

**Modelo Cross Docking como Herramienta de Gestión para la Cadena de Suministro
Global del Ñame en el Departamento de Sucre**

Jairo Andrés Solar Ávila

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

FACULTAD DE INGENIERÍAS

MAESTRÍA EN LOGÍSTICA INTEGRAL

CARTAGENA DE INDIAS D.T Y C.

Diciembre de 2018

**Modelo Cross Docking como Herramienta de Gestión para la Cadena de Suministro Global
del Ñame en el Departamento de Sucre**

Jairo Andrés Solar Ávila

Trabajo de Grado para Optar al Título de Magister en Logística Integral

Director

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

FACULTAD DE INGENIERÍAS

MAESTRÍA EN LOGÍSTICA INTEGRAL

CARTAGENA DE INDIAS D.T Y C.

Diciembre de 2018

Cartagena de Indias, 14 de Diciembre del 2018

Señores:

COMITÉ EVALUADOR

Maestría en Logística Integral

Facultad de Ingeniería

Universidad Tecnológica de Bolívar

Cartagena de Indias D.T y C

Respetados Señores:

Por medio de la presente me permito someter para estudio, consideración y aprobación el trabajo de grado titulado **“Modelo Cross Docking como Herramienta de Gestión para la Cadena de Suministro Global del Ñame en el Departamento de Sucre”** desarrollada por el estudiante **Jairo Andrés Solar Ávila** en el marco de la **Maestría en Logística Integral**.

Como director del proyecto considero que el trabajo cumple los objetivos planteados y amerita ser presentado para su evaluación.

Cordialmente,

Director de Trabajo de Grado

Cartagena de Indias, 14 de Diciembre del 2018

Señores:

COMITÉ EVALUADOR

Maestría en Logística Integral

Facultad de Ingeniería

Universidad Tecnológica de Bolívar

Cartagena de Indias D.T y C

Respetados Señores:

Por medio de la presente me permito someter para estudio, consideración y aprobación el trabajo de grado titulado **“Modelo Cross Docking como Herramienta de Gestión para la Cadena de Suministro Global del Ñame en el Departamento de Sucre”** desarrollada en el marco de la **Maestría en Logística Integral.**

Cordialmente,



Jairo Andrés Solar Ávila

Investigador Principal

Notas de aceptación

Firma del Jurado 1

Firma del Jurado 2

Firma del Jurado 3

Cartagena de Indias, 14 de Diciembre del 2018

Dedicatoria

Primeramente, agradecer a Dios por permitirme tener la sabiduría y el entendimiento para plasmar el conocimiento desarrollado en esta tesis.

Así mismo, agradecer de una manera especial a mi familia que me dieron el acompañamiento y el ánimo suficiente para seguir adelante en este proceso que fue largo y dispendioso pero que al final trajo todos sus frutos.

Agradecimientos

A todos los profesores de la Universidad Tecnológica de Bolívar que nos transmitieron todos los conocimientos que fueron de vital importancia en la realización de esta tesis de grado.

A la gobernación de Sucre que a través del proyecto de formación de alto nivel pudimos obtener la beca para la realización de la maestría.

A todas las entidades que de alguna u otra manera nos hicieron extensiva la información necesaria para la realización de esta tesis de grado.

A Nicolás Gómez, Ingeniero Industrial por la asesoría y el apoyo.

Tabla de Contenido

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO CON CROSS DOCKING COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN PARA LA CADENA DE SUMINISTRO DEL ÑAME EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE.	17
1.1 Tipos y estructuras Cross Docking.....	17
1.2 Simulación de eventos discretos como herramienta de gestión para la logística.....	36
CAPÍTULO 2. PROBLEMÁTICA DE LA LOGÍSTICA DE DISTRIBUCIÓN Y ACOPIO DEL ÑAME EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE.	47
2.1 CONDICIONES ACTUALES DE LA PROBLEMÁTICA DEL ÑAME EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE	47
2.2 Objetivos	52
2.2.1 General.....	52
2.2.2 Específicos	52
CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS DEL ÑAME EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE.	53
3.1 Información del ñame en el departamento de Sucre.....	53
3.2 Generalidades del Ñame	54
3.3 Canales de Comercialización	57
3.4 Inconvenientes y uso del ñame en Colombia	58
3.5 Análisis Económico del ñame en Colombia	61
3.6 Producción de Ñame en Colombia.....	62
3.7 Área cultivada en Colombia.....	65

3.8 Rendimiento del cultivo ñame en Colombia.....	67
3.9 Consumo del ñame en Colombia.	68
3.10 Proceso logístico del ñame en el departamento de Sucre.....	70
3.11 Tipos de transporte.....	71
3.12 Producción, cosecha, variedad de tubérculos y número de productores en el departamento de Sucre..	74
3.13 Uso y canales de comercialización del ñame en el departamento de Sucre.	90
3.14 Análisis del entorno y puntos críticos del ñame en el departamento de sucre.	96
3.15 Mercados objetivos para la comercialización de ñame.....	98
3.16 Principales destinos y proceso de exportación del ñame.....	100
3.17 Asociatividad en el departamento de Sucre.	102
3.18 Proceso de recolección de la información.....	104
3.19 procesamiento y análisis de la información.....	107
3.20 validación de los tiempos de operación.	107

CAPÍTULO 4. MODELO CONCEPTUAL Y DE SIMULACIÓN DE LA CADENA DE

ABASTECIMIENTO DEL ÑAME EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE..... 108

4.1 Modelo conceptual de la situación actual.....	108
4.2 Modelo conceptual de la situación propuesta.....	111
4.3 Plataforma de Cross Docking.	112
4.3.1 Requerimientos.....	112
4.3.2 Actividades Dentro del Proceso Cross Docking.	117
4.4 Localización de la plataforma cross docking.....	121
4.5 Modelo de simulación de la situación actual.....	125
4.5.1 Análisis de datos de entrada.....	125
4.5.2 Módulos de Procesos y Envíos.....	127
4.5.3 Modelo Actual.....	129
4.6 Modelo de simulación propuesto.	138

4.7 Periodo de calentamiento o Warm Up.....	142
4.8 Número de réplicas.....	146
4.9 Verificación y validación del modelo.....	150
4.11 Análisis de Resultados	155
4.11.1 Análisis de tiempos promedio a través de variables de salida.....	155
4.11.2 Análisis de impacto a la exportación:	160
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	161
5.1 Recomendaciones.....	162
BIBLIOGRAFÍA.....	163

Lista de figuras

<i>Figura 1. Manipulación en un típico Cross Docking</i>	<i>19</i>
<i>Figura 2. Etapas generales de la simulación de un modelo.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 3. DCA de un proceso de producción en serie con bloqueo.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 4. Área cosechada y producción de ñame en Colombia</i>	<i>64</i>
<i>Figura 5. Rendimiento del cultivo de ñame por departamentos</i>	<i>68</i>
<i>Figura 6. Matriz cuantitativa de cultivo y producción de ñame espino en el departamento de Sucre</i>	<i>78</i>
<i>Figura 7. cultivo y producción de ñame espino en el departamento de sucre</i>	<i>80</i>
<i>Figura 8. matriz cuantitativa de cultivo y producción de ñame diamante en el departamento de Sucre</i>	<i>82</i>
<i>Figura 9. Cultivo y producción de ñame diamante en el departamento de Sucre</i>	<i>83</i>
<i>Figura 10. matriz cuantitativa de cultivo y producción de ñame criollo solo en el departamento de Sucre</i>	<i>85</i>
<i>Figura 11. matriz cuantitativa de cultivo y producción de ñame criollo asociado en el departamento de Sucre</i>	<i>86</i>
<i>Figura 12. cultivo y producción de ñame criollo en el departamento de Sucre</i>	<i>87</i>
<i>Figura 13. consolidado de ñame general en el departamento de Sucre</i>	<i>89</i>
<i>Figura 14. cultivo y producción de ñame general en el departamento de Sucre.....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 15. Descripción de la cadena de suministros del ñame</i>	<i>96</i>
<i>Figura 16. Modelo conceptual de la situación actual.....</i>	<i>110</i>

<i>Figura 17. Modelo Conceptual de la situación propuesta</i>	<i>112</i>
<i>Figura 18. Modelo conceptual de la plataforma cross docking.....</i>	<i>117</i>
<i>Figura 19. Ubicación geográfica de los nodos</i>	<i>124</i>
<i>Figura 20. Variable Producción Municipio Ovejas.....</i>	<i>126</i>
<i>Figura 21. Prueba de bondad de ajuste Proceso de Carga en Finca</i>	<i>128</i>
<i>Figura 22. Parte 1 del Esquema global del modelo de simulación actual</i>	<i>131</i>
<i>Figura 23. Parte 2 del Esquema global del modelo de simulación actual</i>	<i>132</i>
<i>Figura 24. Llegada de carga Ovejas</i>	<i>132</i>
<i>Figura 25. Distribución de carga en eslabones intermedios en Ovejas.....</i>	<i>133</i>
<i>Figura 26. Distribución de carga hacia destinos en ovejas.....</i>	<i>134</i>
<i>Figura 27. Consolidación de carga en destinos nacionales e internacionales</i>	<i>135</i>
<i>Figura 28. Atributos y Variables Modelos Actual y Propuesto.....</i>	<i>136</i>
<i>Figura 29. Variables De Tiempo Total del Sistema.....</i>	<i>136</i>
<i>Figura 30. Grafica Origen Destino</i>	<i>137</i>
<i>Figura 31. Parte 1 del Esquema global del modelo de simulación con centro de acopio CDI</i>	<i>139</i>
<i>Figura 32. Parte 2 del Esquema global del modelo de simulación con centro de acopio CDI</i>	<i>140</i>
<i>Figura 33. Submodelo de operaciones en plataforma cross docking.....</i>	<i>142</i>
<i>Figura 34. gráfico de Periodo de calentamiento origen destino de Barranquilla</i>	<i>143</i>
<i>Figura 35. gráfico de Periodo de calentamiento origen destino de Cartagena</i>	<i>144</i>
<i>Figura 36. gráfico de Periodo de calentamiento origen destino Sincelejo</i>	<i>144</i>
<i>Figura 37. gráfico de Periodo de calentamiento origen destino Santa Martha</i>	<i>145</i>
<i>Figura 38. gráfico de Periodo de calentamiento origen destino Exportador</i>	<i>145</i>

Lista de Tablas

<i>Tabla 1. Relación taxonómica de la investigación</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 2. Información para método de centro de gravedad.....</i>	<i>123</i>
<i>Tabla 3. Resultado de localización de centro de acopio mediante centro de gravedad</i>	<i>123</i>
<i>Tabla 4. Datos de Entrada Modulo Create</i>	<i>125</i>
<i>Tabla 5. Módulos Process Modelo Actual Ovejas</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 6. Módulos Delay Modelo Actual Ovejas</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 7. Módulos Process Modelo Propuesto Plataforma Cross Docking</i>	<i>141</i>
<i>Tabla 8. Resultado de periodo de calentamiento para cada indicador</i>	<i>146</i>
<i>Tabla 9. Resultados Numero Adicional de Replicas</i>	<i>148</i>
<i>Tabla 10. Validación del modelo mediante variable de tiempos eslabón productor.....</i>	<i>151</i>
<i>Tabla 11. Validación del modelo mediante variable de tiempos eslabón Intermediario proceso limpieza y clasificación</i>	<i>152</i>
<i>Tabla 12. Validación del modelo mediante variable de tiempos eslabón Intermediario proceso descarga producto.....</i>	<i>152</i>
<i>Tabla 13. Validación del modelo mediante variable de tiempos eslabón Organizaciones</i>	<i>153</i>
<i>Tabla 14. Validación del modelo mediante variable de tiempos eslabón Comercializadores.....</i>	<i>154</i>
<i>Tabla 15. Tiempos de Recorridos Origen Destino Ovejas</i>	<i>155</i>
<i>Tabla 16. Tiempos de Recorridos Origen Destino Corozal.....</i>	<i>156</i>
<i>Tabla 17. Tiempos de Recorridos Origen Destino Coloso</i>	<i>156</i>
<i>Tabla 18. Tiempos de Recorridos Origen Destino Morroa.....</i>	<i>157</i>

<i>Tabla 19. Tiempos de Recorridos Origen Destino Coveñas.....</i>	<i>157</i>
<i>Tabla 20. Tiempos de Recorridos Origen Destino Los Palmitos</i>	<i>158</i>
<i>Tabla 21. Tiempos de Recorridos Origen Destino San Antonio.....</i>	<i>158</i>
<i>Tabla 22. Consolidado General Origen Destinos.....</i>	<i>159</i>
<i>Tabla 23. Tiempos de Recorridos Origen Destino Comercio Internacional</i>	<i>160</i>

Introducción

La dinámica actual en la gestión de la cadena de suministros muestra los grandes esfuerzos a los que se ven obligados los actores que compiten día a día por la vigencia en los mercados, es por esto que todos buscan mediante diversas herramientas la sostenibilidad y el equilibrio en las actividades que desarrollan, por lo cual las cadenas de suministros juegan un papel preponderante en la gestión propia del éxito al cual se pretende alcanzar. Sin duda los avances muestran distintos escenarios que hacen pensar que trabajando arduamente y los resultados esperados se pueden materializar mediante la implementación de modelos que faciliten la gestión de la cadena de suministros.

los productos mueven transversalmente las economías y de acuerdo a su importancia cada uno realiza su aporte. El ñame muestra en el departamento de sucre un importante papel debido a que es uno de los principales productos para siembra y comercialización de acuerdo a que en el año 2015 el área sembrada en el departamento de Sucre fue de 6062 hectáreas (secretaría de desarrollo económico y medio ambiente, 2015) como producto de primera necesidad en la canasta familiar de la costa atlántica. Así mismo, las grandes oportunidades que muestra para el exterior lo vuelven un producto supremamente atractivo para estructurar de forma consistente su cadena de suministros. Desafortunadamente hoy los aportes no han sido suficientes para sacar adelante las valiosas oportunidades que proporciona este tubérculo que año tras año muestra significativos avances en su crecimiento.

Es por esto que desde este proyecto y mediante algunas herramientas y/o metodologías se busca proporcionar una estructura clara y precisa para la cadena de suministros inexistente en el departamento de Sucre que permita proporcionar distintos escenarios para la evaluación de las

mejores condiciones para el desarrollo de las actividades en la cadena de suministros, donde se vean aportes en la disminución de costos, en el diseño y la ubicación misma de centros de acopios que propendan las mejores condiciones para el comercio internacional que muestra grandes oportunidades para el departamento.

Mediante la simulación se pretende construir los mejores escenarios que muestren las alternativas propicias para la cadena de suministros del ñame, así mismo la inclusión de metodologías tan eficientes como el cross docking que busca inmiscuir la innovación como foco de orientación en la construcción del mejor escenario con la firme intención de proporcionar un aporte significativo para el departamento.

Capítulo 1. Marco teórico con Cross Docking como herramienta de gestión para la cadena de suministro del ñame en el departamento de Sucre.

1.1 Tipos y estructuras Cross Docking

Debido a la creciente importancia que ha tenido la búsqueda de soluciones que permitan optimizar la gestión de la cadena de suministros, en la literatura encontramos avances significativos en cuanto a la gestión de las diferentes operaciones que tienen lugar en la cadena de valor y una de las operaciones más importantes es la distribución, ya que juega un papel fundamental debido a la gran influencia que tiene sobre la cadena de forma transversal. Esto ha llevado con el transcurrir del tiempo a que se diseñen herramientas que posibiliten la mejora continua de esta operación dentro de cada eslabón a lo largo de la cadena.

Uno de los principales problemas en la distribución radica en cómo encontrar la forma adecuada de hacer llegar los bienes y/o productos a los clientes al menor costo sin violar las limitaciones del tiempo en algunos casos. Como una solución altamente efectiva encontramos la implementación del cross docking, siendo este un sistema o estrategia que posibilita la optimización de la distribución mediante la consolidación y/o almacenamiento temporal de los productos que se envían al cliente ya sea minorista, mayoristas, empresa de manufactura, puertos marítimos entre otros, entendiéndose también como una plataforma de alistamiento donde se reciben una gran cantidad de insumos, materiales, productos, materias primas que se consolidan para un mismo destino.

Este enfoque básicamente consiste en la disposición de un espacio de almacenamiento temporal con unas puertas de entradas (inbound) y unas puertas de salida (outbound) donde llegan vehículos con todo tipo de insumos, materiales, productos terminados de diferentes proveedores

donde se consolidan y se envían a un destino en común. En la literatura encontramos muchas definiciones que arraigan el concepto, “según (Schaffer, 1997) “cross docking es un enfoque que elimina las dos operaciones de manipulación más costosas que son almacenamiento y recogida de pedidos”, “de acuerdo a (Kinnear, 1997) “se recibe el producto de un proveedor o fabricante, se consolida con otros productos para luego enviarlo a varios destinos finales en común”, “según (MHIA, 2011) define cross docking como el proceso de movimiento de la mercancía desde el muelle de recepción del envío [dock] hasta la puerta de despacho sin colocarlo en ubicaciones de almacenamiento”.

Se podría argumentar que para un correcto funcionamiento del cross docking es importante la sincronización de los vehículos entrantes y salientes con la más mínima manipulación posible a los productos y con poco o ningún almacenamiento entre carga y descarga. Si la mercancía se almacena temporalmente, esto debería ser por un corto período de tiempo teniendo en cuenta la optimización operativa que se busca dentro del centro de distribución. De acuerdo a (Gue, 2004) “coinciden en que el tiempo estimado de almacenamiento para un cross docking no debe ser superior a 24 horas porque de lo contrario podría ser considerado como un almacenamiento tradicional”, sin embargo esto no es una camisa de fuerza debido a que no llega a ser una restricción que siempre se debe cumplir, “ es importante mencionar que muchas empresas utilizan la combinación de ambos enfoques, el almacenamiento tradicional y el cross docking para combinar las ventajas que ambas proporcionan” (Schaffer, 1997).

“Dentro de las características físicas encontramos que el cross docking suelen ser estructuras en forma rectangular donde tiene varios muelles de carga (puertas), donde los camiones pueden arribar para ser cargado o descargado, las llegadas de camiones están asignados a una puerta donde los productos son descargados. Luego la mercancía se mueve a su correspondiente puerta

de despacho y se carga en un camión saliente, sin embargo existen otras formas de estructuras físicas que también podemos encontrar y pueden ser descritas por la forma de algunas letras I, U, L, T, H, E” (Belle, Valckenaers, & Cattrysse, 2012).

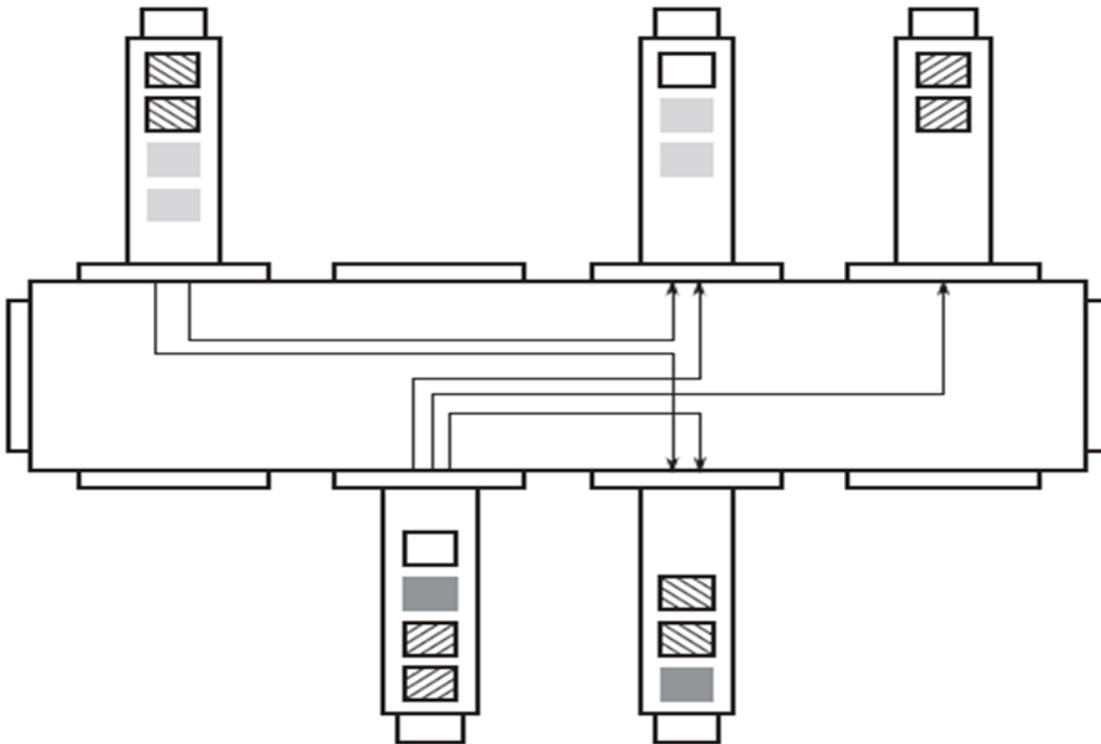


Figura 1. Manipulación en un típico Cross Docking

Fuente: Adaptado de (Belle et al., 2012).

En el modelo propuesto por esta estrategia de distribución conocida como cross docking existen dos alternativas que son ampliamente utilizadas dependiendo de una serie de necesidades presentadas por los tipos de productos o mercaderías que fluyen a través de la cadena de suministros. En primer lugar, encontramos al cross docking directo o pre distribuido que consiste básicamente en que la carga que viene del proveedor o fabrica hacia la plataforma logística ya viene organizada en las cantidades previamente dispuestas, es decir que al entrar a la plataforma

logística entra al muelle de descarga y así mismo es llevada hacia la puerta de carga donde es consolidada con la de otros proveedores o fabricas para luego ser enviada a un destino en común, es importante destacar que este modelo es el más elemental y usado debido a que no requiere de manipulación adicional dado que la mercancía no requiere de ningún tipo de alistamiento (Aldana & Bacca, 2014).

Por otro lado, tenemos el modelo de cross docking indirecto o consolidado donde la carga es recibida en el muelle de descarga para luego ser enviada a un área de alistamiento dentro de la plataforma logística donde los productos están sujetos a un proceso de consolidación y/o manipulación para luego ser distribuida a los diferentes destinos en común, este modelo resulta ser un poco más complejo y donde se hace un mayor uso de recursos teniendo en cuenta la manipulación dispuesta. Existe una operación muy común para este tipo de modelos como el picking teniendo en cuenta los diferentes orígenes, donde posteriormente se hace la respectiva selección de los productos y luego en consolidado son enviados a los diferentes destinos (Belle et al., 2012).

“Dentro de la configuración interna del cross docking los movimientos básicamente radican en que las mercancías son almacenadas temporalmente, están ubicadas en el piso de la plataforma de alistamiento (por ejemplo, en frente de la puerta del muelle donde está la salida de la carretilla). Sin embargo, es posible que la plataforma de alistamiento contenga, por ejemplo, un almacenamiento de palets, de este modo se puede decir que el cross-docking es combinado con el almacenamiento tradicional” (Belle et al., 2012).

Las herramientas utilizadas para los movimientos internos de descargue, consolidación y cargue varían según la necesidad y el tipo de producto, usualmente se utiliza de gran manera la

carretilla elevadora, la mano de obra del hombre, así mismo la banda transportadora siendo estas últimas más utilizadas para sistemas automatizados y poco comunes.

“ El transporte que usualmente se utiliza dentro de los espacios físicos de un cross docking puede ser ejecutado manualmente (por ejemplo, trabajadores utilizando carretillas elevadoras) o puede haber un sistema automatizado en el lugar (por ejemplo, una red de cintas transportadoras), la infraestructura disponible será por supuesto dependiente del tipo de mercancía que se gestiona en la plataforma de alistamiento dadas sus características físicas en volumen, tamaño, modularidad, etc” (Santos & Villavicencio, 2012).

También existen unas características operativas que se pueden asignar y ejecutar, por consiguiente, encontramos que el modo de servicio según (Boysen & Fliedner, 2010) “de un cross docking se determinan los grados de libertad en la asignación de los camiones entrantes y salientes a puertas de carga. En el modo de servicio exclusivo, cada puerta de carga es exclusiva, el segundo modo es el modo mixto. En este modo, los camiones entrantes y salientes pueden ser procesados en todas las puertas, estos dos modos también pueden combinarse, en este modo de combinación, un subconjunto de las puertas es operado en modo exclusivo, mientras que el resto de las puertas se opera en modo combinado”, “también encontramos dentro de las características operativas la preferencia debido a que la carga o descarga de un camión puede ser interrumpida, y la carretilla que se encuentra operando la puerta se retira de la base y luego otra carretilla toma su lugar, la carretilla inconclusa tiene que ser reasignada más tarde para finalizar la carga” (Belle et al., 2012).

Otras características generales que se deben destacar son la hora de salida de los camiones que pueden ser restringidas y asignarles ventanas de tiempo, en muchos casos no existen restricciones y los camiones salen de la plataforma logística después que todas las mercancías sean cargadas o

descargadas. Sin embargo, también es posible que los camiones tengan que partir antes de un determinado momento en el tiempo, por ejemplo, con el fin de llegar a tiempo para la siguiente tarea de transporte. En este caso, puede haber restricciones impuestas a las horas de salida de los camiones entrantes únicamente, de modo que estos camiones tienen que ser descargadas a tiempo. En forma similar, es posible que sólo los camiones salientes tengan que dejar el centro de distribución antes de un momento determinado (Uday M. Apte & S. Viswanathan, 2010).

Si bien la implementación del cross docking puede ser vista como una herramienta que posibilita la optimización de un sistema de distribución, existen una serie de factores que deben considerarse para que esta metodología sea implementada, por ejemplo, según (Uday M. Apte & S. Viswanathan, 2010) “hay que analizar algunos factores que influyen en la idoneidad del cross docking en comparación con los almacenamientos tradicionales, un primer factor importante es la tasa de demanda de productos si hay un desequilibrio entre la carga entrante y el saliente, el cross docking no funcionaría bien. Por lo tanto, los bienes que son más adecuados para el cross docking son los únicos que tienen demandas o tasas que son más o menos estables. Este es el caso de los alimentos perecederos que suelen ser productos con demandas más estables debido a su alto consumo, en efecto la planificación y posterior ejecución del cross docking se hace más fácil, como segundo factor importante esta la unidad de costo de las reservas este es un factor importante porque cross docking minimiza el nivel de existencias en el almacén, por consiguiente la probabilidad de situaciones de falta de stock es mayor debido a que lleva una relación directa con el justo a tiempo por eso debe haber un equilibrio entre lo entrante y saliente”.

“Otros tipo factores que pueden influir en el funcionamiento de cross docking son la distancia a los proveedores y clientes (mayores distancias aumentar los beneficios de la consolidación), el valor del producto y ciclo de vida (una mayor reducción en los costos de

inventario de productos de mayor valor y más corto ciclo de vida), la cantidad de demanda (una mayor reducción en espacio y costes de inventario de los productos con mayor demanda), la puntualidad de los envíos de proveedor (para asegurar una correcta sincronización de camiones entrantes y salientes), etc (Uday M. Apte & S. Viswanathan, 2010).

Sin embargo, existen otros autores que utilizan enfoques más cuantitativos es el caso de (Galbreth, Hill, & Handley, 2008) “compara los costos de transporte y de manipulación entre una situación en la que un proveedor va a enviar productos a varios clientes con envíos directos y una situación en la cual también se realizan envíos vía indirecta a un cross docking. Para la segunda situación, la programación entera mixta (MIP, por sus siglas en inglés) propone un modelo para determinar que las mercancías deben ir directamente desde el proveedor al cliente y que los bienes deben ser enviados a través de un cross-docking para satisfacer las demandas (conocida).” En efecto, se logra determinar que el cross docking es más valioso cuando las demandas son menores.

Dentro de otros enfoques cuantitativos encontramos que se realizan comparaciones interesantes entre el cross docking y el almacenamiento tradicional, por ejemplo, (Taylor, Kreng, & Chen, 2008) “comparan los costos de funcionamiento. Además de los costos de explotación y de transporte, los costos de producción (más específicos son los costos de configuración) de la mercancía al proveedor, son tomados en cuenta. Cuando un cross docking es utilizado, las entregas son más frecuentes, el tamaño del lote debe ser menor, lo que provoca mayores costos de instalación”.

(Schaffer, 1997) describe “la implementación exitosa de cross docking cuando una empresa quiere implementar este modelo, la introducción debe prepararse muy bien. Si el equipamiento necesario ya está disponible debido a que el cross docking parece simple, lo que lleva a suponer

que puede ser fácilmente aplicado sin mucho esfuerzo, sin embargo, cross docking en sí es bastante complejo y requiere de un alto grado de coordinación entre los miembros de la cadena de suministro (por ejemplo, el tiempo de llegada y salida), así, los requisitos para el éxito de cross docking debe entenderse a fondo y la aplicación deben ser planeados cuidadosamente”.

Siguiendo con los modelos cuantitativos desarrollados por más investigadores encontramos que “Según (Yu & Egbelu, 2008) los modelos desarrollados para planificar el correcto funcionamiento de los cross docking en el caso de un sistema de gestión de almacenes WMS que juega un papel importante en el desarrollo y éxito de la aplicación de un cross docking, el sistema de manipulación de materiales y clasificación que deben ajustarse a las necesidades concretas del sistema, este software sólo puede funcionar correctamente si se alimenta con la información precisa y oportuna”. “En comparación con la distribución tradicional, el flujo de información para apoyar cross docking es significativamente más importante”.

(Richardson, 1999) plantea por ejemplo, “coordinar los camiones entrantes y salientes a los muelles apropiados, la hora de llegada y el destino de las mercancías deben ser conocidos antes de la llegada de los bienes físicos por ejemplo, a través de avisos de transporte (ASN). Varias herramientas de tecnología de la información están disponibles para la realización de este flujo de información, por ejemplo, intercambio electrónico de datos (EDI), el contenedor de transporte marcado (SCM), códigos de barras y captura de productos utilizando el código universal de producto (UPC)”.

(Schaffer, 1997), “Independientemente de que tecnología sea elegida, los actores de la cadena de suministro deben estar capacitados y dispuestos a proporcionar la información necesaria a través

de esta tecnología. Una buena cooperación en toda la cadena de suministro puede hacer o romper el cross-docking”.

(Jayaraman & Ross, 2003), “Dentro de la implementación de un cross docking se suelen tener algunas características que configuran algunas clasificaciones, normalmente cuando llegan los vehículos (inbound) en la serie de procesos que se ejecutan al interior del espacio cuando hay un solo toque o cuando el producto se toca una sola vez mediante la carretilla elevadora es el caso de un descargue y posterior cargue al vehículo de salida (outbound) un solo movimiento, así mismo cuando hay dos toques generalmente el vehículo llega se descarga y se dispone la mercancía en la pila o tira de la puerta para luego ser cargada al vehículo saliente, normalmente ocurre cuando hay un espacio de tiempo para el vehículo de salida. También encontramos cuando existen múltiples toques para la carga normalmente ocurre cuando hay que reconfigurar la carga o consolidar diferentes productos para un solo destino en común, de esta forma se configura el tipo de característica que puede tener el muelle transversal” (Gue, 2004).

En las decisiones que hay que enfrentar al momento de pensar en la implementación de un cross docking podemos mencionar las estratégicas, las tácticas y las operativas, cabe destacar que cada una va ligada a un horizonte en el tiempo y de estas depende que la implementación de este sistema traiga consigo los resultados esperados, las primeras decisiones obedecen al orden estratégico con preguntas como donde se puede ubicar el centro de distribución, cuál sería el mejor diseño, posteriormente se enfrenta a decisiones de orden táctico debido a que hay que diagramar como la mercancía es transportada al menor costo y que a su vez se satisfaga la demanda, cómo se ejecutaría la configuración interna, cómo se realizaría la asignación correspondiente, posterior a ello encontramos lo operacional que de alguna manera va ligado a lo táctico teniendo en cuenta que se debe identificar la forma de operación en el modo de servicio, patrones de llegada

configuración de los vehículos, la ubicación de los productos de forma temporal al interior del cross docking, esto en conjunto posibilita que la implementación de este sistema se acople de forma que los resultados esperados sean los apropiados.

Evaluando la evolución cronológica de la modelación matemática ampliamente abordada por muchos autores encontramos que el primer estudio sobre la ubicación de los muelles transversal se realiza por (Sung et al., 2003). En el problema considerado, las mercancías han de ser transportadas desde los nodos de la oferta a la demanda a través de un cross docking indirecto (los envíos directos no están permitidos). El cross docking puede ser elegido entre un conjunto de posibles ubicaciones, cada uno asociado a un costo fijo. Las demandas se suponen para ser conocida y hay dos tipos de vehículos con una capacidad diferente y el costo. El objetivo es encontrar plataformas de alistamiento que deben utilizarse y cuántos vehículos son necesarios en cada enlace para minimizar el costo total. Este costo total se compone de los costos fijos de la plataforma y los costos de transporte. Los autores presentan un modelo de programación lineal entera. Este modelo es muy similar al modelo presentado por (Musa, Arnaout, & Jung, 2010), son similares y se aplican supuestos simplificadores. En comparación con estos dos documentos, el enfoque de (Sung et al., 2003) “no considera los envíos directos pero incluye la decisión de localización. Porque el problema es NP-duro, un algoritmo basado en búsqueda tabú se propone para resolver este problema”.

(CS Sung; Yang, 2008) “amplía esta labor y propone una pequeña mejora del algoritmo de búsqueda tabú. El autor presenta un conjunto de particiones de base de formulación del problema y propone una rama y precio al algoritmo basado en esta formulación para obtener soluciones exactas. Los resultados computacionales demuestran que este algoritmo da mejores resultados en términos de número (a pequeña escala) problema resueltos y el tiempo de cálculo necesario en

comparación con los resultados obtenidos resolviendo con programación entera, modelo con el paquete de software de optimización CPLEX”.

Un enfoque diferente es tomado por (Jayaraman & Ross, 2003) “Ellos estudian un multieslabón, en el cual los bienes (de varias familias de productos) tienen que ser transportados desde un centro de manufacturas a uno o más centros de distribución. A partir de ahí, las mercancías se mueven a través de cross docking para los clientes. El problema es abordado en dos etapas. En la primera etapa, un modelo estratégico se utiliza para seleccionar el mejor conjunto de ubicaciones de los centros de distribución y Cross docking. El modelo ofrece una programación entera que pretende minimizar los costos fijos asociados con la operación de abrir centros de distribución y Cross docking y da la solución óptima, pero es 300-400 veces más rápido. En la segunda etapa, un modelo operacional decide la cantidad de cada tipo de producto que necesita para ser transportados a través de centros de distribución. El modelo intenta minimizar los costos de transporte y al mismo tiempo satisfacer la demanda de los clientes. Este modelo es menos restrictivo que el primer modelo (por ejemplo, relaja la demanda) y puede ser ejecutado una vez al abrir centros de distribución se determina con la ayuda del primer modelo. Ambos modelos son más simplificados en comparación con los anteriores enfoques. Por ejemplo, los vehículos individuales no son considerados y el costo del transporte es proporcional a la cantidad a enviar. Los autores proponen un enfoque de recocido simulado para resolver instancias de un problema mayor. La primera heurística de búsqueda tabú hace uso de una lista, la segunda permite una heurística repentina de re-escalamiento del “sistema de temperatura”. Por tanto, la solución heurística de calidad y rendimiento computacional son probados para diferentes los esquemas de "enfriamiento". Los resultados experimentales indican que el recocido simulado combinado con búsqueda tabú da mejores soluciones en un poco más de tiempo”.

(Bachlaus, Kumar, Mahajan, & Shankar, 2008) “por su parte también considera un multieslabón en la red de cadena de suministro, incluyendo proveedores, fábricas, centros de distribución, y clientes. El objetivo es optimizar el flujo de material a lo largo de la cadena de suministro y para determinar el número óptimo y localización de proveedores, fábricas, centros de distribución y cross docking. El problema es formulado como un multi-objetivo, el modelo de optimización que intenta minimizar el costo total de la planta y maximizar el volumen y la flexibilidad. Debido a la complejidad computacional del problema, los autores proponen una variante de enjambre de partículas (PSO) de optimización para el diseño de la cadena de suministro”.

En la escala de modelos matemáticos encontramos que (Vis & Roodbergen, 2008) “explora la decisión operacional dónde almacenar temporalmente mercancías entrantes en el algoritmo propuesto y que también puede ser utilizado durante la fase de diseño para determinar el número óptimo de almacenamiento paralelo en filas y sus longitudes”. (Bachlaus et al., 2008) “(una sola etapa o de dos etapas) que las áreas de almacenamiento también pueden organizarse en caminos paralelos situados uno junto a otro que sólo se puede acceder a ambos extremos”. (Gue, 2001) “Al hacer uso de la simulación para estudiar el comportamiento de los llamados colas de ensayo. Los resultados sugieren que, para un área de almacenamiento de una sola etapa, es mejor tener más carriles cortos, al menos cuando los trabajadores siguen un enfoque racional. Los resultados también indican que, en dos etapas, el cross docking tiene un rendimiento significativamente menor que el de una sola etapa”.

Dentro de la cantidad de aristas que se abren al momento de modelar matemáticamente la asignación dentro de las plataformas de alistamientos resulta importante según (Peck, 1983) “quien estudió las operaciones de manipulación de material en un terminal de LTL. Tal tarea implica que

los trabajadores están cada día confrontados con una puerta diferente para el mismo destino y tienen que cuidar que las mercancías se carguen en el camión correcto. El uso de la moderna tecnología de la información (por ejemplo, el escaneo de código de barras o RFID, junto con un servicio WMS) puede ser útil para este fin., En su disertación, desarrolla un modelo de simulación detallado de un terminal LTL e intenta asignar los camiones a puertas para minimizar el tiempo de viaje de los envíos. Se supone que el tiempo de viaje para el transporte de los productos entre esto incluye que el cross docking funciona en el modo de servicio exclusivo, aquí el tiempo de viaje es el tiempo requerido para transferir los bienes internamente desde la entrada a la carretilla saliente, dos camiones pueden expresarse como una función de distancia, basado en el contenido real de los camiones y los medios necesarios de transporte y la designación de las puertas está fijado de antemano. El problema es formulado como un modelo de programación entero y debido a la complejidad computacional, se utiliza una heurística (algoritmo de equilibrios codiciosos) para resolverlo. La simulación muestra que mejora la heurística con una asignación basada en la experiencia y la intuición”.

Otro estudio anterior sobre la asignación de camiones a puertas de carga se realiza por (Tsui & Chang, 1992), “en este documento, el cross docking no tiene almacenamiento, todos los envíos entrantes van directamente a los camiones salientes. El problema se resuelve en un horizonte de mediano plazo, de modo que los orígenes y destinos son asignados a puertas de carga, en este caso no los camiones, pero sí la designación de puertas es fija. La asignación del problema es formulada con programación bilineal que intenta minimizar la distancia de viaje de carretillas elevadoras (el número de viajes necesarios para transportar una carga determinada que se supone conocida). Para solucionarlo, los autores proponen un simple método heurístico para encontrar un óptimo local. Los autores no proporcionan los resultados de prueba, sino llegar a la conclusión de que la solución

encontrada puede servir como un buen punto de partida para el profesional que opere un cross docking”.

(Peck, 1983) “propone un algoritmo para resolver el problema de asignación de muelle de la puerta exactamente. Los valores numéricos de las pruebas muestran que este algoritmo computacional abordar un problema muy similar, pero ahora no hay designación fija para las puertas. Todas las puertas pueden tener asignado un origen o un destino. El modelo matemático está adaptado para tener esto en cuenta en la función objetivo donde se minimiza el desplazamiento total ponderado en lugar de la distancia de desplazamiento real. Un algoritmo genético (GA) se propone para resolver este problema. Basado en datos de un transportista LTL, los autores estudian el impacto de diferentes parámetros de GA en la solución y comparar los resultados del algoritmo genético con los resultados obtenidos con una técnica de intercambio igualitario (2-opt). El algoritmo genético parece dar resultados comparables o ligeramente mejor”.

Haciendo extensiva esta revisión de la literatura se considera importante mencionar que existen unas ventajas significativas en comparación con el almacenamiento tradicional que ponderan positivamente la implementación del sistema cross docking. A continuación, se mencionan algunas ventajas: reducción de costos tales como: costos de almacenamiento, inventario-holding, gastos de manipulación, costos laborales, etc., Reducción en plazo de entrega desde el proveedor al cliente, mejora del servicio al cliente, la reducción de espacio de almacenamiento, rápida rotación de inventario, reducción del riesgo de pérdida y daños, consolidación de envíos, mejora de la utilización de los recursos (por ejemplo, la plena utilización de los vehículos), mejor coincidencia entre cantidades de envío y la demanda real, entre otros; esto hace que el cross docking se vuelva una interesante estrategia logística que pueden proporcionar a

las empresas ventajas competitivas. A continuación, se detallan en la Tabla 1 los principales autores consultados:

Tabla 1. Relación taxonómica de la investigación

Título	Autor (es)	Eje temático	Descripción
Cross-docking operaciones: Investigación Actual versus la práctica industrial	(Ladier & Alpan, 2016)	Optimización/s simulación	Este documento hace una comparación entre lo aportado por la industria y la academia
Un método novedoso basado en el algoritmo genético dinámico para la programación de vehículos en sistemas de acoplamiento en cross docking con operación de	(Mohtashami, 2015a)	optimización	este documento propone un método basado en algoritmos genéticos para la programación de vehículos en cross docking de forma que el tiempo de funcionamiento total se minimice, así mismo se proponen 2 tipos de cromosomas por inbound y por outbound

descarga frecuente			
Una rama y enfoque de precio para evaluar el papel de cross-docking en operaciones de la cadenas de suministro en consolidado	(Cóccola, Méndez, & Dondo, 2015)	optimización	Este documento propone la evaluación de la pertinencia de un cross docking o un envío directo mediante la metodología en la generación de columnas de incrustado en una rama de árbol y precio incompletos
Dos vehículos de nivel de encaminamiento con cross-docking en un escalón más de tres de la cadena de suministro: Un	(Ahmadizar, Zeynivand, & Arkat, 2015)	optimización	Se presenta un modelo que considera rutas para vehículos de 2 niveles junto con cross docking al tener en cuenta los costos de transporte se busca minimizar en consolidado la compra, el transporte, costos de mantenimientos

enfoque algoritmo genético			y se utiliza un algoritmo genético híbrido.
Programación de camiones en cross docking con sistemas de almacenamiento temporal y patrón repetitivo para el envío de camiones	(Mohtashami, 2015b)	optimización	En este modelo se presenta dos alternativas para la operación interna en el cross docking donde en la primera el camión saliente no puede salir hasta tanto no sea llenada toda la carga, y en la segunda alternativa la carga es más dinámica debido a que los camiones pueden entrar y salir del muelle dependiendo de lo que se vaya a enviar para la segunda alternativa se utiliza el algoritmo genético para minimizar el costo total
Optimización basada en simulación para la	(Arango Pastrana & Cortés, 2014)	Simulación/opt imización	Este modelo de simulación evalúa la eficiencia de una nueva

gestión de operaciones de las terminales de contenedores portuarias			esclusa para el puerto de Sevilla en España modelando en arena la tcp con un módulo de asignación de muelles con un modelo de optimización utilizando algoritmos genéticos
Simulación de la tasa de reciclaje de productos electrónicos Un modelo de dinámica de sistemas para la red de logística inversa	(Arroyo López, Villanueva Bringas, Gaytán Iniestra, & García Vargas, 2014)	Simulación	Se presenta un modelo de simulación mediante dinámica de sistemas de la logística inversa de distintos productos electrónicos para el cuidado del medio ambiente
Las soluciones heurísticas para problemas de transbordo en un	(Alpan, Ladier, Larbi, & Penz, 2011)	optimización	En este documento se evalúan distintas opciones de heurísticas para encontrar el mejor calendario de las

almacén con cross docking con múltiples puertas			operaciones de transbordo en un cross docking para reducir al mínimo la suma de mantenimientos de inventarios y el reemplazo de camiones
Evaluación comparativa de SOFTWARE DE SIMULACIÓN PARA SU USO en la modelación de las operaciones postales	(Bard, 1997)	Simulación	Se evalúa el uso del simulador adecuado para el desarrollo de operaciones
Los modelos de simulación de eventos discretos en la evaluación económica de tecnologías y productos sanitarios	(Manuel Rodríguez Barrios, Serrano, Monleón, & Caro, 2008)	Simulación	Un modelo de simulación de eventos discretos que modela los escenarios de las tecnologías de productos sanitarios

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la literatura consultada y el enfoque de esta investigación se toma como base el modelo de cros docking tipo indirecto el cual fue abordado por (Belle et al., 2012) quien detalla las bondades de esta estrategia y que de acuerdo a las necesidades identificadas, la simulación como método nos brinda todas las alternativas de evaluación necesarias con el fin de abordar las oportunidades de mejora presentes con la inclusión de la plataforma logística.

