

# Modelo de Simulación de Estrategias de Inversión para Papicultores Colombianos

## Simulation Model of Investment Strategies for Colombian Potato Farmers

**Víctor Daniel Gil-Vera, MSc.**

*Facultad de Ingenierías y Arquitectura  
Fundación Universitaria Luis Amigó  
Medellín, Colombia  
victor.gilve@amigo.edu.co*

(Recibido el 20-11-2014. Aprobado el 10-12-2014)

**Resumen.** En Colombia, la papa es un producto básico cuyo precio depende principalmente de la oferta y la demanda locales. El sector papicultor colombiano presenta grandes incertidumbres sobre los beneficios netos que se pueden generar en el corto, mediano y largo plazo, debido a la alta volatilidad de los precios del tubérculo. Este trabajo presenta un modelo de simulación de estrategias de inversión para papicultores colombianos desarrollado en la plataforma de simulación Vensim. El modelo consideró diferentes variables, entre las que se destacan el precio, el costo de la mano de obra, inversiones en nuevas tecnologías, entre otras. Con el desarrollo de este trabajo, se concluye que las utilidades de los productores son altamente sensibles a tres factores: precio, costos de producción e inflación.

**Palabras clave:** Dinámica de sistemas, estrategias de inversión, modelos de simulación, ciclo de balance.

**Abstract.** In Colombia, the potato is considered as a commodity whose price depends mainly on the local supply and demand. The Colombian potato's segment has large uncertainties on their benefits for either short, medium or long term. This is due to the high volatility of prices of the commodity. This paper shows a simulation model to guide investment strategies for different kinds of potato crops in Colombia, keeping in mind different variables such as price, cost and investment in new technologies. Hence, conclusions on potato crops' profits are then formulated as they are highly sensitive to three factors: price, production costs and inflation.

**Keywords:** System dynamics, investment strategies, simulation models, balance cycle.

## 1. INTRODUCCIÓN

En Colombia, la producción de papa representa la principal actividad agrícola desarrollada en zonas frías, y es el sustento de más de 100.000 familias [1]. La producción de la papa es una actividad caracterizada por una incipiente infraestructura tecnológica y un escaso nivel de gestión agroempresarial, cuya producción exige elevados costos y su rentabilidad depende de precios de mercado altamente fluctuantes [2].

En este artículo, se presenta un modelo de simulación de estrategias de inversión para papicultores colombianos, el cual considera diferentes variables que afectan, directa o indirectamente, sus utilidades, tales como el precio, el costo de la mano de obra y fertilización, la inversión en nuevas tecnologías, entre otras. En el sector papicultor en Colombia, se presentan grandes incertidumbres sobre los beneficios netos que se pueden generar en el corto, mediano y largo plazo.

No existe una fórmula que permita calcular con exactitud las ganancias netas de un papicultor, pero existen herramientas que permiten simular, con una exactitud aceptable, dichos valores. Debido a lo anterior, la aplicación de la dinámica de sistemas en este sector es una de las mejores alternativas para predecir y conocer las utilidades netas que pueden obtener los productores colombianos en el corto, mediano y largo plazo. Vensim fue la plataforma de simulación utilizada para la creación del modelo.

Este trabajo se divide de la siguiente forma. En primer lugar, se presenta una caracterización general del sector, la descripción del problema y del modelo desarrollado (diagrama causal, flujos y niveles), los resultados obtenidos y las políticas que ayudarían a mejorar las condiciones del problema.

## 2. CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR

La papa es un producto de alto consumo, tiene un peso importante sobre la canasta familiar y un papel importante en la definición del índice general de precios de la economía [3]. En los últimos años, la papa en Colombia ha tenido producción en aumento, debido a que existe gran cantidad de cultivos. Las variedades más utilizadas son: tuquerreña o sabanera, parda pastusa, pastusa suprema, rubí, salentina, carriza, diacol capiro-r12, ICA única, ICA nevada, ICA

Nariño, milenio-1, diacol Monserrate y la papa criolla [3]. En la Figura 1, se presentan los datos de producción de papa en Colombia en el período 2008–2014.

En el país se cultiva papa en once departamentos, pero solo en cuatro de ellos (Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Antioquia) se concentra alrededor del 90% del área y la producción. Cabe destacar que Cundinamarca y Boyacá son los dos departamentos donde se encuentran concentradas las áreas con mayor producción de papa del país. En la Figura 1, se observa que el comportamiento de estos dos departamentos fue constante durante el periodo 2008–2014. Los valores de producción se mantuvieron entre 2.490.800–2.788.050 Ton/Año, encontrándose una mayor producción durante el año 2012, equivalente a 2.788.050 Ton [3].

