

La Dinámica de Sistemas: Un Paradigma de Pensamiento

9º Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas

14 al 16 de septiembre del 2011

Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario

Comunidad Colombiana de Dinámica de Sistemas

Bogotá – Colombia

Modelo de dinámica de sistemas para el proceso de producción de la mandarina

System dynamics model for the production process of the mandarin

Msc. Isaac Huertas Forero
isaac.huertasf@hotmail.com

Ing. Mario Ramón Verástegui
marioramon@gmail.com

Laura Catalina Morales Parra
laurac.moralesp@gmail.com

Lorena Castro Ariza
loren_k10@hotmail.com

RESUMEN

En el siguiente trabajo, se observa el proceso productivo de la mandarina y la rentabilidad que su producción, comercialización y distribución genera en la zona de Cundinamarca.

Se seleccionó la mandarina debido a su gran facilidad para el cultivo y su popularidad en el departamento de Cundinamarca.

En Colombia existen más de 20 clases de mandarina con sus respectivas derivaciones, para el estudio se escogió la variedad Clementina.

Esta investigación va encaminada al estudio de su cadena productiva, simulando la misma con un modelo dinámico, estableciendo la utilidad que representa cultivar 15 hectáreas del producto.

Palabras Clave

Cadena productiva, modelo dinámico, recursos, cultivo, mandarina.

ABSTRACT

In this paper, we observe the production process of the mandarin and the return to production, marketing and distribution caused in the region of Cundinamarca.

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

9º Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas – 14 al 16 de septiembre de 2011, Bogotá - Colombia

Copyright 2011 Universidad del Rosario [ISSN 2027-7709] US \$10.00

Tangerine was selected because of its ease of cultivation and popularity in the department of Cundinamarca.

In Colombia there are over 20 kinds of tangerine with their derivations, was chosen to study the variety Clementina.

This research is aimed to study the production chain, simulating the same with a dynamic model, establishing the utility is to cultivate 15 hectares of the product.

Keywords

Chain, dynamic model, resources, culture, tangerine.

1. INTRODUCTION

La mandarina tiene su origen en china e Indochina; su árbol es similar al naranjo solo que es de un porte menor a éste.

La mandarina Clementina es la variedad más cultivada en Colombia, por la calidad del fruto (tamaño, fácil pelado y agradable sabor) y por su buena adaptación a las condiciones climáticas del área.

El propósito de este artículo, es conocer el comportamiento productivo, crecimiento vegetativo y calidad de la producción de la mandarina Clementina basado en variables de: dinero, equipo, medioambientales, materiales y mano de obra; dicho comportamiento como se ha expuesto anteriormente se estudiará mediante la utilización del software Stella así como el diagrama causal y el modelo de Forrester para simular el comportamiento de la producción..

2. ANTECEDENTES

Ríos-Castaño, D. y Camacho, S. 1969. Mandarinas criollas en Colombia. Agricultura Tropical. En este paper se realiza una evaluación del rendimiento de tres especies de cítricos cultivados en el departamento del Meta; se observan características tanto de cultivo como de producción de las frutas. El aporte esencial es la determinación de que cítrico es el óptimo para cultivar en la zona.

3. INVESTIGACIÓN PARA EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA MANDARINA

3.1 Descripción del cultivo

La mandarina hace parte de un grupo de frutas llamado cítricos y cuenta con más de 145 especies, entre las que se destacan: naranja, mandarina, limón, lima, toronja.

La mandarina es el cítrico que más se exporta con un 98% del total de las exportaciones de cítricos.

Los cítricos en general tienen la particularidad de aportar prioritariamente vitamina C, ácido fólico, potasio, magnesio al organismo del consumidor, sin embargo la mandarina es el cítrico que menos vitamina C aporta.

La vitamina C interviene en la formación de colágeno, huesos y dientes, glóbulos rojos y favorece la absorción del hierro de los alimentos y la resistencia a las infecciones. La vitamina C, como antioxidante, contribuye a reducir el riesgo de múltiples enfermedades entre ellas, las cardiovasculares, las degenerativas e incluso el cáncer.

El ácido fólico interviene en la producción de glóbulos blancos y rojos y la formación de anticuerpos del sistema inmunológico.

El potasio es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, interviene en el equilibrio de agua dentro y fuera de las células.