1.2 Simulación de eventos discretos como herramienta de gestión para la logística

En la actualidad se cuenta con la posibilidad de muchas alternativas de gran importancia para la solución de grandes problemas. En la logística se enmarcan una gran cantidad de retos que a diario se buscan resolver a través de muchas herramientas valiosas, en la cadena de suministros existen grandes oportunidades de mejora que se gestionan con métodos cuantitativos que a diario se desarrollan, en efecto la simulación juega un papel preponderante dadas las alternativas de resolución que presenta este método.

En las cadenas de valor a diario resultan complicaciones y/o restricciones que motivan de la misma forma la búsqueda de alternativas de solución, la simulación se muestra con una poderosa herramienta que permite pronosticar, prever o prevenir los diferentes escenarios simulados que en algunos casos serán propicios pero también adversos que pueden contribuir o restar al desarrollo del objeto de estudio, por lo cual al ser la cadena de suministros un sistema complejo la simulación brinda opciones de mejora continua en la identificación de situaciones que resten valor, así mismo propone una serie de métodos sustentables que aportan a la optimización de cada uno de los eslabones de la cadena.

La simulación en el mundo globalizado y competitivo permite tener una gran herramienta y es poder anticipar los diferentes escenarios para la evaluación de alternativas en la toma de

decisiones, debido a que gran parte del éxito empresarial y la optimización de los procesos depende en gran medida en la disminución de costos y tiempos y a la mejora continua de procesos, por lo cual la logística en su razón de ser se puede definir como el “proceso de planeación, implementación y control eficiente y a costos razonables del flujo de almacenamiento de materias primas, inventario de productos en proceso, de productos terminados, y toda la información relacionada comprendida entre el punto de origen y el punto de consumo final, con el fin de lograr la satisfacción de los requerimientos del cliente” (Piera, Guasch, Casanova, & Ramos, 2006) y esto a su vez se verá reflejado con un mejor servicio al cliente, donde también se verán beneficiados todos los actores de la cadena en la una relación gana – gana.

Considerando la información antes mencionada, se observa que las herramientas de la simulación pueden hacer una sinergia clara y precisa con las herramientas y modelos que nos ofrece la logística. Es el caso de la estrategia cross docking que resulta ser un elemento innovador para la cadena de suministros, en efecto este al estar incluido como un eslabón de distribución al interior de la cadena podría ofrecer resultados importantes y esto se podría evaluar a través de la simulación de escenarios donde se evidenciarían los efectos, tanto positivos como negativos que la implementación de este sistema traería como resultado.

Teniendo en cuenta la importancia que tiene la simulación como insumo para todo lo que se ha mencionado es importante profundizar y encontrar los diferentes conceptos que componen esta importante herramienta para la realización de este proyecto de investigación, a continuación, encontramos diferentes definiciones.

“Simulación es una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital, estos experimentos comprenden ciertos tipos de relaciones matemáticas y lógicas, las cuales

son necesarias para describir el comportamiento y la estructura de sistemas complejos del mundo real a través de largos periodos de tiempo”(Coss, 2005).

“La simulación de eventos discretos es una herramienta poderosa que sirve para analizar y diseñar sistemas nuevos y para dar retroalimentación y proponer cambios a procedimientos de operación en sistemas existentes y permite la evaluación del desempeño operativo de un sistema antes de su implementación” (Ocampo, 2014).

Así mismo, esta metodología lleva consigo una serie de etapas que se vuelven un paso a paso muy importante debido a que sistemáticamente deben cumplirse para construir modelos de simulación por lo cual a continuación mencionamos las etapas según (Coss, 2005).

Definición del sistema. Para tener una definición exacta del sistema que se desea simular es necesario hacer un análisis preliminar del mismo, con el fin de determinar la interacción del sistema con otros sistemas, las restricciones del sistema, las variables que interactúan dentro del sistema y sus interrelaciones, las medidas de efectividad que se van a utilizar para definir y estudiar el sistema y los resultados que se esperan obtener del estudio.

Formulación del modelo. Una vez que están definidos con exactitud los resultados que se esperan obtener del estudio, el siguiente paso es definir y construir el modelo con el cual se obtendrán los resultados deseados. En la formulación del modelo es necesario definir todas las variables que forman parte de él, sus relaciones lógicas y los diagramas de flujo que describan en forma completa al modelo.

Colección de datos. Es posible que la facilidad de obtención de algunos datos o la dificultad de conseguir otros, pueda influenciar el desarrollo y formulación del modelo. Por consiguiente, es muy importante que se definan con claridad y exactitud los datos que el modelo va a requerir para

producir los resultados deseados. Normalmente, la información requerida por un modelo se puede obtener de registros contables, de órdenes de trabajo, de órdenes de compra, de opiniones de expertos y si no hay otro remedio por experimentación.

Implementación del modelo en la computadora. Con el modelo definido, el siguiente paso es decidir si se utiliza algún lenguaje como fortran, basic, algol, etc., o se utiliza algún paquete como GPSS, simula, simscript, etc., para procesarlo en la computadora y obtener los resultados deseados.

Validación. Una de las principales etapas de un estudio de simulación es la validación. A través de esta etapa es posible detallar deficiencias en la formulación del modelo o en los datos alimentados al modelo. Las formas más comunes de validar un modelo son:

- La opinión de expertos sobre los resultados de la simulación.
- La exactitud con que se predicen datos históricos.
- La exactitud en la predicción del futuro.
- La comprobación de falla del modelo de simulación al utilizar datos que hacen fallar al sistema real.
- La aceptación y confianza en el modelo de la persona que hará uso de los resultados que arroje el experimento de simulación.

Experimentación. La experimentación con el modelo se realiza después de que éste ha sido validado. La experimentación consiste en generar los datos deseados y en realizar análisis de sensibilidad de los índices requeridos.

Interpretación. En esta etapa del estudio, se interpretan los resultados que arroja la simulación y en base a esto se toma una decisión. Es obvio que los resultados que se obtienen de un estudio de simulación ayudan a soportar decisiones del tipo semi-estructurado, es decir, la computadora en sí

no toma la decisión, sino que la información que proporciona ayuda a tomar mejores decisiones y por consiguiente a sistemáticamente obtener mejores resultados.

Documentación. Dos tipos de documentación son requeridos para hacer un mejor uso del modelo de simulación. La primera se refiere a la documentación de tipo técnico, es decir, a la documentación que el departamento de Procesamiento de Datos debe tener del modelo. La segunda se refiere al manual del usuario, con el cual se facilita la interacción y el uso del modelo desarrollado, a través de una terminal de computadora.

Existen otros autores que hablan más específicamente de las etapas en este caso de un modelo de simulación de eventos discretos (MSED) mediante la Figura 2.

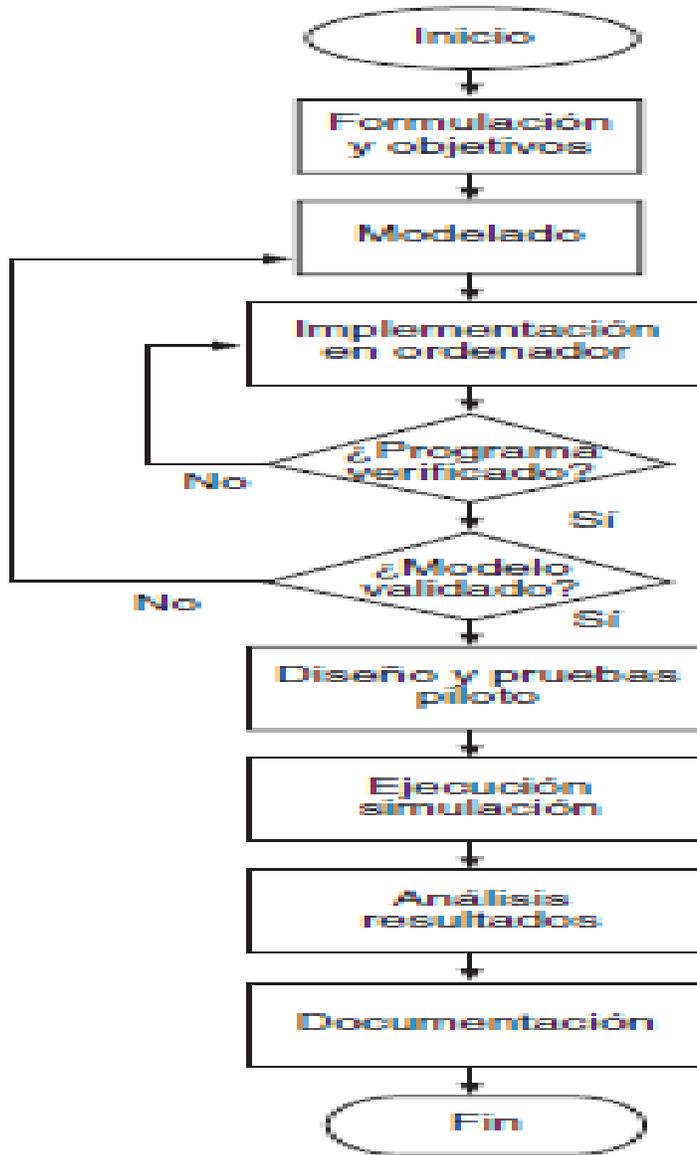


Figura 2. Etapas generales de la simulación de un modelo

Fuente: Tomado de (Manuel Rodríguez Barrios et al., 2008).

Ventajas del uso: los MSED tienen ventajas muy significativas, por ejemplo, con respecto a la población de estudio, ya que facilitan el diseño de la población, teniendo en cuenta las características fundamentales que la definen: perfiles de riesgo, indicaciones y contraindicaciones

de las terapias, flexibilidad en la asignación de los costes a cada una, asignación de valores de calidad de vida y utilidades según las características de cada recurso además, tienen capacidad de manejar la población de una manera dinámica y vinculada a los eventos que realmente suceden en la historia natural de la enfermedad en cada usuario los MSED permiten diseñar una estructura más clara, de forma que los eventos a los que se someten los usuarios, así como sus consecuencias, son más explícitos, y en el que las alternativas, a través de las que los usuarios discurren, suelen representarse de una forma más transparente. Además, la estructura del modelo se puede cambiar fácilmente, lo que permite un análisis de sensibilidad estructural, otra ventaja importante de los MSED es la variable tiempo, ya que en este caso se considera de forma explícita en el diseño del modelo, y no se restringe a ciclos fijos e invariables, de modo que las unidades que se manejan son adecuadas al problema o evento que se analiza en cada momento. Además, los MSED permiten el uso de diferentes tiempos, en función de los eventos que vayan a suceder y en los momentos que se vayan a producir respecto a los resultados, los MSED permiten contemplar resultados múltiples, lo que se adecua más a la realidad, puesto que realmente una situación evaluada mediante técnica de modelado puede tener diferentes puntos finales que han de considerarse de forma simultánea a la hora de evaluar el resultado global de las intervenciones (Rodríguez Barrios, J., Serrano 2008).

Según (Arango Pastrana, 2014) en su tesis doctoral, las etapas para un modelo de simulación son las siguientes:

Planteamiento del problema: En esta fase se toma un sistema real y se trata de entenderlo. Para ello, primero se identifica el problema a resolver y se describe su operación en términos de objetos y procesos dentro de un marco físico. Posteriormente, se identifican las variables de entrada y salida del sistema. Las variables de entrada pueden ser de decisión o parámetros. En esta etapa se trata también de definir una función objetivo. Habiendo finalizado esta especificación, se

construye una estructura preliminar del modelo introduciendo presunciones y simplificaciones adecuadas. Finalmente, se construye una estructura del modelo más detallado, identificando todos los objetivos.

Recolección de análisis de datos de entrada: En esta fase se estudia el sistema real para obtener los datos de entrada vía observación. Otra cuestión importante es la elección de un tamaño de muestra estadísticamente válido, y un formato de datos procesable por la computadora. Finalmente, se decide qué datos serán tratados como aleatorios y cuáles se asumirán como determinísticos.

Modelado: En esta fase se construye un modelo del sistema con los aspectos que se quieren simular. Para ello, hay dos fases. La primera de las mismas consiste en comprender el sistema, ya sea una aproximación de flujo físico basado en el flujo de entidades a través del sistema con sus puntos de procesamiento y reglas de decisión, o una aproximación de eventos (cambios de estado), basado en la definición de variables de estado internas, seguida por una descripción de la operación del sistema cuando ocurre un evento. En una segunda fase, se construye el modelo, definiendo objetos, atributos, métodos, etc. También en esta fase se elige un lenguaje de implementación. Metodología Debido a la importancia de este paso es necesario explicar más adelante los métodos más utilizados para la modelización, los cuales son el grafo de eventos y el diagrama de ciclo de actividades.

Implementación: En esta etapa, en base al lenguaje elegido se construye una simulación del modelo que pueda ejecutarse en una computadora.

Verificación y validación del modelo: La verificación es un asunto de consistencia interna entre el modelo lógico y el de la computadora. La validación enfoca la correspondencia entre el modelo y la realidad. En base a la validación, el modelo y su implementación deben refinarse.

Experimento de simulación y optimización: Se hace un diseño de experimentos de simulación basados en la repetición de la simulación con las variables de decisión en varios niveles.

Análisis de los datos de salida: En la última fase se analizan las salidas de la simulación para comprender el comportamiento deseado del sistema. Estas salidas se usan para obtener respuesta al comportamiento del sistema original. En esta investigación se hace uso de la simulación dinámica de eventos discretos (DEDS, *Discrete Events Dynamic Simulations*). Un paradigma DEDS asume que el sistema simulado sólo cambia de estados en puntos discretos de tiempo simulados, o sea que el modelo cambia.

De acuerdo a las metodologías que se utilizan para la identificación de forma conceptual de los modelos de simulación en su etapa de diseño existe una metodología llamada diagrama de ciclo de actividades que se detalla a continuación (Arango Pastrana & Cortés, 2014):

El diagrama de ciclo de actividades (DCA) es una herramienta para la representación de modelos de simulación de eventos discretos. Cada entidad del sistema tiene un ciclo de actividades en su vida dentro del sistema, y entre una actividad y otra, pasan por una cola. En cada actividad se dan cita normalmente dos o más entidades durante un cierto periodo de tiempo. Las entidades pueden ser permanentes o temporales.

Hay dos formas del ciclo de actividades en función del comportamiento de las entidades:

- Siguen una secuencia definida de actividades.

- Siguen varias secuencias condicionadas.

Existen cinco axiomas para la formulación de un diagrama de ciclo de actividades:

- Cada tipo de entidad tiene un ciclo de actividades.
- Cada ciclo consiste en actividades y colas.
- Actividades y colas alternan en un ciclo.
- Cada ciclo es cerrado.
- Las actividades se representan mediante rectángulos y las colas con círculos.

Las etapas en el desarrollo de un DCA son:

- Identificar entidades, asignar atributos y especificar su representación.
- Identificación por cada tipo de entidad las actividades en que intervienen.
- Definición de los ciclos de cada actividad. Indicar las condiciones en caso de bifurcación.
- Enlazar ciclos mediante actividades comunes.
- Identificación de las disciplinas de las colas.

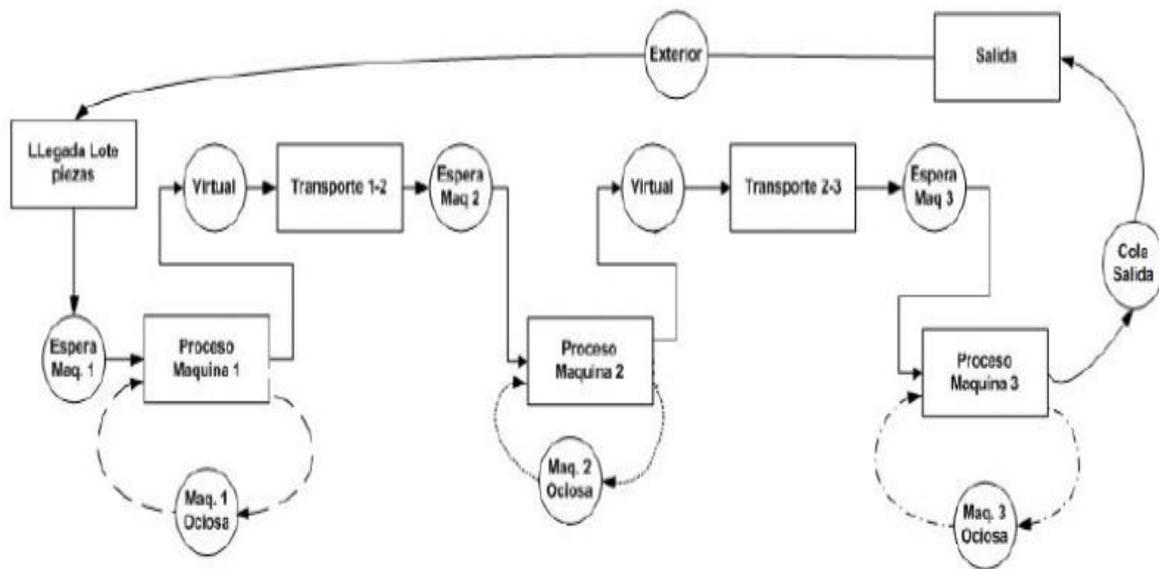


Figura 3. DCA de un proceso de producción en serie con bloqueo

Fuente: Tomado de (Arango Pastrana & Cortés, 2014).

Dentro del universo de posibilidades que brinda la modelación de esta estrategia logística encontramos que la optimización y la simulación se presentan como opciones válidas para el desarrollo de modelos eficientes tal y como lo demuestra la revisión de la literatura, lo cual proporciona una serie de oportunidades de investigación donde aún falta por trabajar por ejemplo en operaciones de distribución. Por otra parte, no son muchos los artículos que toman restricciones en los horarios de salida (plazos) para los camiones. Además, sólo unos pocos documentos suponen que las mercancías son intercambiables, aunque esta no es una situación excepcional (por ejemplo, camiones entrantes llegan al muelle transversal de un minorista que contiene sólo un tipo de producto destinado a varias ramas, la distribución de periódicos, y), así, sería interesante que la investigación futura considere también limita las horas de salida y productos intercambiables.

Capítulo 2. Problemática de la logística de distribución y acopio del ñame en el departamento de Sucre.

2.1 Condiciones actuales de la problemática del ñame en el departamento de sucre

Debido a la creciente necesidad de encontrar soluciones que permitan mejorar ostensiblemente la competitividad logística de nuestro país cada vez surgen propuestas que buscan mejorar los índices competitividad logística, según el informe nacional de competitividad Colombia paso del puesto 72 en 2010 entre 155 países al puesto 97 en 2014 entre 170 países lo cual implica un deterioro del 13% aproximadamente en el retroceso logístico, esto no solo se debe a la mala infraestructura vial sino al incumplimiento de los tiempos de entrega de mercancías a nivel internacional y a los deficientes procesos de seguimiento y control de la carga, es importante acotar que en cuanto a calidad de infraestructura (puertos y carreteras) paso de estar en 2010 en el puesto 62 al puesto 98 en 2014 (Competitividad, 2015) Colombia hoy cuenta con el costo de transporte terrestre más alto en comparación con países de referencia como Chile, Brasil, Perú, México, Panamá. En comparación con Chile siendo este el mejor en la región Colombia lo supera con un costo mayor que esta alrededor del 70% tomando en referencia el costo de transporte por contenedor (Competitividad, 2015)

Sin duda el departamento de Sucre no es ajeno a esta problemática, es importante destacar que un eje fundamental en la competitividad logística es la accesibilidad vial lo que posibilita un óptimo desempeño en el crecimiento económico del departamento, hoy nuestra infraestructura vial carece de condiciones mínimas para el uso de oportunidades de crecimiento en el intercambio de productos, nuestro departamento posee una ubicación privilegiada siendo un nodo estratégico que propicia el desarrollo del gobierno nacional para el paso de transporte de carga terrestre debido a

que contamos con la troncal de occidente que comunica en mayor medida el interior del país con nuestra zona costera y/o zona portuaria de los departamentos circunvecinos es el caso de bolívar con sus sociedades portuarias, atlántico y magdalena.

En el departamento de sucre en la diversidad de su economía y producción agrícola el ñame no muestra una participación importante en el PIB agropecuario con el 0,5% en comparación con otros productos del sector, pero su tendencia al crecimiento muestra cifras significativas debido a que en el 2005 el área cosechada en hectáreas fue de 24.532 (ha) con una producción en toneladas de 284.865 (ton) y para el año 2014 el área cosechada fue de 33.878 (ha) con una producción en toneladas de 365.395 (ton) lo cual muestra un crecimiento del 38% (Agronet, 2014) lo que motiva al sector con las oportunidades que brinda este producto, pero desafortunadamente en la actualidad la cadena de suministros de este producto no proporciona las condiciones para un mejor y mayor crecimiento debido a que no está estructurada conforme a las grandes oportunidades que promete este tubérculo en base a su acelerado crecimiento, así mismo existen una serie de dificultades presentes en la cadena de valor, es el caso de una mala infraestructura vial, costos elevados de intermediación, derroches injustificados de tiempos lo que traduce a tiempos ociosos entre otros.

El departamento cuenta en longitud vial con cerca de 2.314 km de los cuales el 20.6% (477.2 km) de la red total corresponden a la red nacional que atraviesa el Departamento, el 15.5 % (357.7 km) a la red Secundaria, el 63.9 % (1.479 km) a la red Terciaria (INVÍAS con 526.9 km, Departamento con 151.2 km y los Municipios con 800.9 km) se evidencia que el 50% de la red vial del departamento se encuentra con una capa de rodadura en afirmado, lo que demuestra la necesidad de mejorar el estado de gran parte de la red vial del Departamento. Solo el 24.61% de la red se encuentra pavimentada, correspondiendo este porcentaje en gran parte a la red primaria

(Sucre, 2010) sin duda esto detiene sustancialmente cualquier intento de competitividad logística, en efecto y con previo análisis transversal de la cadena global es difícil sustentar la eficiencia de la cadena de suministros del ñame, lo que brinda la oportunidad de encontrar grandes oportunidades de mejoras conforme a las condiciones actuales, a través de la gestión operativa de toda la cadena evaluando rutas, capacidad de carga, tipos de vehículos, posibles centros de acopio, demanda y oferta y utilizar como componente de innovación el modelo cross docking como plataforma de alistamiento hacia el comercio local e internacional considerando los grandes privilegios de nuestras zonas costeras.

El departamento carece de condiciones competitivas considerando que según el IDC (índice de competitividad departamental) de la CPC (consejo privado de competitividad) de la universidad del rosario ubica a nuestro departamento en el puesto 18 de 25 en total (Competitividad, 2015), Lo anterior se puede interpretar como que existe una oportunidad para comenzar a construir condiciones que brinden sustentabilidad para el desarrollo logístico debido a que el ñame juega un papel fundamental en el desarrollo económico del departamento puesto que es un producto de primera necesidad, y eventualmente esto muestra la importancia de este producto para las condiciones socioeconómicas tanto del país como del departamento y la relevancia en el desarrollo logístico, considerando el aporte en términos de avance que esta investigación traería a la cadena global de este producto.

Toda esta problemática ha desarticulado los centros de producción con los centro de consumo debido a las altas tasas de fletes y costos de transporte sobre todo porque el modo de transporte terrestre es el predominante, abriendo la puerta a soluciones que posibiliten una mejor distribución en la cadena de suministro por ejemplo de productos hortofrutícolas siendo estos los

que en gran medida mueven económicamente el departamento, toda esta situación nos contextualiza de la difícil condición en la que estamos y esto nos impulsa a generar nuevas y mejores alternativas que nos posibiliten cambiar la estructura logística y que genere cambios sustanciales en nuestro departamento, por consiguiente esta problemática nos lleva a la siguiente pregunta:

¿Un modelo de simulación con cross docking como herramienta de gestión para la cadena de suministros del ñame incrementaría la competitividad logística y por ende su exportación a los mercados internacionales?

Dentro de los mercados globales y dinámicos la competitividad juega un papel fundamental para la vigencia de las cadenas de suministro, en consecuencia existe una búsqueda constante de herramientas que posibiliten la permanencia de los actores de la cadena, por ende existen una gran cantidad de metodologías y aplicaciones que abren puertas para la eficiencia y proporcionan oportunidades de mejora de acuerdo a la actividad que se desarrolle, en efecto todo aquello que se intente desarrollar sirve como estímulo para buscar alternativas que propenden escenarios favorables y que dan inicio al desarrollo de modelos que optimizan la operatividad de las cadenas de suministro.

En la actualidad se evidencia que las cadenas de suministro son poco eficientes y carentes de condiciones mínimas para el óptimo desarrollo de sus actividades, lo que proporciona una oportunidad inmejorable para atacar esos puntos críticos, la cadena de suministros del ñame en el departamento de sucre no es ajena a esta realidad, hoy no se ha fundamentado consistentemente la estructura de la cadena de suministros y en respuesta a esta necesidad se busca con la gestión global de la cadena aportar mediante un modelo de simulación de eventos discretos la evaluación

de los distintos escenarios propicios para el óptimo desarrollo del flujo con componentes innovadores en la cadena como el sistema cross docking como plataforma de alistamientos para la actividad comercial internacional desde un puerto, conscientes de la facilidad que tenemos en nuestro contexto local con la cercanía a distintas terminales marítimas de nuestra región y en especial del golfo de morrosquillo.

Así mismo en Colombia la costa atlántica cuenta con el 95,2% del área cultivada con 222.771 toneladas de la producción nacional del ñame de esta forma se sustenta la relevancia que tiene este tubérculo para la región caribe, en el caso de sucre después de córdoba y bolívar es el tercer departamento tanto en consumo como en producción, el área sembrada para el 2014 fue de 2793 hectáreas con una producción de 26.962 toneladas, con un rendimiento de 9,65 (ton/ha) y una participación del 7,38% de la producción nacional (Agronet, 2014)

Con la implementación del cross docking indirecto como eslabón dentro de la cadena de suministros del ñame se busca generar valor con el acopio de los diferentes proveedores en este caso productores creando un centro de distribución que optimice los tiempos hacia una terminal portuaria y mercados locales.

Sin duda con esta iniciativa se evidenciaría un aporte significativo en términos de desarrollo económico y logístico para el departamento de sucre logrando estructurar de una forma más robusta la cadena de suministro y aprovechar las grandes oportunidades que hoy tenemos y que de algún modo nos permitirán generar escenarios propicios para el desarrollo industrial y motivar así la inversión privada debido a que los costos logísticos bajarían ostensiblemente y se suministrara una

herramienta de mayor valía para crear canales de exportación efectivos para los diferentes productos de nuestra región.

2.2 Objetivos

2.2.1 General

Diseñar un modelo cross docking como herramienta de gestión para la cadena de suministro global del ñame en el departamento de sucre

2.2.2 Especificos

- Realizar una revisión bibliográfica que facilite la identificación de modelos y enfoques de solución del problema en estudio
- Caracterizar la cadena de suministro del ñame en el Departamento de sucre teniendo en cuenta producción, localización de productores, rutas actuales, nodos de transferencia y tipos de vehículos utilizados.
- Proponer un modelo cross docking para exportación del ñame producido en el departamento de sucre teniendo en cuenta los métodos y alternativas de distribución consultados en la literatura
- Diseñar el modelo de simulación de eventos discretos que permita someter el modelo cross docking propuesto ante diferentes escenarios.
- Validar el modelo cross docking propuesto mediante el análisis de los resultados obtenidos con el software de simulación.

Capítulo 3. Caracterización de la cadena de suministros del ñame en el departamento de Sucre.

3.1 Información del ñame en el departamento de Sucre.

El ñame (Dioscorea) hace parte de los seis géneros de la familia de Dioscoraceae de origen en África y Asia. Este tubérculo es un producto clave tanto en Colombia como en la costa atlántica, es parte fundamental de la canasta familiar en esta zona del país, Colombia hace parte de los 12 países con mayor producción de ñame a nivel mundial y ocupa el primer lugar en rendimiento de tonelada por hectárea sembrada (Reina Aranza, 2012). Es un producto de primera necesidad que surte económicamente a muchas familias campesinas que ven su sustento en la siembra y producción de este alimento, del mismo modo es importante destacar la predominancia que muestra este tubérculo en la costa atlántica debido a que más del 90% de sus cultivos se encuentran en suelo Caribe. Es un producto autóctono que identifica muchas costumbres de las personas que habitan la costa norte, es decir, que gran parte de su producción es consumida por los habitantes de esta región. Así mismo, este producto no solo ha mostrado grandes dotes alimenticios, sino que también se han logrado identificar grandes usos farmacéuticos como también en la fabricación de bioplásticos, por lo cual muestra grandes oportunidades en su crecimiento para la industria.

Su consumo y producción se dan principalmente en países africanos, islas de las Antillas, países de Oceanía y suramericanos como Colombia, Brasil, Venezuela, República Dominicana y Puerto Rico (Reina Aranza, 2012). Como bien se mencionó anteriormente su potencial muestra grandes oportunidades debido a que su contenido de sapogeninas proporciona a la industria herramientas en la fabricación de esteroides, lo cual sería un gran avance teniéndolo como fuente alternativa para la producción de productos médicos, del mismo modo que se ha podido demostrar

que este tubérculo posee sustancias para la fabricación de plásticos lo que muestra un abanico de posibilidades no solo para la dieta alimenticia sino como alternativa en la industria.

Nuestro país se encuentra entre los 12 con mayor producción de ñame con 29.381 hectáreas cosechadas para el año 2013 con una producción aproximada de 315.000 toneladas aproximadamente lo que nos convierte en el país con mejor producción de toneladas frente a hectárea cosechada con 10,2 toneladas por hectárea cosechada (Agronet, 2017). El departamento de Sucre muestra un papel importante debido a que es el tercer departamento que muestra la mayor producción frente a Bolívar y Córdoba que dominan claramente en el cultivo de este tubérculo. En Sucre las hectáreas cosechadas ascienden a 2.576 aproximadamente, lo que traduce una participación del 8,77% de la producción nacional. Los municipios que más se destacan son Ovejas, Los Palmitos y Sincelejo. Como vemos, la participación es significativa, lo que impulsa en gran medida los esfuerzos de brindar condiciones competitivas que propendan un crecimiento sostenido para la consolidación de este producto de primera necesidad.

De muchos géneros existentes en Colombia predomina principalmente la siembra y cultivo de 3 tipos de ñames como lo son el ñame alata o ñame criollo, el ñame rotundata o ñame espino y el denominado ñame diamante. Es importante destacar que este tubérculo guarda algunas dificultades en su producción que obedecen a la estacionalidad de la que depende este producto, es decir, que por algunas épocas del año escasea, también la mano de obra empleada y del largo tiempo de cultivo lo cual traduce una serie de limitantes y restricciones en la oferta constante.

3.2 Generalidades del Ñame

Es preciso mencionar que este tubérculo en su cultivo es una planta que se presenta en el exterior en forma de enredadera y la forma de la hoja hace referencia a un corazón, el tallo de la hoja crece en forma de espiral o curvadas, es importante destacar que dentro de los cultivos más

comunes existe una forma práctica de identificar a qué tipo de ñame pertenece, es decir que los tallos que se enrollan hacia la derecha se trata de ñame criollo y si se enrolla hacia la izquierda se trata de ñame espino (Reina Aranza, 2012). Así mismo, este tubérculo varía mucho en su forma y tamaño por lo cual se hacen unas clasificaciones para su uso, normalmente este producto posee diferentes formas y su peso esta alrededor de los 300 a 400 gramos cada uno, en la región Caribe la especie que predomina claramente en el cultivo de ñame espino por su aspecto firme y de color blanco.

Es clara la tendencia que existe en el cultivo de ñame en la región caribe pero básicamente obedece a unas condiciones mínimas que necesita el cultivo para su siembra, la tierra debe tener unas condiciones especiales de temperatura que ronde entre los 25 a 30 grados centígrados, el suelo debe ser húmedo, debe poseer buen drenaje, y estas zonas deben tener alta pluviosidad, pero como elemento esencial la tierra debe tener ausencia de heladas para que no se ponga en riesgo el cultivo, es claro que existen una serie de restricciones que direccionan el cultivo del producto a ciertas zonas en específico, como muestra de ello se tiene que los países de mayor producción como Nigeria, Ghana, entre otros poseen climas cálidos que son propicios para que el cultivo cuente con las condiciones mínimas para que la producción tenga el ciclo adecuado.

Dentro del proceso de producción, existen una serie de características y parámetros que hay que tener en cuenta para el correcto proceso productivo es decir que la semilla debe cumplir algunas condiciones que permitan que la siembra tenga éxito y la escogencia de la semilla consiste que dentro de los cultivos anteriores se realiza una clasificación del tubérculo aquellos que poseen menor tamaño son utilizados como insumos para el próximo y los de mayor tamaño son los que se utilizan para el comercio local y exterior, el tamaño del ñame que es utilizado para semilla debe tener menos de 2 kilos, generalmente se identifican bien las estacionalidades dado que la siembra debe realizarse en ciertas épocas del año normalmente la siembra se ejecuta antes que comience la

época de lluvias (Corporacion PBA, 2011), es importante destacar que el suelo debe tener algunas condiciones que permitan la siembra y con prácticas como arada, rastrilla, hoyada y siembra en el caso del ñame criollo, para el caso del ñame espino la tierra debe tener prácticas de pica, despalite, hoyada y siembra y se ejecuta de forma manual la cosecha (Reina Aranza, 2012).

Como bien se ha mencionado en apartados anteriores en Sucre el ñame carece de muchas condiciones por ende su proceso de cultivo no se encuentra tecnificado, por lo cual en el proceso de preparación de suelos se deben hacer en promedio unos 6000 huecos y para sembrar la semilla se necesitan 30 jornales, y un jornal cuenta con 4 horas por el que se pagan \$15.000 pesos es decir que para la siembra de una hectárea de ñame criollo se requieren aproximadamente 3 millones de pesos y en el caso del ñame espino se necesitan aproximadamente 12 millones siendo estas 2 especies las más cultivadas en el departamento de Sucre, es importante mencionar que en el precio al consumidor se ve reflejado la diferencia tan marcada en el cultivo (Reina Aranza, 2012). Normalmente es muy usual encontrar que dentro de las fincas donde se cultiva este tubérculo siempre está asociado a otros cultivos bastante comunes en el departamento, es el caso de la yuca, el maíz y en algunos casos encontramos hasta combinaciones con sandia, la época más común en el año para la siembra del cultivo de ñame esta en los meses de abril, mayo y junio para luego cosechar en los meses de noviembre, diciembre y enero, el tiempo promedio para el cultivo es de 10 a 12 meses, pero con el paso del tiempo se han desarrollado una serie de técnicas como la capada que básicamente consiste en sacar el tubérculo antes de tiempo de maduración y dejar la cabeza en el suelo de forma que un pequeño tubérculo vuelve a brotar y se utiliza como semilla para el próximo cultivo(Sánchez Vesga & Hernández Vásquez, 1998), es importante mencionar el fuerte factor estacional lo que restringe bastante la oferta del tubérculo durante todo el año, lo que ocasiona una oscilación de precios en el alza sobre todo para los meses de julio y agosto que es la época donde más escasea el producto.

3.3 Canales de Comercialización

Luego de que el ñame es cosechado surge el proceso de distribución y posterior comercialización donde hay diferentes escenarios para la venta del mismo, los agricultores locales lo venden a acopiadores locales o intermediarios, posteriormente lo distribuyen a exportadores o comercializadores que finalmente lo llevan hasta diferentes puntos de venta donde el consumidor final hace uso del producto, dentro de la cosecha en la clasificación previa todos los tubérculos que poseen más de 2 kilos son utilizados para el comercio, dependiendo del tamaño y forma algunos se quedan en el mercado local dada la fuerte demanda en la costa atlántica y el resto es tomado como producto de exportación.

En el proceso de distribución, el ñame es empacado en costales y/o cajas generalmente y su almacenaje depende del tipo de cultivo, existen otros procesos inherentes al proceso de preparación como lo son las labores de limpieza y fundamentalmente que el producto esté libre de enfermedades, como la antracnosis, las especies con mejor capacidad de almacenaje son el diamante y criollo, dado que el espino no es recomendable almacenarlo porque pierde peso rápidamente (Sánchez Vesga & Hernández Vásquez, 1998).

Dentro de los destinos importantes de este tubérculo se tienen distintos lugares pero fundamentalmente es preciso mencionar la importancia que tiene el mercado local y en especial la costa atlántica dentro del mercado para el consumo final debido a que la mayor parte de la producción de ñame es consumida por los habitantes de esta zona costa del país, también es importante mencionar la importancia que en los últimos años ha venido teniendo el mercado internacional puesto que para los últimos años este producto ha venido mostrando significativos avances en materia de comercio exterior debido a que hoy Colombia exporta 477 veces más que en 2012 y las ventas pasaron de US\$ 22.847 en 2012 a cerca de US\$ 2,7 millones de dólares en

2015(Dinero, 2015), datos que muestran significativamente oportunidades alentadoras para el desarrollo del comercio exterior de este tubérculo.

3.4 Inconvenientes y uso del ñame en Colombia

Uno de los principales problemas que se han enfrentado para el crecimiento constante de este cultivo fundamentalmente consiste en la lucha de enfermedades presentes en el proceso de cultivo como la antracnosis debido a que ha traído fuertes daños en la cantidad producida, rendimiento, y calidad del producto final, esta enfermedad es producida por un hongo llamado *Colletotrichum gloeosporioides* presente en el cultivo inicialmente para los años de 1989, esto progresivamente ha significado grandes esfuerzos en la lucha contra esta enfermedad que para los años noventa desincentivo notoriamente el crecimiento sostenido de los cultivos a través de los años, esta enfermedad se ve manifestada por la aparición de puntos rojos sobre la hoja de la mata que con el tiempo producen necrosis en el tallo que con el tiempo comienza a tomar un color negro o en el especíolo que también produce un color negro (Cerón, Higuera, Sánchez, Bustamante, & Buitrago, 2006).

Como muestra de alternativas para buscar soluciones que le pusieran fin al problema de la antracnosis se aumentó el cultivo del ñame espino debido a que este era más tolerante a la enfermedad es decir que su cultivo se volvía más manejable, sin embargo con el paso del tiempo y dadas las necesidades del mercado dentro de los mayormente interesados como es el caso de corpoica se buscaron alternativas eficientes que posibilitaran las soluciones consistentes para este creciente problema, en efecto se desarrollaron una serie de investigaciones que trajeron como resultado la búsqueda de genotipos tolerantes a la enfermedad y se desarrollaron los experimentos necesarios para poner a prueba la eficiencia de las nuevas alternativas, por lo cual se tuvieron

avances notorios que hoy nos permiten decir que si bien la enfermedad aun causa afectaciones se tienen buenos resultados en la lucha contra la enfermedad.

A nivel local existe una gran cantidad de esfuerzos de diferentes entidades que trabajan mancomunadamente en la lucha frontal contra las afectaciones especialmente entidades presentes en los departamentos con mayor relevancia en el cultivo de ñame es el caso de entidades como el PBA, la universidad de córdoba y la universidad de Sucre, es decir que la importancia que este producto también hace que se unan esfuerzos importantes para el impulso de este producto que genera expectativas importantes para la región.

En la dinámica misma de la actividad económica del ñame en Colombia se destacan su uso dado que este producto es parte fundamental de la canasta familiar de la costa atlántica es decir que es un producto de primera necesidad para la región caribe, dentro de las diferentes alternativas que brinda este tubérculo como alimento, encontramos que en la región es comúnmente utilizado en la elaboración de motes, sopas, como acompañante de diferentes tipos de comidas tradicionalmente utilizado en épocas como semana santa en la preparación de dulces muy comúnmente conocidos para esta zona del país.

Es importante destacar el contenido nutricional que nos presenta este producto debido a que cuenta con elementos supremamente importantes tales como carbohidratos, potasio y vitaminas A y C y que además posee bajo contenido en grasa (Reina Aranza, 2012), son notables los beneficios que presenta este producto a nivel alimenticio debido a la gran cantidad de complicaciones que se presentan a diario con los malos hábitos alimenticios que poseemos dentro de nuestra dieta alimenticia.

Dentro del uso eficiente podemos mencionar en el último tiempo se han logrado descubrimientos importantes en cuanto al ñame refiere, debido a que este también posee una

sustancia química que sirve para la formación de esteroides y estrógenos lo cual convierte a la sapogenina como un insumo supremamente importante para la industria farmacéutica (Corporacion PBA, 2011), y notamos que se amplía significativamente el campo de acción para el uso en las distintas facetas que se puede presentar este producto, indudablemente la arista de posibilidades lo vuelven atractivo para el desarrollo de nuevas oportunidades para el crecimiento no solo en el ámbito alimenticio sino en la industria, lo cual permitiría que se pensara a futuro en la posibilidad de buscar una tecnificación que solvete y estructure de una forma más robusta la cadena de suministro de este tubérculo.

Producto de los avances alcanzados, se determinó un estudio con mayor profundidad que permitiera evidenciar cuales son las especies que producen en mayor cantidad la sopogeninas sometiendo a ocho especies al estudio que son las siguientes; d alata, d bulbifera, d cayenensis, d dodecaneura, d esculenta, d polygonoides, d rotundata, y d trifida, (Reina Aranza, 2012), donde las conclusiones arrojan que la especie con mayor presencia de la sustancia química es la especie d polygonoides, utilizadas comúnmente en anticonceptivos.

En la exploración de las diferentes alternativas que proporciona el ñame se identificó que posee características que se pueden utilizar en la fabricación de bioplásticos, en el proceso de obtención del ácido poliláctico a partir de la extracción del almidón de ñame, dando una nueva alternativa para el desarrollo del potencial económico que brinda este tubérculo (Hata, Reguero, Arteaga, Buitrago, & Álvarez, 2003), es decir que no solamente se hace provechoso en términos alimenticios y farmacéuticos, también nos proporciona la posibilidad en otro tipo de industria como la de los plásticos, es importante destacar la polivalencia para tres sectores que quizás no guardan ninguna relación pero que proporcionan oportunidades importantes cada una desde sus necesidades.

Dentro de la industria de los plásticos es importante mencionar que con el ácido poli láctico que es producto de la extracción del almidón de ñame se destaca la elaboración de diferentes productos es el caso de empaques plásticos (biodegradables), productos desechables, materiales ortopédicos y de sutura entre otros, por ende, el aporte es altamente importante debido a la importancia que estos productos tienen para diferentes actividades toda vez que se utilizan a diario.

Detallando cada una de las alternativas presentes para este producto, es algo extraño no encontrar ningún proyecto serio de inversión que impulse significativamente el avance de este tubérculo en materia de tecnificación toda vez que se asienten empresas industriales que solventen las inversiones necesarias para buscar la robustez que necesita este producto para explotarlo económicamente para el mercado nacional como para el internacional.

3.5 Análisis Económico del ñame en Colombia

En el ámbito internacional el cultivo de ñame tiene una tendencia muy marcada hacia los países africanos debido a que estos países guardan unas características especiales que permiten que el cultivo se desarrolle sin ningún problema, todos son países con climas cálidos, costeros y riberanos dadas sus condiciones geográficas, los países con mayor participación para el año 2010 según la FAO son Nigeria con el 59% de la producción mundial, Ghana con el 12,2% y Costa de marfil con el 11,7%, en conjunto muestran una ponderación más que significativa con el 82,9% es decir que la tendencia y relevancia que tienen estos países frente a la producción mundial resulta destacable, en el caso de América la producción de ñame está por el orden del 10.2% lo cual no es nada despreciable sin embargo los países que más se destacan son Colombia, Brasil, Venezuela, Panamá, República Dominicana entre otros, como vemos la producción de Colombia al interior del continente americano muestra gran importancia estando en los primeros lugares, dentro del ranking de los 20 países con mayor producción de ñame encontramos 3 suramericanos y Colombia se

destaca en el puesto once con una producción aproximada de 395.374 hectáreas con el 0,8% de la producción mundial (Reina Aranza, 2012).

Si bien los países con mayor número de hectáreas sembradas son africanos, Colombia se destaca a nivel mundial por tener el mejor rendimiento en producción por hectárea sembrada es decir que por cada hectárea la producción aproximada en Colombia es de 28.3 toneladas en 2010, lo cual muestra el significativo rendimiento que se logra para cada hectárea, este no es un dato menor debido a que se muestra claramente que con los recursos tan limitados en tecnificación se muestra buenos resultados lo que impulsaría las posibilidades de inversión, y por el contrario los países africanos que tienen grandes extensiones de cultivo no optimizan la producción con rendimientos de 10.5 toneladas por hectárea en Nigeria siendo el país que más extensión territorial posee en el cultivo de ñame, lo cual contrasta las realidades de cada hemisferio, pero nos da luces de la importancia de las buenas prácticas que se desarrollan en nuestro territorio para la optimización del cultivo y esto motiva e impulsa el desarrollo de iniciativas que propendan el mejoramiento de las condiciones actuales, de forma que tengamos mejores resultados en el desarrollo de las actividades inherentes al cultivo y producción del mismo.