En Colombia, los pequeños productores, es decir, aquellos que siembran menos de tres hectáreas, constituyen el 95% de los cultivadores, quienes producen alrededor del 45% del total de la producción. En todo el territorio, se siembran en promedio 130 mil hectáreas y se producen cerca de 2,8 millones de toneladas de papa al año [4], dependiendo del régimen climático y la variación en los precios pagados al productor [5].

## 3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La alta volatilidad de los precios de la papa afecta la calidad de vida de los papicultores colombianos y dificulta la toma de decisiones de inversión. Actualmente, estos no cuentan con herramientas que les permitan analizar esquemas estratégicos, así como también analizar, en el mediano y largo plazo, el impacto de estas estrategias sobre sus ingresos, como lo son la implementación de fertilizantes, renovación de tierras, inversiones en tecnología, entre otras.

### 3.1. Diagrama causal

Cuando los papicultores buscan incrementar la producción a través del uso de fertilizantes, con la renovación de tierras e inversiones en tecnología, deben destinar una cantidad de capital considerable que puede afectar su liquidez. Al implementar las estrategias mencionadas anteriormente, se incrementa la producción de papa (ciclo de refuerzo); sin embargo, esto viene acompañado de un incremento en los costos generales (ciclo de balance) [6].

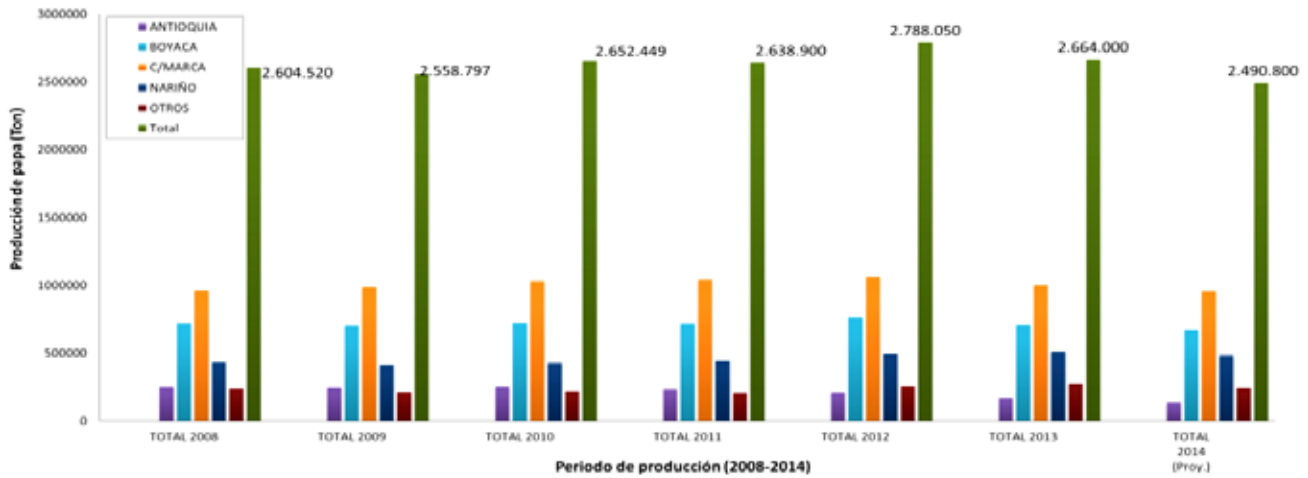


Fig. 1. Producción de papa en Colombia 2008-2014

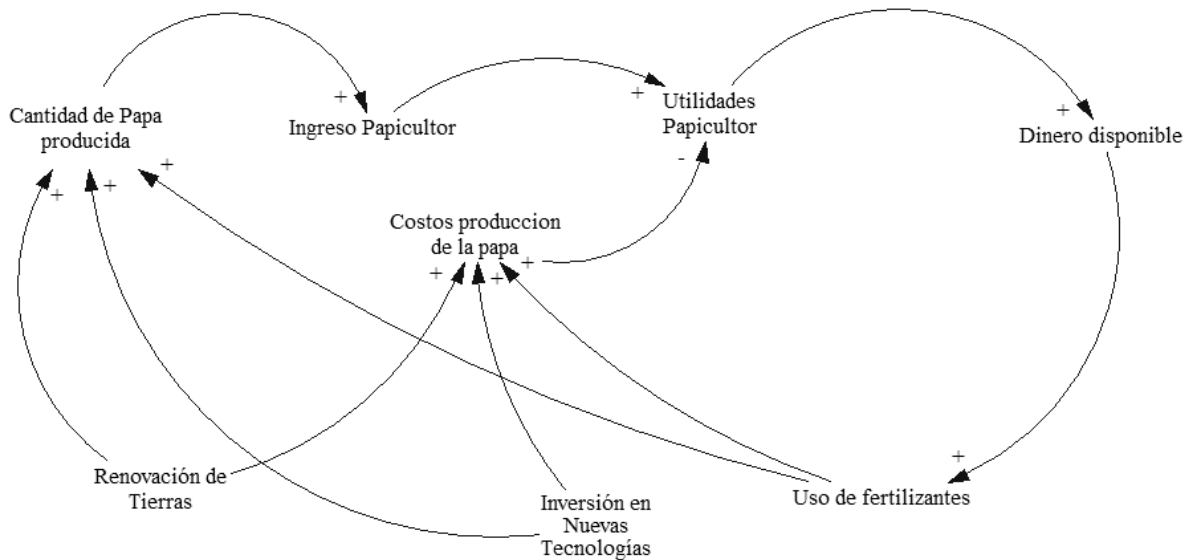


Fig. 2. Diagrama Causal

El diagrama causal de la Figura 2, tiene la siguiente lectura: A mayor cantidad de papa producida, el papicutor obtendrá más ingresos y, por ende, más utilidades. Si la cantidad de utilidades es buena, habrá mayor cantidad de capital disponible para invertir en dichas estrategias; de lo contrario, este no podrá realizarlas. La idea fundamental con este modelo es analizar el efecto que tiene la volatilidad del precio del tubérculo y el impacto que tiene la aplicación de dichas estrategias (uso de fertilizantes, renovación de tierras, inversión en nuevas tecnologías) sobre las utilidades del papicutor. En la Figura 2, se presenta el diagrama causal del modelo.

### 3.2. Diagrama de flujo y niveles

En el modelo se consideró el precio de la papa como una constante  $P = 1.300 \text{ \$ / kilo}$  (y se asumió que crece o decrece con la inflación. La inflación se consideró como una constante cuyo valor es de 4,5% y el número de semillas sembradas considerado fue de .10.000.

Considerando el efecto de la inversión en tecnología, la fertilización y la renovación de tierras, se asumió que la cantidad final producida corresponde al pro-