El magnesio contribuye al buen funcionamiento del intestino, nervios y músculos además de tener un efecto laxante, mejora las defensas del cuerpo y forma parte de huesos y dientes. [10]

Citrus tangerina es un árbol frutal de la familia de las rutáceas, conocido como mandarino, al igual que Citrus reticulata. Su fruto, la mandarina, es un hesperidio cuya pulpa está formada por un considerable número de gajos llenos de jugo; el cual contiene mucha vitamina C, flavonoides y aceites esenciales. [14]

Los frutos, llamados hespérides, tienen la particularidad de que su pulpa está formada por numerosas vesículas llenas de jugo. La mandarina se considera como el cítrico más afín a la naranja. Su pequeño tamaño, su sabor más aromático y la facilidad de quitar su piel, hacen de esta fruta una de las más apreciadas.

Las mandarinas se dividen en cuatro grandes grupos, dentro de los cuales se encuentran las diferentes variedades: Clementinas, Clemenvillas, Híbridos y Satsumas.

Clementinas: son de color naranja intenso, de forma esférica aplanada y lo común es que carezcan de semillas. Se consideran un cruce entre la mandarina y una naranja silvestre de Argelia. Se pelan con facilidad y tienen muy buen sabor. [13]

3.2 Ficha técnica

Exigencias en Suelo: Las altitudes aptas para el cultivo de mandarina oscilan entre los 400 a 1300 msnm. La profundidad del hoyo puede llegar hasta de 1.5 m, además el buen drenaje es muy importante según la productividad del cultivo. Se prefieren suelos con pH entre 5.5 a 7.0. [15] La humedad relativa del suelo debe ser en promedio de 89% y se debe considerar una temperatura media de 20-23°C. [2]

La siembra: la tierra superficial se debe mezclar con materia orgánica y colocarla al fondo del hoyo y mezclarla con fertilizante rico en fósforo. Se deben sembrar árboles injertados, libres de plagas y enfermedades.



Figura 1. Mandarina Clementina
Fuente: Google/mandarina clementina

Zonas de Producción: los mejores cítricos serán provenientes de climas tipo mediterráneo (suelos arenosos, blancos, clima seco o semidesértico y una alta intensidad solar).

Épocas de Siembra y Cosecha: si se tiene disponibilidad de riego se puede sembrar en cualquier época del año; caso contrario, la época más adecuada es al inicio de la época lluviosa.

Distanciamiento de Siembra: Generalmente, en plantaciones de mandarina se usa distanciamientos de 7x6m aproximadamente.

Tamaño y peso: el fruto es de tamaño mediano, que incide en la calidad del producto y oscila entre los 40 milímetros y los 86 o más en las mandarinas de mayor calidad comercial. El calibrado de las mandarinas se realiza en una escala descendente entre el 1 y el 10, siendo las del número 1 las más grandes y las del 10 las más pequeñas. El peso de una mandarina puede variar desde los 50 a los 100 gramos.

Color: el color, tanto de su cáscara como de su pulpa, es anaranjado; en algunas variedades la piel puede tener un tono naranja rojizo. Su piel, en general, no se adhiere al fruto y su pulpa se divide en 8 ó 10 gajos que se separan con facilidad.

Sabor: la pulpa de la mandarina es de sabor dulce, ligeramente acidulado es jugosa y refrescante.

Normatividad para exportación: la exportación de los cítricos está reglamentada por los requisitos exigidos por la NTC 4087 dentro de los que resalta que los frutos deben estar enteros y sanos, libres de humedad externa anormal, presentar aspecto fresco y consistencia firme exentas de cualquier olor o sabor extraño, limpias de polvo, agroquímicos y residuos de plaguicidas. [12]

4. CADENA LOGÍSTICA

La figura 2 muestra la estructura del mercado de la mandarina en Colombia por medio de una cadena productiva de donde se destacan:

Productor: Inicialmente los mayores productores de Mandarina eran los campesinos de la zona, con un mercado no muy amplio y una producción individual relativamente baja; debido al área limitada de siembra; sin embargo con el transcurso del tiempo, este cítrico ha ido ganando popularidad debido a sus diversas propiedades, alta resistencia a los cambios climáticos de la zona y relativa facilidad de siembra, hasta llegar a interesar a productores macro quienes la han llevado hasta su exportación; cabe resaltar que a pesar del crecimiento en el mercado, el campesino sigue siendo un elemento clave en la producción de la misma.