3.6 Producción de Ñame en Colombia

En Colombia el ñame juega una importancia que se destaca especialmente en la costa caribe debido al protagonismo que tiene este producto en la canasta de muchas familias que incluyen en su dieta el consumo diario de este tubérculo, de forma que es normal que la producción muestre significativos avances producto del transcurrir mismo de la economía, entre los años 2000 a 2010 la producción promedio fue de 297.628 aproximadamente con una tasa de crecimiento promedio de 4.6%, (Reina Aranza, 2012). Es importante destacar que la tendencia de crecimiento siempre fue visible hasta que llegó la crisis con la antracnosis donde se estancó un poco la producción,

producto de las dificultades que generaba la aparición de este hongo, razón por la cual para los años 90 fue muy deficiente el crecimiento caso distinto para los años 2000 cuando se mantuvo estable un crecimiento significativo y constante de manera que podemos evidenciar que la tendencia del último tiempo ha sido favorable producto de las prometedoras oportunidades que nos brinda este tubérculo en el mercado internacional especialmente.

Colombia juega un papel preponderante en la siembra, pero especialmente en la producción y/o rendimiento de este cultivo, debido a que ocupamos un puesto muy destacable en extensión de cultivos, pero aún más importante en el rendimiento por hectárea cosechada hoy estamos entre los 15 países con mayor cultivo y estamos en los primeros puestos de rendimiento por hectárea razón por la cual nos convertimos en un referente de buenas prácticas, producto de las técnicas empleadas todo esto sin desconocer que tenemos un largo camino por recorrer, a nivel interno este producto muestra una tendencia geográfica muy marcada debido a que el cultivo necesita ciertas condiciones climáticas propicias para su cosecha, es por esto que la producción se concentra especialmente en la región caribe principalmente en tres departamentos que en su orden son *Bolívar*, *Córdoba* y *Sucre*, todos mutuamente relacionados por la subregión de montes de maría que posee unos 15 municipios que es donde se concentra la mayor siembra y producción de este producto.

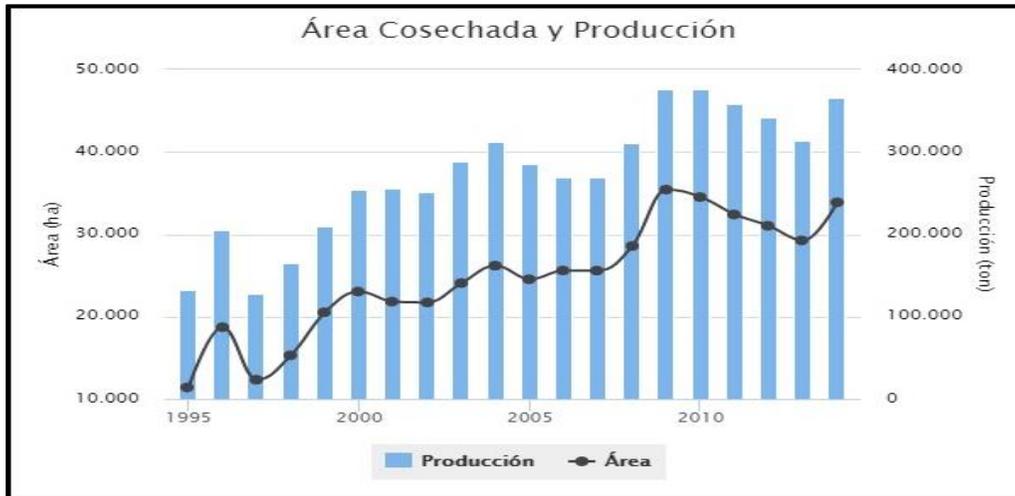


Figura 4. Área cosechada y producción de ñame en Colombia

Fuente: Tomado de (<http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>, 2017).

Dentro de la participación de todos los departamentos y regiones en la producción de ñame en Colombia la costa atlántica en general aporta un 89% de la producción nacional en un periodo transcurrido desde el 1987 a 2010 siendo una cifra realmente muy importante frente al poco más del 10% que aportan los demás departamentos (Reina Aranza, 2012), dentro de los departamentos ajenos a la costa caribe que aporta una porción importante encontramos Antioquia con un 7,4% que es quien más se destaca, de modo que se identifica muy claramente la predominancia de la costa norte, los departamentos con mayor producción son Bolívar que para el año 2014 tuvo una producción de 15,08%, Córdoba con un 12,94% y sucre con ñame 5,08%, ñame diamante 5,17% y ñame espino 5,59% (Agronet, 2017), es clara la importancia de este producto para la economía de estos tres departamentos producto de la influencia que ejerce sobre la economía y la canasta familiar teniendo en cuenta que si bien el ñame ha venido mostrando avances importantes como producto de exportación en su gran mayoría el producto es llevado al mercado local para el consumo de sus habitantes.

La producción de ñame en la región caribe ha mostrado normales incrementos debido a que durante el periodo comprendido entre 2000 y 2010 los departamentos que mostraron incrementos fueron Magdalena con 13,6%, Bolívar con 6,3% Sucre con 4,8% Atlántico con 2,9% y Córdoba con 1,6% (Reina Aranza, 2012). Si bien Magdalena fue quien más mostró crecimiento su participación al no ser tan significativa en el consolidado nacional no muestra una variación visible, sin embargo si es destacable el bajo nivel de crecimiento del departamento de Córdoba debido a que para los años 2000 era el mayor productor de ñame del país siendo superado en los últimos años por el departamento de Bolívar, lo cual muestra la importante influencia del corazón de montes de María con San Juan Nepomuceno, el Carmen de Bolívar siendo estos los municipios que predominan con la siembra y producción de este tubérculo, por otro lado los departamentos que mostraron decrecimiento en la producción de ñame fueron los departamentos Cesar y la Guajira con 9,1% y 2,1% respectivamente, razón por la cual pierden mucho terreno frente a los demás departamentos.

3.7 Área cultivada en Colombia

Al igual que en el apartado anterior las cifras son muy parecidas en cuando al área cosechada frente a la producción debido a que la tendencia se mantiene con la influencia de las zonas claramente identificadas con gran importancia sobre la siembra y producción de este producto, entre el año 2000 y 2010 Colombia paso de 23.038 a 36.175 hectáreas cultivadas lo cual se traduce en un crecimiento que se ajusta al 4.6% paralelo al de la producción (Reina Aranza, 2012) donde tuvo un comportamiento muy parecido, el Caribe colombiano concentra aproximadamente el 93% del área cosechada del país, producto de la gran influencia de los departamentos de Bolívar con el 45% del total, Córdoba con el 32% y Sucre con el 13.4%, quienes en conjunto concentran el 90.4% aproximadamente, el otro 7% ajeno a la región Caribe se concentra

en los departamentos de Antioquia con 5.8% y el choco con el 0.7% aproximadamente, dentro de la región caribe los departamentos que menos significancia general al ponderado regional son los departamentos de la guajira con un 0.4% y atlántico y magdalena con un 0.7% cada uno y cesar con un 0.8% respectivamente, (Reina Aranza, 2012), producto de estos datos podemos inferir la vital importancia a nivel económico de este producto en el PIB para estos departamentos siendo uno de los productos de mayor rotación producto del área cosechada en cada uno de los departamentos, por lo cual autoridades locales y naciones ponen sus ojos en la puesta a punto para el desarrollo de este producto de gran alcance.

En la región caribe para el mismo periodo comprendido de 2000 a 2010 el área cosechada fue de 24.949 hectáreas con un crecimiento del 4.1%, frente al 4.6% del crecimiento nacional se ve una leve disminución producto de un mayor crecimiento para otras zonas que tal vez no tienen gran influencia pero que muestra un crecimiento importante.

En un análisis más puntual se puede identificar que dentro de los 3 departamentos con mayor producción y cosecha los municipios que marcan la diferencia son en bolívar el Carmen de bolívar con 5400 hectáreas cultivadas y san juan Nepomuceno 8000 hectáreas, en el departamento de córdoba, ciénaga de oro posee 2100 has cultivadas, mientras que Sahagún le sigue con 1150 hectáreas, en el departamento de sucre los más representativos son los municipios de Ovejas y Los palmitos con 2330 y 410 respectivamente, viendo la gran influencia del municipio de Ovejas frente a la gran ventaja con el segundo que son los palmitos, de modo que ya se tiene un panorama más claro de la sectorización de las áreas puntuales donde se concentran la gran mayoría de cultivos (Reina Aranza, 2012).

3.8 Rendimiento del cultivo ñame en Colombia.

Si bien Colombia no es el mayor cultivador de ñame en el mundo, si cuenta con un importantísimo y destacado papel, debido a que cuenta con el mayor rendimiento por hectárea cosechada es decir de una hectárea saca el mayor número de toneladas posibles, todo esto es atribuible a ciertas características del proceso productivo, como la calidad de la semilla, el tipo de siembra, el terreno y la variedad de la semilla, o existencia de clones son determinantes para lograr un buen rendimiento (Reina Aranza, 2012).

Producto de las dificultades presentadas para los años de 1980 donde eventualmente apareció la antracnosis un hongo que genero un sin número de problemas, pero que también abrió la puerta para buscar alternativas que permitieran superar este impase de forma que buscaron formas de un mejor cultivo que pudiese ser mucho más resistente a la aparición de esta plaga y se hicieron muchos estudios con acompañamiento de CORPOICA donde se concentraron en la búsqueda de alternativas y se hizo un semillero con la intención de clasificar y encontrar las mejores semillas con el fin de encontrar el mejor cultivo para un mejor rendimiento del producto y de estas buenas practicas se logró dar soluciones que permitieran superar las dificultades que ocasionaba este hongo.

A nivel local los datos más representativos en cuanto a rendimiento para el periodo del 2000 a 2010 corresponden a los departamentos del Cesar con 16.3 toneladas por hectárea, Antioquia con ton/ha, bolívar con 12.4 ton/ha, Córdoba con 10.3 ton/ha, Sucre y Guajira con 9.3 ton/ha, Atlántico 8.9 ton/ha, Magdalena con 7.1 ton/ha, así mismo el promedio de rendimiento para la región caribe en total fue de 10.2 ton/ha, (Reina Aranza, 2012) el análisis que se realiza de los datos es que uno de los departamentos con menor influencia en cuanto a cantidad de cultivo cuenta con un muy

buen dato de rendimiento lo que lo vuelve un referente de buenas prácticas, de modo que es importante identificar las metodologías utilizadas.

Departamento	Rendimiento (ton/has)		Tasa de crecimiento promedio anual (2000-2010)
	2000	2010	
Antioquia	15,8	13,9	-1,2
Atlántico	9,0	10,9	2,0
Bolívar	12,2	11,1	-0,9
Casanare	0,0	3,7	n.d
Cesar	19,2	15,0	-2,5
Chocó	8,1	4,4	-6,0
Córdoba	10,2	10,4	0,2
La Guajira	5,8	5,6	-0,3
Magdalena	6,2	8,4	3,0
San Andrés y Providencia	2,0	0,0	n.d
Sucre	9,8	10,3	0,5

Figura 5. Rendimiento del cultivo de ñame por departamentos

Fuente: Tomado de (Reina Aranza, 2012).

3.9 Consumo del ñame en Colombia.

Como bien se ha mencionado el mercado del ñame en su mayoría se concentra en el ámbito local especialmente en la costa caribe, si bien en el último tiempo el mercado internacional ha tomado mucha fuerza la influencia del mercado local sigue siendo significativa por el arraigo que las familias de la costa caribe tienen al consumo de este tubérculo. Aunque buena parte de este producto llega al consumidor a través de canales mayoristas como supermercados y almacenes de cadena, se destaca la participación del comercializador minorista (Sánchez Vesga & Hernández Vásquez, 1998).

El precio promedio de venta para el ñame espino siendo uno de los más convencionales en el flujo de comercio en el mercado local (Cartagena, Valledupar, Montería, Sincelejo, y barranquilla) paso de \$600 por kilogramo en 2004 a \$1550 por kilogramo en 2010 siendo la época de mayores precios la época de mayo, junio y julio. Por su parte el precio del ñame criollo paso de \$440 por kilogramo en 2004 a \$1180 por kilogramo en 2010 (Reina Aranza, 2012), como bien se conoce lo dicho en apartados anteriores el ñame es un producto estacional dados los ciclos de cosecha y por ende la explicación del alto precio para estos meses es que las cosechas se recogen generalmente para inicios de año cuando hay una mayor oferta, y para los meses de mitad de año escasea un poco el producto y los vendedores aprovechan para aumentar sustancialmente el precio del mismo.

Es importante destacar que posterior a la cosecha se hace un proceso de clasificación donde se identifica el producto con las mejores condiciones con miras a enviarlo al mercado internacional, otra parte se queda para el comercio del mercado local y por ultimo otra parte se toma como semilla para el próximo cultivo, de forma que estas son los usos para cada cosecha, según información recolectada los intermediarios recolectan el producto en fincas posteriormente lo llevan a centros de acopio, luego hacen labores de clasificación y limpieza como puesta a punto para la exportación y lo empaacan en cajas de 20 toneladas. Dentro de las condiciones mínimas que debe poseer el producto para ser exportado es que sea un ñame pequeño entre 1 y 5 libras, que no esté mal formado, que no esté pelado ni maltratado, y la certificación de estar libre de cualquier tipo de enfermedades como la antracnosis (Reina Aranza, 2012).

Los destinos internacionales identificados en la exportación de este producto corresponden como mayor consumidor a países en el mismo orden como EE. UU, Puerto Rico, Venezuela, y algunos países de la unión europea, mientras que los países que mayor actividad comercial externa

tiene son Costa Rica, Colombia, Brasil y Ghana. Las causas por las cuales estos países tienen altos consumos en que las poblaciones étnicas arraigadas a este tubérculo demandan notablemente su consumo, es importante destacar que para los años 90 con la aparición de enfermedades como la antracnosis se desincentivo un poco la actividad de exportación debido a que la participación del ñame en mercados como el norteamericano paso de 14.2 (3389 ton) en 1995 a (881 ton) en el 1998 (Corporacion PBA, 2011).

Es importante destacar el papel tan importante que juega el departamento de Sucre debido a que el 60% de las empresas que se dedican al comercio externo se encuentran ubicadas en el departamento y por su parte el ICA tiene identificadas 160 fincas productivas donde se cultiva ñame de exportación, un exportador puede realizar 2 o 3 movimientos portuarios por semana lo que equivale a 48 toneladas aproximadamente, los puertos utilizados comúnmente son los de Santa Martha y Cartagena, y el destino principal es Estados Unidos, el tiempo de transito de las embarcaciones es de 8 días aproximadamente, el fuerte factor estacional de este producto afecta directamente a los exportadores debido a que en periodos como de junio a septiembre, escasea el producto y no hay suficiente producto para exportar, lo que produce dificultad con el equilibrio en la oferta y genera dificultades en el poder de negociación.

3.10 Proceso logístico del ñame en el departamento de Sucre.

En el departamento de sucre existen condiciones desfavorables en lo referente a la optimización de la cadena de suministros del ñame, si bien se pueden identificar unos actores que integran la cadena como es el caso de productor, intermediario y comercializador, las practicas desarrolladas muestran las deficiencias presentes en el sistema, dentro de la información recolectada es notable las oportunidades que tiene este sector para el mejoramiento a través de la gestión de la cadena de suministros, dadas las prácticas que se desarrollan actualmente, las

principales restricciones para el sistema son fundamentalmente el acceso de vías terciarias que es bastante deficiente desde las fincas productoras, los tipos de vehículos utilizados que imposibilitan la optimización de los volúmenes de envíos.

Por otra parte, los acuerdos comerciales van en detrimento de algunos actores especialmente del productor dadas las difíciles condiciones de acceso y la variabilidad de precios que en algunas ocasiones no permiten tener buenos márgenes de utilidad, sin embargo, desde la propuesta de esta iniciativa no se busca cambiar dichos acuerdos, simplemente brindar una alternativa eficaz que beneficie a la cadena de valor integralmente.

Este sector desde sus prácticas operativas no hace un uso eficiente de los equipos disponibles que lo que vuelve las operaciones demasiado manuales e ineficientes, pero también es claro denotar que probablemente sea producto del poco poder adquisitivo con el que hoy cuentan los productores especialmente, y la poca información disponible al respecto.

3.11 Tipos de transporte.

Como bien se ha mencionado el ñame posee una serie de condiciones para su cultivo entre las cuales existen unas muy particulares debido a que las zonas donde se concentra la mayor parte de su cultivo tienen cierta altimetría y condiciones propias de su entorno es decir son zonas de difícil acceso por lo irregulares que son, por lo cual dentro de la cadena de valor actual podemos decir que el transporte utilizado depende del eslabón de la cadena, de manera que mediante información recolectada pudimos determinar que en cuanto al productor en sus labores de cosecha para sacar su producto utiliza diferentes tipos de recursos dependiendo de las condiciones mismas del entorno, por ende en algunos casos utilizan camperos o vehículos que para la zona son llamados willys, estos son vehículos no propiamente adecuados para el transporte pero que en definitiva

cumplen con las condiciones para las vías de tan difícil acceso, también es muy común que los productores utilicen tractores con un pequeño tráiler donde almacenan aproximadamente 25 bultos de 50 kg lo que equivaldría a 1,3 toneladas aproximadamente, así mismo en algunos casos el producto que en masa son de pequeños productores se utilizan animales como burros, mulas para el transporte del mismo, en casos habituales encontramos que el promedio de hectáreas de cultivo oscila entre 1 y 2 hectáreas y generalmente este cultivo va acompañado por otros productos muy populares en la región, como el maíz y la yuca, normalmente en una hectárea de ñame se pueden sembrar alrededor de 10000 matas lo que equivale a unas 10 toneladas aproximadamente y en los vehículos camperos que también son llamados jeep caben por viaje alrededor de 1,3 toneladas de producto suelto, es decir que por una hectárea de ñame se estarían haciendo alrededor de 8 viajes.

En zonas como Ovejas y en Los palmitos que en el departamento de Sucre son las que poseen una gran concentración del cultivo de este producto, las veredas como almagra, flor del monte en zona rural de ovejas y san Jaime, palmas de vino, sabanas de Beltrán en zona rural de los palmitos, no tienen distancias muy grandes del casco urbano de manera que estas condiciones si bien no son las propicias ayudan un poco por la cercanía y hacen que el producto este en un tiempo no muy grande en centros de acopio, estaríamos hablando de 30 mins a 1 hora a lo sumo en un vehículo campero, dentro de las condiciones de transporte fue muy común encontrar que los productores cometen muchos errores con las condiciones de almacenamiento en el transporte que produce mucho producto no conforme debido a que las condiciones son muy rudimentarias y el producto se pela y se pudre.

En muchos casos los pequeños productores cuando hacen negociaciones con intermediarios pactan que el transporte es asumido por los acopiadores de manera que el producto es llevado a centros de acopio donde es almacenado en masa y en muchos casos por meses para luego

comercializarlo en tiempos de poca oferta, los intermediarios luego de tenerlo acopiado durante cierto tiempo, y luego de que el producto es comercializado hacia los diferentes destinos como las capitales de departamentos de la costa atlántica es enviado en vehículos más grandes que corresponden a camiones 600 y 300 y que posteriormente llevan a los distintos lugares del mercado local como plazas de mercado, mayoristas, almacenes de cadena, estos camiones tienen capacidad de carga de unas 12 toneladas en el caso de los 600 y en el caso de los 300 de 6 a 7 aproximadamente, para el caso de este transporte se hace a través de vías primarias que se encuentran en mejor estado, lo que hace el transporte mucho más fácil, por lo cual la duración hacia los diferentes destinos es mucho más manejable, es importante destacar que generalmente los sitios donde se envían gran parte de la producción corresponden al casco urbano de ovejas y los palmitos teniendo en cuenta la importancia que tienen respecto a la extensión de sus cultivos, a destinos como la ciudad de barranquilla estamos hablando que la duración de viaje es de alrededor de 2 a 3 horas dependiente algunas variables como congestión de la vía entre otras, para la ciudad de Cartagena tiene una duración de viaje de alrededor de 1.5 y 2 horas, pero otro mercado importante como Sincelejo tiene una duración de 40 mins aproximadamente.

Es importante mencionar que normalmente los recursos utilizados para el cargue al medio de transporte es con operarios o coteros como son llamados en la zona, generalmente en los mismos sitios de cultivo cuando el producto se cosecha las mismas personas recogen el producto son las mismas que se encargan de subir el producto al medio de transporte. Lo mismo sucede en los sitios de acopio y para el descargue en los sitios de comercialización se utilizan los mismos recursos.

Uno de los grandes problemas que aqueja hace mucho tiempo a los productores es el pésimo estado de las vías terciarias que en su gran mayoría son las que conectan los sitios de cultivo a los centros de acopio en los cascos urbanos, en épocas de verano se vuelven más transitables, pero

cuando empieza el invierno su circulación es casi nula por lo cual hay que acudir normalmente a otro tipo de transportes como tractores o animales, esto a su vez imposibilita el óptimo intercambio de productos lo que afecta la economía de la zona, es importante mencionar que el departamento de sucre cuenta en longitud vial con cerca de 2.314 km de los cuales el 20.6% (477.2 km) de la red total corresponden a la red nacional que atraviesa el Departamento, el 15.5 % (357.7 km) a la red Secundaria, el 63.9 % (1.479 km) a la red Terciaria (INVÍAS con 526.9 km, Departamento con 151.2 km y los Municipios con 800.9 km) se evidencia que el 50% de la red vial del departamento se encuentra con una capa de rodadura en afirmado, lo que demuestra la necesidad de mejorar el estado de gran parte de la red vial del Departamento. Solo el 24.61% de la red se encuentra pavimentada, correspondiendo este porcentaje en gran parte a la red primaria.

3.12 Producción, cosecha, variedad de tubérculos y número de productores en el departamento de Sucre.

Es mucha la información que se conoce a nivel general del ñame en Colombia, debido a que claramente es tendiente a una zona en específico debido a que necesita de ciertas condiciones climáticas y además que su consumo está muy arraigado a las costumbres que se conservan en la cultura de los habitantes de la costa caribe, como bien se ha mencionado existen departamentos con un protagonismo muy importante en el cultivo y producción de ñame, es importante volverlos a mencionar como lo son el departamento de Bolívar, Córdoba y Sucre en el mismo orden de importancia, del mismo modo y teniendo en cuenta esta información, Sucre siendo el tercer departamento en importancia cuenta con unas características muy particulares en cuanto a su cultivo es decir si bien las técnicas son muy parecidas y existen características transversales en todos los lugares de siembra, Sucre cuenta con datos muy particulares que describiremos de manera clara y precisa en el desarrollo de los capítulos que conciernen al departamento de Sucre.

El ñame también conocido como dioscórea, posee una gran cantidad de variedades sin embargo, en el departamento de Sucre su cultivo si bien es variado, las variedades que predominan son el ñame criollo, diamante y espino, debido a que localmente son los más utilizados para el consumo local, y son los que más se cultivan con miras al mercado internacional, entre Bolívar y Sucre fundamentalmente existe la subregión de montes de maría que tiene mucha importancia en el cultivo de ñame debido a que cuenta con las características adecuadas para el cultivo, teniendo en cuenta su altimetría, temperatura, y otras características mínimas para el cultivo de este tubérculo, es importante destacar que si bien montes de maría tiene una participación importante en el cultivo, este se extiende a lo largo y ancho del departamento de sucre con muchos municipios que tienen una participación importante, montes de maría cuenta en el departamento de sucre con los siguientes municipios, Ovejas, Los Palmitos, Morroa, Coloso, Chalan, Toluviejo, San Onofre y San Antonio de Palmito en total 8 que concentran un peso importante en el cultivo de este producto, la economía de estos municipios se concentra básicamente en el cultivo de diferentes productos como el ñame, yuca, maíz entre otros, pero el ñame especialmente tiene una gran influencia debido a que las extensiones de su cultivo detallan una participación de gran valor para el sostenimiento económico de los habitantes de estos municipios.

La producción de ñame para el año 2009 en el departamento de sucre fue de 47785 toneladas con una participación del 12,9% (Corporacion PBA, 2011) del consolidado nacional lo cual muestra la gran influencia que posee el departamento para los intereses nacionales de este producto que son claramente importantes, a lo largo de los años se ha mostrado un crecimiento importante en la producción del tubérculo debido a que para el año 2014 la producción fue de 84108 ton con una participación del 13,2% en el total nacional, esto muestra grandes avances que animan al sector para buscar alternativas de mejora para abrir puertas importantes en el mercado internacional,

siendo este el que genera expectativas positivas con miras a que el gremio ñamicultor crezca de forma consistente.

A través de una serie de entrevistas realizadas en las zonas donde se concentran las mayores proporciones de cultivo de ñame, se pudo evidenciar que a pesar de que este producto genera el sustento económico para gran parte de los habitantes, no se evidencia actividades de colaboración debido a que los productores no se asocian con el fin de buscar alternativas de mejora para el bien común de todos, esa desarticulación no ha permitido tener un crecimiento consistente y equilibrado conforme a las oportunidades que presenta este producto, de forma que existe un trabajo importante para lograr articular las condiciones mínimas en lo que concierne políticas públicas de mayor beneficio al sector, explorar posibilidades para la expansión al mercado internacional que brinda grandes oportunidades de acuerdo a la aceptación que ha tenido este producto, mayores asesorías técnicas para la eficiencia del cultivo y de esta forma generar mayores y mejores escenarios con el fin de encontrar bases sólidas para un crecimiento acelerado del sector.

Ñame espino. En cuanto al cultivo y producción de ñame en el departamento de sucre existe mucha información al respecto debido a que la secretaria de desarrollo económico y medio ambiente a través de las umatas de cada municipio aporta datos de cultivo bastante interesantes por municipios en cantidad de cultivo por la variedad de ñame sembrado y la cantidad de productores por cada uno de ellos, de manera que vemos que hay municipios que tienen una importante participación en los cultivos, estos en su gran mayoría están ubicados en los montes de maría, en la variedad de ñame espino encontramos que para el año 2015 el mayor cultivador de esta variedad es el municipio de Los Palmitos con un área sembrada de 900 has pero con un área cosechada de 250 hectáreas con una producción que asciende a las 500 Ton y con un rendimiento por hectárea de 2 ton/has, seguido de lejos por Sampedo con un cultivo de 400 hectáreas y con un área cosechada

de 80 hectáreas y con una producción de 240 ton y un rendimiento de 3 ton/has, en el tercer lugar encontramos que Ovejas aparece con un cultivo de 300 hectáreas sembradas un área cosechada de 135 y con una producción de 1890 ton y un rendimiento de 14 ton/has, por otro lado si vamos a la producción podemos notar que los municipios que más se destacan son ovejas con 1890 toneladas seguido de coloso con 1615 luego el municipio de corozal que si bien no tiene un área de cultivo significativa su producción es bastante alta producto del buen rendimiento que posee con 16 ton/has, y en general el departamento de sucre cuenta con un total de 2233 hectáreas de ñame espino cultivado y una producción de 6322 ton con un rendimiento promedio de 8 ton/has (secretaria de desarrollo economico y medio ambiente, 2015).

REPÚBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO DE SUCRE



GOBERNACIÓN
SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO Y
MEDIO AMBIENTE

MATRIZ CUANTITATIVA CULTIVO ANUAL
AÑO 2015

Cuadro 19

NOMBRE MUNICIPIO	EVALUACION DEFINITIVA AÑO 2015 AREA SEMBRADA PARA COSECHARSE ENTRE ENERO Y DICIEMBRE DE 2015						
	AREA (Has.)		RENDIMIENTO SOBRE AREA COSECHADA (Ton./Ha.)	PRODUCC. OBTENIDA O A OBTENER (Ton.)	PRECIO PAGADO AL PRODUCTOR (\$/Kg.)	COSTOS DE PRODUCCION (\$/Ha.)	FINCAS PRODUCTORAS
	SEMBRADA	COSECHADA					
SINCELEJO	50	30	12	360	2.200	5.841.308	50
BUENAVISTA	0	0	0	0	0	0	0
CAMITO	0	0	0	0	0	0	0
CHALAN	17	11	2	22	2.200	5.856.532	79
COLOSO	160	95,0	17	1.615	1.200	5.850.834	120
COROZAL	36	35,0	16,0	560	1.200	5.852.154	25
COVENAS	2	2	12	24	2.100	5.839.350	4
EL ROBLE	11	4	2	8	1.200	5.843.728	15
GALERAS	0	0	0	0	0	0	0
GUARANDA	0	0	0	0	0	0	0
LA UNION	56	25	1	13	1.250	5.867.532	57
LOS PALMITOS	900	250	2,0	500	625	5.861.845	515
MAJAGUAL	0	0	0	0	0	0	0
MORROA	75	55	6,8	374	975	5.841.275	57
OVEJAS	300	135	14	1.890	2.000	5.863.495	250
SAMPUES	400	80	3	240	500	5.863.451	130
SAN A. PALMITO	15	15	13	195	1.250	5.861.845	15
SAN B. ABAD	0	0	0	0	0	0	0
SAN J. BETULIA	0	0	0	0	0	0	0
SAN MARCOS	0	0	0	0	0	0	0
SAN ONOFRE	50	40	9	360	1.650	5.872.350	60
SAN PEDRO	35	0	0	0	1.800	5.861.614	114
SINCE	16,0	4,8	0	1,7	2.350	5.856.532	72
SUCRE	0	0	0	0	0	0	0
TOLU	20	10	8	80	1.350	5.712.540	30
TOLUVIEJO	90,0	40	2	80	1.500	5.851.725	10
TOTAL DFTO	2.234	832	8	8.322	1.481	6.848.848	1.803

Fuente: UMATAS - URPA - CONSENSOS AGROPECUARIOS MUNICIPALES - CONSENSO DEPARTAMENTAL
EQUIPO EVALUACIONES

Figura 6. Matriz cuantitativa de cultivo y producción de ñame espino en el departamento de

Sucre

Fuente: Tomado de (secretaria de desarrollo economico y medio ambiente, 2015).

Es importante destacar que la información más cercana y fidedigna que se puede encontrar es la suministrada por la gobernación de sucre quien a través de las Umatas (unidades municipales de asistencia técnica) nos brindan datos muy puntuales de cultivo, producción y fincas productoras, en cuanto a la variedad de ñame espino, podemos evidenciar que el mayor cultivador es el

municipio de los palmitos con 900 hectáreas cultivadas para el año 2015 pero con un rendimiento muy bajo teniendo como producción 500 toneladas, seguido del municipio de Sampues con 400 hectáreas y también con un rendimiento muy bajo y con una producción de 240 hectáreas, por otro lado se encuentra en el tercer lugar de cultivo al municipio de ovejas con 300 hectáreas pero como el mayor productor con un rendimiento muy bueno por hectárea de 15 ton/has, y con una producción de 1890 siendo la más alta en el departamento de sucre en lo que concierne a esta variedad de ñame, en cuanto a productores vemos que se mantiene la tendencia debido a que los palmitos es quien concentra la mayor cantidad de productores con 515 fincas y le sigue el municipio de ovejas con 250 productores, este último dato resulta supremamente importante debido a que vemos que este producto mueve económicamente a 515 familias en una población total de 19257 habitantes y haciendo la salvedad de que cada familia está conformada por alrededor de 5 personas.

Por otro lado, se puede encontrar información muy relevante del cultivo y producción aportada por el ministerio de agricultura a través de agronet, donde vemos información de cultivo por municipio para el año 2014 muy cercana a la aportada por la gobernación de sucre donde podemos evidenciar que el municipio de los palmitos es el mayor cultivador, seguido en este caso por ovejas y luego por el municipio de sampues, pero que difiere con la información local con la producción debido a que dice que en el 2014 la producción de ñame en el municipio de los palmitos alcanzo las 11875 hectáreas lo cual no es un dato menor viendo la producción aportada por la gobernación de Sucre para el año 2015.

ÑAME ESPINO					
Año	Municipio	Area Cos. (has)	Area Sem. (has)	Producción (Ton)	Rendimiento (ton/ha)
2016	Chalán	9,00	12,00	15,30	1,70
2016	Coloso	60,00	60,00	900,00	15,00
2016	Corozal	45,00	48,00	900,00	20,00
2016	Coveñas	6,00	6,00	72,00	12,00
2016	El roble	10,00	12,00	80,00	8,00
2016	La Unión	20,00	20,00	100,00	5,00
2016	Los Palmitos	285,00	420,00	1.852,50	6,50
2016	Morroa	31,00	31,00	210,80	6,80
2016	Ovejas	100,00	200,00	1.400,00	14,00
2016	Palmito	19,00	20,00	247,00	13,00
2016	Sampués	90,00	450,00	270,00	3,00
2016	San Onofre	75,00	80,00	675,00	9,00
2016	San Pedro	7,00	8,00	70,00	10,00
2016	Sincé	3,45	11,50	10,35	3,00
2016	Sincelejo	120,00	120,00	1.920,00	16,00
2016	Tolú	15,00	25,00	90,00	6,00

Figura 7. cultivo y producción de ñame espino en el departamento de sucre

Fuente: Tomado de (Agronet, 2016)

Es notable ver que de los tres municipios que generan casi el 57% del cultivo y producción de esta variedad de ñame 2 pertenecen a los montes de maría es el caso de Los palmitos y Ovejas que entre los dos aportan 620 hectáreas sobre las 1523 que tiene en total el departamento de Sucre de manera que claramente la influencia es muy importante de cara a la importancia que cada uno aporta al cultivo, así mismo es importante destacar que si bien los municipios de Sincelejo y Corozal no tiene una extensión de cultivo tan grande si cuentan con un rendimiento importante con una área sembrada de 120 y 48 has respectivamente y una producción de 1920 y 900 toneladas respectivamente con un rendimiento de 16 y 20 ton/has esto se debe claramente a que la tecnificación que tienen para el cultivo es mucho mayor con sistemas de riego más eficientes y la siembra de un mayor número de matas en una hectárea del mismo modo al ser la primera y segunda

ciudad del departamento cuentan con una red vial de buenas condiciones lo que hace más fácil el transporte y las actividades logísticas inherentes a el proceso de distribución.

Ñame Diamante. En cuanto a la variedad de ñame diamante para el año 2015 encontramos que el municipio con mayor participación en el cultivo es el de Ovejas con un área sembrada de 1000 hectáreas pero con un área cosechada de 470 hectáreas, con una producción de 6345 ton y un rendimiento de 13,5 ton/has, le sigue de lejos el municipio de los palmitos con un cultivo de 450 hectáreas, con un área cosechada de 150 hectáreas y con una producción de 375 ton y un rendimiento de 2,5 ton/has que a la postre es bastante bajo para el promedio nacional, en el tercer lugar se encuentra al municipio de Corozal con un cultivo de 396 hectáreas, con un área cosechada de 370 hectáreas y con una producción de 3700 ton y un rendimiento de 10 ton/has, si se habla de producción los municipios que más se destacan son ovejas y corozal con con 6345 y 3700 respectivamente pero le siguen San marcos y Tolú con 480 toneladas cada uno de manera que vemos la importancia del rendimiento para con la producción, y en general el departamento de Sucre cuenta con un área sembrada de 2109 hectáreas sembradas, con una producción total de 11735 toneladas y con un rendimiento promedio de 10 ton/has.(secretaria de desarrollo economico y medio ambiente, 2015).

REPÚBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO DE SUCRE



GOBERNACIÓN
SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO Y
MEDIO AMBIENTE

MATRIZ CUANTITATIVA CULTIVO ANUAL
AÑO 2016

Cuadro 20

NOMBRE DIAMANTE	EVALUACION DEFINITIVA AÑO 2016						
	AREA SEMBRADA PARA COSECHAR ENTRE ENERO Y DICIEMBRE DE 2016						
	AREA (Has.)		RENDIMIENTO SOBRE AREA COSECHADA (Ton./Ha.)	PRODUCC. OBTENIDA O A OBTENER (Ton.)	PRECIO PAGADO AL PRODUCTOR (\$/Kg.)	COSTOS DE PRODUCCION (\$/Ha.)	FINCAS PRODUCTORAS
SEMBRADA	COSECHADA						
SINCELEJO	0	0	0	0	0	0	0
BUENAVISTA	0	0	0	0	0	0	0
CAIMITO	0	0	0	0	0	0	0
CHALAN	0	0	0	0	0	0	0
COLOSO	0	0	0	0	0	0	0
COROZAL	396	370,0	10,0	3.700	800	1.850.000	180
COVENAS	0	0	0	0	0	0	0
EL ROBLE	0	0	0	0	0	0	0
GALERAS	0	0	0	0	0	0	0
GUARANDA	0	0	0	0	0	0	0
LA UNION	0	0	0	0	0	0	0
LOS PALMITOS	450	150	2,5	375	850	1.845.000	190
MAJAGUAL	0	0	0	0	0	0	0
MORROA	0	0	0	0	0	0	0
OVEJAS	1.000	470	13,5	6.345	1.700	1.995.840	8.000
SAN FUES	0	0	0	0	0	0	0
SAN A. PALMITO	0	0	0	0	0	0	0
SAN B. ABAD	0	0	0	0	0	0	0
SAN J. BETULIA	105	118	3	354	800	1.861.200	350
SAN MARCOS	60	60	8	480	1.100	1.879.650	80
SAN ONOFRE	0	0	0	0	0	0	0
SAN PEDRO	0	0	0	0	0	0	0
SINCE	18,0	5,4	0,3	1,8	1.750	1.854.215	67
SUCRE	0	0	0	0	0	0	0
TOLU	80	60	8	480	1.100	1.882.000	80
TOLUVEJO	0,0	0	0	0	0	0	0
TOTAL DPTO	2.198	1.233	10	11.738	1.167	1.881.101	8.947

Fuente: UMATAs - URRAs - CONSENSOS AGROPECUARIO S MUNICIPALES - CONSENSO DEPARTAMENTAL
EQUIPO EVALUACIONES

Figura 8. matriz cuantitativa de cultivo y producción de ñame diamante en el departamento de Sucre

Fuente: Tomado de (secretaria de desarrollo economico y medio ambiente, 2015).

En la variedad de ñame diamante, se ve que de lejos el municipio de ovejas es el que mayor área sembrada tiene con 1000 hectáreas con un rendimiento bastante alto incluso mayor a la media nacional, seguido de los palmitos que sigue manteniendo un rendimiento bastante bajo con 2,5 ton/has y unas 375 toneladas en la producción, caso distinto al de corozal que si bien en el tercer municipio en cuanto área sembrada con 396 hectáreas tiene una muy buena producción con 3700 toneladas con buen rendimiento de 10 ton/has, en cuanto al número de productores por municipios llama poderosamente la atención la distribución que hay de las 1000 hectáreas sembradas sobre los

6000 cultivadores es decir que aproximadamente 6000 familias sobre los 25.000 habitantes que posee el municipio de Ovejas data de la importancia que tiene este tubérculo sobre la economía que mueve este municipio.

Por otro lado, si verificamos la información aportada por el ministerio de agricultura para el año 2014 se siguen manteniendo los municipios de Ovejas y Los palmitos en pleno corazón de montes de maría como los mayores cultivadores y difiere con el tercero que en estos datos corresponde al municipio de san Onofre con unas 330 hectáreas cultivadas, lo cual muestra la gran influencia que también tiene este municipio en el cultivo y producción de ñame en el departamento de Sucre.

ÑAME DIAMANTE					
Año	Municipio	Area Cos. (has)	Area Sem. (has)	Producción (Ton)	Rendimiento (ton/ha)
2016	Coveñas	3,00	3,00	24,00	8,00
2016	Los Palmitos	400,00	400,00	4.200,00	10,50
2016	Ovejas	1.000,00	1.000,00	16.600,00	16,60
2016	San Benito Abad	12,00	12,00	96,00	8,00
2016	San Juan de Betulia	200,00	200,00	1.800,00	9,00
2016	San Onofre	330,00	330,00	3.300,00	10,00
2016	Tolviejo	275,00	275,00	1.430,00	5,20

Figura 9. Cultivo y producción de ñame diamante en el departamento de Sucre

Fuente: Tomado de (Agronet, 2016).

En el caso del cultivo de ñame diamante se ve aún más la influencia que tienen los montes de maría debido a que los tres mayores productores pertenecen a esta subregión y tienen un peso del 78% sobre el total del cultivo, es importante destacar el rendimiento tan marcado del municipio de ovejas que asciende a la 16,6 ton/has, debido a que no es un dato menor, así mismo si vemos el cuarto municipio en importancia Tolviejo cuenta con 275 has de cultivo que también pertenece a los montes de maría.

Ñame Criollo. En cuanto a la variedad de ñame criollo siendo la tercera que también posee una importancia debido a que en el departamento de Sucre su cultivo es bastante grande y este se trabaja mediante información suministrada por la secretaría de desarrollo económico y medio ambiente se trabaja con productores en asocio así como también individual, el municipio que mayor participación tiene en consolidado en el cultivo de este tubérculo es Morroa que cuenta con un área sembrada de 352 hectáreas y un área cosechada de 253 hectáreas con una producción de 1720 ton y un rendimiento de 6,8 ton/has, de cerca le sigue el municipio de Coloso con un cultivo de 350 hectáreas y un área cosechada de 253 con una producción de 3675 ton, con un rendimiento de 15 ton/has bastante destacable, y en el tercer lugar encontramos al municipio de Toluviejo con un cultivo de 240 hectáreas y un área cosechada de 30 hectáreas con una producción de 60 ton y un rendimiento de 2 ton/has bastante bajo, en cuanto a la producción se destacan Morroa y Coloso atribuibles a su buen rendimiento y luego aparece el municipio de Coveñas con 830 toneladas y un rendimiento de 12 ton/has lo que explica su buena producción, y en general en el departamento de sucre en consolidado del área de cultivo es de 1719 con una producción total de 7863 y un rendimiento promedio de 6 ton/has (secretaria de desarrollo economico y medio ambiente, 2015).

REPÚBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO DE SUCRE



GOBERNACIÓN
SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO Y
MEDIO AMBIENTE

MATRIZ CUANTITATIVA CULTIVO ANUAL
AÑO 2015

Cuadro 18

NOMBRE CRIOLLO SOLO	EVALUACION DEFINITIVA AÑO 2015 AREA SEMBRADA PARA COSECHARSE ENTRE ENERO Y DICIEMBRE DE 2015						FINCAS PRODUCTORAS
	AREA (Hás.)		RENDIMIENTO SOBRE AREA COSECHADA (Ton./Ha.)	PRODUCC. OBTENIDA O A OBTENER (Ton.)	PRECIO PAGADO AL PRODUCTOR (\$/kg.)	COSTOS DE PRODUCCION (\$/Ha.)	
MUNICIPIOS	SEMRADA	COSECHADA					
SINCELEJO	0	0	0	0	0	0	0
BUENAVISTA	6	3	3	9	1.200	3.134.350	4
CAIMITO	0	0	0	0	0	0	0
CHALAN	26,5	21,5	6,5	139,8	1.300	3.140.850	145
COLOSO	50	35	15	525	950	3.123.561	45
GOROZAL	0	0	0	0	0	0	0
COVENAS	2	2	12	24	1.300	3.100.500	4
EL ROBLE	0	0	0	0	0	0	0
GALERAS	0	0	0	0	0	0	0
GUARANDA	0	0	0	0	0	0	0
LA UNIÓN	51	30	4	120	150	3.180.850	50
LOS PALMITOS	0	0	0	0	0	0	0
MAJAGUAL	0	0	0	0	0	0	0
MORROA	205	150	6,8	1.020	925	3.160.750	30
OVEJAS	0	0	0	0	0	0	0
SAMPUES	0	0	0	0	0	0	0
SANA. PALMITO	0	0	0	0	0	0	0
SAN B. ABAD	10	10	8	80	1.200	3.150.450	8
SAN J. BETULIA	0	0	0	0	0	0	0
SAN MARCOS	0	0	0	0	0	0	0
SAN ONOFRE	0	0	0	0	0	0	0
SAN PEDRO	130	9	1,5	13,5	1.650	3.164.820	130
SINCE	0	0	0	0	0	0	0
SUCRE	0	0	0	0	0	0	0
TOLU	0	0	0	0	0	0	0
TOLUVIEJO	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL DPTO	480	251	7,4	1.531	1.084	3.144.516	416

Fuente: UMATA's - URPA - CONSENSOS AGROPECUARIOS MUNICIPALES - CONSENSO DEPARTAMENTAL
EQUIPO EVALUACIONES

Figura 10. matriz cuantitativa de cultivo y producción de ñame criollo solo en el departamento de Sucre

Fuente: Tomado de (secretaria de desarrollo economico y medio ambiente, 2015).

REPÚBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO DE SUCRE



GOBERNACIÓN
SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO Y
MEDIO AMBIENTE

MATRIZ CUANTITATIVA CULTIVO ANUAL
AÑO 2015

Cuadro 13A

NOMBRE CRIOLLO ASOCIADO	EVALUACION DEFINITIVA AÑO 2015						
	AREA SEMBRADA PARA COSECHARSE ENTRE ENERO Y DICIEMBRE DE 2015						
	AREA (Has.)		RENDIMIENTO SOBRE AREA COSECHADA (Ton./Ha.)	PROD.UCC. OBTENIDA O A OBTENER (Ton.)	PRECIO PAGADO AL PRODUCTOR (\$/Kg.)	COSTOS DE PRODUCCION (\$/Ha.)	FINCAS PRODUCTORAS
MUNICIPIOS	SEMBRADA	COSECHADA					
SINCELEJO	40	20	8	160	1.800	2.838.440	25
BUENA VISTA	0	0	0	0	0	0	0
CAMITO	0	0	0	0	0	0	0
CHALAN	8,50	7,3	6	48	1.300	2.860.550	15
COLOSO	300	210	15	3.150	950	2.849.924	125
COROZAL	0	0	0	0	0	0	0
COVEÑAS	100	100	8,1	806	1.800	2.858.845	106
EL ROBLE	13	5	1	5	1.000	2.803.928	30
GALERAS	0	0	0	0	0	0	0
GUARANDA	0	0	0	0	0	0	0
LA UNION	0	0	0	0	0	0	0
LOS PALMITOS	0	0	0	0	0	0	0
MAJAGUAL	0	0	0	0	0	0	0
MORROA	147	103	6,8	700,4	950	2.858.724	134
OVEJAS	0	0	0	0	0	0	0
SAN PUES	100	20	2	40	750	2.871.264	100
SAN A. PALMITO	60	55	9	495	1.200	2.862.000	50
SAN B. ABAD	0	0	0	0	0	0	0
SAN J. BETULIA	0	0	0	0	0	0	0
SAN MARCOS	0	0	0	0	0	0	0
SAN ONOFRE	150	75	6	450	1.000	2.882.154	200
SAN PEDRO	80	55	1,2	67	1.650	2.877.028	283
SINCE	0	0	0	0	0	0	0
SUCRE	0	0	0	0	0	0	0
TOLU	0	0	0	0	0	0	0
TOLUVIEJO	240	30	2	60	1.400	2.880.845	210
TOTAL DPTO	1.288	881	8	6.878	1.266	2.868.618	1.268

Fuente : UMATA's - URPA - C ONSENSO S AGROPECUARIO S MUNICIPALES - C ONSENSO DEPARTAMENTAL
EQUIPO EVALUACION ES

Figura 11. matriz cuantitativa de cultivo y producción de ñame criollo asociado en el departamento de Sucre

Fuente: Tomado de (secretaria de desarrollo economico y medio ambiente, 2015).

Para el caso del ñame criollo es muy importante destacar que la segregación la hacen por la actividad asociada e individual de manera que se han tomado los datos y se han consolidado por lo diferentes municipios para hablar de solo la variedad de ñame criollo, de forma que se ve una distribución muy equilibrada donde Morroa y Coloso con 352 y 350 toneladas respectivamente aparecen muy de cerca como los municipios de mayor área cultivada, sin embargo en el tercer lugar se puede evidenciar a Toluviejo pero con rendimiento bastante deficiente de 2 ton/has, pero si se

va a la producción se destaca Coloso con 3675 y Morroa le sigue con 1720 toneladas y después aparece el municipio de Coveñas 830 toneladas de producto, lo cual no es un dato menor.

Por otro lado, se ve que también hay una información muy importante aportada por el ministerio de agricultura que corresponde al año 2014, donde se destacan otros municipios como corozal y san pedro y se sigue manteniendo el municipio de coloso, de manera que la información difiere un poco en cuanto a las estadísticas aportadas por la gobernación de Sucre a través de su secretaría.

ÑAME CRIOLLO					
Año	Municipio	Area Cos. (has)	Area Sem. (has)	Producción (Ton)	Rendimiento (ton/ha)
2016	Buenavista	5,50	5,50	22,00	4,00
2016	Chalán	50,25	54,75	432,88	8,61
2016	Coloso	450,00	450,00	6.750,00	15,00
2016	Corozal	266,00	270,00	3.544,00	13,32
2016	Coveñas	121,00	121,00	1.062,00	8,78
2016	El roble	13,00	15,00	78,00	6,00
2016	La Unión	30,00	50,00	120,00	4,00
2016	Los Palmitos	65,00	90,00	234,00	3,60
2016	Morroa	260,00	260,00	1.768,00	6,80
2016	Ovejas	450,00	900,00	6.075,00	13,50
2016	Palmito	55,00	60,00	495,00	9,00
2016	Sampués	25,00	115,00	62,50	2,50
2016	San Benito Abad	10,00	10,00	75,00	7,50
2016	San Juan de Betulia	105,00	105,00	315,00	3,00
2016	San Marcos	30,00	40,00	240,00	8,00
2016	San Onofre	200,00	300,00	1.200,00	6,00
2016	San Pedro	26,00	30,00	260,00	10,00
2016	Sincé	33,45	55,75	133,80	4,00
2016	Sincelejo	90,00	90,00	990,00	11,00
2016	Tolú	30,00	60,00	180,00	6,00
2016	Tolviejo	150,00	200,00	1.800,00	12,00

Figura 12. cultivo y producción de ñame criollo en el departamento de Sucre

Fuente: Tomado de(Agronet, 2016).

Es importante destacar la importancia del cultivo del ñame criollo debido a que como bien se observa es el que posee mayor área de cultivo, tiene presencia en un mayor número de municipios, y se destaca la importancia de coloso siendo el mayor productor y que también pertenece a los montes de maria, pero llama la atención el bajo rendimiento que poseen estos municipios en cuanto a hectáreas sembradas y llama la atención especialmente el municipio de san onofre, de cualquier modo vemos una distribución más marcada por los diferentes municipios donde este cultivo tiene presencia, los primeros tres municipios en importancia consolidan una participación del 50%, seguidos de municipios bien importantes como Toluviejo, Morroa y Coveñas.

Consolidado departamento de Sucre. si se observa el consolidado en el departamento de Sucre se puede hacer un análisis bastante importante, debido a que el área cosechada frente al área sembrada es bastante baja debido a que el solo el 29% del producto se cosecha, el rendimiento en promedio está por debajo de la media nacional que está cercano a las 10 ton/has, la producción asciende a las 25967 toneladas lo que equivaldría a unas 14,6 toneladas por hectárea cosechada, en el departamento de Sucre para el año 2015 había alrededor de 10224 productores lo que equivale a 2,5 toneladas por cultivador, y podemos concluir que el 68% de los cultivadores trabajan con la variedad de ñame diamante, el 16% con la variedad de ñame espino y 16 restante con la variedad de criollo, lo que muestra la gran influencia que tiene el ñame diamante en la distribución de personas que se dedican a esta actividad especialmente en el municipio de ovejas donde la cantidad de productores asciende a los 6000.

CONSOLIDADO DEPARTAMENTO DE SUCRE 2015						
	Area Sembrada (has)	Area Cosechada (has)	Rendimiento Ton/Has	Produccion (Ton)	Numero de Unidades Productoras	% unidades productoras
ñame criollo solo	480	261	7,4	1931,3	416	4%
ñame crollo asociado	1239	681	9	5979	1258	12%
ñame espino	2234	832	8	6322	1603	16%
ñame diamante	2109	1233	10	11735	6947	68%
TOTAL	6062	1774	8,6	25967,3	10224	100%

Figura 13. consolidado de ñame general en el departamento de Sucre

Fuente: Elaboración propia.

Claramente con el análisis anterior se puede afirmar que en el departamento de Sucre existen tres variedades predominantes en el cultivo de ñame que son el criollo, diamante y espino de manera que es importante destacar la importancia de montes de maría para todas las variedades sin desconocer que existen muchos municipios que poseen una participación importante, es el caso Sampues, San Pedro entre otros, ahora bien si se habla de ñame se puede decir que el departamento de Sucre para el 2016 tenía en consolidado un área de cultivo de 7026 hectáreas con una producción total de 62100 ton y un rendimiento promedio de 8,9 ton/has.

ÑAME				
Variedad de Ñame	Area Cos. (has)	Area Sem. (has)	Producción	Rendimiento promedio (ton/ha)
Criollo	2.465	3.282	25.837	7,7
Diamante	2.220	2.220	27.450	9,6
Espino	895	1.524	8.813	9,3
TOTAL	5.581	7.026	62.100	8,9

Figura 14. cultivo y producción de ñame general en el departamento de Sucre

Fuente: Tomado de (Agronet, 2016).

3.13 Uso y canales de comercialización del ñame en el departamento de Sucre.

Como bien se ha mencionado el destino de la producción de ñame se concentra básicamente en el mercado local de la costa caribe debido a que su uso principal va ligado a la canasta familiar como producto de primera necesidad para la elaboración de motes, guisos, como acompañante de platos fuertes entre otros, así mismo algunas especies de ñame como la dioscórea villosa (ñame silvestre de México) del que se obtiene un insumo muy importante llamado fitohormona diosgenina, que genera gran demanda en la industria farmacéutica debido a que se utiliza en la fabricación de anticonceptivos y otros productos que inciden en la regulación hormonal de las mujeres y el tratamiento de la osteoporosis, siendo esta última una gran oportunidad para el desarrollo sostenible de una oportunidad para el crecimiento del sector, producto de la gran necesidad insatisfecha que hoy tiene este sector.

Dentro de los mercados de comercialización es importante destacar que el 70% de la producción de ñame es distribuida en el mercado local en ciudades como barranquilla, Cartagena, Sincelejo, Montería, Santa Martha, Valledupar y Riohacha, siendo estas ciudades que aportan alto consumo de este tubérculo, un 20% se envía a mercados internacionales como el de estados unidos y las Antillas principalmente por los puertos de Cartagena, Barranquilla, Santa Martha y Uraba a través de empresas exportadoras como CI LALVI, CIMMA, JR LTDA, CI TROPICAL, exportadora de Sucre, entre otras, y el 10% de del restante de la producción es tomada como semilla para próximo cultivo (Corporacion PBA, 2011).

Dentro de los destinos internacionales la variedad de ñame diamante es la más común debido a que el 10% del producto exportado se envía a los estados unidos para los meses de septiembre y octubre siendo este el tiempo propicio antes que el producto salga de países como Costa Rica y Jamaica de tal forma que se pueda aprovechar el mercado norteamericano.

En la cadena de suministros del ñame se encuentra mediante información recolectada, que a lo largo de la misma existen una gran cantidad de actores que intervienen en el proceso de comercialización final de forma que hay una gran cantidad de intermediarios y acopiadores que trabajan en conjunto en la compra del producto a los cultivadores en los diferentes municipios para luego acopiarlo durante un tiempo establecido para luego comercializarlos a precios altos, este canal es el que maneja los mayores volúmenes de ñame además de proveer a los mercados locales, los intermediarios y/o acopiadores también venden producto a exportadores, mayoristas, y a los intermediarios que venden a los supermercados, los principales destinos de la producción de ñame en los Montes de María son Montería, Sincelejo, Barranquilla, Cartagena, Santa Martha, Valledupar, Riohacha, Bogotá y Medellín, es importante mencionar que en el último tiempo ha tomado mucha fuerza la comercialización de este tubérculo en ciudades del interior del país como Bogotá debido a la gran influencia de habitantes de la costa caribe en la capital del país, además dentro de las maniobras desarrolladas por los intermediarios se encuentra la responsabilidad de aportar el transporte para la recolección del producto en las fincas donde se cultiva.

Producto del fuerte factor estacional que aqueja el producto la oferta es muy variable a través del tiempo debido a que como el producto se cosecha para finales y principios de año generalmente los productores con grandes capacidades y los intermediarios almacenan el producto de forma que para los meses de junio y julio el producto alcanza precios bastante altos atribuibles al factor estacional de manera que siendo el ñame espino el de mayor demanda en periodos de mitad de año este puede alcanzar precios cercanos a los \$1500 – \$1800 por kilogramo, para luego descender drásticamente a precios muy bajos en otras épocas del año, de la misma forma esto ha traído grandes dificultades para consolidar el equilibrio para los mercados internacionales debido a la gran dificultad de garantizar una oferta constante para este tipo de mercados, para el caso del

ñame criollo sienta otro de mucha demanda los precios máximos que puede alcanzar están alrededor de los \$1200 y para picos bajos puede estar alrededor de los \$300 - \$600, en las diferentes ciudades donde se compra el tubérculo en las plazas de mercado se pueden comercializar de 1500 a 2000 bultos por semana.

En las áreas donde se cultiva este tubérculo existe un patrón que se extiende a lo largo y ancho del gran número de productores que se encuentran distribuidos por el departamento y es que en general y en su gran mayoría son pequeños productores rurales, con muy poca tecnificación en sus cultivos y que generalmente acompañan el cultivo con otros productos como el maíz, yuca, entre otros, así mismo no es común encontrar productores que tengan un gran número de hectáreas cultivadas debido a que en sus parcelas distribuyen la tierra para los diferentes productos, es importante destacar que en el último tiempo se han destacado diferentes organizaciones que propenden el desarrollo de este producto tales como corporación PBA, las universidades de Sucre y Córdoba, el instituto de biotecnología de la universidad nacional, corpoica, (Paz & Maria, 2015) entre otras, estas han desarrollado múltiples investigaciones para contrarrestar por ejemplo el hongo que aqueja este producto como la antracnosis, así mismo han clonado diferentes tipos con la intención de buscar una mejor semilla de manera que existen muchos interesados para el desarrollo sostenible de este producto.

A través de estas iniciativas una de las más ambiciosas va dirigida a optimizar la parte productiva de forma que se logre modernizar el sistema productivo con técnicas eficientes que proporcionen alternativas de bajo costo y aumenten la productividad, del mismo modo se orientan técnicas de preservación del medio ambiente teniendo en cuenta las problemáticas ambientales, debido a que en uso de agroquímicos de impacta directamente al ecosistema, con estas estrategias se busca que en la medida de lo posible los insumos agrícolas necesarios para desarrollo de los

cultivos sean producidos por los mismo agricultores, producto de esta estrategias hoy se pueden evidenciar que producen bioinsumos como el compost, humus, viales y micorrizas (Paz & Maria, 2015), que sirven para cubrir las necesidades de insumos agroquímicos.

En municipios de gran importancia como Ovejas, hoy se han establecido laboratorios de bajo costo que han desarrollado significativos avances en el desarrollo de semillas más limpias que son operados por los mismos productores, así mismo, estos laboratorios se ven apoyados de forma directa por las universidades que tienen mucho interés en el desarrollo de este tubérculo, producto de ello los centros de investigación han garantizado el mejoramiento genético de las variedades y los clones para enriquecer los bancos de germoplasmas existentes, en especial el banco de germoplasmas que administra corpoica y la colección de variedades que está desarrollando la universidad de córdoba (Paz & Maria, 2015), es importante destacar que dentro de las investigaciones se trabaja en asocio con alternativas que van en busca de optimizar productos como la yuca debido a que es un tubérculo que va muy ligado en el cultivo con el ñame, incluso es muy común encontrar que dentro de las parcelas visitadas normalmente el ñame va en asocio con diferentes productos pero en especial con la yuca de manera que los esfuerzos que se desarrollan constantemente tocan de manera directa a este producto de gran importancia para el departamento de Sucre.

Una de las grandes problemáticas identificadas en el sector es la gran influencia de intermediación que existe en la cadena de suministros debido a que gran parte de los esfuerzos son proporcionados por los productores que de alguna forma toman los riesgos que lleva implícito el cultivo, y por la condiciones socioeconómicas que tienen la gran mayoría de productores con la dificultad del recurso son abordados por intermediarios que aprovechan la coyuntura para comprar el producto a un precio bastante bajo teniendo en cuenta el precio de venta en los mercados locales

donde se ofrece este producto, mediante la información recolectada se pudo determinar que el producto es comprado por intermediarios aproximadamente a \$ 400 el kilogramo y es vendido en \$ 800 pesos lo cual desincentiva el beneficio para el consumidor final, muchos de los esfuerzos que se realizan precisamente van orientados fortalecer la cadena de forma que los actores disminuyan y los productores tengan mayor capacidad de negociación lo que podría incentivar mejores precios y mejores oportunidades para estrategias comerciales que permitan el crecimiento del mismo.

Teniendo en cuenta la información anterior es importante destacar los precios por bultos del ñame espino siendo uno de los más comunes puede llegar en picos altos de producción a precios que oscilan entre los \$ 17.000 y los \$ 25.000 por bulto de 50 kg y en temporadas donde escasea el tubérculo producto del déficit de oferta podría llegar a oscilar entre \$ 40.000 y \$ 50.000 por bulto sin clasificar (Paz & Maria, 2015).

Dentro de la cadena de suministros se encuentra una información muy valiosa y es que el destino de la producción de ñame se distribuye de la siguiente manera el 77% se lo llevan los intermediarios, el 2,8% se lleva directo a las plazas de mercado, el 18,5% se destina al autoconsumo (Paz & Maria, 2015), de manera que después que se cosecha el producto una tercera parte es comercializada por intermediarios lo que encarece de manera significativa el precio de venta al mercado casi que duplicando el costo inicial mediante información suministrada por los productores es muy común escuchar que las dificultades económicas presentes en estas familias los condiciona para tener poder de negociación frente a las oportunidades que les brinda el mercado, incluso es muy común encontrar que ninguno de ellos lleva un control de costos y gastos que les permita tener un margen de utilidad claro de este producto, sin embargo mediante la información proporcionada por algunos que están mucho más organizados el costo de una hectárea

cultivada estaría ascendiendo en promedio a los \$ 4,228.000 teniendo en cuenta un rendimiento de 18 toneladas por hectárea cultivada se podría afirmar que el costo de producir un kilo de ñame estaría llegando a los \$ 220 pesos por kilo.

En una descripción clara y precisa de la cadena de suministros del ñame en el departamento de Sucre se puede decir que la cadena empieza con los proveedores de insumos agrícolas fundamentales para el buen desempeño de los cultivos, teniendo en cuenta esta información resulta muy importante destacar que la asociación de productores en el municipio de Ovejas (empresa comunitaria San Rafael) cuentan con laboratorios de bajo costo para la producción y propagación de la semilla limpia, de manera que esta se vuelva la base de producción de semilla en el departamento, así mismo estos productores están en la capacidad de producir los bioinsumos necesarios para el cultivo, teniendo en cuenta esto podemos decir que otro de los actores de gran valía en la cadena de valor son los productores, debido a que en gran medida es donde estructuralmente nace la cadena de forma consistente, también podemos encontrar a los intermediarios que son quienes se encargan de darle destino al producto, dependiendo del destino que se tiene, y después encontramos comercializadores donde se destacan mayoristas, minoristas, comercializadoras internacionales, almacenes de cadena y plazas de mercado y de forma transversal hay un actor de apoyo como lo son entidades que propenden al avance como las universidades y corporaciones que dan asesorías para el mejoramiento del producto.

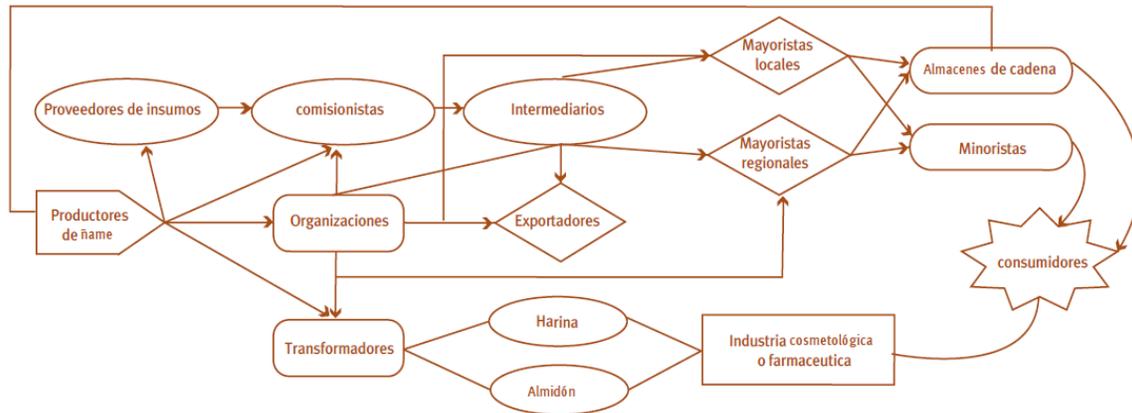


Figura 15. Descripción de la cadena de suministros del ñame

Fuente: Tomado de (Paz & Maria, 2015).

3.14 Análisis del entorno y puntos críticos del ñame en el departamento de sucre.

En el ejercicio de su actividad el ñame tiene grandes ventajas que son muy destacables, pero a su vez también posee una serie de dificultades que desaceleran el crecimiento equilibrado de los mercados, en base a esto y de acuerdo a la información suministrada por productores se han identificado una serie de puntos críticos ponderablemente más importantes que generan muchos problemas:

- El factor estacional es un factor muy relevante porque debido a esta dificultad no se ha podido estabilizar una oferta constante a lo largo del tiempo, esto a su vez explica la variación tan brusca que genera en los precios de ventas en las distintas épocas del año, fundamentalmente este punto crítico se puede atribuir al factor climático lo que trae como consecuencias que para los meses de enero, febrero, marzo y entre noviembre y diciembre exista una sobreoferta, y en consecuencia para los meses restantes del año quede el mercado desabastecido total o parcialmente, esta situación a propiciado que grandes intermediarios

o acopiadores compren producto en época de sobreoferta y almacenen el producto para que en épocas como junio y julio el precio de venta del producto lo eleven a cantidades muy altas lo que impacta directamente al consumidor por tratarse de un producto de primera necesidad.

- En cuanto al cultivo las dificultades presentes en el manejo técnico de la siembra no han permitido optimizar la producción del producto debido a que no se utilizan buenas prácticas y la asesoría es muy deficiente lo que hace que pequeños productores sean quienes con conocimientos empíricos ejecuten de forma artesanal la siembra lo que resta en cantidad al momento de cosechar, es importante mencionar que el hongo como la antracnosis presente para alguna época desestimulo el cultivo de ñame para fines comerciales, y los productores lo toman solo como una oportunidad de subsistir, y no como un negocio que brinda muchas oportunidades.
- Si bien su manejo permite muchas maniobras el producto es perecedero el almacenamiento por largos periodos, exige disponer de sitios adecuados para el acopio y condiciones controladas de manejo del producto para evitar brotes tempranos y que el producto no pierda peso con el paso del tiempo.
- Es claro ver que si bien muchos productores pertenecen a ciertas asociaciones no asumen con empoderamiento sus obligaciones frente al grupo por lo cual el trabajo no es mancomunado y va en detrimentos del trabajo asociado para el beneficio masivo, y mucho tiene que ver la incidencia de los intermediarios porque son el único canal de comercialización que optan los pequeños productores y esto implica una gran dificultad en el fortalecimiento organizacional.

- Como bien se ha mencionado las zonas de gran influencia del cultivo de ñame como los montes de maría a lo largo del tiempo han sufrido crudamente del flagelo de la violencia y esto ha triado como consecuencia que gran parte de la población tengas problemas de pobreza producto del desplazamiento forzado, descomposición de los núcleos familiares y fundamentalmente el analfabetismo para que diferentes actores se aprovechen de la falta de información que poseen estos pequeños productores.

3.15 Mercados objetivos para la comercialización de ñame.

Dentro de las oportunidades que se pueden percibir conforme a los avances y acompañamiento de diferentes entidades como universidades, corporaciones y gremio empresarial, la asociatividad juega un papel fundamental debido a que articulando diferentes estrategias lo que se busca es que se pueda establecer un canal directo de comunicación entre productores y comercializadores y se puedan establecer alianzas comerciales que brinden mejores oportunidades, así mismo con los aportes y avances en investigación ya muchos pequeños productores han modernizado sus cultivos por la producción de bioinsumos y que cuentan con semilla limpia, así como sistemas de producción más eficientes, la diversificación de los subproductos del ñame como la harina, almidones, insumos farmacéuticos, esto en consecuencia abre y consolida mercados para la comercialización.

Los principales actores que se destacan en los mercados objetivos son los almacenes de cadena locales y nacionales, comercializadoras internacionales, agroindustrias y plazas de mercado entre ellos se destaca el grupo éxito Carulla S.A que es la cadena de supermercados más grande del país en la costa caribe tiene su centro de operación en la ciudad de Barranquilla razón por la cual dentro de los costos directos está el envío o flete desde los sitios de cultivo hasta el destino mencionado.

A través de información suministrada en entrevista se pudo determinar que la demanda potencial de almacenes de cadena esta alrededor de las 15 toneladas mensuales con precios que se estabilizan en acuerdos iniciales, se demanda ñame fresco debidamente empacado y seleccionado, tipo exportación, preferiblemente con certificación de buenas prácticas agrícolas.

En las plazas de mercado de las principales ciudades de la costa atlántica (en especial la de Sincelejo, Cartagena, barranquilla, montería y Valledupar) se comercializa gran parte de la producción de ñame debido a que se estima que mensualmente se envía de 250 a 300 toneladas y el bulto se vende a \$32.000 en promedio (Paz & Maria, 2015). Requieren de producto fresco, empacado a granel o en bultos de polietileno, en el general no son exigentes en materia de calidad, en base a este análisis es que se busca de que los productores busquen establecen alianzas comerciales directas con los principales mayoristas y líderes de ventas comerciales y así ir eliminando la presencia de tantos intermediarios.

Si bien el consumo de ñame en masa es a nivel local, una porción importante se destina para el comercio internacional uno de los principales actores en la comercialización internación en la empresa C.I LALVIL como comercializador internacional es una empresa ubicada en la ciudad de barranquilla que se dedica a la exportación de productos agrícolas, sus principales clientes son la población cubana radicada en la ciudad de Miami y ellos son los que controlan el comercio en norte américa, la demanda asciende alrededor de 20 contenedores de 20 toneladas anuales y este mercado es muy exigente, en cuanto a la calidad y presentación del producto, ñame tipo exportación, seleccionado, empacado en cajas de cartón con un peso total de 20 kilos por caja, refrigerado y con atmosfera controlada, el precio oscila entre \$15.000 y \$17.000 por caja (Paz & Maria, 2015).

3.16 Principales destinos y proceso de exportación del ñame.

Según cifras de Legiscomex, Colombia exporta el 873, 6% más que en 2012, las exportaciones pasaron de US\$22.846 en 2012 a US\$2.224.234 en el 2016. Los resultados más representativos están a cargo de los departamentos de la Región Caribe, ocupando el primer lugar Sucre (US\$1.385.744), seguido de Bolívar (US\$1.167.149), Atlántico (US\$229.988.5), Córdoba (US\$157.309.8) y Magdalena (US\$134.183) (Legiscomex, 2016)

los principales destinos de las exportaciones del ñame colombiano se dirigen a Estados Unidos, Puerto Rico y Aruba, quienes han importado constantemente desde el año 2013 con excepción de EEUU que lo viene haciendo desde 2012. En el mercado europeo las importaciones han sido desde Canadá, Reino Unido, Bélgica y Martinica, pero solo en los años 2012 y 2013 tuvieron presencia.

Asimismo, las empresas que registraron mayor porcentaje de exportaciones por departamento fueron CI Tropicol S.A.S para sucre con el 87.5% de las exportaciones totales, este es el mayor actor representativo en la dinámica de exportación para el departamento de sucre dadas las condiciones actuales de compra de la producción del producto debido a que consolida gran parte del tubérculo para posteriormente realizar la actividad de comercio internacional.

El exportador Hernán de vivero mercado, representante de la empresa Hortifrutub, con sede en Sincelejo. Expreso que lo que va del 2018 al salido al menos 35 contenedores por el puerto de Cartagena hacia los destinos de Estados Unidos y Puerto Rico, esto indica que entre enero y mayo se han exportado 875 toneladas aproximadamente, teniendo en cuenta que cada contenedor transporta 25 toneladas. (Meridiano de sucre, 2018)

El alimento cultivado en diferentes partes del país, y exportado principalmente a Estados Unidos, ha tenido un crecimiento de 2012 a 2016 de US\$ 2,57 millones representado en 59,6%. De acuerdo con Procolombia, Colombia es el quinto proveedor de ñame para Estados Unidos, y el segundo de Latinoamérica que más vende este producto después de Costa Rica. (El Espectador, 2017)

En Estados Unidos el ñame es distribuido en cadenas de supermercados y es apreciado principalmente por público latino que lo usa en preparaciones similares a los de la papa, y, entre 2015 y 2016, los destinos principales del ñame colombiano fueron Estados Unidos (US\$ 4,64 millones), Puerto Rico (US\$ 1,18 millones), Guadalupe (US\$ 67.803), Martinica (US\$ 40.547) y Aruba (US\$ 14.967). (El Espectador, 2017)

Teniendo en cuenta que los principales destinos de comercialización para el ñame en el departamento de sucre corresponden a los países de Estados Unidos y Puerto Rico es importante destacar que los tiempos de tránsito para el envío vía marítima para el caso del país norteamericano corresponde a 9 días con un envío directo desde el puerto de Cartagena con destino al puerto de Miami siendo este el más frecuente para los envíos de carga y para el caso de puerto rico es de 7 días con envío directo desde el mismo puerto hasta el puerto de San Juan de acuerdo al reporte de rutas de transporte marítimo de (Procolombia, 2018), así mismo la porción de carga enviada a cada destino corresponde al 80% para EE.UU, el 15% para Puerto Rico y el 5% restante para algunos países caribeños a los que se envían pocas cantidades. (Legiscomex, 2016)

Teniendo en cuenta que el mercado objetivo de este tubérculo se encuentra concentrado en los latinos radicados en los Estados Unidos especialmente en la ciudad de Miami que es donde se

encuentra un número considerable de colombianos que alcanzan los 230 mil en el país norteamericano lo que vuelve atractivo el envío para el posterior consumo de este producto.

3.17 Asociatividad en el departamento de Sucre.

Como bien se ha hecho hincapié a lo largo de este capítulo la asociatividad resulta ser un tema de mucha relevancia debido a que a través de la unión de esfuerzos se pueden articular muchos beneficios que propendan mayores y mejores oportunidades a nivel comercial y técnico, en el departamento de sucre existen muchas asociaciones, en labores de recolección de información se encontró información valiosa de una organización gremial y agro empresarial de derecho privado llamada ASOHOFRUCOL, que representa los intereses de productores de diferentes productos y especialmente tubérculos en Colombia ante los diferentes actores privados y públicos, ellos básicamente, apoyan y coordinan las actividades de promoción, formulación, ejecución e investigación científica y brindan capacitación, asistencia técnica y transferencia de tecnología a los productores para mejorar sus capacidades técnicas, administrativas y comerciales de manera que nos compartieron información de mucha valía, referente a las diferentes asociaciones que tienen asiento en los municipios que tienen cultivo en el departamento de Sucre.

Dentro de las asociaciones se encuentra que en las alianzas aprobadas tenemos a los productores APRAS en la vereda el hatillo y el triunfo en el municipio de los palmitos que cuenta con 40 productores y que están en el marco de proyectos de sostenimiento y mejoramiento para una hectárea de cultivo, en el municipio de chalan encontramos la asociación de ASOAPROCHAL que cuenta con 46 productores en las veredas de macondo, simpático, suelo barro y tierra # 2, entre otras, en el municipio de coloso encontramos la asociación de ASOCOMUNIDADES con 60 productores en la vereda del bajo don juan que también están en el marco del proyecto de sostenimiento, en el municipio de ovejas también encontramos la asociación ASOFLECHAL con

42 productores en la vereda flor del monte, y finalmente en el municipio de Morroa encontramos la asociación de ASONIDOS con 44 productores en la vereda tumbatoro, de manera que existen estas asociaciones con proyectos de sostenimiento y acompañamiento lo que fomenta el avance en materia de mejoramiento para las condiciones mínimas de su actividad.

Por otro lado, encontramos que existen unas asociaciones en proceso de pre inversión presentes en algunos municipios con gran influencia en el departamento, en el municipio de Ovejas encontramos ASOAGRIAL en la vereda almagra que cuenta con 40 productores, en el municipio de Los palmitos esta ASOAGROPAL en la vereda palmas de vino que cuenta actualmente con 42 productores, en el municipio de los palmitos también encontramos la alianza ASOMUPROSAM en las veredas de san Jaime y Sabanas de Beltrán y cuentan con 40 productores, en el municipio de Buenavista encontramos una alianza llamada por el mismo nombre y que tiene asiento en la vereda Santa Inés con 40 participantes, y finalmente en el municipio de los palmitos que como se puede ver tiene mucha presencia encontramos a la asociación COAGROPAS en la vereda de san Jaime y palmito que cuenta con 40 productores, de manera que observamos la masiva presencia de productores en las diferentes zonas de influencia.

La asociatividad como mecanismo de integración, juega un papel preponderante debido a que propicia condiciones favorables en la articulación de esfuerzos para un bien común, especialmente cuando lo que se quiere es proponer un escenario que permita el acopio integral de la producción a través de la estrategia Cross Docking, para que esta iniciativa salga adelante el asocio de los actores de la cadena es fundamental dadas las condiciones operativas que se requieren para el óptimo funcionamiento de esta plataforma, así mismo se deben encontrar puntos equilibrados en las decisiones tácticas y estratégicas como grupo para llegar a los consensos que

vayan en beneficio de todos, de modo que para la logística propuesta esto resulta ser un punto álgido y de gran importancia teniendo en cuenta el óptimo funcionamiento.

3.18 Proceso de recolección de la información.

Dentro de la identificación sistemática realizada en el departamento de Sucre, se adelantó la recolección de la información relevante para la construcción del modelo para los diferentes procesos, subprocesos y actividades presentes en el sistema actual y que sirvió como insumo principal dadas las necesidades presentes en el software Arena en lo que respecta a los tiempos, se construyó y validó un instrumento de recolección de datos (ver Anexo A) que se utilizó a través de entrevistas, con el fin de consolidar en las diferentes visitas a los municipios toda la información necesaria para las distribuciones de probabilidad requeridas en los diferentes módulos del modelo. En la identificación de los tiempos, se hicieron las respectivas preguntas y se validó la información con la toma directa de los tiempos por el equipo de trabajo que tuvo presente en la caracterización a través de la utilización del cronómetro con vuelta a cero desde el inicio de las actividades hasta la finalización de la misma.

En el despliegue realizado en los distintos recorridos en el departamento de sucre, se tomaron muestras de 50 datos por cada proceso, con el fin de tener el insumo necesario para ejecutar los análisis respectivos de los datos de entrada, estos datos estuvieron sujetos a unas pruebas de bondad de ajuste realizadas con el software Statgraphics® Centurion XVI, Versión 16.2.04 (32-bits) y los datos fueron generados con la simulación de Montecarlo.

Adicionalmente a través de la revisión bibliográfica se tuvieron en cuenta distintos documentos de entes gubernamentales como informe de coyuntura de la gobernación de sucre para identificar el número de unidades productivas y las producciones estimadas en el departamento que fueron de vital importancia.

En las tomas de los tiempos se especificó el inicio y fin para cada una de las operaciones presentes en el sistema, que a continuación se describen:

Tiempo de llegada de camiones a fincas: consiste en el tiempo de arribo entre camiones que llegan a las diferentes fincas ubicadas en los diferentes municipios identificados para el estudio, es importante destacar la relevancia de este tiempo dado que identifica las frecuencias para el inicio del modelo.

Proceso de carga en la finca: consiste en el tiempo que tardan los operarios en subir la carga a los diferentes medios de transporte desde las fincas a los diferentes intermediarios.

Envío a intermediario municipio: consiste en el tiempo que demora el viaje para llevar el producto desde las fincas a las instalaciones de intermediarios, para cada municipio varía dependiendo la distancia.

Envío a organización municipio: consiste en el tiempo que demora el viaje para llevar el producto desde las fincas a las instalaciones de las organizaciones, para cada municipio varía dependiendo la distancia.

Envío productor a comercializador: consiste en el tiempo que demora el viaje para llevar el producto desde las fincas directamente al comercializador, para cada municipio varía dependiendo la distancia.

Descarga producto en intermediario municipio: consiste en el tiempo que ocupa a los operarios en descargar el producto de los medios de transporte y almacenarlos en las instalaciones de los intermediarios.

Descargar producto en organización municipio: consiste en el tiempo que ocupa a los operarios en descargar el producto de los medios de transporte y almacenarlos en las instalaciones de las organizaciones.

Proceso de limpieza y clasificación intermediario municipio: consiste en el tiempo que ocupa a los operarios en agregarle valor al producto con la limpieza y clasificación del mismo.

Cargar producto de intermediario a comercializador: consiste en el tiempo que ocupa a los operarios en cargar el producto al medio de transporte en los intermediarios para posteriormente enviarlo a los comercializadores.

Cargar producto de organización a intermediario: consiste en el tiempo que ocupa a los operarios en cargar el producto al medio de transporte en las organizaciones para posteriormente enviarlo a los intermediarios.

Envío de organización a intermediario: consiste en el tiempo que demora el viaje para llevar el producto desde las organizaciones hasta los intermediarios, para cada municipio varía dependiendo la distancia.

Cargar producto de organización a comercializador: consiste en el tiempo que ocupa a los operarios en cargar el producto al medio de transporte en las organizaciones para posteriormente enviarlo a los comercializadores.

Envío a comercializadores: de acuerdo a las distribuciones del envío a los diferentes comercializadores, mayoristas, minoristas y exportadores y de acuerdo a las distancias identificadas se asignan las demoras.

Descargar producto en comercializador: consiste en el tiempo que ocupa a los diferentes recursos utilizados en esta operación para el descargue del producto en las instalaciones de los comercializadores, para el caso de las ciudades como Barranquilla, Cartagena, Sincelejo, Santa Martha el recurso utilizado son operarios, pero en el caso de exportadores hay un recurso adicional como el montacargas, que optimiza el tiempo de descargue.

3.19 procesamiento y análisis de la información.

Los datos recolectados a lo largo de la caracterización realizada en el departamento de sucre fueron debidamente sistematizados y tabulados por medio de archivos planos en documentos de hojas de cálculos, adicional el número de datos recolectados en los diferentes municipios obedece al tamaño y asignación de la muestra (ver Anexo B), teniendo en cuenta el número de productores en los diferentes municipios.

3.20 validación de los tiempos de operación.

A lo largo de los recorridos en la caracterización se tomaron los datos de forma directa observando cada uno de los procesos y posteriormente se hicieron las validaciones correspondientes con los actores inmersos en cada proceso (ver anexo D) a través de reuniones donde se aprobaron y ajustaron todos los tiempos tomados para cada operación, es importante destacar que las operaciones realizadas en las diferentes fincas, intermediarios, organizaciones y comercializadores guardan mucha similitud y estandarización.

Capítulo 4. Modelo conceptual y de simulación de la cadena de abastecimiento del ñame en el departamento de Sucre.

4.1 Modelo conceptual de la situación actual.

En este modelo se hizo una ilustración gráfica de las condiciones actuales de la cadena de suministros del ñame en el departamento de sucre, en efecto dentro de la información recolectada en la caracterización y a través de la revisión del estado del arte, se identificaron las principales condiciones con las que hoy cuenta el departamento en materia de producción de ñame. Básicamente la cadena está conformada por 3 eslabones principales que son los productores en los diferentes municipios donde hay siembra de este tubérculo, posteriormente en el eslabón intermedio encontramos a las organizaciones e intermediarios que hacen una labor de distribución y finalmente encontramos en el último eslabón a los comercializadores que están conformados por grandes, mediamos y pequeños agentes de la actividad comercial de este producto en los diferentes destinos, así mismo es importante destacar la presencia de los exportadores que ofician como comercializadores y que tienen un peso importante en la comercialización de este producto para los diferentes mercados internacionales como lo son EE.UU y Puerto Rico, estos dos países concentran la compra de todo el producto que es exportado al extranjero, principalmente el país norte americano que tiene un peso importante del 80% debido a la colonia de latinos que tiene especialmente la ciudad de Miami que es el principal destino, en el caso de Puerto Rico el producto es enviado al puerto de San Juan y concentra el 20% de la exportación de ñame en el departamento de sucre.

Dentro de los principales productores de ñame en el departamento de sucre podemos identificar a Ovejas como el mayor productor en dos de las variedades más conocidas como diamante y espino y que concentran el 36,9% de la producción total, seguido de Colosó con un

23,7% y posteriormente Corozal con 19,1%, y de manera menos significativa pero no menos importante siguen municipios como Morroa, Coveñas, Los palmitos, San Antonio de palmito, Tolú, Sincelejo y San Onofre que entre todos concentran un 20,2% del resto de la producción. El producto es enviado a intermediarios y organizaciones a través de medios de transportes muy utilizados en la zona y son vehículos de poca capacidad que llevan a lo sumo 3 toneladas, la distribución de envío al eslabón intermedio es de un 85% a intermediarios, un 13% a organizaciones y un 2% directamente a comercializadores, siendo este último porcentaje una porción muy selectiva de comercializadores que compran directamente a productores.

En el eslabón intermedio se hace la unitarización de la carga y posteriormente se distribuye a los diferentes destinos que son Barranquilla, Cartagena, Sincelejo, Santa Martha y exportador. Es importante destacar que del 13% de la carga que es enviada a las organizaciones desde los productores, el 75% de ese peso de organizaciones va directamente a intermediarios, de modo que podemos interpretar la importancia que genera este actor frente a la cadena, donde tiene casi todo el control de la carga que pasa por el eslabón intermedio. En efecto, el 25% restante de la carga de las organizaciones va directo a los comercializadores. La ubicación de los intermediarios y organizaciones de los diferentes municipios es en los cascos municipales y las labores operativas se desarrollan en bodegas donde se le agrega el valor al producto, es importante destacar que las diferentes operaciones se realizan con mano de obra manual, sin herramientas calificadas como montacargas entre otros. Luego de que surte el proceso, el producto es enviado a los diferentes destinos en medios de transportes mucho más grandes que configuran más capacidad de carga.

Finalmente, en el último eslabón tenemos la presencia de los comercializadores que son los que en definitiva reciben el producto para posteriormente realizar la actividad comercial con el consumidor final, Barranquilla en el mercado local tiene una importancia superlativa debido a

que cuenta con el 65% del mercado, seguido de Cartagena con un 25%, luego Sincelejo con un 10% y finalmente Santa Martha con el 10% restante. Es importante destacar que de la producción total el mercado local se queda con un 65% de la carga distribuida en los diferentes destinos y el 35% restante va directamente a exportadores teniendo como actor principal al municipio de Los palmitos que es donde se encuentra ubicado el mayor exportador de este producto en el departamento de sucre y que es donde se compra y almacena la mayor parte de este producto en su comercialización para el mercado internacional. A continuación, en la Figura 16, se muestra en grandes rasgos el flujo de la carga a lo largo de la cadena para la situación actual:

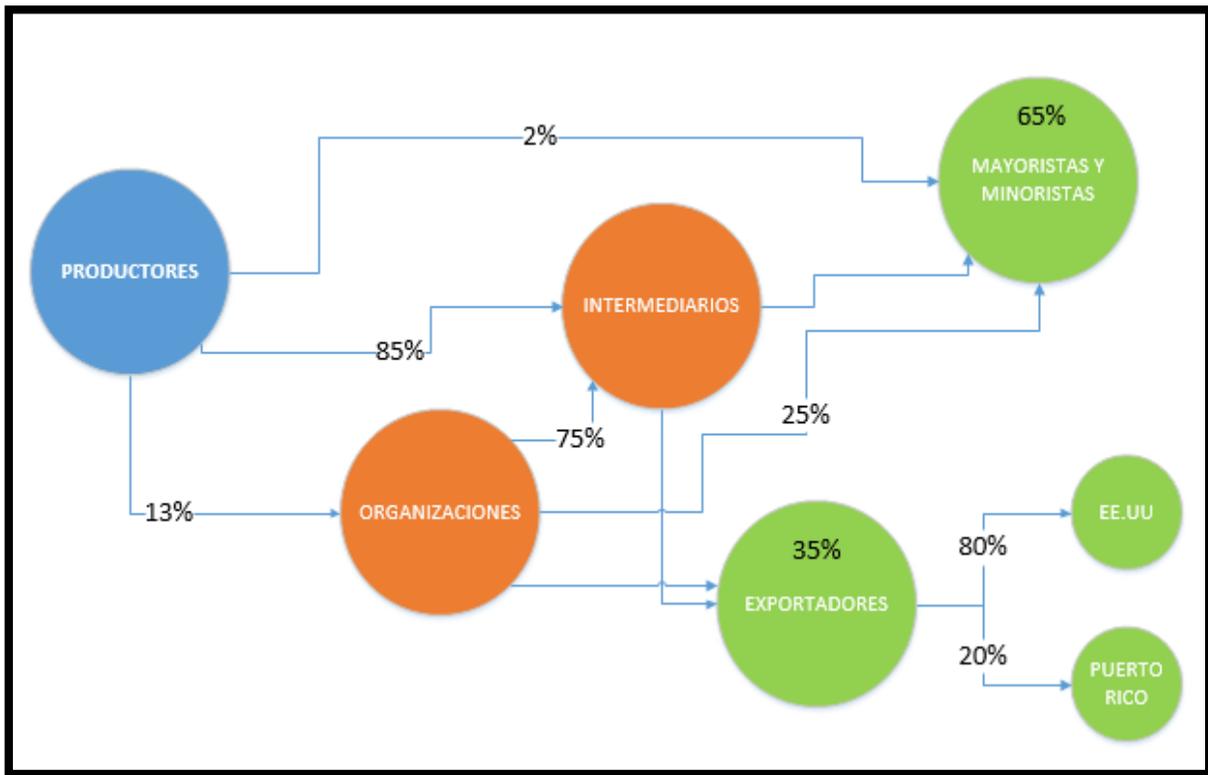


Figura 16. Modelo conceptual de la situación actual

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Modelo conceptual de la situación propuesta.

