para el levantamiento de información primaria, con el fin de caracterizar, los predios o áreas sembradas para la producción ñame en el departamento de Sucre. Encuesta de tipo descriptivo.

Nombre entrevistado: _____ Sub-Región: _____
Vereda: _____ Nombre del predio: _____
Ubicación: _____ Nombre encuestador: _____
Fecha diligenciamiento: _____ Coordenadas GPS: _____



MICMAC

Identification of keys variables

[To learn more about the method](#)




LINGENIERIE INFORMATIQUE


INSTITUT D'INNOVATION INFORMATIQUE POUR L'ENTREPRISE (I3SEI)



Software developed with the help of :

Sopra	Ministère des Affaires Etrangères
Adecco	Aéroport de Paris
Azur-GMF	BASF-Agro
Bel	Bipe
CNAF	Colas
Crédit Mutuel du Nord	Crédit Mutuel Océan
DGAC	Emerald
France Télécom	Manpower
Norisko	Soparind-Bongrain

Access to the software Micmac

Anexo 4. Interface software vensim



Anexo 5. Interface software Stella



Anexo 6. Proceso de preparación de suelo



Anexo 7. Etapa de siembra ñame



Anexo 8. Cultivo de ñame etapa de crecimiento.



Anexo 9. Visita a zonas cultivadas.



Anexo 10. Almacenamiento de recursos hídricos.



Anexo 11. Bodega de almacenamiento ñame.



Anexo 12. Socialización proyecto de investigación.



Anexo 13. Aplicación instrumento al productor.



Anexo 14. Asociación de cultivadores.



Tabla 22

Variables referenciadas para el eslabón productor.

Actor	Variable/Parámetro	Fuente
Productor	Numero Hectáreas cosechadas	Utilizada por: (Amezquita Lopez, Vergara Schmalbach, & Maza Avila, 2008) Valor: Encuesta eslabón producción
	Toneladas de ñame por hectárea	Utilizada por: (Amezquita Lopez, Vergara Schmalbach, & Maza Avila, 2008) Valor: Encuesta eslabón producción
	Cantidad total de toneladas producidas	Utilización y valor: Encuesta eslabón producción
	Producción promedio	Utilizada por: (Amezquita Lopez, Vergara Schmalbach, & Maza Avila, 2008) Valor: Encuesta eslabón producción
	Cantidad de ñame demandado para mercado interno	Utilizada por: (Reina Aranza, 2012)
	Cantidad de ñame demandado para exportación	(Centro de Comercio Internacional-ITC, 2017)
	Capacidad	Utilizada por: (Amezquita Lopez, Vergara Schmalbach, & Maza Avila, 2008) Valor: Encuesta eslabón producción
	Desperdicio	Utilizada por: (Reina Aranza, 2012)
	Jornal por hectárea cultivada	Utilizada por: (Amezquita Lopez, Vergara Schmalbach, & Maza Avila, 2008) Valor: Encuesta eslabón producción
	Mano de obra por hectárea	Utilizada por: (Procaribe, 2012)
	Jornal por mano de obra empleada	Utilizada por: (Procaribe, 2012)
	Costo Jornal	Utilizada por: (Procaribe, 2012)
	Costo Mano de obra	Utilizada por: (Procaribe, 2012)

Mano de obra contratada	Utilizada por: (Amezquita Lopez, Vergara Schmalbach, & Maza Avila, 2008) Valor: Encuesta eslabón producción
Costo total mano de obra	Utilizada por: (Amezquita Lopez, Vergara Schmalbach, & Maza Avila, 2008) Valor: Encuesta eslabón producción
Gastos de operación por hectárea	Utilizada por: (Amezquita Lopez, Vergara Schmalbach, & Maza Avila, 2008) Valor: Encuesta eslabón producción
Numero Hectáreas sembradas	Utilización y valor: Encuesta eslabón producción
Gastos operativos	Utilizada por: (Amezquita Lopez, Vergara Schmalbach, & Maza Avila, 2008) Valor: Encuesta eslabón producción
Costo insumos por hectárea	Utilizada por: (Procaribe, 2012)
Costo insumos totales	Utilizada por: (Amezquita Lopez, Vergara Schmalbach, & Maza Avila, 2008) Valor: Encuesta eslabón producción
Costo total producción	Utilizada por: (Amezquita Lopez, Vergara Schmalbach, & Maza Avila, 2008) Valor: Encuesta eslabón producción
Cantidad de ñame ofertado para exportación	Utilización y valor: Encuesta eslabón producción
Cantidad de ñame ofertado para mercado interno	Utilización y valor: Encuesta eslabón producción
Toneladas ñame vendidas	Utilizada por: (Amezquita Lopez, Vergara Schmalbach, & Maza Avila, 2008) Valor: Encuesta eslabón producción

Precio del producto para mercado interno	Utilizada por: (Reina Aranza, 2012)
Precio del producto para mercado internacional	(Centro de Comercio Internacional-ITC, 2017)
Precio ñame por tonelada	Utilizada por: (Amezquita Lopez, Vergara Schmalbach, & Maza Avila, 2008) Valor: Encuesta eslabón producción
Ingreso total productor	Utilizada por: (Amezquita Lopez, Vergara Schmalbach, & Maza Avila, 2008) Valor: Encuesta eslabón producción
Utilidad producción H	Utilizada por: (Amezquita Lopez, Vergara Schmalbach, & Maza Avila, 2008) Valor: Encuesta eslabón producción

Nota: La clasificación “utilizada por” hace referencia a investigadores que a través de sus estudios realizados han hecho uso de la variable, clasificando según sea el caso el valor que tome dicha variable referenciada.

Fuente: elaboración propia.