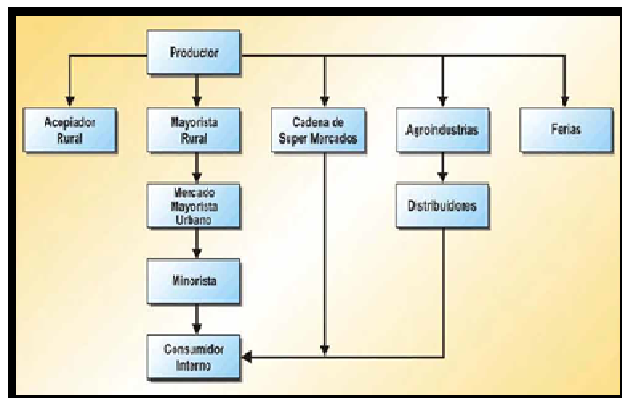


Figura 2. Cadena Logística.
Fuente: Google/cadena logística mandarina.

Acopiador rural: Se refiere a los campesinos como un grupo de producción relativamente pequeño debido a las limitaciones de terreno, quienes producen para el mercado regional.

Los siguientes pueden ser o no productores teniendo en común solamente el hecho de comerciantes y pueden ser abastecidos por el productor antes mencionados.

Mayorista rural: Este grupo hace referencia a los productores que comercializan su producción en mercados rurales.

Cadena de supermercados: esta en especial no es productora del fruto; solo funciona como intermediario entre el cliente y el consumidor final.

Agroindustria: es básicamente una organización que participa directamente o como intermediaria en la producción agraria, procesamiento industrial o comercialización nacional y exterior de productos agrícolas; de manera que agrupa a todos los participantes la cadena logística, que no sólo son los proveedores de tierra, capital y trabajo, sino también a las instituciones del mercado para la comunicación y movimiento de los productos, así como a las instituciones y mecanismos de coordinación entre sus componentes.

Mercado mayorista: Es el comerciante que vende al por mayor; es uno de los componentes de la cadena de distribución, en este caso, el productor no tomará contacto con el usuario final o consumidor final sino que le delegará esta tarea al mayorista quien es de alguna manera el intermediario entre el que produce y el minorista. Es decir, le compra al productor, o a otro mayorista y luego le venderá a un minorista, pero nunca al consumidor final.

Minorista: Se refiere al segmento de la cadena que se encarga de hacer contacto con el cliente final es decir es quien oferta el producto al cliente final.

Consumidor interno: hace referencia al consumo nacional, regional o sectorial del producto.

En los anteriores párrafos se también describe a los actores de la cadena como distribuidores según su lugar en la cadena. [11]

5. ESTRUCTURA DEL PROBLEMA

Validar y verificar que el proceso productivo del cultivo de la mandarina Clementina, en el Departamento de Cundinamarca en la finca El refugio, ubicada en el poblado de Pradilla; cumpla con las especificaciones necesarias que lleven a la optimización del cultivo y su cadena de abastecimiento en el mercado local.

6. METODOLOGÍA

Teniendo como base la cadena logística mostrada en el apartado 4, acerca de la producción de mandarina, se elaboró un diagrama causal y con base a éste, un estudio de exploración en el departamento de Cundinamarca en la finca El refugio ubicada en el poblado de Pradilla, con el fin de diseñar un diagrama de Forrester para simular el comportamiento de la cadena de abastecimiento utilizando el Software Stella.

7. MODELO CAUSAL

En la siguiente figura se muestra la relación de los bucles de retroalimentación, bien sea positiva o negativa, de las diferentes variables que intervienen en el proceso productivo de la mandarina desde su cultivo hasta su venta y exportación.

De todas estas variables se resaltan: Producción, equipo, mano de obra, ventas, rentabilidad y exportación ya que alrededor de estas, giran el resto de variables.