Para este modelo se toma como base el modelo actual identificando unas opciones de mejora que le signifiquen a la cadena de suministros del ñame en Sucre la optimización de su sistema en general utilizando la plataforma de alistamiento CROSS DOCKING (CD) teniendo en cuenta las ventajas que nos ofrece. El cambio que se plantea es que fundamentalmente en el eslabón intermedio se organice y recepcione toda la carga que venga de los productores y aprovechando las ventajas de CD mejorar en términos de tiempo y costos el tiempo total del sistema y los costos asociados al mismo, es importante destacar que el tipo de CD utilizado es el indirecto producto de los toques que lleva el producto.

Teniendo en cuenta la relación comercial que hoy existe con los intermediarios tanto de productores como comercializadores, desde la propuesta no buscamos interferir debido a que no depende exclusivamente de las acciones que vamos a desarrollar, por tal motivo desde la plataforma de CD se sigue manteniendo el flujo de envío tanto a intermediarios como directamente a comercializadores, de modo que el alcance de la propuesta se vuelve más viable debido a que no buscamos cambiar la cadena sino generar valor para la optimización del sistema en general.

El nuevo sistema propuesto guarda las mismas características de llegada y de manejo en el primer eslabón, de manera que solo se genera un cambio significativo para la configuración de distribución que es donde más se puede potencializar la cadena, es importante destacar que los tiempos que se utilizaron para la plataforma se tomaron producto de la observación en las diferentes actividades desarrolladas en las bodegas de los intermediarios que guardan mucha similitud a escala. Es importante destacar que respecto al último eslabón lo que probablemente pueda variar son los porcentajes de envío teniendo en cuenta la ventaja que hoy se tiene con la implementación

del CROSS DOCKING. A continuación, en la Figura 17, se muestran los flujos de la cadena de abastecimiento para la situación propuesta:

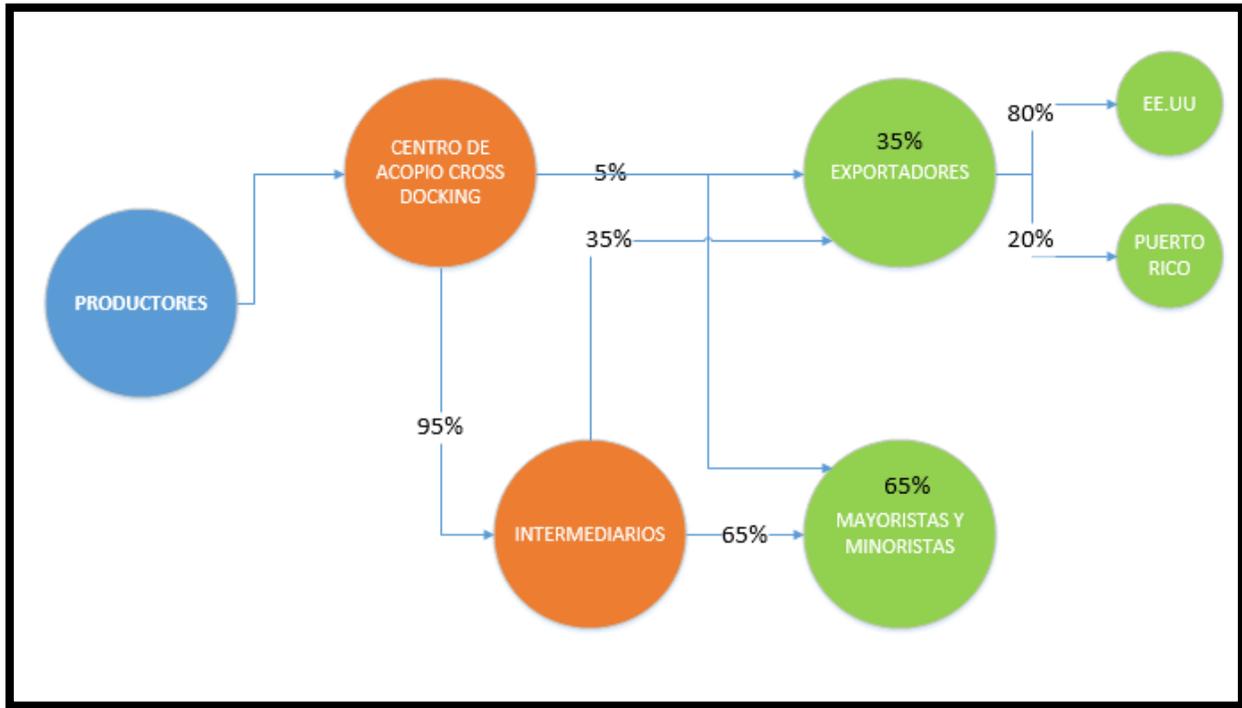


Figura 17. Modelo Conceptual de la situación propuesta

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Plataforma de Cross Docking.

4.3.1 Requerimientos

Dentro del alcance que busca la implementación de una estrategia tipo CROSS DOCKING indirecto como modelo de gestión para la cadena de suministros del ñame en el departamento de sucre existen unas consideraciones importantes debido a la configuración interna de las actividades desarrolladas en esta plataforma propuesta. Dadas las condiciones actuales del sistema la inclusión

de este tipo de estrategias requiere una serie de condiciones previas para el correcto funcionamiento de la misma.

De modo que es importante dar claridad de las condiciones estratégicas, tácticas y operativas que debe tener el funcionamiento de esta plataforma de alistamiento para el modelo propuesto, en lo estratégico es muy importante identificar las condiciones de localización teniendo en cuenta los diferentes actores especialmente los productores debido a que en gran número son los que generan una gran importancia dadas las condiciones que necesita la estructuración de esta cadena y muy especialmente que obedece a las frecuencias de envío dadas las condiciones capacitivas de los medios de transporte utilizados con vehículos de muy poca capacidad, en efecto se logró determinar un punto equidistante para los diferentes productores que les permitiera tener condiciones propicias para el envío del producto a la plataforma propuesta en el Municipio de Morroa, más adelante se hará una explicación específica de la utilización del método considerado para la identificación de esta ubicación estratégica.

Siguiendo con lo estratégico un aspecto muy importante es la configuración estructural física de la plataforma logística debido a que esto permitirá que las condiciones de manejo del producto en el recibo y envío dependen mucho de las condiciones físicas que brinden las instalaciones propuestas para la construcción de un centro de acopio tipo cross docking, y dadas las condiciones desde la propuesta es importante decir que por el tipo de instalación debe ser en forma de “I” o rectangular y atendiendo un aspecto importante y es que las bahías de llegada deben acondicionarse teniendo en cuenta el tipo de vehículos que llegan desde los diferentes productores que generalmente obedecen a vehículos pequeños quizás poco convencionales para el transporte de carga por ende la configuración física debe ser acondicionada a las condiciones actuales con el fin de hacer un eficiente proceso de recibido y envío del producto.

El tamaño de las instalaciones está condicionado básicamente a la cantidad de producto que llega a la plataforma logística y estamos hablando de que al año podría llegar unas 22300 toneladas teniendo en cuenta las producciones generales de cada municipio, de modo que si lo llevamos a la operaciones del mes de enero que es donde más se comercializa el producto debido a que las cosechas terminan para este mes se podrían mover poco más de 5000 toneladas mes, en cuanto a la configuración del número de puertas de entrada y salida si bien es recomendable en la implementación del Cross Docking que el número de puertas de salida dupliquen las de entrada debido a que las operaciones de embarque son más complejas en nuestro caso el número de puertas tanto de entrada y salidas tendrían el mismo número debido a que los camiones que salen configuran una mayor capacidad y por ende disminuye la frecuencia de envío, así mismo en las bahías de llegada teniendo en cuenta los tipos de vehículos utilizados por los productores deben tener ramplas niveladoras para ajustarse a cualquier unidad de transporte, es importante tener una amplia zona de parqueo para las unidades transportadoras para cuando existan colas para la descarga del producto.

En el orden operativo la asignación de puertas de entrada obedecerá a las frecuencias de llegada o arribos de los diferentes medios de transporte utilizados para el envío de los productos desde las fincas como es el caso de (Jeeps, Willys, entre otros) esto configura una gran dificultad debido a que el deber ser es que se cuente en la plataforma con un sistema de intercambio electrónico de datos (EDI) para la correcta sincronización de los diferentes envíos desde los diferentes orígenes de manera que es importante encontrar las condiciones mínimas de intercambio de datos con los productores que permitan el correcto funcionamiento, dadas las condiciones actuales, en el caso de intermediarios y/o comercializadores la interconexión en el tráfico de datos puede ser mucho más fácil debido a la robustez de la operación de estos actores en infraestructura,

disponibilidad financiera y tecnológica que permita una eficaz transferencia de envío de información que propenda el correcto funcionamiento de la asignación de puertas de salida con el fin de lograr la sincronización deseada a través del análisis de las frecuencias teniendo en cuenta pronósticos de demanda, tiempos de envío, entre otros.

Para la correcta implementación es necesario contar con sistemas de información para el control y trazabilidad del producto en todas las etapas de la cadena de suministro, dentro de ellas los sistemas de información con los que debería contar una operación de Cross Docking, son los siguientes, WMS (Warehouse Management System), Sistema de procesamiento de órdenes, ASN (Advance Shipping Notices) El que no puede faltar dentro del Centro de Distribución es un WMS, que permita realizar todas las operaciones y transacciones de los productos de forma efectiva, en tiempo real, para así lograr dar trazabilidad en todo momento del producto.

De igual forma, debe de existir un sistema que facilite el procesamiento de las órdenes de compra, que genere sugerencias de re-pedidos de forma automática, en base a parámetros emitidos por los usuarios del mismo. El WMS, facilita el procesamiento de las recepciones para posteriormente se realice el traslado de los productos en las cantidades que esté pidiendo cada cliente, facilitando la preparación, ya que indica cómo debe de ser la clasificación y consolidación de los productos, brindando posteriormente la información de carga para poder emitir la documentación respectiva para poder hacer la carga y despacho al cliente final, el WMS de igual forma, facilita mucha información para poder dar seguimiento a indicadores de productividad, eficiencia y efectividad del Centro de Distribución.

El sistema EDI (Intercambio Electrónico de Datos) permite la integración de diferentes mensajes que maximizan el desarrollo de la cadena de abastecimiento. Dentro del Cross Docking,

la herramienta del EDI es de mucha importancia, ya que permite el manejo eficaz a la hora de realizar algunas transacciones electrónicas, tales como, DESADV (Aviso anticipado de embarque), RECADV (Confirmación de recepción de productos), SLSRPT (Reporte de Ventas), INVRPT (Inventarios), PRICAT (Catálogos), ORDERS (Orden de compra), HANMOV (Manipulación de productos)

Otro aspecto importante del orden operativo en la correcta asignación de recursos disponibles para la operación interna de la plataforma Cross Docking y esto obedece básicamente a la observación realizada de las operaciones presentes de los diferentes intermediarios y organizaciones que operan en el sistema actual y que se ejecutan especialmente con mano de obra manual en las diferentes actividades de clasificación y limpieza del producto, adicionando un recurso de gran valía como lo es el montacargas que optimizaría las operaciones dentro de la plataforma de alistamiento, buscando que las operaciones que se realicen sean de muy poca manipulación con el fin de aportar el menor tiempo posible teniendo en cuenta el principio de eliminación de almacenamiento necesarios para este tipo de estrategias.

Dentro de la operaciones dispuestas y obedeciendo a la asignación física de espacios para las actividades que le agregan valor al producto se dispone de un espacio de descarga para la disposición de los 3 tipos de variedades (diamante, espino y criollo) teniendo un espacio para la carga suelta que llega desde los productores acumulando en pilas de productos de acuerdo a su variedad, posteriormente se traslada el producto a un espacio identificado de acuerdo a su destino ya sea nacional e internacional teniendo en cuenta las condiciones como tamaño, peso, y forma que cumplan con las condiciones de los diferentes destinos, posteriormente se procede al empaque del producto a través de un picking dependiendo del destino identificado ya sea en cajas o bultos y luego se procede al área de cargue para ser enviados a los destinos en común.

Los tiempos utilizados para las diferentes operaciones presentes en el sistema Cross Docking fueron tomadas desde la observación de las actividades que se realizan en las bodegas de intermediarios en el sistema actual que son muy similares teniendo en cuenta el número de operarios, para el descargue o cargue del producto al medio de transporte, así mismo para las operaciones que le agregan valor al producto anteriormente descritas, para el caso del montacargas como no se tuvo un tiempo de referencia dispuesto en el sistema actual, se le asignó un tiempo constante dadas las condiciones de operación de este tipo de equipos en actividades similares.

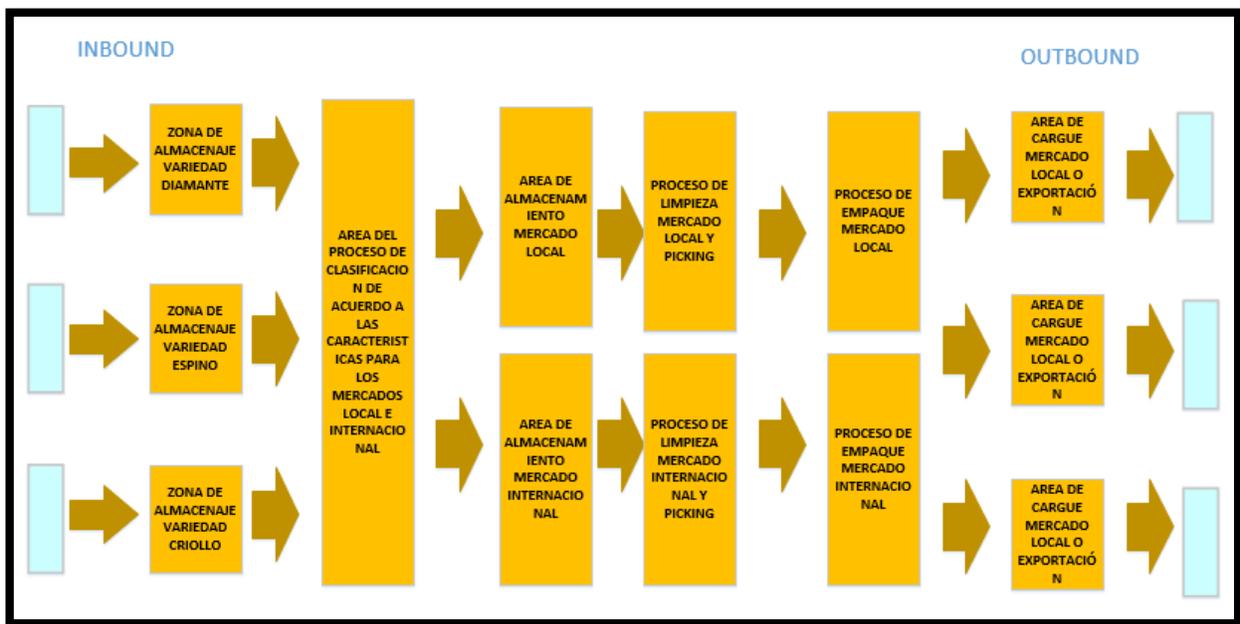


Figura 18. Modelo conceptual de la plataforma cross docking

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 Actividades Dentro del Proceso Cross Docking.

Como se aprecia en la figura 18 existen una serie de actividades al interior de la plataforma Cross Docking donde cada una se desarrollan en un área dispuesta en la estructura locativa que a continuación se describen:

- Zona de disposición por variedad: corresponde al área dispuesta para apilar el producto que llega desde los productores de acuerdo a su variedad, y es un espacio delimitado contiguo a las bahías de descargue que concentra el producto, esta actividad es inherente al proceso de descargue del producto es decir que tiene unos recursos asignados que corresponden a unos operarios y un montacargas, que son los que controlan las actividades que se desarrollan en el área, los tiempos dispuestos especialmente para el descargue del producto en cada bahía corresponde a la labor de observación desarrollada en la caracterización con las visitas a los diferentes intermediarios y organizaciones para el caso del montacargas como no hay uso de este recurso en la práctica actual se realizó una revisión de la literatura de los tiempos promedio que utilizan este tipo de recursos para las operaciones que realizan, en base a esta información recolectada se asignaron los tiempos de acuerdo a la muestra de datos tomada en la visita realizada a las bodegas de cada uno de ellos, es decir que la muestra de datos se analizaron a través con el software Statgraphics® Centurion XVI, Versión 16.2.04 (32-bits)
- Área del proceso de clasificación de acuerdo a las características del tipo de mercado: esta es una actividad que lleva mucha relación con la anterior debido a que en el área dispuesta para apilar el producto de acuerdo a su variedad se identifican las condiciones de tamaño, peso y las diferentes condiciones que debería tener el producto para su comercialización en los diferentes mercados, es decir que para el mercado internacional por ejemplo debe tener un peso inferior a los 2 kilogramos, su aspecto físico debe guardar condiciones morfológicas adecuadas y que el producto esté libre de cualquier tipo de enfermedad como la antracnosis, después de realizar este tipo de actividades de observación con los operarios dispuestos para esta actividad se dispone el producto en

un área locativa que los separa dependiendo del destino, es importante destacar que en este proceso se utilizan recursos como pesos, carretillas que se utilizan para traslados mínimos dentro del área delimitada para este proceso, así mismo los tiempos utilizados para modelar este proceso fueron tomados de acuerdo a una serie de datos tomados en los procesos de caracterización y en las visitas a los distintos intermediarios y organizaciones presentes en cada municipio de modo que con la muestra de datos se identificó a través con el software Statgraphics® Centurion XVI, Versión 16.2.04 (32-bits)

- Área de almacenamiento temporal: en este proceso luego de identificar y clasificar el producto se procede a disponerlo en un área para cada tipo de mercado ya sea local o internacional identificando cada una de las variedades en esta área dispuesta, con el fin de posteriormente tener la oportunidad de tenerlo organizado y posteriormente realizar el proceso de picking para la consolidación de envío del producto a un destino en común teniendo en cuenta las ponderaciones identificadas para cada destino, así mismo los recursos utilizados son los operarios, y especialmente el montacargas que a través de unas estibas permite hacer los pequeños traslado de forma eficiente, los tiempos utilizados para esta actividad obedecen a las observaciones realizadas en las bodegas de intermediarios para el caso de los operarios y del montacargas por la revisión de la literatura, analizados a través con el software Statgraphics® Centurion XVI, Versión 16.2.04 (32-bits)
- Proceso de limpieza para los diferentes mercados: en este proceso dentro del área de almacenamiento temporal se procede a realizar las actividades de limpieza del producto debido a que el producto al venir suelto y con demasiadas impurezas como barro y otro tipo de agentes externos que adquiere cuando se recoge el producto, este proceso cuenta con el recurso como operarios debido a que es una actividad de manipulación y

observación donde el producto debe tener las mejores condiciones de salubridad, los tiempos identificados para esta actividad corresponden a los tiempos tomados en las visitas realizadas a los diferentes intermediarios y organizaciones presentes en cada uno de los municipios, con la muestra de datos se identificó la distribución de probabilidad que mejor se ajusta a los datos obtenidos a través con el software Statgraphics® Centurion XVI, Versión 16.2.04 (32-bits).

- Proceso de empaque para los destinos: después de surtir los procesos anteriores y con el producto dispuesto de acuerdo a su mercado y variedad se procede al empaque que se realiza dependiendo del tipo de destino que se desee, es decir que en el caso de los destinos locales existen diferentes formas de empaque por ejemplo para plazas de mercado normalmente se empaca en bultos, para almacenes de cadena en cajas, bultos y guacales de 50kg dependiendo la necesidad del cliente, para el caso de los destinos internacionales normalmente el producto es empacado en cajas, pero también se envía suelto en contenedores de 25 toneladas para los destinos frecuentes como EE.UU y Puerto rico, en el proceso de empaque los recursos utilizados siguen siendo los operarios dadas las condiciones de consolidación que se le realiza al producto teniendo en cuenta la necesidad identificada para cada cliente, los tiempos establecidos para este proceso están inmersos el en proceso de cargue del producto y fueron tomados en referencia a las practicas actuales de las que se han hecho claridad en los procesos anteriores y que fueron analizados a través del software para encontrar la distribución de probabilidad que mejor se ajustaba a la muestra de datos tomada.

- Área de cargue mercado local o exportación: luego de tener identificado el requerimiento de cada uno de los destinos a los que se va enviar la carga se procede al proceso de consolidación final que consiste en identificar las cantidades y variedades a enviar para cada uno de ellos y de esta forma al cargue al medio de transporte, los bultos, cajas y/o guacales, como el peso esta estandarizado se dispone en estibas en la bahía de salida, y con el uso de montacargas se procede al cargue del producto teniendo en cuenta las cantidades, en este caso en especial solo se hace uso del montacargas dadas las condiciones operativas debido a la eficiencia con la que se puede realizar esta operación teniendo en cuenta la disposición del producto en estibas, así mismo el tiempo utilizado para esta operación corresponde al tiempo constante de 9 minutos identificado en la literatura para este tipo de recursos.

4.4 Localización de la plataforma cross docking.

De acuerdo a las consideraciones que se han venido desarrollando en el estudio y a través de las necesidades de buscar un método adecuado que permitiera asignar de manera correcta la ubicación de una plataforma de distribución CROSS DOCKING propuesta para el modelo y la información con la que se cuenta del caso, se plantea como método de localización el centro de gravedad

Este método básicamente consiste en un algoritmo eficiente que permite a través de unas coordenadas que establecen unas distancias para la correcta ubicación del centro de distribución en un área geográfica, las coordenadas utilizadas en el modelo deben tener como referencia un punto de origen, y a través de las fórmulas $E1$ y $E2$ que relacionan posiciones en X y Y (latitud y longitud), se encuentra la ubicación optima del centro de distribución(Carro paz, R., 2012).

$$X^* = \frac{\sum_i V_i * X_i}{\sum_i V_i} \quad E1$$

$$Y^* = \frac{\sum_i V_i * Y_i}{\sum_i V_i} \quad E2$$

Donde V_i es el vector de proporción de manejo de carga,

X_i , es la coordenada en el eje X del nodo i,

Y_i , es la coordenada en el eje Y del nodo i,

X^* , es la coordenada en el eje X de la localización, y

Y^* , es la coordenada en el eje Y de la localización.

En este caso en particular se tuvo como parámetro V_i la ponderación y el peso que tenía cada municipio relacionado frente al total de la producción y de esta forma asignamos el orden de acuerdo a la importancia que tenía cada uno en el departamento de sucre, en efecto el municipio de Ovejas muestra una participación importante con el 39,6% seguido de Colosó con el 23,7% luego Corozal con el 19,1%, para el caso de Morroa, Los Palmitos, Coveñas, San Antonio de Palmito todos en conjunto concentran el 20,2% del peso restante. A continuación, se relacionan los valores de cada nodo en la Tabla 2.

Tabla 2. Información para método de centro de gravedad

Nodos			Coordenadas			
Punto	Ubicación	Ponderado V_i	Latitud (N)	Longitud (w)	X	Y
1	Ovejas	36,90%	9,533	-75,224	0	0
2	Colosó	23,70%	9,491	-75,361	-15,306	-4,576
3	Corozal	19,10%	9,315	-75,293	-7,669	-24,211
4	Morroa	9,50%	9,334	-75,306	-9,091	-22,140
5	Los palmitos	3,9 %	9,379	-75,268	-4,886	-17,100
6	Coveñas	3,80%	9,401	-75,680	-50,773	-14,595
7	San Antonio	3,10%	10,014	-75,515	-32,361	53,621

Fuente: Elaboración propia.

Tomando como punto de referencia el nodo 1, se calcularon las distancias entre nodos transformando las coordenadas dadas en latitud y longitud en distancias verticales y horizontales.

A continuación, se muestran los resultados de aplicar los cálculos para las ecuaciones $E1$ y $E2$:

Tabla 3. Resultado de localización de centro de acopio mediante centro de gravedad

Resultados centro de gravedad						
Punto	Ubicación	V_i	$V_i * X_i$	$V_i * Y_i$	X^*	Y^*
1	Ovejas	36,90%	0	0	-75,3779	9,407469
2	Colosó	23,70%	-3,6275	-1,0846		
3	Corozal	19,10%	-1,4646	-4,6243		
4	Morroa	9,50%	-0,8636	-2,1033		
5	Los palmitos	3,90%	-0,1905	-0,6668		
6	Coveñas	3,80%	-1,9294	-0,5546		
7	San Antonio	3,10%	-1,0032	1,6623		

Fuente: Elaboración propia.

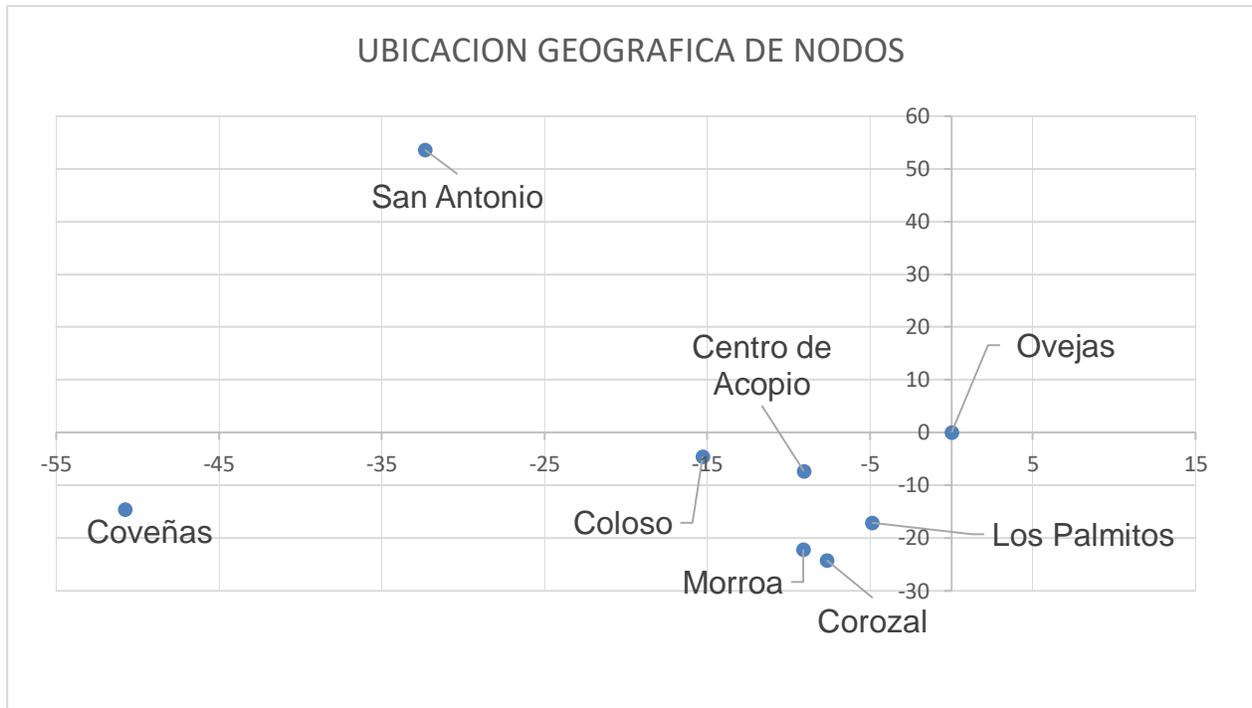


Figura 19. Ubicación geográfica de los nodos

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de los cálculos y posteriores graficas de los diferentes puntos en el plano cartesiano podemos apreciar las diferentes ubicaciones de cada uno de los municipios en la Figura 19, en especial la ubicación ideal del centro de acopio de acuerdo al modelo de localización. Este punto quedó establecido en el municipio de Morroa, debido al peso que proporciona en este caso cada uno de los orígenes como actores representativos, es importante destacar que la ubicación quedó registrada en un punto rural, y a través de una inspección in situ de la zona se identificó un punto a orillas de carretera que brindará las condiciones mínimas de acceso y manipulación para la plataforma de distribución, es decir que permitiera el tránsito de vehículos con capacidades grandes así mismo el acceso a los diferentes recursos, de manera razonable podríamos argumentar que el punto obtenido cuenta con todas las condiciones dadas las distancias de los diferentes orígenes y destinos.

4.5 Modelo de simulación de la situación actual.

4.5.1 Análisis de datos de entrada

En la siguiente tabla podemos evidenciar los datos de entrada definidos para el modelo actual que corresponden básicamente al comportamiento evidenciado en las diferentes visitas a los municipios, adicionalmente se tomó en consideración el peso en la producción que tiene cada municipio frente al total y se tuvieron en cuenta la opinión de expertos para definir la frecuencia de envíos desde las diferentes fincas productoras.

Tabla 4. Datos de Entrada Modulo Create

Modulo	Nombre	Entidad	Unidad	Entidades por Arribo	Distribución de Probabilidad
Create	Ovejas Diamante	Jeep Ovejas	Días	1	NORM(1.01, 0.0444)
Create	Ovejas Espino	Jeep Ovejas	Días	1	NORM(3.01, 0.0392)
Create	Corozal Diamante	Jeep Corozal	Dias	1	NORM(2.01, 0.0436)
Create	Corozal Espino	Jeep Corozal	Dias	1	NORM(13, 0.0436)
Create	Coloso Criollo	Jeep Coloso	Dias	1	Triangular (1,88 - 2 - 2,12)
Create	Coloso Espino	Jeep Coloso	Dias	1	Triangular (2,57 - 2,82 - 2,93)
Create	Morroa Criollo	Jeep Morroa	Dias	1	Triangular (2,88 - 3 - 3,12)
Create	Morroa Espino	Jeep Morroa	Dias	1	Triangular (16 - 17,2 - 17,6)
Create	Coveñas Criollo	Jeep Coveñas	Dias	1	NORM(10.2, 0.6)
Create	Coveñas Espino	Jeep Coveñas	Dias	1	NORM(29.9, 0.3)
Create	Los Palmitos Espino	Jeep Los Palmitos	Dias	1	Triangular (14 - 15 - 15,6)
Create	Los Palmitos Diamante	Jeep Los Palmitos	Dias	1	Uniforme (16 - 17,6)
Create	San Antonio Criollo	Jeep San Antonio	Dias	1	Triangular (14 - 15,2 - 15,7)
Create	San Antonio Espino	Jeep San Antonio	Dias	1	Uniforme (15,9 - 16,4)

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4 a través de los modulo créate se crean 2 entradas para cada municipio que representan las 2 variedades con mayor producción para cada municipio y que corresponde a la frecuencia con la que salen los vehículos con la carga, adicional se crea una entidad llamada “Jeep” que corresponde a vehículos utilizados para el envío de productos desde las fincas hasta los

diferentes destinos, los vehículos tienen capacidad de 3 toneladas, , es válido aclarar que en algunas ocasiones son vehículos pequeños, trailers entre otros, pero prima el vehículo definido para este modelo, así mismo están definidas todas las entradas para los 7 municipios modelados en la cadena de suministros.

las distribuciones de probabilidad utilizadas en cada módulo corresponden a una lista de 50 datos recolectados en los diferentes municipios y que fueron estimados a través Statgraphics® Centurion XVI, Versión 16.2.04 (32-bits) y mediante un proceso de pruebas de bondad de ajuste (ver Anexos C) aplicado sobre los datos, el vehículo es la entidad que fluye sobre el sistema y lleva como atributo la producción de cada variedad y es almacenado en una variable como se puede apreciar en la siguiente figura.

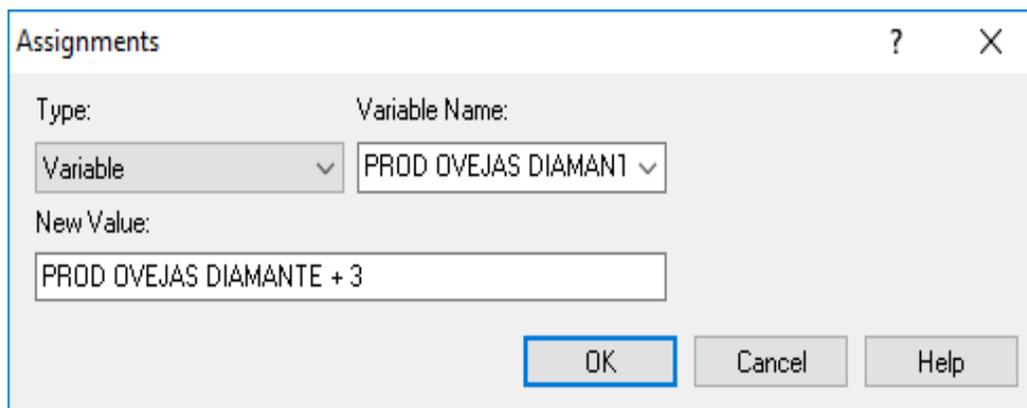


Figura 20. Variable Producción Municipio Ovejas.

Fuente: Elaboración propia.

4.5.2 Módulos de Procesos y Envíos

En la tabla 5 están detallados los procesos que intervienen en cada municipio para este caso corresponde al municipio de Ovejas como ejemplo y básicamente son estaciones por donde pasa la entidad donde hay cargas o descargas del producto y donde se le agrega valor como la limpieza y clasificación, es válido destacar que los tiempos fueron tomados en base a vehículos de 3, 6 y 12 toneladas respectivamente, y lo que ocupa a 2 operarios realizar estas operaciones y que están definidos como recursos.

Es importante aclarar que cada ruta de los municipios hacia los diferentes comercializadores está conformado por 18 procesos que se replican para los 7 municipios presentes en el modelo y que a cada uno se les hicieron las pruebas de bondad de ajuste necesarias para parametrizar el modelo.

Tabla 5. Módulos Process Modelo Actual Ovejas

Modulo	Proceso	Capacidad Vehículo	Recursos	Unidad	Tipo de Acción	Distribución de Probabilidad
Process	Cargar vehículo en Finca	3 Ton	2 operarios	Minutos	Seize Delay Release	NORM(34.5, 2.7)
Process	Descargar producto en organización	3 Ton	2 operarios	Minutos	Seize Delay Release	NORM(35.5,3.15)
Process	Cargar Producto de Organización a intermediario	3 Ton	2 operarios	Minutos	Seize Delay Release	NORM(34.6, 3.0)
Process	Cargar Producto de organización a comercializador	6 Ton	2 operarios	Minutos	Seize Delay Release	NORM(67.6,4.6)
Process	Descargar producto en intermediario	3 Ton	2 operarios	Minutos	Seize Delay Release	NORM(34.5, 2,7)
Process	Proceso de Limpieza y clasificación	N/A	2 operarios	Minutos	Seize Delay Release	NORM(186.8, 6.1)

Process	Cargar Producto de Intermediario a comercializador	6 Ton	2 operarios	Minutos	Seize Delay Release	NORM(68.5, 5.1)
Process	Descargar producto en Mayorista - Minorista	6 Ton	2 operarios	Minutos	Seize Delay Release	NORM(68.1, 4.1)
Process	Descargar producto Exportador	12 ton	2 operarios, 1 montacargas	Minutos	Seize Delay Release	NORM(130.4, 4.4)

Fuente: Elaboración propia.

Las distribuciones de probabilidad corresponden a una muestra de 50 datos tomados para cada proceso y posteriormente se le hicieron las pruebas de bondad de ajuste como se puede apreciar en la siguiente figura.

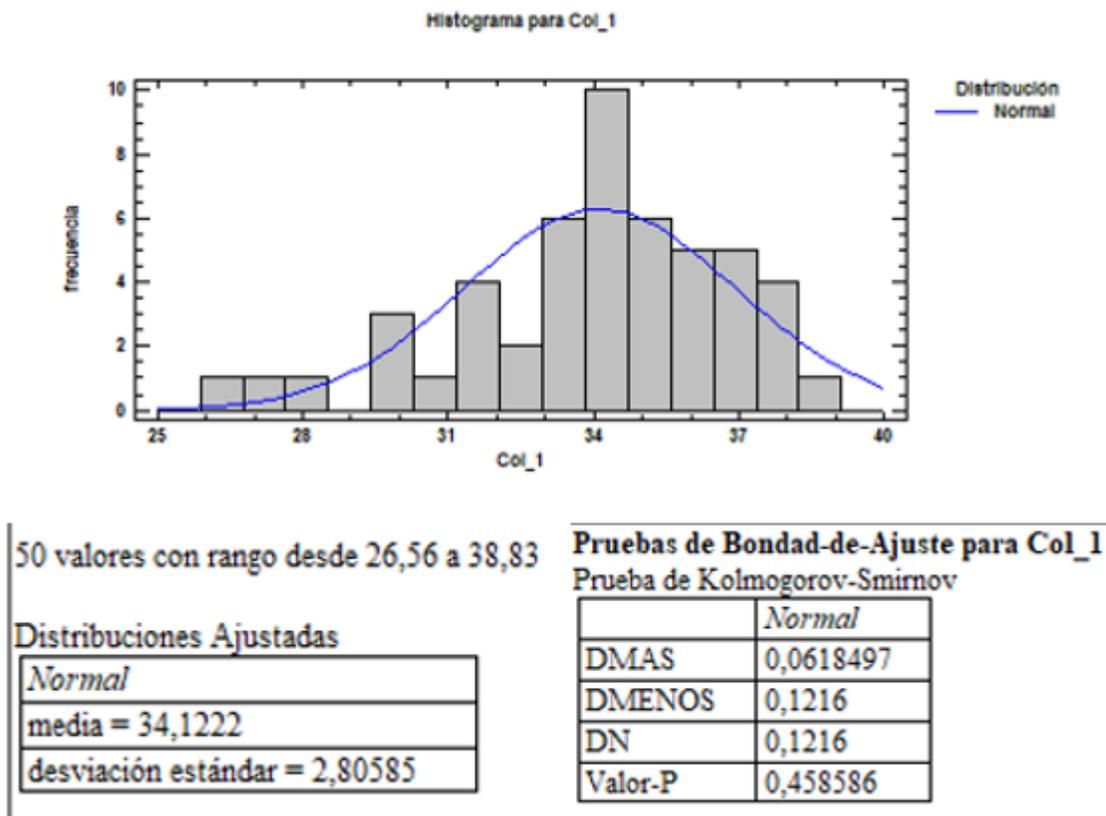


Figura 21. Prueba de bondad de ajuste Proceso de Carga en Finca

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Módulos Delay Modelo Actual Ovejas

Modulo	Nombre	Unidad	Asignación	Distribución de Probabilidad
Delay	Envío a Intermediario	Minutos	Other	NORM(26.03,6.1)
Delay	Envío a Organización	Minutos	Other	NORM(24.5,5.4)
Delay	Envío a Comercializador	Minutos	Other	NORM(266.8,22.5)
Delay	Envío de Organización a Intermediario	Minutos	Other	Constante 15 min
Delay	Envío May - Min Barranquilla	Minutos	Other	Constante 250 min
Delay	Envío May - Min Cartagena	Minutos	Other	Constante 181 min
Delay	Envío May - Min Sincelejo	Minutos	Other	Constante 50 min
Delay	Envío May - Min Santa Martha	Minutos	Other	Constante 337 min
Delay	Envío May - Min Exportador	Minutos	Other	Constante 39 min
Delay	Envío al Exterior	Minutos	Other	Constante 1875 min

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 6 se evidencian los módulos Delay utilizados para los distintos envíos en cada ruta para este caso nos ocupa el municipio de Ovejas como ejemplo es los primeros 3 casos se establece una distribución de probabilidad debido a que se envía el producto desde distintos orígenes es decir de las diferentes fincas que se encuentran en los distintos puntos de los municipios, y en el caso de los envíos del hacia los comercializadores como barranquilla, se utilizó un tiempo constante estimado con google maps dada la única ubicación de los intermediarios y los puntos de destinos identificados que no varían.

4.5.3 Modelo Actual

De acuerdo al modelo conceptual para la situación actual de la cadena mostrado en la Figura 16, se desarrolló el modelo de simulación en el software Arena. El modelo plantea básicamente la entrada de carga de las distintas variedades desde distintos orígenes definidas mediante atributos y variables, la distribución de la carga hacia intermediarios, organizaciones y comercializadoras directamente y la división del flujo para cada uno de los destinos. Todas las posibilidades de flujo

que tiene la carga a lo largo de la cadena de abastecimiento global se modelan mediante división de flujos a través de módulos *decide* teniendo en cuenta las proporciones de carga que se manejan en cada eslabón de la cadena como se plantea en el modelo conceptual. Existen procesos de carga, descarga y de valor agregado a lo largo de la cadena que ocupan ciertos recursos. La carga se maneja en vehículos de 3 toneladas (Jeep) desde el nodo de origen hacia el nodo de intermediación, luego se consolida mediante módulos *batch* en vehículos de 6 toneladas (Camión) para ser enviados hacia las comercializadoras y de 12 toneladas (Tracto camión) para ser enviados hacia los exportadores. Adicionalmente, se calculan variables de salida que miden el tiempo promedio por tramos para medir el tiempo total del sistema representados en las gráficas que simulan las variables. En la Figura 22 y 23, se muestra la estructura general del flujo de la carga y en las Figuras 24, 25, 26 y 27, se muestra el detalle del modelo para el caso del origen Ovejas. Del mismo modo se modelan cada uno de los 7 orígenes conectando los flujos de mercancía al final de la cadena en la descarga del producto en las comercializadoras y exportadores como se muestra en la Figura 27.

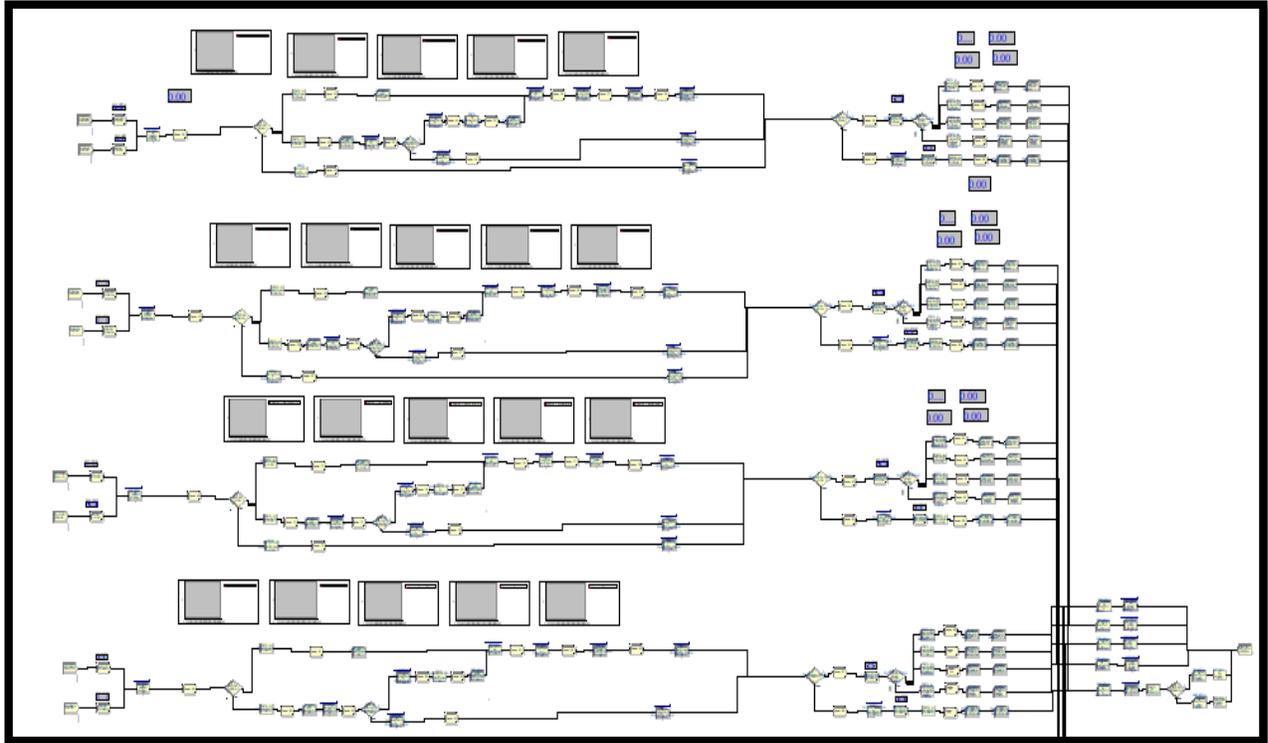


Figura 22. Parte 1 del Esquema global del modelo de simulación actual

Fuente: Elaboración propia.

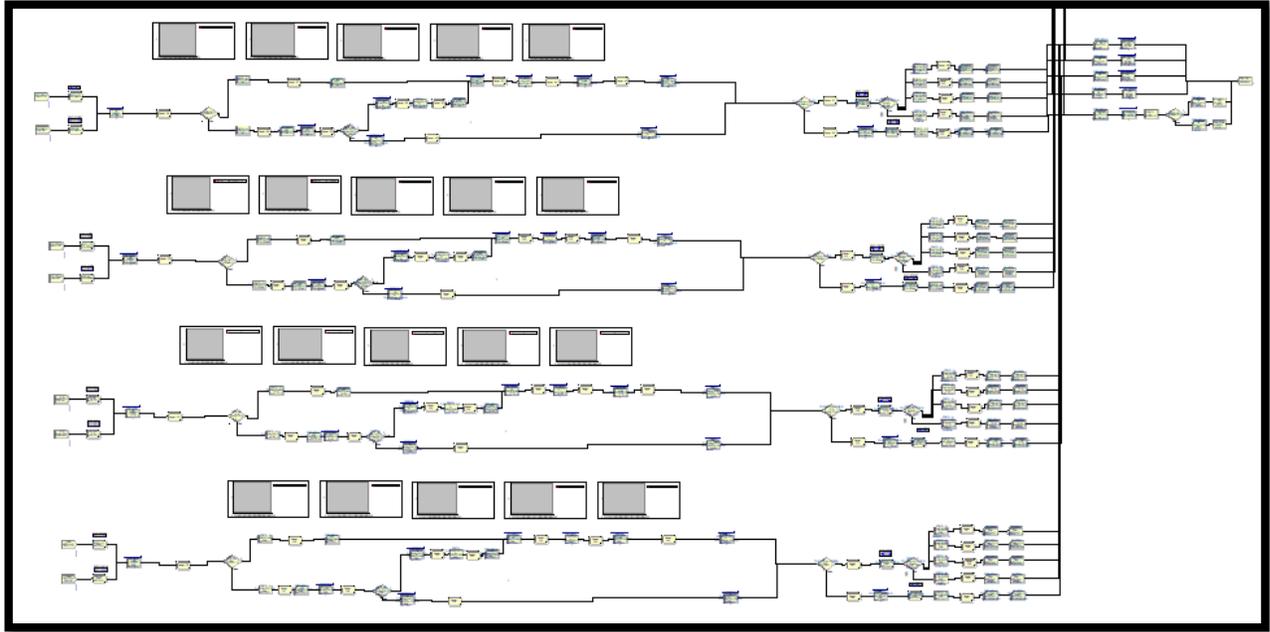


Figura 23. Parte 2 del Esquema global del modelo de simulación actual

Fuente: Elaboración propia.

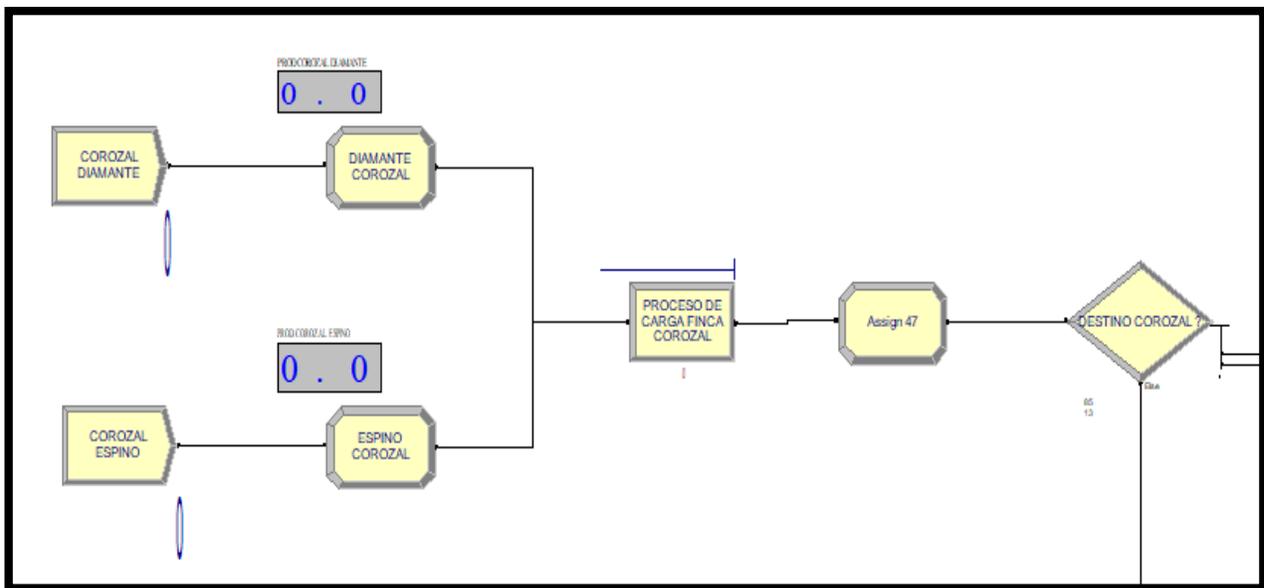


Figura 24. Llegada de carga Ovejas

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior, se simula el flujo de mercancía desde el productor ubicado en el municipio de Ovejas, la consolidación de la carga en vehículos de 3 toneladas y la definición del destino de la carga de acuerdo a los porcentajes de procesamiento en el nodo intermedio, también se define una variable que mide el tiempo promedio para el proceso de carga con el assign 47.

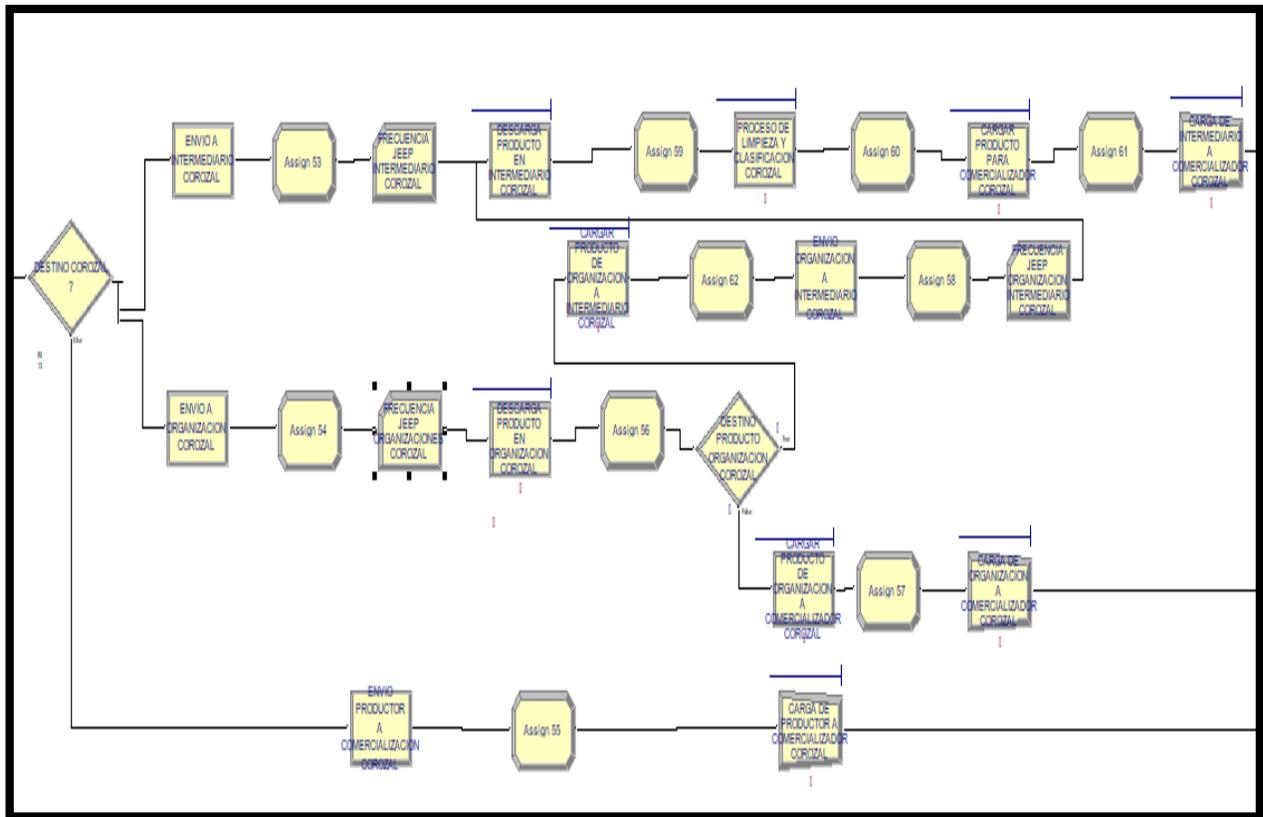


Figura 25. Distribución de carga en eslabones intermedios en Ovejas

Fuente: Elaboración propia.

Luego de la llegada de la mercancía al nodo intermedio, la mercancía tiene 3 flujos posibles, organizaciones, intermediarios o directamente a las comercializadoras. Como se muestra en la figura anterior, en cada nodo existe un proceso de cargue y descargue, además de consolidar la carga en vehículos de 6 toneladas, para cada proceso definido en los módulos process se definió una variable a través de los assign que mide el tiempo promedio de cada uno.

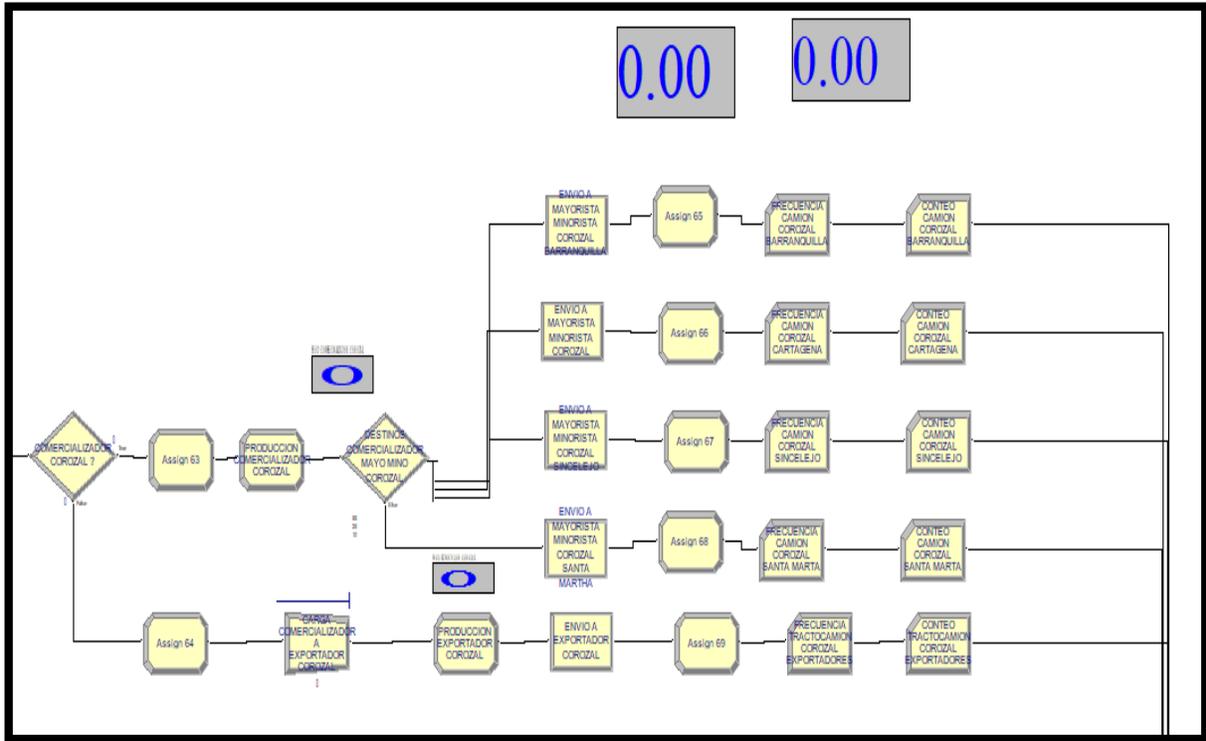


Figura 26. Distribución de carga hacia destinos en ovejas

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior, se muestra la distribución de la mercancía hacia los principales comercializadores ubicadas en ciudades principales como barranquilla, Cartagena, Sincelejo y santa martha desde el municipio de Ovejas, además del flujo hacia exportadores en vehículos de capacidad de 12 toneladas, como bien se ha mencionado en las figuras anteriores se definen variables a través de los assing que miden los tiempos de los procesos inmersos en el flujo.

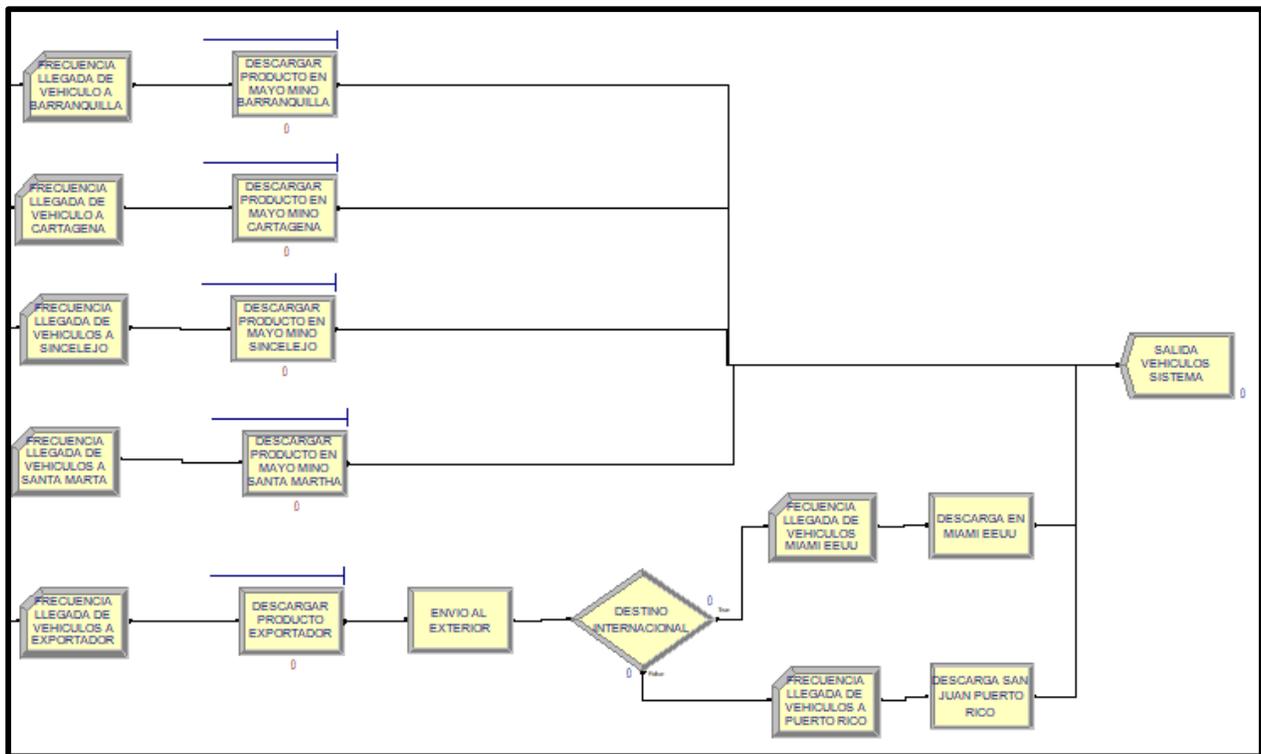


Figura 27. Consolidación de carga en destinos nacionales e internacionales

Fuente: Elaboración propia.

Al final de la cadena de abastecimiento, se descarga la mercancía en los comercializadores procedente de todos los municipios productores como se muestra en la figura anterior. Además, se establece el envío del producto a dos destinos internacionales donde un 80% de la carga se envía hacia Estados Unidos específicamente al puerto de Miami y del 20% hacia Puerto Rico hacia el puerto de San Juan desde el puerto de Cartagena en contenedores de 25 toneladas.(Legiscomex, 2016)

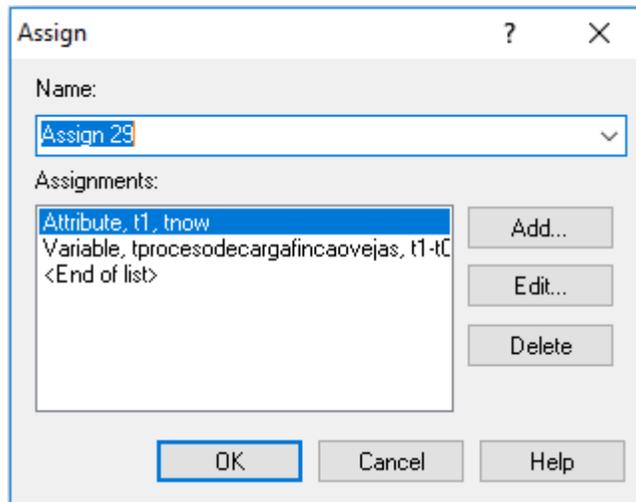


Figura 28. Atributos y Variables Modelos Actual y Propuesto

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se pueden ver los atributos y variables utilizados para medir los tiempos de cada proceso en los diferentes eslabones, a través de un módulo assign y con la definición de la variable tnow se identifican y miden los tiempos para cada proceso, en este caso nos ocupa el proceso de carga en finca que hace parte del eslabón de los productores.

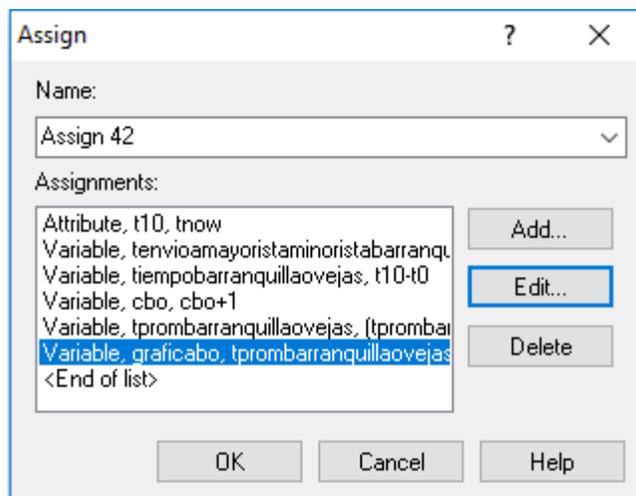


Figura 29. Variables De Tiempo Total del Sistema

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior está definido el atributo con la variable tnow que mide el tiempo para este proceso, adicional están definidas otras variables que miden el tiempo de envío hacia el próximo destino, el tiempo promedio del recorrido realizado por la entidad en este caso para el municipio de ovejas como origen y como destino barranquilla, adicional está definida la variable del tiempo promedio total para esta ruta y adicional se define la variable de la gráfica que relaciona el recorrido ovejas – barranquilla en este caso llamada “graficabo” que almacena el tiempo total transcurrido por la entidad para esta ruta, siendo esta la variable de salida más importante del modelo, es importante aclarar que se definió una variable de cada origen para cada destino, es decir del municipio de ovejas a barranquilla, Cartagena, Sincelejo, santa martha y hacia exportador, lo mismo ocurre para los 6 municipios restantes incluidos en el modelo, todo lo anteriormente mencionado definido a través de un módulo assign.

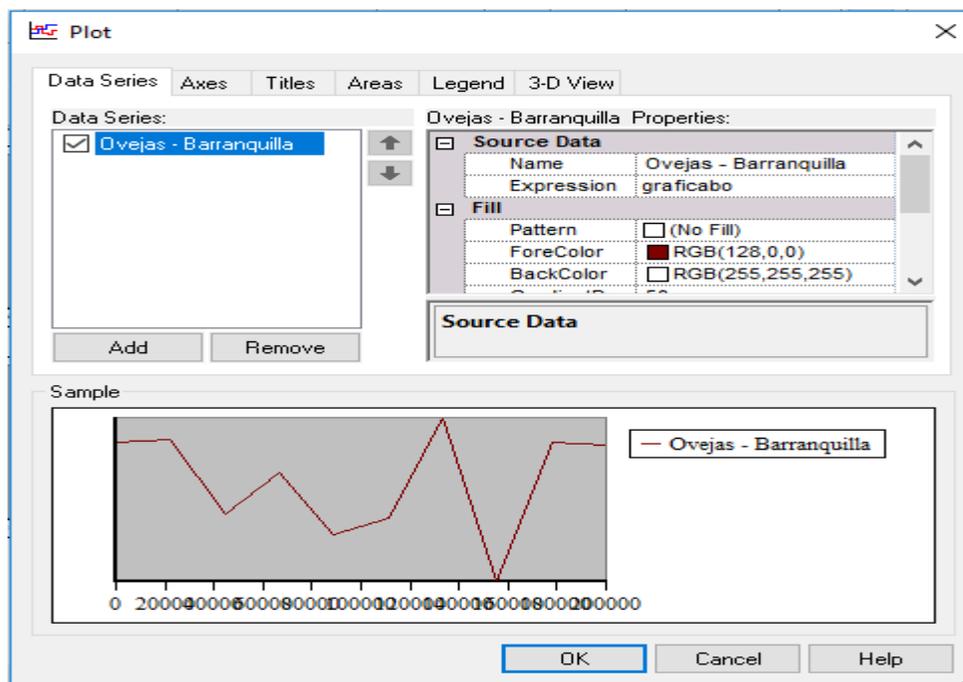


Figura 30. Grafica Origen Destino

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior podemos apreciar la gráfica que contiene la expresión de la variable de salida definida en este caso “graficabo” en el módulo assign y que mide el tiempo promedio total de los diferentes recorridos de orígenes a destinos.

4.6 Modelo de simulación propuesto.

El modelo propuesto se desarrolla con base en el modelo actual, pero ahora la carga que sale desde los orígenes se consolida en un centro de acopio tipo Cross Docking Indirecto. En la simulación se plantea un submodelo para simular las operaciones del centro de acopio, considerando que en este se lleven a cabo las operaciones de clasificación, limpieza y unitarización de la carga para ser distribuida, que antes era realizada por el intermediario. Se establece como criterio de descargue, el uso de unos muelles específicos para cada variedad del producto. La asignación de proporción de carga para cada destino se realiza con la proporción real de carga que maneja cada destino mediante un módulo *decide*. El 95% de la carga que sale del centro de acopio se envía a intermediarios quienes establecen las negociaciones con los comercializadores. Los tiempos de las operaciones de descargue en los muelles del centro de acopio se suponen igual al tiempo de descargue en los intermediarios y organizaciones, ya que el recurso utilizado sigue siendo el operario. Para cargar el producto clasificado y unitarizado se utiliza el recurso montacargas. Del mismo modo que en el modelo actual, se utilizan variables de salida que miden el tiempo promedio por tramos para medir el tiempo total del sistema. En la Figura 31 y 32, se muestra la estructura general de los flujos de carga del modelo y en la Figura 33, se muestra el submodelo de operación de la plataforma.

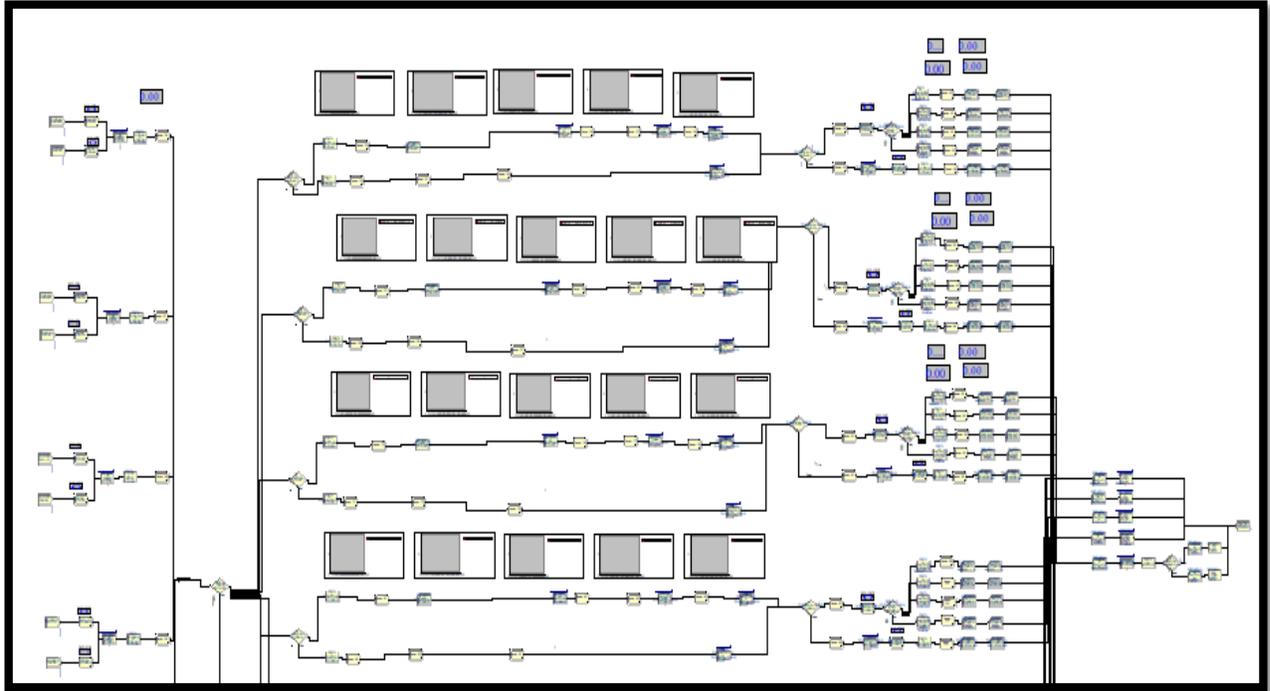


Figura 31. Parte 1 del Esquema global del modelo de simulación con centro de acopio CDI

Fuente: Elaboración propia.

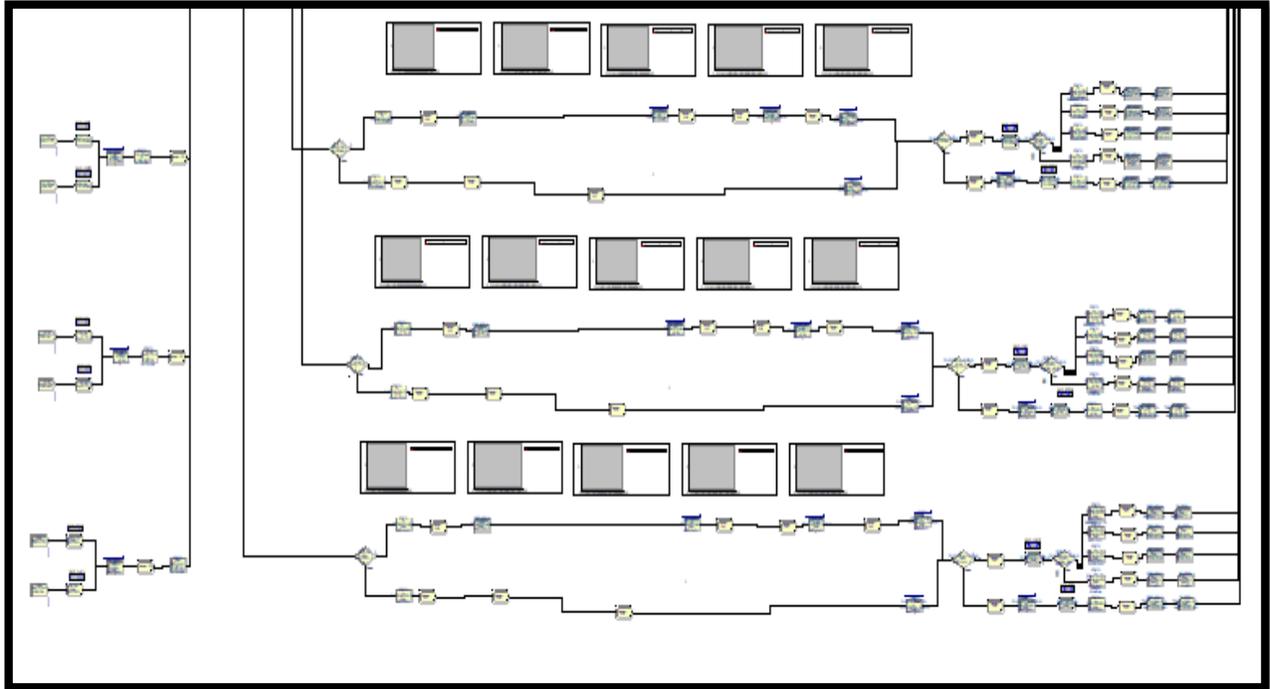


Figura 32. Parte 2 del Esquema global del modelo de simulación con centro de acopio CDI

Fuente: Elaboración propia.

En las figuras anteriores, se muestra la consolidación de los flujos de carga desde los municipios productores hacia la plataforma cross docking y luego se muestra la distribución hacia los intermediarios y comercializadores.

Tabla 7. Módulos Process Modelo Propuesto Plataforma Cross Docking

Modulo	Proceso	Capacidad Vehículo	Recursos	Unidad	Tipo de Acción	Distribución de Probabilidad
Process	Descarga Muelles	3 Ton	2 operarios, 1 montacargas	Minutos	Seize Delay Release	NORM(33.96 , 2.77)
Process	Zona de clasificación y unitarización mercado local	N/A	2 operarios, 1 montacargas	Minutos	Seize Delay Release	NORM(27.18 , 6.71)
Process	Proceso de Limpieza Mercado local e internacional	N/A	2 operarios	Minutos	Seize Delay Release	NORM(50.36 , 6.77)
Process	Cargar Producto para mercado local e internacional	N/A	2 operarios, 1 montacargas	Minutos	Seize Delay Release	NORM(18.32 , 2.67)

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 7 están detallados los procesos inmersos en la plataforma Cross Docking propuesta para la cadena de suministros del ñame en el departamento de sucre, los recursos utilizados generan una optimización de las operaciones lo que genera un mejor flujo en el proceso.

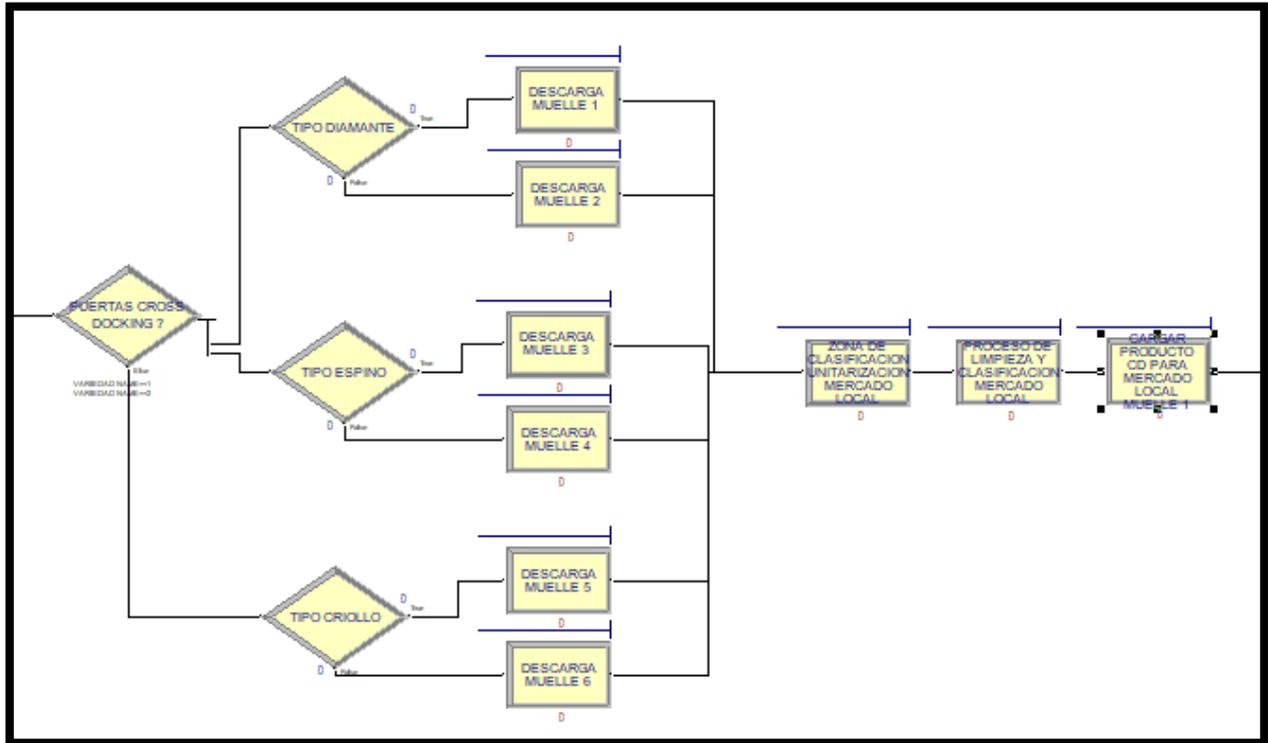


Figura 33. Submodelo de operaciones en plataforma cross docking

Fuente: Elaboración propia.

El submodelo mostrado en la figura anterior, simula la operación de la plataforma cross docking, teniendo 6 muelles de descarga que clasifica la mercancía según su variedad, se procesa y se carga para despachar hacia los intermediarios.

4.7 Periodo de calentamiento o Warm Up.

Para evitar el sesgo en los resultados del modelo ocasionados por tomar valores en el estado transitorio del modelo, se calcula un periodo de calentamiento donde el sistema se encuentre estable para los indicadores estadísticos definidos en el modelo, mediante gráficos definidos en los modelos del software arena para tiempos promedios de origen destino, se simulan 365 días para determinar en tiempo en el cual la variable entra en estado estable.

De dicha corrida, se determinó que las variables de respuesta, que son el tiempo que se demora el proceso, desde que el producto sale de la finca, hasta que se envía a cada una de las ciudades, entran en estado estable después de 50,000 minutos, que equivale a 833,3 horas de simulación lo que equivale a 34,72 días.

Las gráficas fueron realizadas con base en el tiempo promedio origen destino para cada uno de los municipios y ciudades presentadas. La variable se puede observar al darle doble clic en la gráfica y también en el reporte de txt. Todas las variables graficadas comienzan con la palabra gráfica.

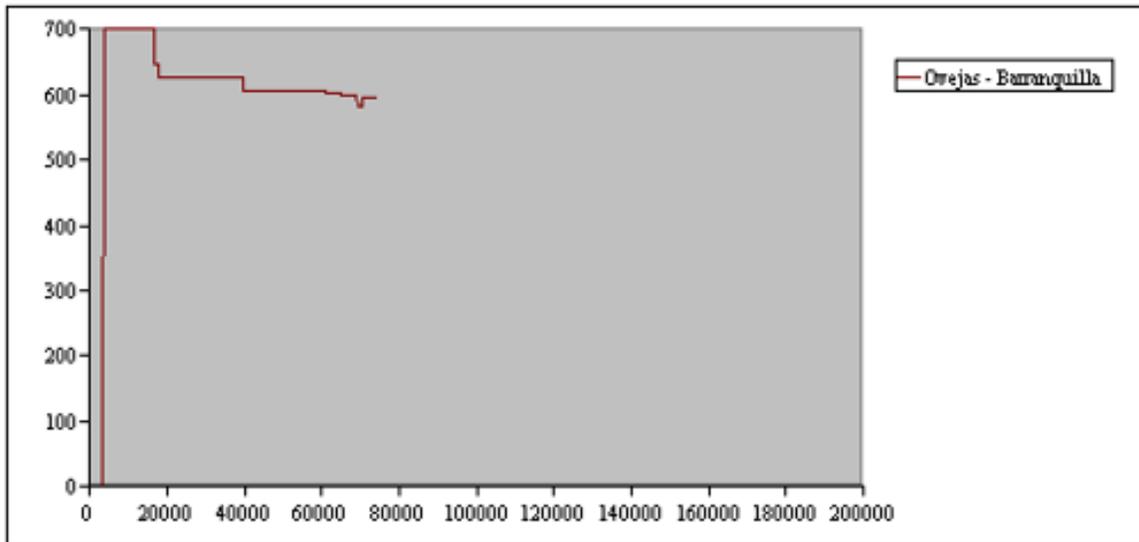


Figura 34. gráfico de Periodo de calentamiento origen destino de Barranquilla

Fuente: Elaboración propia.

El grafico anterior muestra que la variable de Barranquilla encuentra una estabilidad luego de transcurridos 50,000 minutos.

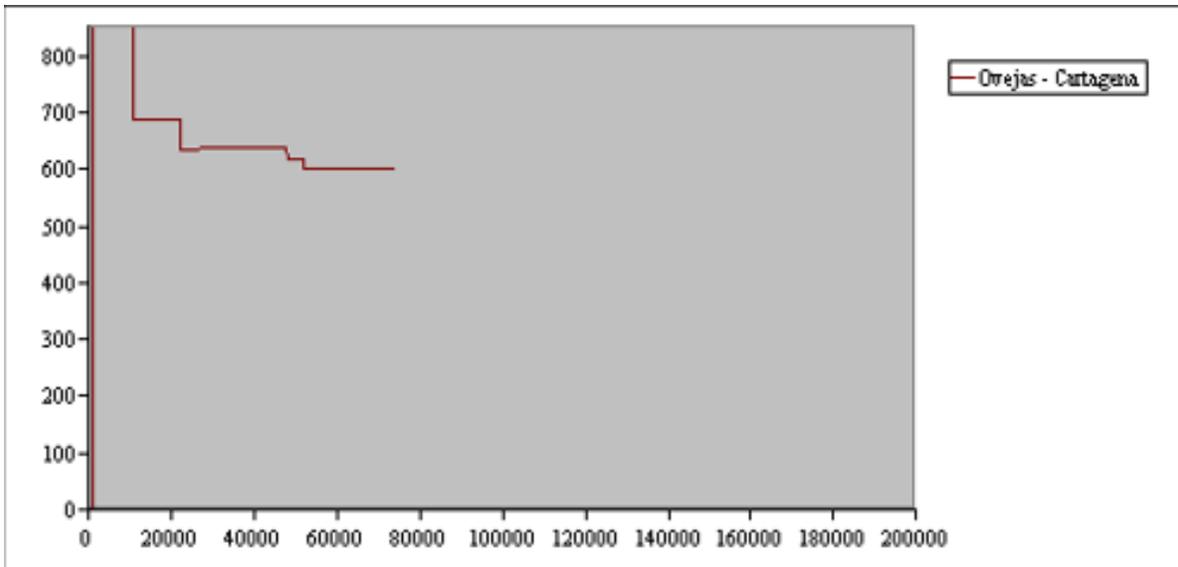


Figura 35. gráfico de Periodo de calentamiento origen destino de Cartagena

Fuente: Elaboración propia.

El grafico anterior muestra que la variable de Cartagena encuentra una estabilidad luego de transcurridos 50,000 minutos.

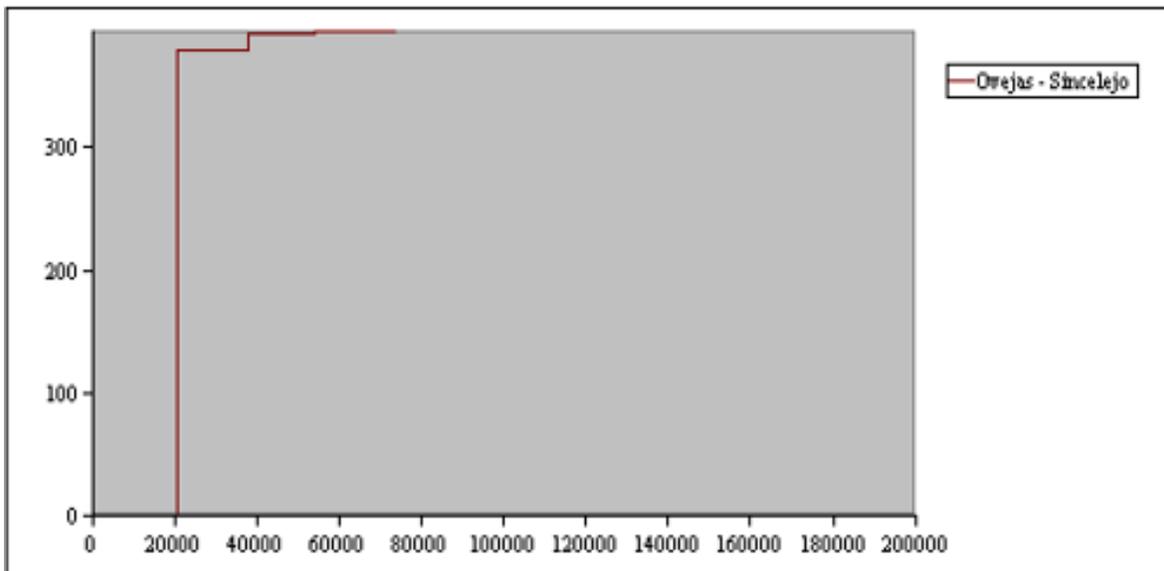


Figura 36. gráfico de Periodo de calentamiento origen destino Sincelejo

Fuente: Elaboración propia.

El grafico anterior muestra que la variable de Sincelejo encuentra una estabilidad luego de transcurridos 42,000 minutos.

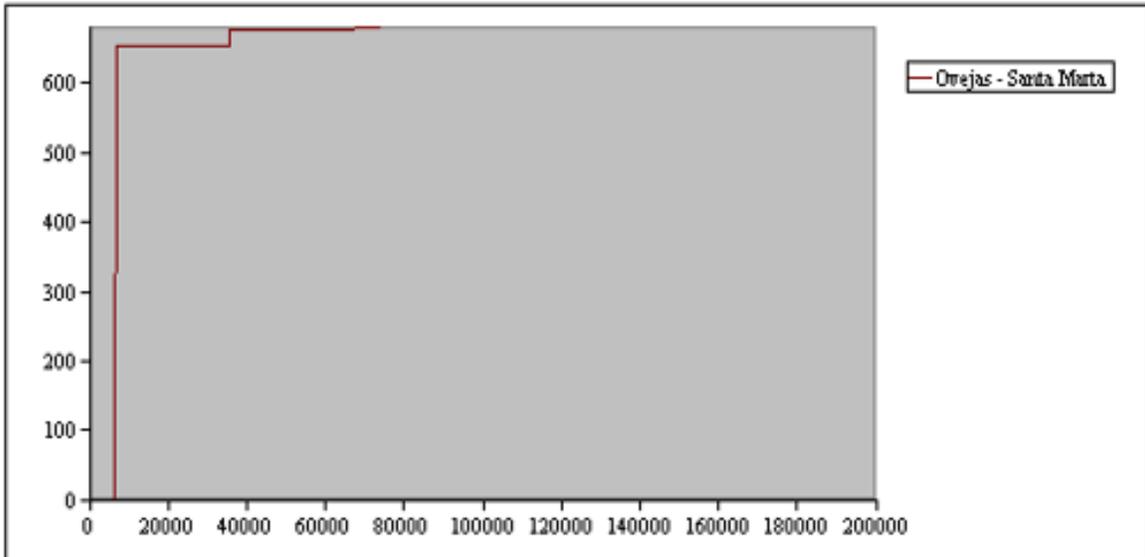


Figura 37. gráfico de Periodo de calentamiento origen destino Santa Martha

Fuente: Elaboración propia.

El grafico anterior muestra que la variable de Santa Martha encuentra una estabilidad luego de transcurridos 38,000 minutos.

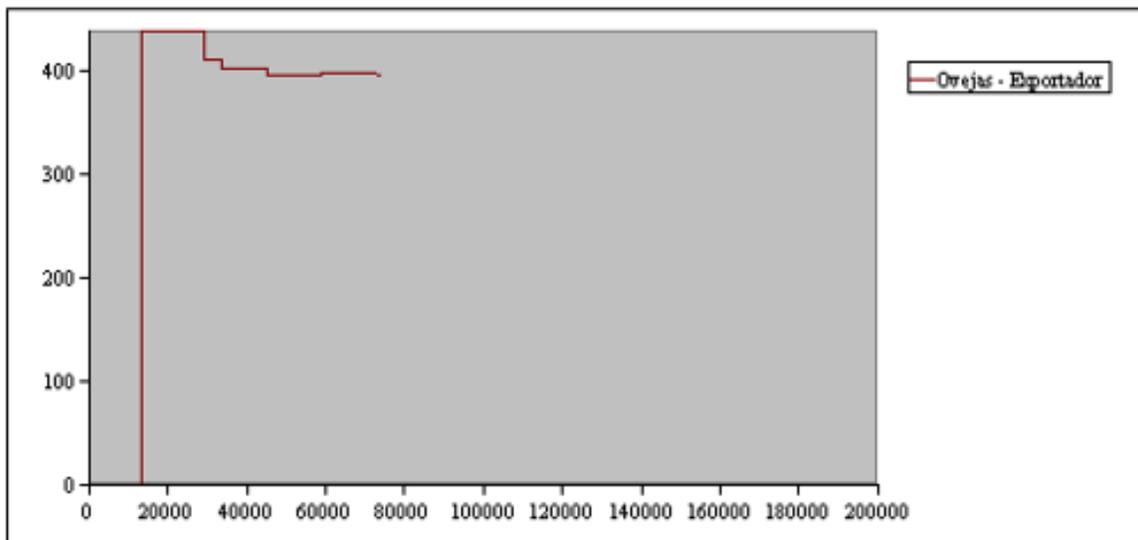


Figura 38. gráfico de Periodo de calentamiento origen destino Exportador

Fuente: Elaboración propia.