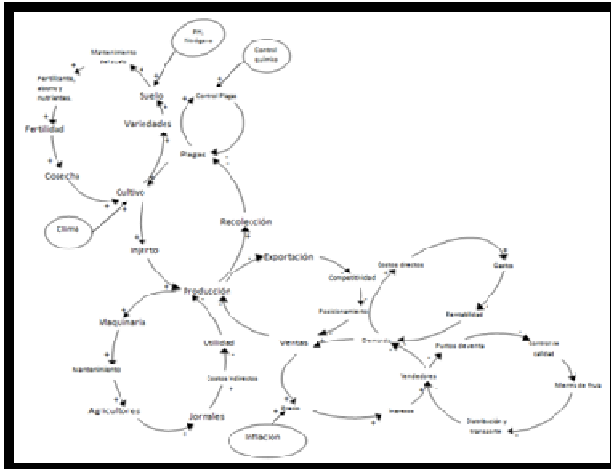


Figura 3. Diagrama causal
Fuente: El autor

8. MODELO FORRESTER

Como es sabido, el modelo de Forrester es una herramienta que, mediante gráficos y basado en el diagrama causal, permite el estudio y análisis de sistemas continuos relacionado los subsistemas entre sí permitiendo observar su comportamiento ante cualquier cambio en alguna de las variables de los mismos.

En las siguientes figuras se mostraran las variables básicas que le dan el movimiento al sistema y serán indicadas como “Nivel”.

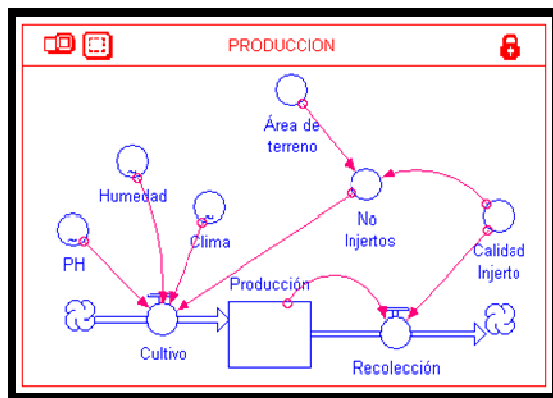


Figura 4. Diagrama Forrester/producción
Fuente: El autor.

En la figura anterior se muestra a la Producción como un subsistema que se ve afectado por variables exógenas que son un factor determinante en la producción.

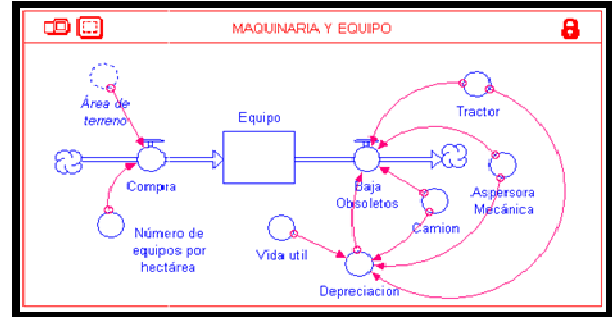


Figura 5. Diagrama Forrester/ equipo
Fuente: El autor.

La figura 5 muestra las variables que intervienen en cuanto a la compra y obsolescencia de los equipos usados para la producción.

Como se muestra en la siguiente figura, los jornales o gasto en salario, se ven afectados por la cantidad de contrataciones que se hagan según la producción.

A mayor producción aumenta la contratación de jornales, y si se compra maquinaria, se generarán más despidos de jornales.

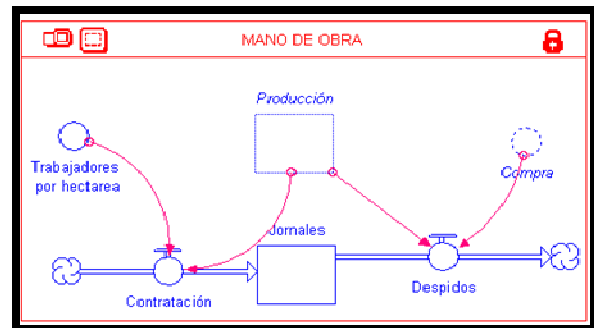


Figura 6. Diagrama Forrester/ Mano de obra
Fuente: El autor.