El grafico anterior muestra que la variable de Exportador encuentra una estabilidad luego de transcurridos 45,000 minutos.

Es importante destacar que para las corridas de los modelos actual y propuesto el periodo de calentamiento queda dentro del tamaño de las réplicas que son 120 días debido a que las 833,3 horas donde el sistema encuentra estabilidad representan aproximadamente 34,72 días, por esta razón los datos tienen una estabilidad significativa.

Luego de identificar el comportamiento de cada una de las variables de salida para cada destino podemos identificar donde se estabiliza el sistema para cada indicador en nuestro caso el mayor corresponde a 833,3 horas por lo cual este sería nuestro periodo de calentamiento. A continuación, se muestran los resultados generales:

Tabla 8. Resultado de periodo de calentamiento para cada indicador

Indicador	Periodo de calentamiento (Minutos)	Periodo de calentamiento (Horas)
Variable origen destino Barranquilla	50.000	833,3
Variable origen destino Cartagena	50.000	833,3
Variable origen destino Sincelejo	42.000	700
Variable origen destino Santa Martha	38.000	633,3
Variable origen destino Exportador	45.000	750

Fuente: Elaboración propia.

4.8 Número de réplicas.

El valor promedio de una variable de respuesta en un modelo de simulación requiere un determinado número de corridas para poder llegar a un estado estable. Una vez la variable de respuesta ha llegado a un estado estable es posible realizar análisis más precisos y obtener resultados más cercanos a la realidad. Debido a la aleatoriedad de las variables del sistema, se

realizó el cálculo del número óptimo de réplicas, para tener certeza de la calidad de los resultados obtenidos, basándose en (Kelton, Sadowski, & Sturrock, 2010). Allí se sugiere minimizar el error aumentando el número de muestras y reduciendo lo máximo posible la amplitud media o half width (h) del intervalo de confianza de los datos, teniendo en consideración el tiempo de cada réplica. En la Ecuación (1) se presenta el cálculo de h .

$$h = t_{n-1, 1-\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

El estadístico de la distribución t-student en la Ecuación (1) se puede reemplazar por el valor crítico de la distribución normal cuando el tamaño de la muestra n es mayor a 30 y bajo el supuesto que los valores se ajustan a dicha distribución, como se muestra en la Ecuación (2).

$$h \cong z_{1-\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

Se considera n_0 el valor del número de muestras iniciales y σ_0 la desviación estándar de la muestra inicial. Adicionalmente, h_0 representa el valor asociado a n_0 (ver Ecuación (3)).

$$h_0 \cong z_{1-\alpha/2} \frac{\sigma_0}{\sqrt{n_0}} \quad (3)$$

Sea n el número óptimo de réplicas, σ_e el valor esperado de la desviación estándar y h_e el valor esperado de h dado por una muestra de tamaño n . Al despejar $z_{1-\alpha/2}$ de las ecuaciones (3) y (4) se obtiene la Ecuación (5).

$$h_e \cong z_{1-\alpha/2} \frac{\sigma_e}{\sqrt{n_e}} \quad (4)$$

$$z_{1-\alpha/2} = \frac{h_e \sqrt{n_e}}{\sigma_e} = \frac{h_0 \sqrt{n_0}}{\sigma_0} \quad (5)$$

Por ende, el cálculo del número óptimo de réplicas de un modelo de simulación, suponiendo que $\sigma_0 \approx \sigma_e$, viene determinado por la Ecuación (6).

$$n^* = \frac{n_0 h_0^2}{h_e^2} \quad (6)$$

Para el cálculo del número óptimo se fijó un $n_0 = 10$, un $\alpha = 0,05$ y un $h_e = 60$, teniendo en cuenta que para un $Z_{\alpha/2} = 1,96$ $\alpha = 0,05$.

Teniendo en cuenta las variables de salidas se calcularon a través de la fórmula (6) las réplicas adicionales que se detallan a continuación:

Tabla 9. Resultados Numero Adicional de Replicas

Variables	n0	(Za/2)^2	h0	S0^2	n*
graficacm Value	10	3,8416	4,75483783	58,85	0,06280134
graficaco Value	10	3,8416	3,46186391	31,20	0,03329028
graficabant Value	10	3,8416	6,45905729	108,60	0,11588728
graficasc Value	10	3,8416	4,81777096	60,42	0,06447477
graficacant Value	10	3,8416	7,5170237	147,09	0,15696013
graficasm Value	10	3,8416	5,93346705	91,64	0,09779453
graficaso Value	10	3,8416	4,95495642	63,91	0,06819887
graficasmpal Value	10	3,8416	12,1884359	386,71	0,41266103
graficaeant Value	10	3,8416	4,12116963	44,21	0,04717789
graficaec Value	10	3,8416	2,70109736	18,99	0,02026646
graficaem Value	10	3,8416	2,68917847	18,82	0,020088
graficaeo Value	10	3,8416	2,6872506	18,80	0,02005921
graficaspal Value	10	3,8416	40,7407015	4320,61	4,61056877

graficasmant Value	10	3,8416	8,15479679	173,11	0,1847242
graficasant Value	10	3,8416	70,3984652	12900,73	13,7665108
graficabcol Value	10	3,8416	3,17387893	26,22	0,02798197
graficacol Value	10	3,8416	1,94965551	9,89	0,01055877
graficabcov Value	10	3,8416	5,65061057	83,11	0,08869278
graficacov Value	10	3,8416	9,86596788	253,38	0,27038145
graficaecol Value	10	3,8416	2,38885246	14,85	0,01585171
graficaecov Value	10	3,8416	4,45601807	51,69	0,05515583
graficasmcol Value	10	3,8416	6,08575821	96,41	0,10287904
graficasmcov Value	10	3,8416	94,9649299	23475,47	25,0509
graficascol Value	10	3,8416	4,46201305	51,83	0,05530433
grafiascov Value	10	3,8416	41,7036784	4527,27	4,83110219
graficabpal Value	10	3,8416	5,79550667	87,43	0,09329972
graficasmc Value	10	3,8416	6,32109735	104,01	0,11098964
grafiacpal Value	10	3,8416	86,8400846	19630,36	20,9477786
graficabc Value	10	3,8416	3,38864792	29,89	0,03189704
graficasmm Value	10	3,8416	8,66195093	195,31	0,20841498
graficasm Value	10	3,8416	4,25852066	47,21	0,05037499
graficabm Value	10	3,8416	4,09943685	43,75	0,04668162
graficabo Value	10	3,8416	2,1330002	11,84	0,01263803
graficaepal Value	10	3,8416	5,54026061	79,90	0,08526247
graficacc Value	10	3,8416	4,19280685	45,76	0,0488323

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta los resultados de la tabla anterior vemos que hay que realizar 25 réplicas adicionales que fue el mayor valor identificado dados los resultados de n^* , es decir 35 réplicas teniendo en cuenta las no =10 iniciales, en efecto, para correr los modelos actual y propuesto los parámetros finales fueron 35 réplicas y el tamaño de la réplica fue igual a 120 días debido al fuerte factor estacional del producto que corresponde a los 4 primeros meses del año destacando que en el resto del año se sigue manteniendo la venta pero con menores cantidades de oferta, se tomó esta determinación porque el tiempo computacional no era mayor y no generaba ningún trabajo adicional.

4.9 Verificación y validación del modelo.

Para verificar la sintaxis de la programación del modelo actual y propuesto, se aplicó el chequeo de código interno del software Arena en las opciones disponible de la ventana *Run* de la barra de herramientas, lo que permitió verificar el código de programación de cada módulo del modelo.

Por otra parte, para validar el modelo se utilizaron los resultados de las variables asignadas por cada tramo de procesos que miden el tiempo promedio a través de los assign que contienen un atributo de tnow y una variable teniendo los resultados de cada uno de los procesos en cuanto a tiempo refiere y poder compararlos con los tiempos reales identificados en las visitas a campo en las diferentes fincas y proceso, posteriores de intermediarios, organizaciones y comercializadores.

los valores de cada uno de los procesos, en la simulación, fueron estimados con base en la distribución de probabilidad asociada a los datos reales, por lo cual, en las tablas se puede observar que la media obtenida, para cada uno de los procesos, en la simulación, se encuentra entre los valores reales de cada uno de los procesos.

Tabla 10. Validación del modelo mediante variable de tiempos eslabón productor

Productor			Fincas - Tiempo (Mins)																			
Municipio	Proceso	Datos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ovejas	Proceso de Carga en finca	Real	35	32	35	30	36	32	37	38	32	30	34	31	35	36	31	36	38	32	34	31
		Simulación	34,60	34,58	35,14	34,67	34,49	34,87	35,81	35,01	34,50	35,80	35,03	34,53	34,27	34,97	35,01	34,93	34,13	34,23	34,01	34,77
Corozal	Proceso de Carga en finca	Real	38	32	30	34	30	35	36	37	34	34	31	30	38	37	32	34	36	40	33	36
		Simulación	33,60	33,95	34,24	33,84	34,89	34,42	33,83	34,93	34,24	33,75	34,27	34,34	34,15	33,79	33,80	34,93	34,24	33,40	33,80	34,02
Coloso	Proceso de Carga en finca	Real	36	32	37	38	32	30	34	31	35	36	32	33	36	37	33	39	31	30	37	40
		Simulación	34,77	34,97	34,47	35,34	34,16	34,31	34,84	34,00	35,07	33,77	34,61	35,22	34,79	34,37	34,80	34,66	34,05	34,24	33,73	35,12
Morroa	Proceso de Carga en finca	Real	35	38	32	31	37	36	33	31	36	35	38	31	32	39	35	37	39	40	32	39
		Simulación	35,43	32,97	34,74	33,51	34,52	34,34	34,08	33,70	33,56	34,42	34,23	34,54	32,95	33,51	34,35	34,91	33,18	33,68	35,61	33,96
Coveñas	Proceso de Carga en finca	Real	35	38	32	36	35	31	29	28	38	37	32	33	38	28	31	38	35	30	38	31
		Simulación	37,21	34,64	34,34	34,91	36,22	36,50	35,54	36,16	34,82	34,73	35,82	35,68	35,42	34,42	34,22	36,38	36,35	36,00	33,51	34,45
Los Palmitos	Proceso de Carga en finca	Real	32	34	31	30	35	33	32	35	36	32	37	38	32	30	34	31	35	36	32	37
		Simulación	32,72	33,86	34,95	35,88	34,16	34,06	33,59	34,33	33,69	35,50	35,28	34,68	35,54	34,16	34,66	34,48	34,64	35,62	35,29	33,83
San Antonio	Proceso de Carga en finca	Real	35	37	38	31	35	39	31	37	34	36	38	39	32	37	33	36	39	29	28	35
		Simulación	33,64	34,39	35,91	33,77	34,59	32,26	34,30	34,89	34,58	34,30	34,82	33,81	33,22	34,83	34,51	34,26	34,02	34,00	34,22	35,06

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Validación del modelo mediante variable de tiempos eslabón Intermediario proceso limpieza y clasificación

Intermediario			Intermediario - Tiempo (Mins)																			
Municipio	Proceso	Datos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ovejas	Proceso de Limpieza y Clasificación	Real	180	182	185	195	187	185	189	196	188	181	175	189	178	197	176	183	193	194	187	182
		Simulación	187,9	188,8	195,4	188,2	188,8	204,4	204,8	189,2	189,5	196,1	191,2	191,4	189,3	191,8	204,4	199,0	189,7	199,9	186,8	196,1
Corozal	Proceso de Limpieza y Clasificación	Real	179	186	195	196	189	176	194	198	186	182	180	190	192	185	178	198	195	185	185	189
		Simulación	187,0	187,0	193,0	191,1	188,7	190,0	192,2	189,6	188,0	186,4	188,8	185,8	185,7	187,3	189,9	189,9	185,6	188,5	185,4	185,7
Coloso	Proceso de Limpieza y Clasificación	Real	192	190	176	175	189	193	186	189	195	186	189	183	190	185	186	183	183	193	189	179
		Simulación	196,1	194,0	192,6	197,1	193,0	199,2	196,0	194,4	196,3	196,0	195,1	194,0	197,3	197,9	198,9	193,2	194,4	193,6	191,1	194,1
Morroa	Proceso de Limpieza y Clasificación	Real	184	194	189	195	190	185	192	189	178	189	193	187	179	193	186	178	188	189	193	178
		Simulación	186,4	187,9	189,7	186,2	187,0	186,5	188,5	185,9	188,1	187,8	186,2	189,1	186,2	190,3	190,6	190,1	187,8	186,7	188,6	186,2
Coveñas	Proceso de Limpieza y Clasificación	Real	179	189	187	178	190	197	175	185	179	183	189	192	197	184	182	191	190	186	188	193
		Simulación	187,5	189,5	190,2	181,6	185,3	182,8	192,8	187,6	187,9	185,8	188,6	184,9	184,9	185,5	195,2	185,6	185,0	190,1	191,4	194,4
Los Palmitos	Proceso de Limpieza y Clasificación	Real	187	178	190	197	175	185	179	196	189	182	189	188	183	190	188	179	187	189	178	193
		Simulación	181,5	192,0	183,5	188,3	185,7	186,9	190,0	188,4	189,8	189,1	183,7	186,4	188,4	187,1	186,7	186,1	186,2	192,3	184,2	184,4
San Antonio	Proceso de Limpieza y Clasificación	Real	190	197	175	199	187	183	193	188	189	182	190	195	189	192	182	186	190	179	184	194
		Simulación	184,2	186,3	182,6	186,0	189,4	186,6	188,7	186,2	189,6	187,0	186,0	182,7	187,2	186,4	187,3	186,8	187,7	183,3	190,1	187,4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Validación del modelo mediante variable de tiempos eslabón Intermediario proceso descarga producto

Intermediario			Intermediario - Tiempo (Mins)																			
Municipio	Proceso	Datos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ovejas	Descargar Producto en intermediario	Real	38	32	30	34	32	37	35	33	34	37	32	38	32	33	35	33	36	35	38	32
		Simulación	36,13	39,77	50,11	35,05	37,57	33,53	39,80	38,32	38,01	44,76	34,92	41,40	41,10	40,03	33,37	39,11	38,76	33,73	34,88	34,94
Corozal	Descargar Producto en intermediario	Real	33	32	35	34	37	33	35	31	37	38	34	36	33	35	38	31	38	30	34	33
		Simulación	34,64	34,38	38,85	34,74	35,51	38,92	36,26	35,81	37,03	34,21	38,61	33,99	36,31	35,27	42,17	33,96	33,78	37,31	34,86	33,73
Coloso	Descargar Producto en intermediario	Real	32	33	35	37	35	36	32	34	33	37	31	35	37	38	35	37	42	36	32	29
		Simulación	31,15	35,32	41,06	39,08	33,71	40,31	40,94	35,72	34,29	39,36	46,86	40,26	43,60	40,77	36,77	43,50	47,89	39,09	33,62	35,65
Morroa		Real	34	38	31	37	34	38	31	39	37	31	34	38	35	36	37	32	34	31	30	35

	Descargar Producto en intermediario	Simulación	34,06	37,97	36,92	34,18	33,94	35,05	41,10	34,55	35,20	34,45	34,32	36,93	34,53	34,93	37,17	35,66	35,27	34,60	39,72	34,67
Coveñas	Descargar Producto en intermediario	Real	35	36	38	33	35	38	31	30	35	37	31	30	35	34	33	38	31	35	36	42
		Simulación	34,46	36,60	34,29	35,57	36,62	34,09	43,59	35,11	34,45	35,10	35,24	33,48	36,48	36,50	32,19	35,72	35,06	34,72	32,24	38,30
Los Palmitos	Descargar Producto en intermediario	Real	36	38	32	34	31	30	38	37	40	32	33	35	36	31	38	35	39	41	34	33
		Simulación	34,44	36,61	33,96	33,81	34,79	35,70	35,20	34,90	38,80	36,23	32,99	37,93	34,67	35,43	34,30	33,08	38,22	34,23	34,80	34,53
San Antonio	Descargar Producto en intermediario	Real	33	38	33	31	34	36	37	32	41	34	38	45	32	35	37	34	38	31	38	33
		Simulación	34,73	34,76	34,00	33,82	35,21	34,44	33,71	34,21	34,82	34,82	34,18	32,51	35,71	35,02	33,09	36,37	35,00	35,05	34,80	32,56

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Validación del modelo mediante variable de tiempos eslabón Organizaciones

Organización		Organizaciones - Tiempo (Mins)																				
Municipio	Proceso	Datos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ovejas	Cargar producto de organización a comercializador	Real	72	74	68	63	67	72	74	65	63	60	76	61	64	65	69	65	72	62	68	72
		Simulación	68,98	68,79	70,06	68,67	68,49	71,58	72,14	68,82	69,14	69,72	70,57	69,66	69,28	69,52	72,22	69,64	69,23	71,70	68,60	70,09
Corozal	Cargar producto de organización a comercializador	Real	68	73	64	71	74	63	66	67	72	63	60	76	61	64	65	69	65	72	62	68
		Simulación	67,37	67,47	69,80	70,19	68,10	69,60	70,96	69,56	69,37	68,51	69,92	67,38	69,21	69,25	68,18	70,90	68,02	67,76	68,88	67,69
Coloso	Cargar producto de organización a comercializador	Real	68	62	72	74	66	63	74	75	61	64	73	64	61	72	63	65	68	73	64	64
		Simulación	69,48	69,36	68,23	69,95	69,01	72,26	69,85	68,02	70,25	68,13	70,50	69,52	71,24	70,83	69,46	67,78	68,90	68,15	68,22	69,62
Morroa	Cargar producto de organización a comercializador	Real	64	73	66	67	72	64	73	61	66	61	72	65	69	65	72	62	68	72	67	69
		Simulación	68,14	69,64	69,17	66,47	68,47	68,28	66,69	70,19	67,94	68,16	67,74	68,41	68,91	69,16	68,15	66,27	69,87	68,01	68,22	69,34
Coveñas	Cargar producto de organización a comercializador	Real	64	71	74	63	66	67	72	74	65	63	61	74	76	64	68	72	60	66	74	78
		Simulación	65,09	68,94	66,92	70,20	70,31	66,74	71,73	70,24	68,01	67,08	68,72	70,12	70,21	67,01	66,06	68,35	69,28	65,35	65,65	69,99
Los Palmitos	Cargar producto de organización a comercializador	Real	65	68	73	64	71	74	63	66	67	72	74	65	63	60	76	61	64	65	69	65
		Simulación	68,68	67,92	69,70	69,50	66,72	67,87	68,10	65,48	72,39	66,71	70,21	69,01	66,65	70,38	69,86	68,76	67,37	66,93	70,11	66,16
San Antonio	Cargar producto de organización a comercializador	Real	63	61	76	65	65	62	68	71	65	62	71	74	65	63	71	63	72	65	72	74
		Simulación	66,58	69,83	70,93	68,52	65,44	67,81	68,04	70,40	70,56	70,93	67,21	68,27	66,37	69,32	66,58	69,75	67,91	68,66	68,46	66,96

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Validación del modelo mediante variable de tiempos eslabón Comercializadores

Comercializador			Comercializadores																			
Municipio	Proceso	Datos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Barranquilla	Descarga producto en mayo mni barranquilla	Real	66	62	71	73	64	61	72	63	65	74	63	66	67	72	74	66	73	66	68	72
		Simulación	63,65	65,22	64,45	69,34	67,43	65,54	68,56	61,23	67,34	72,56	66,49	63,65	69,25	71,99	68,78	62,51	66,89	69,87	64,76	70,67
Cartagena	Descarga producto en mayo mni Cartagena	Real	61	64	65	69	65	72	62	72	64	66	72	62	71	63	68	75	62	66	61	74
		Simulación	65,67	66,78	69,56	62,45	63,45	64,34	66,67	68,56	67,78	63,45	67,56	69,12	65,78	66,76	69,71	68,67	65,57	70,43	67,45	67,65
Sincelejo	Descarga producto en mayo mni Sincelejo	Real	64	73	66	67	72	64	73	61	66	61	68	73	64	61	72	63	65	68	73	64
		Simulación	66,78	64,56	63,67	61,45	68,23	62,76	67,64	64,78	63,23	64,34	64,56	66,45	70,78	64,57	66,89	64,76	69,46	62,23	65,91	62,34
Santa Martha	Descarga producto en mayo mni Santa Martha	Real	70	75	62	66	61	68	70	63	65	73	67	73	65	69	74	65	74	76	64	68
		Simulación	64,89	67,98	66,87	54,76	65,92	61,67	68,23	61,34	67,34	68,56	64,24	67,89	62,54	63,67	68,45	67,98	72,65	68,32	63,45	70,81
Exportador	Descarga producto en mayo mni Exportador	Real	125	120	131	129	134	128	136	129	132	123	135	132	143	128	134	137	130	134	138	122
		Simulación	123,4	125,7	126,8	131,5	128,3	132,9	126,5	133,9	133,7	131,8	134,8	132,3	134,4	136,7	132,9	131,8	126,8	133,9	128,5	131,5

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas 10,11,12, 13 y 14 se pueden evidenciar los tiempos reales caracterizados y obtenidos en las diferentes visitar a productores, intermediarios y comercializadores, así mismo los resultados en la simulación del modelo actual a través de las variables de salida en las primeras 20 réplicas, para algunos procesos en los diferentes eslabones, es importante destacar que solo se tomó el proceso más significativo para cada eslabón, de manera que incluir en esta validación todos los procesos era un proceso bastante dispendioso, sin embargo se tienen todos los resultados evaluados para todos los procesos inmersos en la cadena de suministros.

4.11 Análisis de Resultados

4.11.1 Análisis de tiempos promedio a través de variables de salida.

A continuación, se analizan las variables que miden el tiempo promedio del sistema a través de las gráficas en los modelos actual y propuesto teniendo en cuenta los orígenes en cada municipio productor y los diferentes destinos en las ciudades capitales y exportador es válido decir que en los modelos se incorporaron variables que median los tiempos en todos los módulos por todos los eslabones de la cadena y que básicamente iba tomando los tiempos de todos los procesos, de los diferentes envíos entre eslabones y finalmente tener como resultado en tiempo general que demora la entidad para recorrer toda la cadena desde los 7 municipios productores como orígenes hasta los comercializadores ubicados en las ciudades capitales incluyendo al exportador como destinos.

Tabla 15. Tiempos de Recorridos Origen Destino Ovejas

Variable (Mins)	graficabo Value	graficaco Value	graficaso Value	graficasmo Value	graficaeo Value
Recorrido	Ovejas-Barranquilla	Ovejas - Cartagena	Ovejas - Sincelejo	Ovejas - Santa marta	Ovejas - Exportador
Actual	629,7	571,74	395,75	654,73	412,81
Cross Docking	534,91	478,34	359,32	587,46	347,72
Diferencia en tiempo	-94,79	-93,4	-36,43	-67,27	-65,09
Total Diferencia	-356,98				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 15 se evidencia una mejora significativa de todos los tiempos del modelo Cross Docking en los diferentes recorridos frente al modelo actual que suman en total una disminución de 356,98 mins lo que equivale a 5,94 horas aproximadamente, es importante destacar que para el caso de ovejas es una mejora significativa dada la importancia que este municipio representa con

la producción y el flujo de producto, siendo el mayor productor de ñame en el departamento de sucre.

Tabla 16. Tiempos de Recorridos Origen Destino Corozal

Variable (Mins)	graficabc Value	graficacc Value	graficasc Value	graficasmc Value	graficaec Value
Recorrido	Corozal - Barranquilla	Corozal - Cartagena	Corozal - Sincelejo	Corozal - Santa marta	Corozal - Exportador
Actual	659,2	575,08	266,92	520,1	368,13
Cross Docking	544,87	466,62	280,78	472,88	317,99
Diferencia en tiempo	-114,33	-108,46	13,86	-47,22	-50,14
Total Diferencia	-306,29				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 16 para el caso de corozal, se evidencia un ahorro importante de los tiempos identificados en el modelo Cross Docking frente al actual debido a que muestra un ahorro de 306,29 mins lo que equivale a 5,10 horas lo que resulta muy importante dadas las condiciones de peso en la producción que este municipio aporta al departamento siendo el tercero.

Tabla 17. Tiempos de Recorridos Origen Destino Coloso

Variable (Mins)	graficabcol Value	graficacol Value	graficascol Value	graficasmcol Value	graficaecol Value
Recorrido	Coloso - Barranquilla	Coloso - Cartagena	Coloso - Sincelejo	Coloso - Santa marta	Coloso - Exportador
Actual	676,48	557,7	365,85	643,12	419,44
Cross Docking	550,59	497,95	320,6	494,21	401,38
Diferencia en tiempo	-125,89	-59,75	-45,25	-148,91	-18,06
Total Diferencia	-397,86				

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 17 representa los tiempos transcurridos para los recorridos del municipio de coloso se siguen manteniendo un ahorro significativo como los 2 anteriores y es muy destacable dada la

importancia que representa este municipio para el flujo de carga en el departamento de sucre, muestra una mejora de 397,86 mins respecto al modelo actual lo que equivale a 6,63 horas.

Tabla 18. Tiempos de Recorridos Origen Destino Morroa

Variable (Mins)	graficabm Value	graficacm Value	graficasm Value	graficasm Value	graficaem Value
Recorrido	Morroa - Barranquilla	Morroa - Cartagena	Morroa - Sincelejo	Morroa - Santa marta	Morroa - Exportador
Actual	661,68	551,52	283,36	550,28	348,5
Cross Docking	498,43	348,08	160,69	400,71	305,15
Diferencia en tiempo	-163,25	-203,44	-122,67	-149,57	-43,35
Total Diferencia	-682,28				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 18 se representan los recorridos para el municipio de Morroa, que muestra el ahorro más significativo en tiempo debido a la ubicación que posee este municipio teniendo en cuenta que de acuerdo al modelo de localización la plataforma Cross Docking quedo ubicada en este siendo el punto equidistante para la distribución, de esta manera el ahorro en tiempo es de 682,28 mins lo que equivale a 11,37 horas.

Tabla 19. Tiempos de Recorridos Origen Destino Coveñas

Variable (Mins)	graficabcov Value	graficaccov Value	graficascov Value	graficasmcov Value	graficaecov Value
Recorrido	Coveñas - Barranquilla	Coveñas - Cartagena	Coveñas - Sincejelo	Coveñas - Santa Marta	Coveñas - Exportador
Actual	612,04	402,93	158,41	314,7	219,95
Cross Docking	567,11	286,65	117,93	200,62	220,36
Diferencia en tiempo	-44,93	-116,28	-40,48	-114,08	0,41
Total Diferencia	-315,36				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 19 se representan los recorridos para el municipio de Coveñas, donde se sigue manteniendo los ahorros del modelo Cross Docking frente al modelo actual debido a que muestra una mejora sustancial de 315,36 mins lo que equivale a 5,26 horas.

Tabla 20. Tiempos de Recorridos Origen Destino Los Palmitos

Variable (Mins)	graficabpal Value	graficacpal Value	graficaspal Value	graficasmpal Value	graficaepal Value
Recorrido	Palmitos - Barranquilla	Palmitos - Cartagena	Palmitos - Sincelejo	Palmitos - Santa marta	Palmitos - Exportador
Actual	569,27	415,84	97,93	281,69	195,29
Cross Docking	421,5	236,29	102,28	215,64	186,6
Diferencia en tiempo	-147,77	-179,55	4,35	-66,05	-8,69
Total Diferencia	-397,71				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 20 se muestran los resultados para el municipio de los palmitos, quien también muestra una mejoría de los tiempos que resulta importante y eso se debe a la cercanía que tiene con el municipio de Morroa esto en efecto trae como resultado condiciones propicias para las operaciones logísticas el ahorro en tiempo es de 397,71 mins lo que equivale 6,62 horas respectivamente.

Tabla 21. Tiempos de Recorridos Origen Destino San Antonio

Variable (Mins)	graficabant Value	graficacant Value	graficasant Value	graficasmant Value	graficaeant Value
Recorrido	San antonio - Barranquilla	San antonio - Cartagena	San antonio - Sincelejo	San antonio - Santa marta	San antonio - Exportador
Actual	620,85	368,68	135,27	137,88	241,17
Cross Docking	484,64	249,29	48,84	171,37	115,74
Diferencia en tiempo	-136,21	-119,39	-86,43	33,49	-125,43
Total Diferencia	-433,97				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 21 se representan los datos de los tiempos de recorridos para el municipio de San Antonio, donde se sigue manteniendo la tendencia del ahorro y es válido decir que este presenta uno de los mayores ahorros debido a que se mejora en 433,97 minutos lo que equivale a 7,23 horas.

Tabla 22. Consolidado General Origen Destinos

Municipio	Modelo	Tiempo Total (Mins)	Diferencia Total (Mins)
Ovejas	Actual	2664,73	-356,98
	Cross Docking	2307,75	
Corozal	Actual	2389,43	-306,29
	Cross Docking	2083,14	
Coloso	Actual	2662,59	-397,86
	Cross Docking	2264,73	
Morroa	Actual	2395,34	-682,28
	Cross Docking	1713,06	
Coveñas	Actual	1708,03	-315,36
	Cross Docking	1392,67	
Los Palmitos	Actual	1560,02	-397,71
	Cross Docking	1162,31	
San Antonio de Palmito	Actual	1503,85	-433,97
	Cross Docking	1069,88	
Total Ahorro General			-2890,45

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la tabla 22, que concentra el consolidado general de los tiempos que toman hacer los diferentes recorridos de orígenes a destinos se puede argumentar que todos aportan un ahorro sustancial de tiempo debido a que el nodo de ubicación óptima del Cross Docking beneficia significativamente los recorridos para cada uno de ellos, hay casos ponderables como lo son Morroa, San antonio, Los palmitos y ovejas, dadas las condiciones de ubicación es importante destacar a Morroa y Los palmitos teniendo en cuenta la cercanía con la plataforma Cross Docking en efecto es apenas lógico que muestren los mayores ahorros, pero también el valido decir que

todos los municipios muestran ahorros equivalentes y que varían en un rango muy pequeño, el ahorro general en la cadena de suministros con la inclusión del CD es de 2890,45 lo que equivale a 48,17 horas de ahorro en los tiempos generales, lo que sustenta la implementación de esta plataforma en aras de opciones de mejora.

4.11.2 Análisis de impacto a la exportación:

De acuerdo a la propuesta de la plataforma, se calcularon las variables que miden el tiempo de tránsito incluyendo los recorridos promedios desde los distintos orígenes con las que se dispone de la mercancía en el exterior. A continuación, se relacionan los resultados del modelo actual y propuesto para los destinos de Miami, Estados Unidos y San Juan, Puerto Rico:

Tabla 23. Tiempos de Recorridos Origen Destino Comercio Internacional

Variable (Mins)	graficaeee Value	graficaep Value
Recorrido	Exportador- EE.UU	Exportador - Puerto Rico
Actual	16795,74714	13880,95571
Cross Docking	16760,95571	13720,456
Diferencia en tiempo	-34,79142857	-160,4997143

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 23, se logra observar que hay una disminución de tiempo para ambos destinos de la propuesta Cross Docking frente al modelo actual, si bien no son significativas, muestra una disminución.

Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones

De acuerdo a los análisis realizados podemos concluir que de acuerdo a todas las variables de salida analizadas en los modelos actual y propuesto podemos argumentar que los tiempos promedios para la propuesta mejoran significativamente la condición actual, lo que sustenta la implementación de una estrategia logística como Cross Docking para la cadena de suministros del ñame en el departamento de sucre, es importante denotar que para todos los 7 municipios existe un ahorro importante de tiempo lo que se configura en un avance sustancial para los intereses que este sector productivo necesita en aras de encontrar oportunidades para crecer en su actividad.

La caracterización de la cadena de abastecimiento del ñame en el departamento de Sucre permitió obtener la información primaria necesaria para modelar la situación actual y plantear una propuesta de mejora que incluyó la centralización del manejo de la carga en una plataforma Cross Docking.

Se logró validar el modelo de simulación comparando los datos reales del sistema en todos los procesos y envíos que relacionan tiempos con los calculados en el modelo actual a través de las variables de salida incluidas en el modelo que identifican todos los tiempos de todos los procesos y envíos, y que guarda toda la coherencia para validar que el modelo representa la realidad

Finalmente, con la información primaria de la cadena de abastecimiento del ñame en el departamento de Sucre y las oportunidades identificadas durante el estudio, se logró diseñar un modelo de simulación que incluye la implementación de una plataforma tipo cross docking que permite disminuir los tiempos de flujo de la carga a lo largo de la cadena, que se pueden evidenciar con los datos obtenidos en los modelos de simulación.

En cuanto al flujo del comercio internacional, existen 2 destinos frecuentes para la comercialización del producto, los tiempos de tránsito para el envío del producto están determinados con variaciones mínimas que no se vuelven significativas en el tiempo, de modo que las variables calculadas muestran los tiempos del proceso de envío del producto a estos destinos.

5.1 Recomendaciones

Para este caso se utilizó como principal criterio de decisión los tiempos a lo largo del flujo de la mercancía por la cadena y se midió el impacto que podría tener la implementación de la plataforma tipo cross docking mediante estas variables de salida, sin considerar un análisis de costos o de la inversión. Aunque la disminución de tiempos y en algunos casos la reducción del uso de recursos a lo largo de la cadena represente una disminución en algunos casos de los costos logísticos de la cadena, se plantea para próximos trabajos considerar medir los impactos en los costos del sistema la implementación de esta estrategia propuesta.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, para próximas investigaciones sería importante evaluar la pertinencia de ubicar 2 plataformas en diferentes lugares en el departamento, debido a que por la ubicación geográfica distante de algunos municipios hay algunos que podrían mejorar aún más en los tiempos como es el caso de Coveñas y San antonio, de modo que se propone se estudie esta alternativa teniendo en cuenta el beneficio para todos los actores de la cadena.

Para próximas investigaciones se puede considerar un estudio que mida los costos de implantación de la estrategia Cross Docking en términos de costos locativos, en adquisición de sistemas de información y todo el andamiaje necesario para los requerimientos dispuestos para la plataforma logística.

Bibliografía

Agronet. (2014). produccion excel ñame espino.

Agronet. (2016). produccion ñame espino 2016.

Agronet. (2017). Ficha tecnica, 33773.

Ahmadizar, F., Zeynivand, M., & Arkat, J. (2015). Two-level vehicle routing with cross-docking in a three-echelon supply chain: A genetic algorithm approach. *Applied Mathematical Modelling*, 39(22), 7065–7081. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2015.03.005>

Aldana, ramon;, & Bacca, A. P. (2014). EL CROSS DOCKING COMO HERRAMIENTA IMPORTANTE EN LA CADENA DE ABASTECIMIENTO, 1–25.

Alpan, G., Ladier, A. L., Larbi, R., & Penz, B. (2011). Heuristic solutions for transshipment problems in a multiple door cross docking warehouse. *Computers and Industrial Engineering*, 61(2), 402–408. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2010.09.010>

Arango Pastrana, C. A., & Cortés, P. (2014). Optimización basada en simulación para la gestión de operaciones de las terminales de contenedores portuarias.

Arroyo López, P., Villanueva Bringas, M., Gaytán Iniestra, J., & García Vargas, M. (2014). Simulación de la tasa de reciclaje de productos electrónicos Un modelo de dinámica de sistemas para la red de logística inversa11Los autores desean expresar su agradecimiento al ingeniero Álvaro Núñez Solís, director de Recicla Electrónicos México por su . *Contaduría Y Administración*, 59(1), 9–41. [https://doi.org/10.1016/S0186-1042\(14\)71242-2](https://doi.org/10.1016/S0186-1042(14)71242-2)

Bachlaus, M., Kumar, M., Mahajan, C., & Shankar, R. (2008). Designing an integrated multi-echelon agile supply chain network : a hybrid taguchi-particle swarm optimization approach,

747–761. <https://doi.org/10.1007/s10845-008-0125-1>

Bard, J. F. (1997). Benchmarking Simulation Software for Use in Modeling Postal Operations. *Computers & Industrial Engineering*, 32(3), 607–625. [https://doi.org/10.1016/S0360-8352\(96\)00311-7](https://doi.org/10.1016/S0360-8352(96)00311-7)

Behar Gutiérrez, & Y. A. (2003). Muestreo en dos pasos: sensibilidad del tamaño de muestra respecto de la muestra preliminar. *HEURÍSTICA*, 39-44.

Belle, J. Van, Valckenaers, P., & Cattrysse, D. (2012). Cross-docking : State of the art. *Omega*, 40(6), 827–846. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2012.01.005>

Boysen, N., & Fliedner, M. (2010). Cross dock scheduling : Classification , literature review and research agenda. *Omega*, 38(6), 413–422. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2009.10.008>

Carro paz, R., & G. G. (2012). *Localización de instalaciones. Administración de las operaciones*, 1-23.

Cerón, L., Higuera, B., Sánchez, J., Bustamante, S., & Buitrago, G. (2006). CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE *Colletotrichum gloeosporioides* f. *alatae* DURANTE SU CULTIVO EN MEDIOS LÍQUIDOS Growth and Development of *Colletotrichum gloeosporioides* f. *alatae* During Culture in Liquid Medium, 11(1), 99–109.

Cóccola, M., Méndez, C. a., & Dondo, R. G. (2015). A branch-and-price approach to evaluate the role of cross-docking operations in consolidated supply chains. *Computers & Chemical Engineering*, 80, 15–29. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2015.04.039>

Competitividad, D. E. (2015). Informe nacional de competitividad 2014-2015.

Corporacion PBA, colombia responde. (2011). aguacate , ají , cacao , mango , yuca , ñame y plátano , en los municipios de San Onofre y Ovejas , en el departamento de Sucre , y El Carmen de Bolívar y San Jacinto , en el departamento de Bolívar Estudio de caso Cadena de valor del ñame.

Coss, R. (2005). Simulacion un enfoque practico.

Cox, A. D. R. (1956). Biometrika Trust Estimation by Double Sampling Published by : Oxford University Press on behalf of Biometrika Trust Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/2334018>, 39(3), 217–227.

CS Sung; Yang, W. (2008). An exact algorithm for a cross-docking supply chain network design problem. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2602328>

Dinero, R. (2015). El ñame conquista los mercados externos. Retrieved from <http://www.dinero.com/edicion-impres/negocios/articulo/la-demanda-del-name-ha-crecido-en-los-consumidores-de-estados-unidos/223537>

El Espectador, R. negocios y economia. (2017). Estados Unidos en el principal comprador de ñame colombiano. Retrieved from <https://www.elespectador.com/economia/estados-unidos-es-el-principal-comprador-de-name-colombiano-articulo-693333>

Galbreth, M. R., Hill, J. A., & Handley, S. (2008). AN INVESTIGATION OF THE VALUE OF CROSS-DOCKING FOR by, 29(1), 225–239.

Guasch, A., Piera, M. A., Casanovas, J., & Figueras, J. (2002). *Modelado y simulación. Aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios. Catalunya: EDICIONS UPC.*

Gue, K. R. (2001). Staging queues in material handling and transportation systems, 1104–1108.

- Gue, K. R. (2004). The Best Shape for a Crossdock, 38(2), 235–244.
<https://doi.org/10.1287/trsc.1030.0077>
- Hata, Y., Reguero, M. T., Arteaga, L., Buitrago, G., & Álvarez, A. (2003). *Evaluación del contenido de sapogeninas en variedades nativas de ñame (Dioscorea spp.), provenientes de la colección de la Universidad de Córdoba.*
- Jayaraman, V., & Ross, A. (2003). A simulated annealing methodology to distribution network design and management, 144, 629–645.
- Kinnear, E. (1997). Insights from industry Is there any magic in cross-docking ?, 2(2), 49–52.
- Ladier, A. L., & Alpan, G. (2016). Cross-docking operations: Current research versus industry practice. *Omega (United Kingdom)*, 62, 145–162.
<https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.09.006>
- Legiscomex. (2016). Legiscomex.
- Manuel Rodríguez Barrios, J., Serrano, D., Monleón, T., & Caro, J. (2008). Los modelos de simulación de eventos discretos en la evaluación económica de tecnologías y productos sanitarios. *Gaceta Sanitaria*, 22(2), 151–161. <https://doi.org/10.1157/13119326>
- Meridiano de sucre. (2018). Ñame, producto de exportacion. Sincelejo. Retrieved from <http://elmeridiano.co/name--producto-de-exportacion/107639>
- MHIA. (2011). Glossary of the Material Handling Industry of America. Retrieved from [/http://www.mhia.org/learning/glossaryS](http://www.mhia.org/learning/glossaryS)
- Mohtashami, A. (2015a). A novel dynamic genetic algorithm-based method for vehicle scheduling

- in cross docking systems with frequent unloading operation. *Computers & Industrial Engineering*, 90, 221–240. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2015.09.008>
- Mohtashami, A. (2015b). Scheduling trucks in cross docking systems with temporary storage and repetitive pattern for shipping trucks. *Applied Soft Computing*, 36, 468–486. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2015.07.021>
- Musa, R., Arnaout, J., & Jung, H. (2010). Computers & Industrial Engineering Ant colony optimization algorithm to solve for the transportation problem of cross-docking network. *Computers & Industrial Engineering*, 59(1), 85–92. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2010.03.002>
- Ocampo, J. (2014). Integrando la Metodología DMAIC de Seis Sigma con la Simulacion de Eventos Discretos en Flexsim, (July 2012).
- Paz, T. L. De, & Maria, M. De. (2015). caracterizacion de las cadenas productivas.
- Peck, K. E. (1983). *Operational Analysis of Freight Terminals Handling Less Than Container Load Shipments*. (1983 University of Illinois at Urbana-Champaign, Ed.).
- Piera, miguel angel, Guasch, T., Casanova, J., & Ramos, juan jose. (2006). *como mejorar la logistica en su empresa mediante la simulacion* (diaz de sa).
- Procolombia, colombia trade. (2018). Reporte de rutas de transporte maritimo.
- Reina Aranza, Y. C. (2012). El cultivo del Ñame en el caribe colombiano, 34.
- Richardson, H. I. (1999). CROSS DOCKING: INFORMATION FLOW SAVES SPACE. *Issue*, p51.
- Sánchez Vesga, C., & Hernández Vásquez, L. (1998). Descripción de aspectos productivos, de

- poscosecha y de comercialización del ñame en Córdoba, Sucre y Bolívar. Retrieved from <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CO2001000417>
- Santos, V., & Villavicencio, R. (2012). Diseño de un cross dock a 48 horas.
- Schaffer. (1997). Implementing a successful cross docking operatione. *IIE Solutions*, 34–6.
- secretaria de desarrollo economico y medio ambiente, gobernacion de sucre. (2015). Informe De Coyuntura Económica Regional.
- Sucre, G. de. (2010). Gaceta-departamental-de-sucre-plan-vial-departamental-de-sucre-2010-2019. Retrieved from <https://docplayer.es/12237628-Gaceta-departamental-de-sucre-plan-vial-departamental-de-sucre-2010-2019-no-532.html>
- Sung, C. S., Song, S. H., During, I., States, U., Service, P., & Service, K. P. (2003). Integrated service network design for a cross-docking supply chain network, 1283–1295. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2601645>
- Taylor, P., Kreng, V. B., & Chen, F. (2008). Production Planning & Control : The Management of Operations The benefits of a cross-docking delivery strategy : a supply chain collaboration approach, (October 2014), 37–41. <https://doi.org/10.1080/09537280801916157>
- Tsui, L. Y., & Chang, C. (1992). AN OPTIMAL SOLUTION TO A DOCK DOOR ASSIGNMENT PROBLEM, 23, 283–286.
- Uday M. Apte & S. Viswanathan. (2010). International Journal of Applications : A Leading Journal of Supply Chain Effective Cross Docking for Improving Distribution Efficiencies, (December 2012), 37–41.

Vis, I. F. A., & Roodbergen, K. J. (2008). Positioning of goods in a cross-docking environment, *54*, 677–689. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2007.10.004>

Yu, W., & Egbelu, P. J. (2008). Scheduling of inbound and outbound trucks in cross docking systems with temporary storage, *184*, 377–396. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.10.047>

ANEXOS

Anexo A

Caracterización de las operaciones de la cadena de suministro del ñame en el
departamento de sucre

Nombre del productor _____

Municipio _____ Corregimiento _____

Fecha _____ Nombre del encuestador _____

A continuación, se detallan las instrucciones para la encuesta.