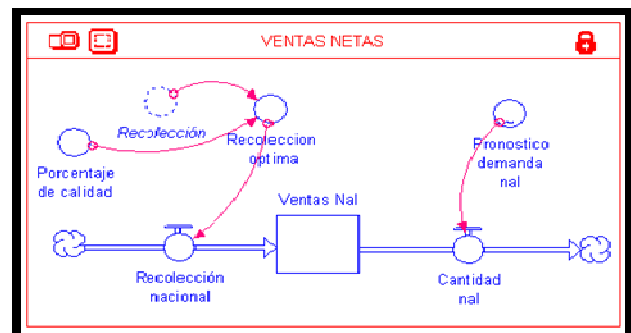


Figura 7. Diagrama Forrester/ Ventas netas
Fuente: El autor.

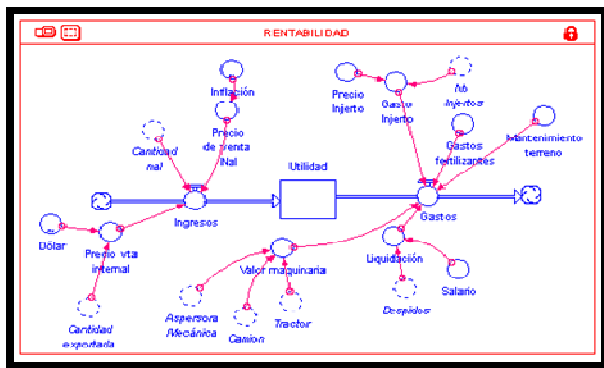


Figura 8. Diagrama Forrester/ Rentabilidad
Fuente: El autor.

En las dos figuras anteriores requieren un flujo de dinero; lo que no significa que en el resto de subsistemas no exista tal flujo es solo que en estos último se hace más evidente.

9. RESULTADOS

Luego de haber formulado el diagrama Forrester basado en información encontrada

Acerca del cultivo de mandarina y suponiendo un espacio de 15 hectáreas con capacidad para 3840 plantas, costos de alquiler, salarios, compra de maquinaria y demás, reales y una producción para 36 meses nos genera la siguiente figura.

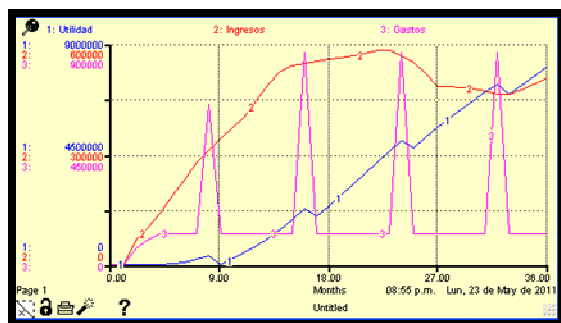


Figura 9. Gráfica Forrester/ Rentabilidad
Fuente: El autor.

En la figura anterior, se presenta la producción promedio anual de la mandarina durante tres años de cosecha.

La producción presentó un comportamiento decreciente durante los primeros 5 meses después del quinto mes de cosecha, la producción es constante.

Table 1 (Untitled Table)					
Months	Utilidad	Ingresos	Gastos		
2	0.00	67.365.93	67.365.93		
3	0.00	101.100.00	101.100.00		
4	0.00	140.830.81	140.830.81		
5	0.00	188.730.19	177.800.00		
6	9.130.19	231.451.00	177.800.00		
7	62.981.19	275.819.03	177.800.00		
8	162.200.22	311.707.78	473.908.00		
9	0.00	344.194.38	177.800.00		
10	166.604.38	371.074.21	177.800.00		
11	360.068.59	401.608.00	177.800.00		
12	684.076.59	449.420.00	177.800.00		
13	852.896.59	491.407.27	177.800.00		
14	1.166.793.87	527.719.84	177.800.00		

En la tabla anterior, se observa que los primeros 5 meses, la rentabilidad es nula, pues se considera que los primeros meses los gastos son iguales a los ingresos de la empresa. A partir del 6 mes se empieza a notar el crecimiento en los ingresos y un porcentaje de rentabilidad mayor con el paso del tiempo.

10. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran que las condiciones climáticas que posee la región de Cundinamarca son favorables para la producción de cítricos y en especial la variedad de mandarina Clementina.

El desarrollar un modelo donde se pueden efectuar cambios a conveniencia sobre cualquiera de las variables que afecten la producción, en éste caso de la mandarina, permite visualizar a futuro las posibilidades de pérdidas o ganancias para los agricultores de la zona.

En el modelo dinámico se observa que la rentabilidad incrementa a través del tiempo, lo cual sugiere continuar con el cultivo y producción de la mandarina en esta zona en condiciones favorables de clima, suelo, terreno (hectáreas), entre otras.

11. BIBLIOGRAFÍA

- [1] SÁNCHEZ, L. A., JARAMILLO, C., TORO, J. C. 1987. Fruticultura colombiana - Cítricos. Manual de asistencia técnica no. 42. Instituto Colombiano Agropecuario y Servicio Nacional de Aprendizaje. Cali, Colombia. 97
- [2] Ríos-Castaño, D. y Camacho, S. 1969. Mandarinas criollas en Colombia. Agricultura Tropical 25 (9), 456-465.
- [3] GARCIA JUAN MARTIN, Teoría y ejercicios prácticos de la dinámica de sistemas. 2003. Segunda Edición.
- [4] ARACIL JAVIER, GORDILLO FRANCISCO, Dinámica de sistemas. Alianza Universidad Texas. 1997

- [5] GARCIA JUAN MARTIN, Ejercicios avanzados en dinámica de sistemas. 2 Edición. 2011.
- [6] FORRESTER JAY, Dinámica industrial. Editorial El Ateneo. 1981.
- [7] Memorias de la Dinámica de Sistemas para la efectiva toma de decisión y análisis estratégico de problemas. Octavo Congreso latinoamericano de Dinámica de Sistemas. 2010.
- [8] HUERTAS ISAAC FORERO, Modelo de dinámico de sistemas para las hierbas orgánicas. La manzanilla. 2010. Octavo Congreso latinoamericano de Dinámica de Sistemas.
- [9] FRANCO CARLOS, Modelo de producción de palma de aceite. 2010. Octavo Congreso latinoamericano de Dinámica de Sistemas.
- [10] PROPIEDADES DE LA MANDARINA [en línea], [citado el 22 de mayo de 2011]
[<http://www.alimentacionsana.com.ar/informaciones/novedades/mandarina.htm>]
- [11] PRODUCCIÓN DE MANDARINA OFERTA Y DEMANDA [en línea], [citado el 18 de abril de 2011]
[<http://www.monografias.com/trabajos57/produccion-mandarinas/produccion-mandarinas2.shtml>]
- [12] PRODUCCIÓN DE MANDARINA OFERTA Y DEMANDA [en línea], [citado el 1 de abril de 2011],
[<http://www.economiagricola.com/trabajos57/produccion-mandarinas/produccion-mandarinas.shtml>]. A modo de lectura.
- [13] MONOGRAFÍA DE LA MANDARINA [en línea], [citado el 18 de abril de 2011],
[<http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/COVECAINICIO/IMAGENES/ARCHIVOSPDF/ARCHIVOSDIFUSION/TAB4003236/MONOGRAF%C3%A1%20DE%20MANDARIN.PDF>]
- [14] ARTÍCULOS CIENTÍFICOS [en línea], [citado el 18 de abril de 2011],
[http://200.75.42.3/SitioWeb/Archivos/oferta/Potencial_de_rendimiento.pdf]
- [15] CULTIVO DE LAS MANDARINAS [en línea], [citado el 18 de abril de 2011],
[<http://www.infoagro.com/citricos/mandarina.htm>]

12. CURRÍCULUM

Isaac Huertas Forero, Magíster de Investigación de Operaciones y Estadística, U. Tecnológica de Pereira y Estadístico de la Universidad Nacional de Colombia, con una experiencia Bancaria de 25 años y de docencia de 27 años en diferentes universidades de Bogotá, profesor de Maestría, especialización y de pregrado, iniciando la investigación desde el año 2006 a la fecha con tres investigaciones, una finalizada que se presentó al IV Congreso de Dinámica de Sistemas y dos en curso, una de ellas que se presentó al 8 Congreso de Dinámica de Sistemas en la ciudad de Medellín, Colombia.

Mario Ramón Verástegui, Ingeniero Industrial de la U. Militar Nueva Granada; presta sus servicios de asesoría para el proyecto.

Semillero de investigación:

Lorena Castro Ariza, Laura Morales Parra, estudiantes de Ingeniería Industrial cursando actualmente noveno semestre de la Universidad Militar Nueva Granada.