Se realizarán preguntas de selección múltiples, las cuales buscan recolectar la mayor cantidad de información para caracterizar las operaciones que tienen lugar en el departamento de sucre de la cadena de suministro del ñame, agradecemos infinitamente su colaboración brindando la información respectiva, esta encuesta tendrá una duración aproximada de 20 mins.

1. Indique cual la variedad de ñame cultivado.
 - A. Diamante
 - B. Espino
 - C. Criollo
 - D. Otro _____
2. Indique el número de hectáreas de cultivo de ñame _____
3. Indique la producción diaria en promedio del ñame _____
4. Especifique la unidad de carga.
 - A. Bulto
 - B. Suelto
 - C. guacal
 - D. estiba
 - E. otro _____

5. Peso aproximado de la unidad de carga _____
6. Especifique la cantidad de unidad de carga que resulta de una hectárea cosechada_____
7. Cuál es el tipo de transporte utilizado para el envío del producto de las fincas a los intermediarios.
- A. camión
 - B. automóvil
 - C. campero
 - D. burro
 - E. bicicleta
 - F. otro _____
8. Cuál es la capacidad de carga del vehículo utilizado_____
9. Indique el número de camiones necesarios para recoger la cantidad de ñame cosechada
- A. 1
 - B. 2
 - C. 3
 - D. 4
 - E. 5
 - F. Otro _____
10. Indique el tiempo promedio de llegada del medio de transporte
- A. 30 mins
 - B. 45 mins
 - C. 60 mins
 - D. 90 mins
 - E. Otro_____
11. Especifique la cantidad de producto almacenado en el medio de transporte utilizado
- A. 1 tonelada
 - B. 2 toneladas
 - C. 3 toneladas
 - D. 5 toneladas
 - E. 7 toneladas
 - F. Otro _____
12. Cuál es la forma de cargar el producto al modo de transporte.

- A. con coterros
- B. con caretilas elevadora
- C. otro _____

13. Indique el número recursos utilizados para el proceso de cargue

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5
- F. Otro _____

14. Indique el tiempo promedio de cargue al modo de transporte

- A. entre 0 – 1 horas
- B. entre 1 – 2 horas
- C. entre 2 - 3 horas
- D. entre 3 – 4 horas
- E. entre 4 – 5 horas

15. Cuál es el destino de la carga _____

16. Cuál es el tiempo aproximado de viaje hacia el intermediario _____

17. Cuál es el tiempo aproximado de viaje hacia organización _____

18. Indique el número de recursos utilizados para el proceso de cargue y descargue en bodegas de intermediarios

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. Otro _____

19. Indique el número de recursos utilizados para el proceso de cargue y descargue en bodegas de organizaciones

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. Otro _____

20. indique cuales son los recursos utilizados para bajar la carga del medio de transporte en el punto de destino.

- A. Montacargas
- B. Operario

- C. otro _____
21. Cuál es el tipo de transporte utilizado para el envío del producto hacia comercializador
- A. Camión
 - B. Automóvil
 - C. Campero
 - D. Burro
 - E. Bicicleta
 - F. otro _____
22. Indique el área aproximada de almacenaje _____
23. Indique el número de días que la carga demora almacenada _____
24. Surte algún proceso adicional el producto luego de ser cultivado para el envío
- A. lavado
 - B. empacado
 - C. otro _____
25. Cuál es el tiempo promedio del proceso adicional del producto _____
26. Indique que tipo de vía tiene el acceso principal
- A. primaria
 - B. secundaria
 - C. terciaria
27. Costo del transporte del vehículo utilizado para la carga _____
28. Indique cual es el canal de distribución utilizado para la comercialización del producto.
- A. Productor – Consumidor (canal 1)
 - B. Productor – Minorista – Consumidor (canal 2)
 - C. Productor – Mayorista – Minorista – Consumidor (canal 3)
 - D. Productor – Intermediario – Mayorista – Minorista – Consumidor (canal 4)
 - E. Otro _____
29. Indique cual es el tiempo promedio de viaje hacia comercializador.
- A. entre 0 – 1 horas
 - B. entre 1 – 2 horas
 - C. entre 2 - 3 horas
 - D. entre 3 – 4 horas
 - E. entre 4 – 5 horas

30. De qué forma descarga su producto en el punto de destino
- A. coterio
 - B. carretilla elevadora
 - C. otro _____
31. indique el número de recursos utilizados para descargar el producto en bodegas de comercializador
- A. 1
 - B. 2
 - C. 3
 - D. 4
 - E. Otro _____
32. Indique cuál es el destino para comercializar su producto.
- Departamento _____ ciudad y/o municipio _____
- País _____
33. Indique si su producto es exportado.
- A. Si
 - B. No
34. indique el número de recursos utilizados para descargar el producto en bodegas de exportador
- F. 1
 - G. 2
 - H. 3
 - I. 4
 - J. Otro _____
35. indique cuales son los recursos utilizados para bajar la carga del medio de transporte en el punto de destino.
- A. Operarios
 - B. Montacargas
 - C. Otro _____

Anexo B

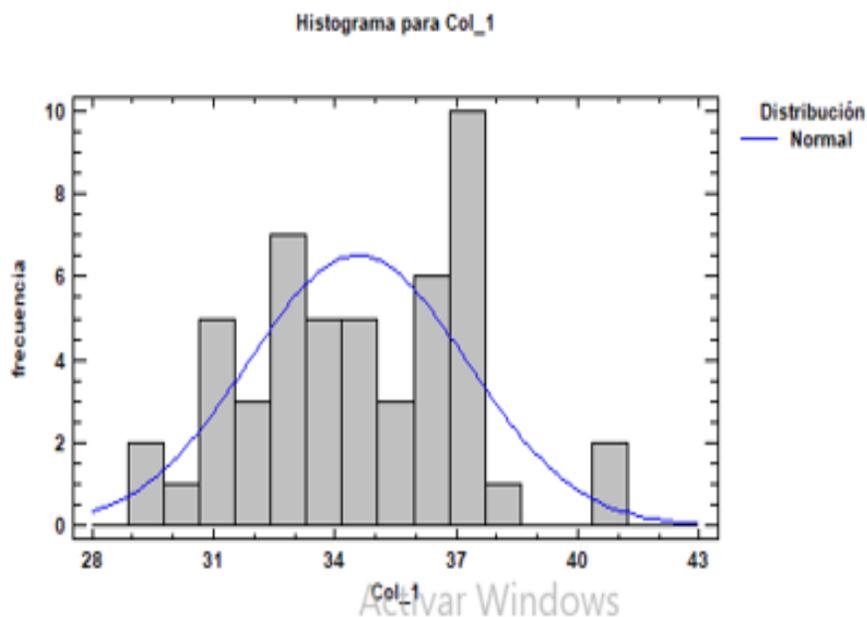
Suma de Fincas Productoras	Etiquetas de columna											
Etiquetas de fila	Criollo	Diamante	Espino	Total general		Etiquetas de columna			Criollo	Diamante	Espino	
buenavista	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%		Criollo	Diamante	Espino	55	216	50	
chalan	9,2%	0,0%	4,9%	2,3%	buenavista	0,2%	0,0%	0,0%	0,1	0,0	0,0	
coloso	9,8%	0,0%	7,5%	2,8%	chalan	9,2%	0,0%	4,9%	5,1	0,0	2,5	
corozal	0,0%	2,6%	1,6%	2,0%	coloso	9,8%	0,0%	7,5%	5,4	0,0	3,7	
coveñas	6,3%	0,0%	0,2%	1,1%	corozal	0,0%	2,6%	1,6%	0,0	5,6	0,8	
el roble	1,7%	0,0%	0,9%	0,4%	coveñas	6,3%	0,0%	0,2%	3,5	0,0	0,1	
la union	2,9%	0,0%	3,6%	1,0%	el roble	1,7%	0,0%	0,9%	0,9	0,0	0,5	
los palmitos	0,0%	2,7%	32,1%	6,9%	la union	2,9%	0,0%	3,6%	1,6	0,0	1,8	
morroa	9,4%	0,0%	3,6%	2,1%	los palmitos	0,0%	2,7%	32,1%	0,0	5,9	16,1	
ovejas	0,0%	86,4%	15,6%	60,8%	morroa	9,4%	0,0%	3,6%	5,2	0,0	1,8	
sampues	5,8%	0,0%	8,1%	2,2%	ovejas	0,0%	86,4%	15,6%	0,0	186,6	7,8	
san antonio de palmito	0,0%	0,0%	0,9%	0,1%	sampues	5,8%	0,0%	8,1%	3,2	0,0	4,1	
san antonio de pamito	2,9%	0,0%	0,0%	0,5%	san antonio de palmi	0,0%	0,0%	0,9%	0,0	0,0	0,5	
san benito abad	0,5%	0,0%	0,0%	0,1%	san antonio de pamit	2,9%	0,0%	0,0%	1,6	0,0	0,0	
san juan de betulia	0,0%	5,0%	0,0%	3,4%	san benito abad	0,5%	0,0%	0,0%	0,3	0,0	0,0	
san marcos	0,0%	1,2%	0,0%	0,8%	san juan de betulia	0,0%	5,0%	0,0%	0,0	10,9	0,0	
san onofre	15,1%	0,0%	3,7%	3,1%	san marcos	0,0%	1,2%	0,0%	0,0	2,5	0,0	
san pedro	22,6%	0,0%	7,1%	4,9%	san onofre	15,1%	0,0%	3,7%	8,3	0,0	1,9	
since	0,0%	1,0%	0,0%	0,7%	san pedro	22,6%	0,0%	7,1%	12,4	0,0	3,6	
since	0,0%	0,0%	4,5%	0,7%	since	0,0%	1,0%	0,0%	0,0	2,1	0,0	
sincelejo	1,4%	0,0%	3,1%	0,7%	since	0,0%	0,0%	4,5%	0,0	0,0	2,2	
tolu	0,0%	1,2%	1,9%	1,1%	sincelejo	1,4%	0,0%	3,1%	0,8	0,0	1,6	
toluviejo	12,1%	0,0%	0,6%	2,1%	tolu	0,0%	1,2%	1,9%	0,0	2,5	0,9	
Total general	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	toluviejo	12,1%	0,0%	0,6%	6,6	0,0	0,3	
					Total	100,0%	100,0%	100,0%	55	216	50	

Anexo C

Los análisis estadísticos se desarrollaron en el Software Statgraphics® Centurion XVI, Versión 16.2.04 (32-bits), en un computador personal con procesador Intel(R) Core(TM) i7-7500U (CPU @ 2.70GHz; 2.90 GHz; Sistema operativo de 64 bitd; 4,00 GB de memoria RAM).

Adicionalmente a continuación se relacionan las pruebas de todos los procesos, pero no de todos los municipios se tomaron aleatoriamente cualquier municipio debido a que son demasiadas pruebas de bondad de ajuste.

Grafico 1 Histograma de Frecuencias Para Proceso de Carga en Finca Ovejas



50 valores con rango desde 29,31 a 41,09

Distribuciones Ajustadas

<i>Normal</i>
media = 34,5662
desviación estándar = 2,70443

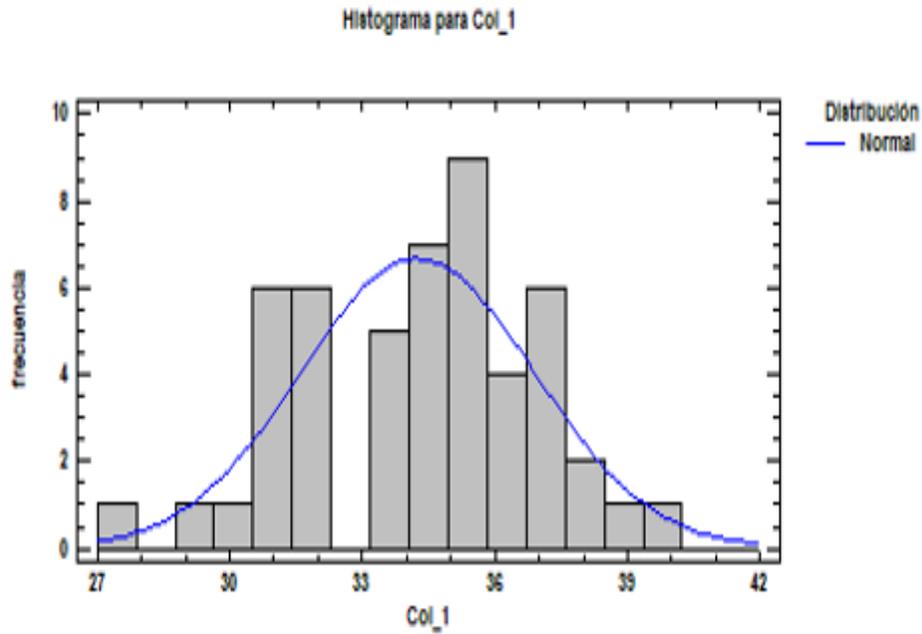
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Col_1

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,0740051
DMENOS	0,0807203
DN	0,0807203
Valor-P	0,900453

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 2 Histograma de Frecuencias envió a Intermediario Ovejas



50 valores con rango desde 27,62 a 39,56

Distribuciones Ajustadas

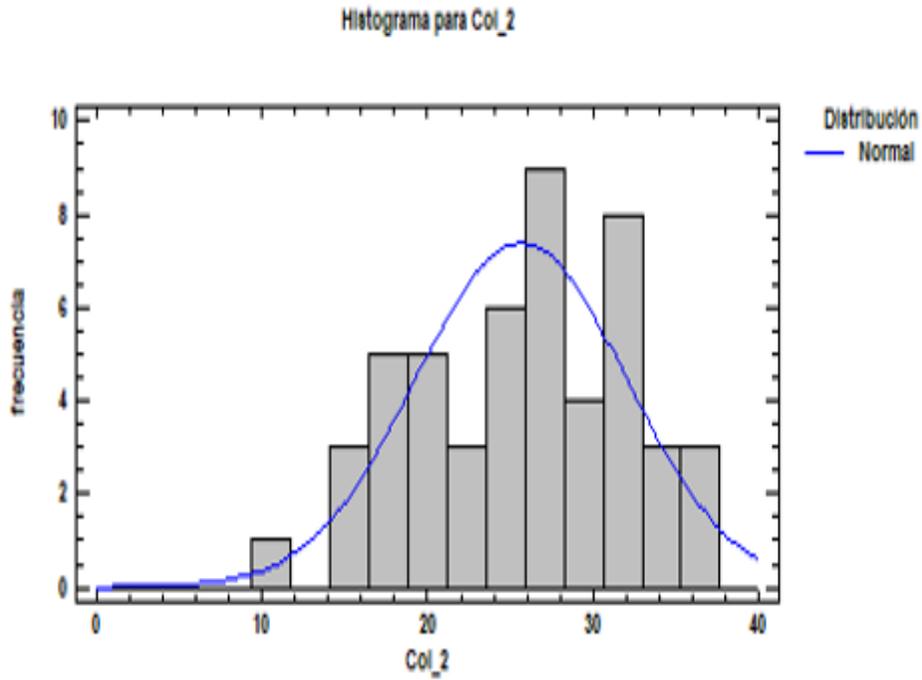
<i>Normal</i>
media = 34,2532
desviación estándar = 2,63981

Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Col_1
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,0849885
DMENOS	0,0892646
DN	0,0892646
Valor-P	0,820485

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 3 Histograma de Frecuencias envió a Organización Corozal



50 valores con rango desde 10,6 a 35,87

Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Col_2
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

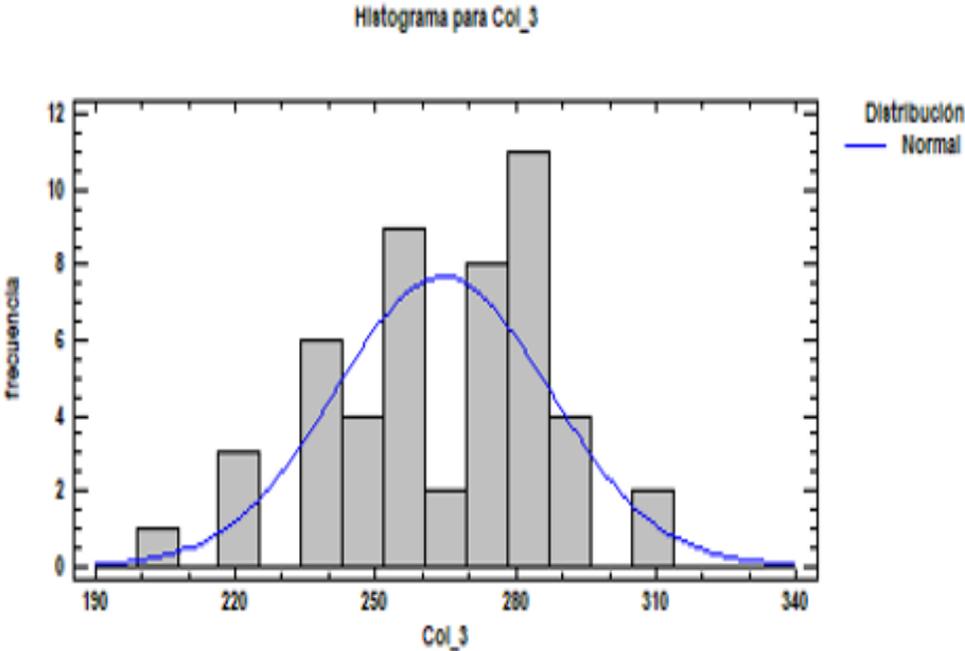
Distribuciones Ajustadas

<i>Normal</i>
media = 25,649
desviación estándar = 6,36017

	<i>Normal</i>
DMAS	0,0749518
DMENOS	0,0785889
DN	0,0785889
Valor-P	0,91697

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 4 Histograma de Frecuencias envió a Comercializador Coloso



50 valores con rango desde 200,59 a 310,26

Distribuciones Ajustadas

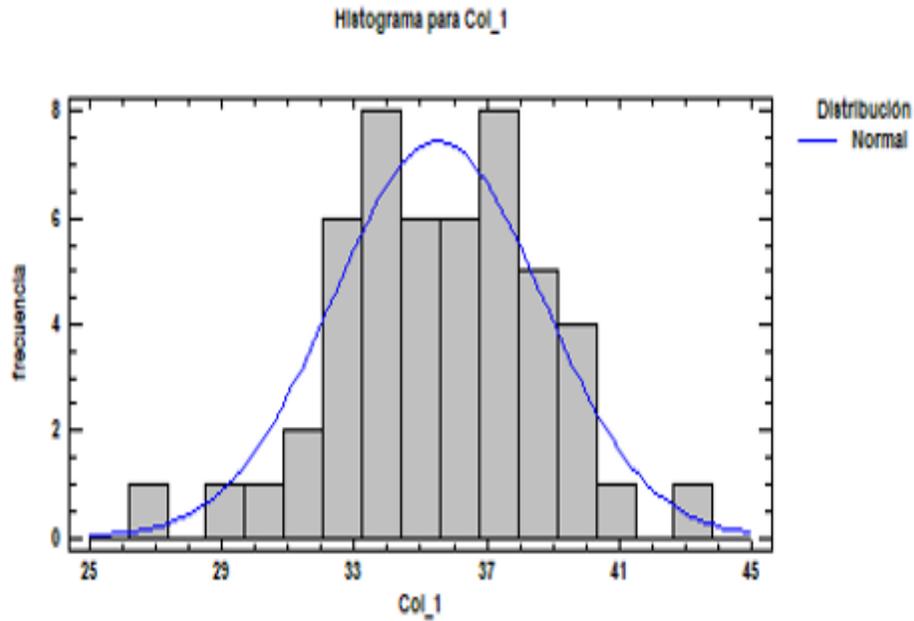
<i>Normal</i>
media = 264,384
desviación estándar = 22,8814

Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Col_3
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,0758857
DMENOS	0,132004
DN	0,132004
Valor-P	0,351106

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 5 Histograma de Frecuencias descarga producto en organización Ovejas



50 valores con rango desde 26,74 a 43,63

Distribuciones Ajustadas

<i>Normal</i>
media = 35,5152
desviación estándar = 3,15234

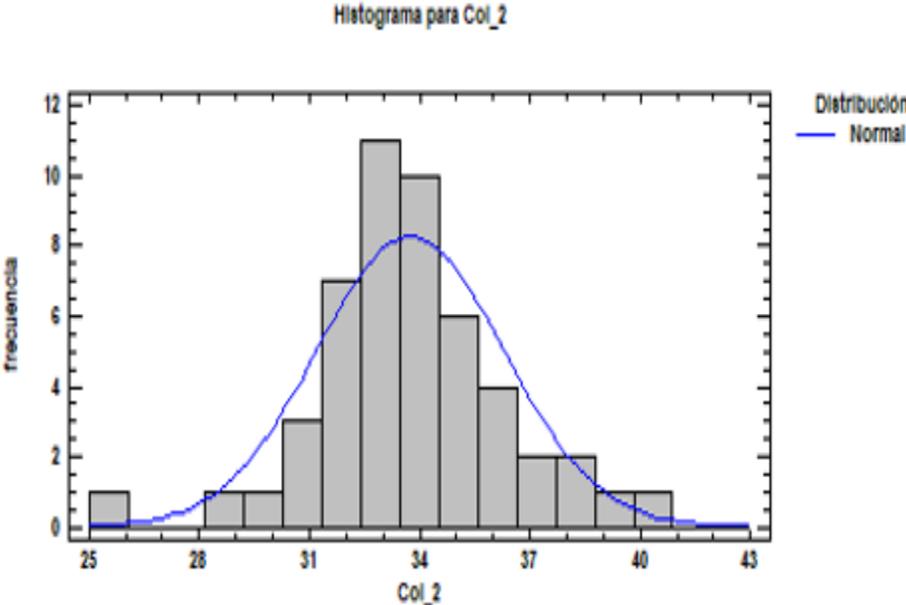
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Col_1

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,0512957
DMENOS	0,0558299
DN	0,0558299
Valor-P	0,997683

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 6 Histograma de Frecuencias cargar producto de organización a intermediario Corozal



50 valores con rango desde 25,87 a 40,31

Distribuciones Ajustadas

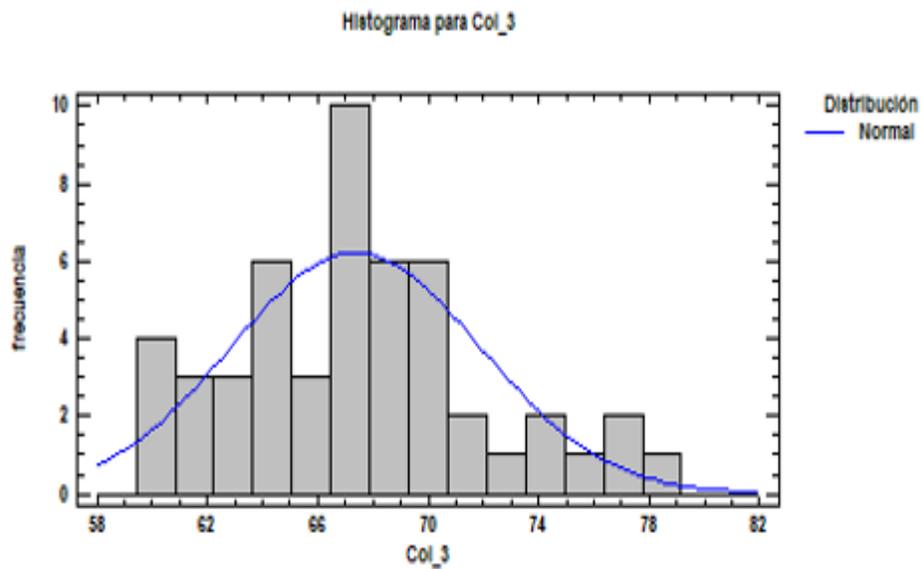
<i>Normal</i>
media = 33,7508
desviación estándar = 2,55445

Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Col_2
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,0994664
DMENOS	0,0955692
DN	0,0994664
Valor-P	0,705679

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 7 Histograma de Frecuencias cargar producto de organización a comercializador Coloso



50 valores con rango desde 59,53 a 78,56

Distribuciones Ajustadas

<i>Normal</i>
media = 67,365
desviación estándar = 4,53233

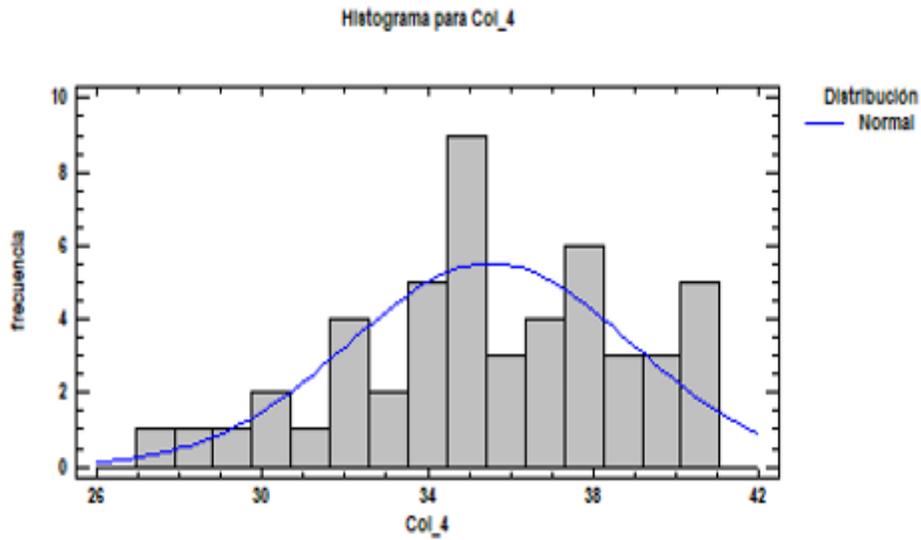
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Col_3

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,0886448
DMENOS	0,0510673
DN	0,0886448
Valor-P	0,826916

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 8 Histograma de Frecuencias Envío de organización a intermediario Morroa



50 valores con rango desde 27,0 a 41,0

Distribuciones Ajustadas

<i>Normal</i>
media = 35,508
desviación estándar = 3,39627

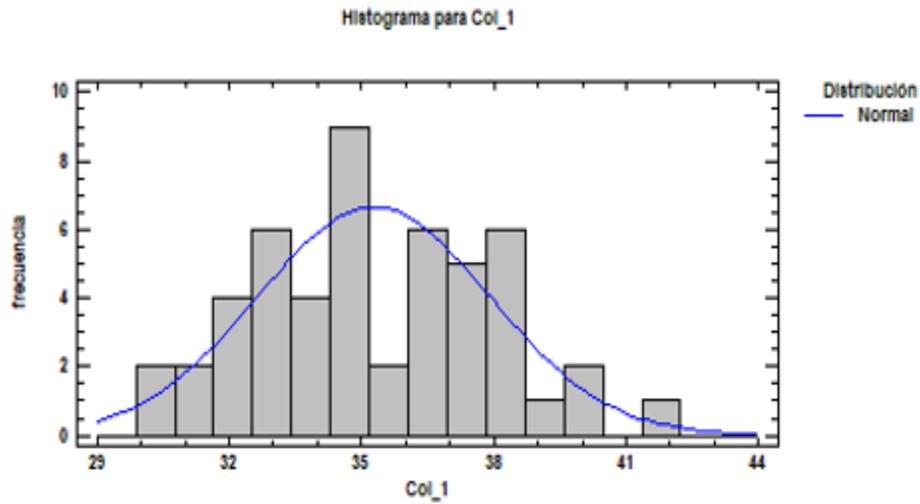
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Col_4

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,0529314
DMENOS	0,065974
DN	0,065974
Valor-P	0,981453

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 9 Histograma de Frecuencias Descarga Producto intermediario Coveñas



50 valores con rango desde 29,89 a 42,06

Distribuciones Ajustadas

<i>Normal</i>
media = 35,272
desviación estándar = 2,64852

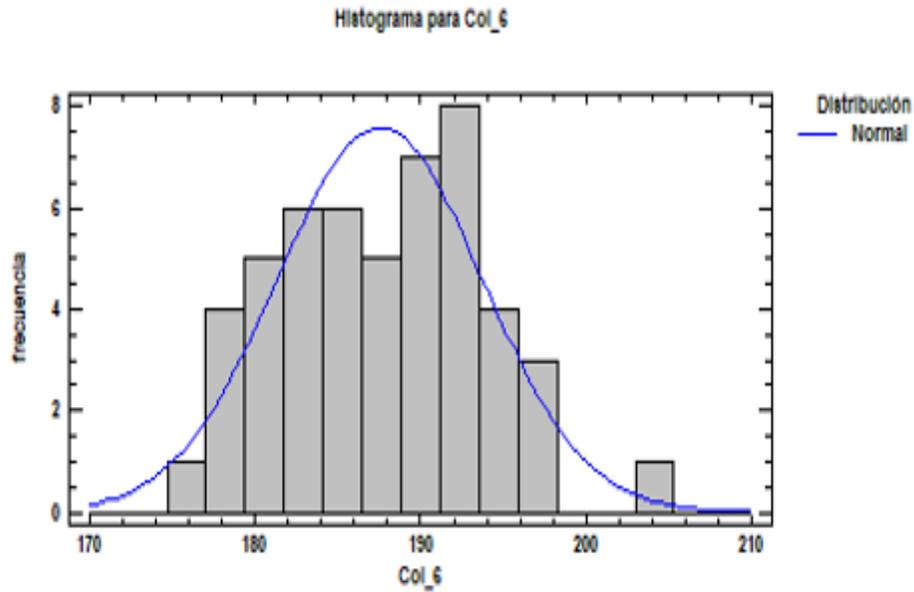
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Col_1

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,0707042
DMENOS	0,0635338
DN	0,0707042
Valor-P	0,963974

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 10 Histograma de Frecuencias Proceso de Limpieza y clasificación Los palmitos



50 valores con rango desde 176,5 a 204,7

Distribuciones Ajustadas

<i>Normal</i>
media = 187,526
desviación estándar = 6,18196

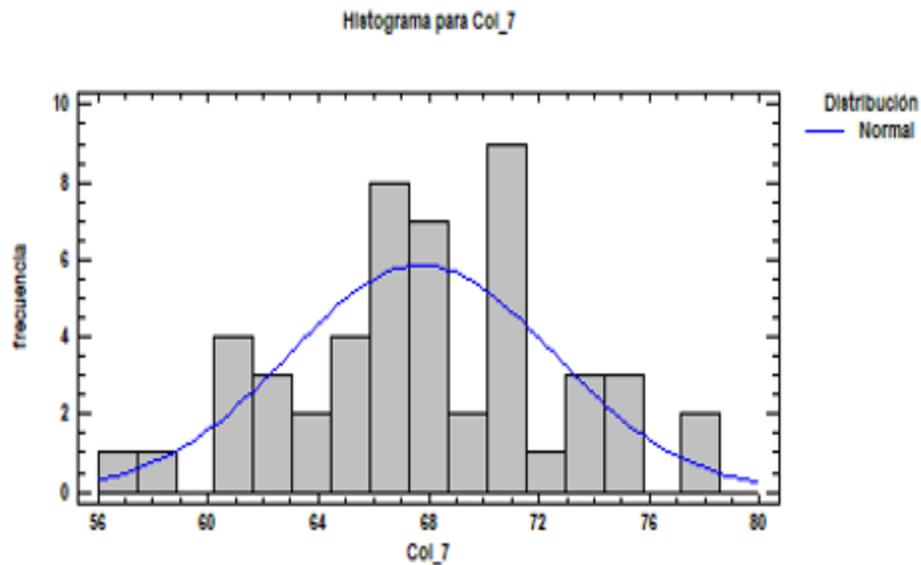
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Col_6

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,0926322
DMENOS	0,0835072
DN	0,0926322
Valor-P	0,784214

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 11 Histograma de Frecuencias Cargar Producto de Intermediario a comercializador San antonio



50 valores con rango desde 57,1 a 78,3

Distribuciones Ajustadas

<i>Normal</i>
media = 67,75
desviación estándar = 4,80375

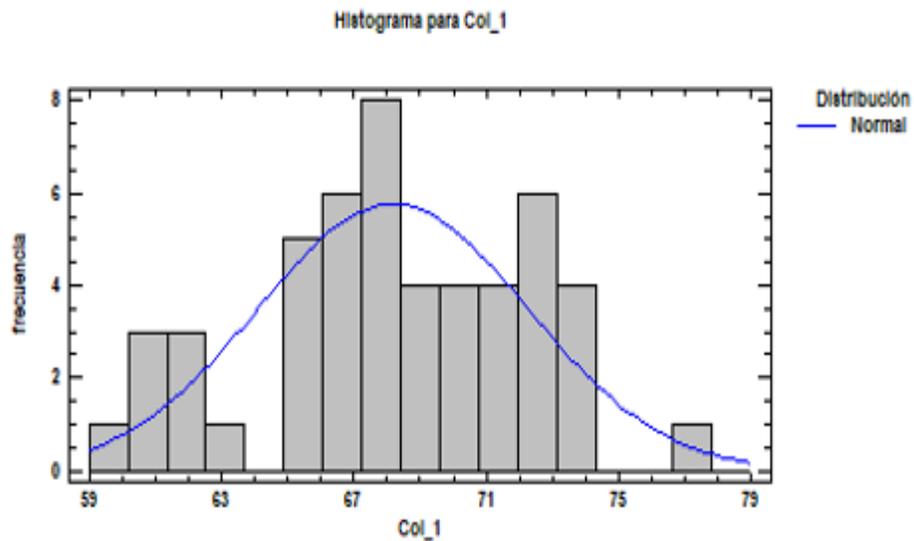
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Col_7

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,0759952
DMENOS	0,0652209
DN	0,0759952
Valor-P	0,934933

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 12 Histograma de Frecuencias Descargar Producto en Mayorista Minorista Barranquilla



50 valores con rango desde 60,0 a 77,8

Distribuciones Ajustadas

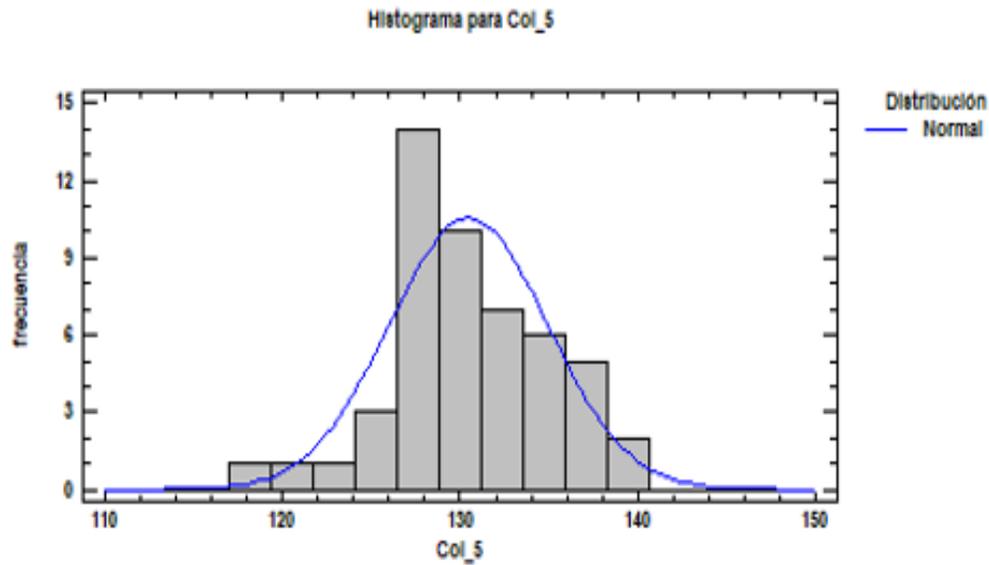
<i>Normal</i>
media = 68,178
desviación estándar = 4,07217

Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Col_1
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,0722254
DMENOS	0,0601441
DN	0,0722254
Valor-P	0,956678

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 13 Histograma de Frecuencias Descargar Producto en Mayorista Minorista Exportador



50 valores con rango desde 119,3 a 139,7

Distribuciones Ajustadas

<i>Normal</i>
media = 130,47
desviación estándar = 4,45271

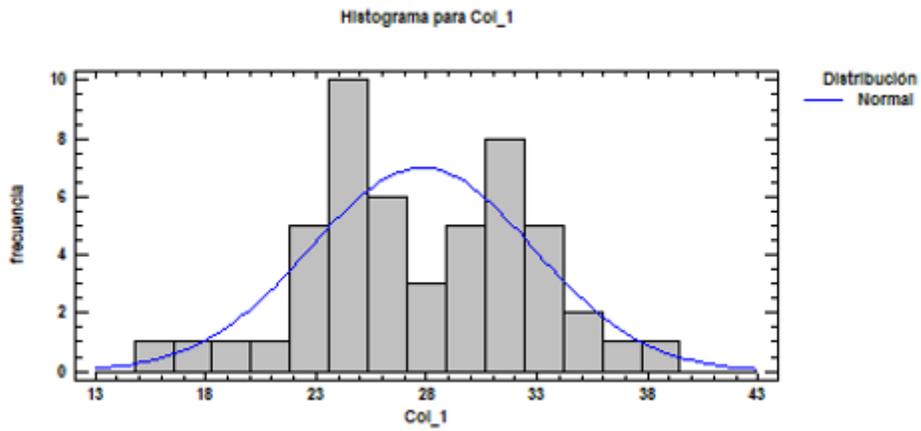
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Col_5

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,0798314
DMENOS	0,074505
DN	0,0798314
Valor-P	0,907528

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 14 Histograma de Frecuencias Envío a Cross Docking Ovejas



50 valores con rango desde 15,0 a 38,0

Distribuciones Ajustadas

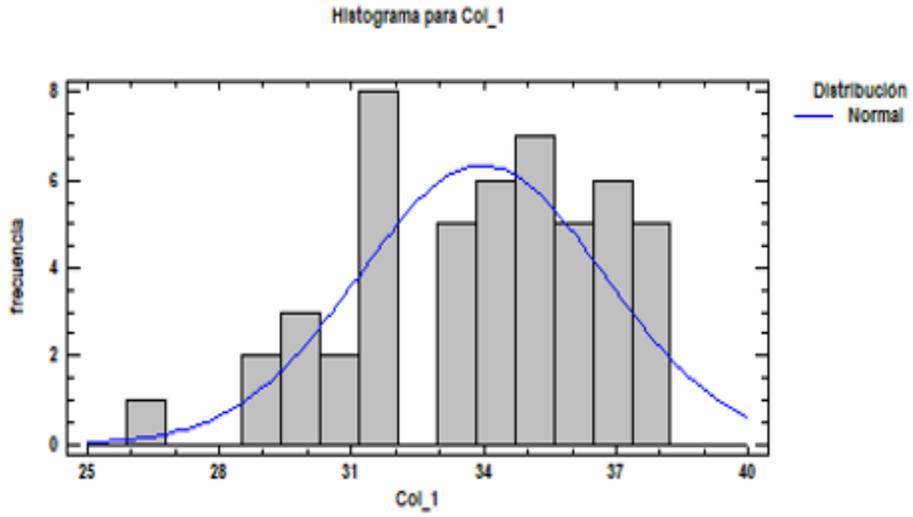
<i>Normal</i>
media = 27,78
desviación estándar = 5,02764

Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Col_1
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,0898504
DMENOS	0,0790645
DN	0,0898504
Valor-P	0,814331

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 15 Histograma de Frecuencias Descarga muelles Cross Docking



50 valores con rango desde 26,0 a 38,0

Distribuciones Ajustadas

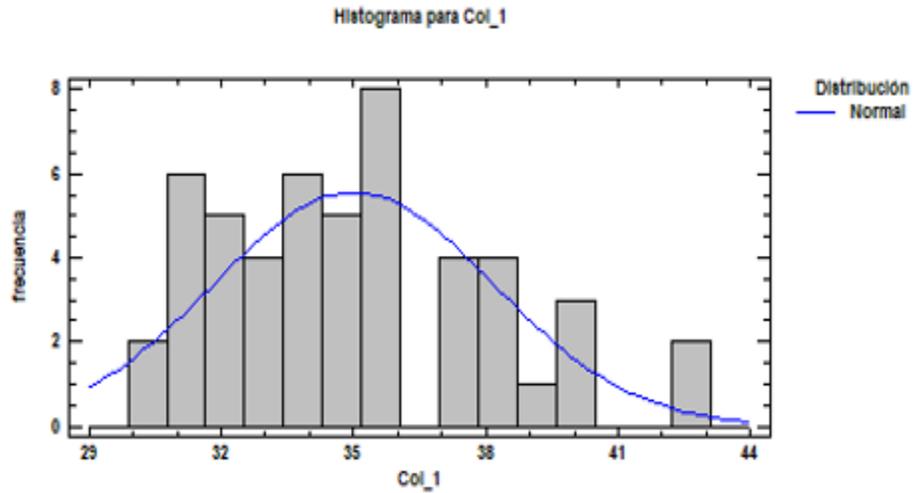
<i>Normal</i>
media = 33,96
desviación estándar = 2,7717

Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Col_1
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,0798311
DMENOS	0,105979
DN	0,105979
Valor-P	0,628202

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 16 Histograma de Frecuencias Zona de Clasificación y unitarizacion Cross Docking



50 valores con rango desde 30,0 a 43,0

Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Col_1

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

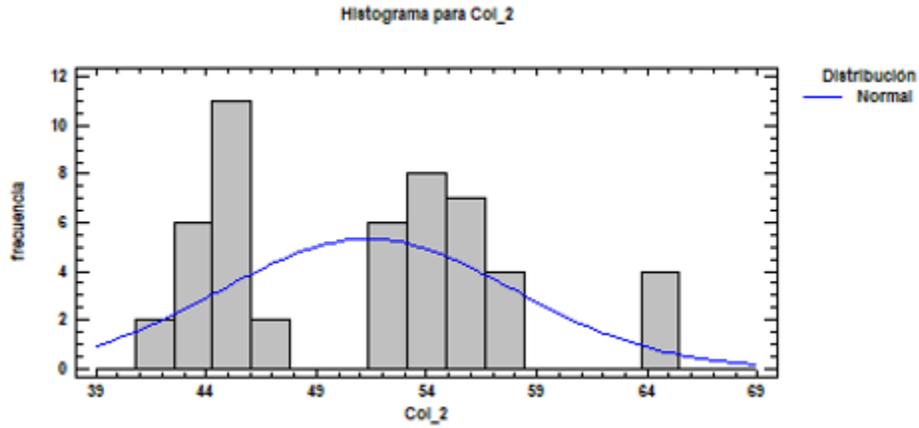
Distribuciones Ajustadas

<i>Normal</i>
media = 35,0
desviación estándar = 3,16872

	<i>Normal</i>
DMAS	0,0961571
DMENOS	0,0638429
DN	0,0961571
Valor-P	0,744329

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 17 Histograma de Frecuencias Proceso de limpieza Cross Docking



50 valores con rango desde 41,0 a 65,0

Distribuciones Ajustadas

<i>Normal</i>
media = 51,32
desviación estándar = 6,60377

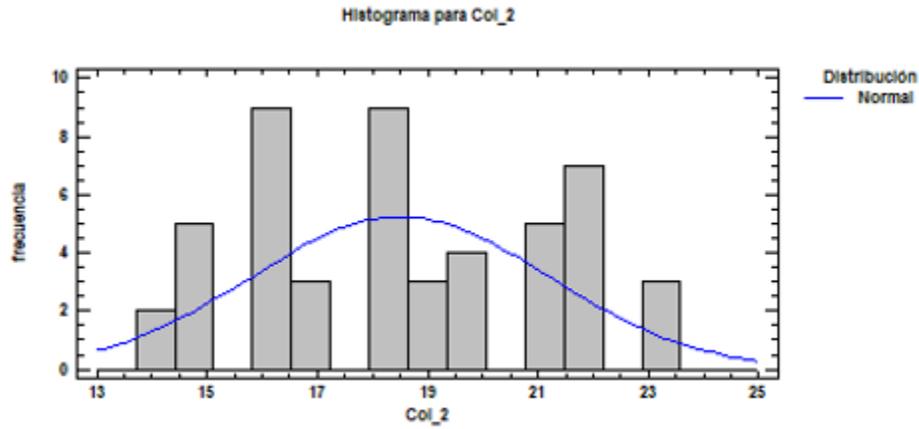
Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Col_2

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,169764
DMENOS	0,180409
DN	0,180409
Valor-P	0,0771842

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 18 Histograma de Frecuencias Cargar Producto del CD para mercado local e internacional



50 valores con rango desde 14,0 a 23,0

Distribuciones Ajustadas

<i>Normal</i>
media = 18,5
desviación estándar = 2,68974

Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Col_2

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,143675
DMENOS	0,123675
DN	0,143675
Valor-P	0,254086

Fuente: Elaboración Propia

Anexo D