ducto de las semillas cultivadas por unas constantes cuyos valores representan los efectos de la implementación de dichas estrategias (1):

$$\text{Producción papa} = N^{\circ} \text{ de semillas plantadas} * (1.65) \quad (1)$$

Los ingresos del papicultor corresponden al producto entre el precio y la producción de papa (2):

$$\text{Ingresos papicultor} = \text{Precio} * \text{producción} \quad (2)$$

La inversión en nuevas tecnologías y el costo de la mano de obra se asumieron como constantes, con incrementos mensuales. El número de hectáreas sembradas considerado fue de 60 y el precio de los fertilizantes crece con un incremento constante (3), (4), (5) y (6).

$$\text{Inversión nuevas tecnologías} = 1.000.000 * \text{Inflación} \quad (3)$$

$$\text{Costo mano de obra} = 3000 \$ - \text{hectárea} * \text{incremento} \quad (4)$$

$$N^{\circ} \text{ hectáreas} = 60 \quad (5)$$

$$\text{Precio fertilizantes} = 560\$ / \text{hectáreas} * \text{incremento} \quad (6)$$

La renovación de tierras corresponde al producto entre el número de hectáreas y el costo de la mano de obra. Ver ecuación (7):

$$\text{Renovación Tierras} = \text{Costo mano de obra} * N^{\circ} \text{ de hectáreas} \quad (7)$$

Los costos de fertilización corresponden al producto entre el número de hectáreas y el precio de los fertilizantes. Ver ecuación (8):

$$C \text{ Fertilización} = N^{\circ} \text{ de hectáreas} * \text{Precio fertilizantes} \quad (8)$$

La suma de los costos derivados de la renovación de tierras y los costos de fertilización permiten calcular el costo total (9):

$$\text{Costos} = \text{Renovación de tierras} + \text{costos fertilización} \quad (9)$$

Por último, las utilidades corresponden a la diferencia entre los ingresos y los costos totales (10)

$$\text{Utilidad Neta} = \text{Ingresos} - \text{costos e inversiones} \quad (10)$$

En la Figura 3 se presenta el diagrama de Flujos y Niveles y en la Tabla 1 las variables y su clasificación según el tipo:

Tabla 1. Variables del modelo

Variable	Tipo
Precio de la papa	Nivel
Número de semillas	Parámetro
Producción de papa	Auxiliar
Ingresos papicultor	Auxiliar
Inversión en nuevas tecnologías	Parámetro
Costo mano de obra	Parámetro
Número de hectáreas	Parámetro
Precio de los fertilizantes	Parámetro
Renovación de tierras	Auxiliar
Costos de fertilización	Auxiliar
Costos e inversiones	Auxiliar
Utilidades netas	Auxiliar

### 3.3. Resultados obtenidos

En la Figura 4 y 5, se observa que la implementación de las estrategias de fertilización, renovación de tierras e inversión en tecnología, permite al papicultor aumentar sus utilidades considerablemente. Si la inflación se asume positiva, el precio de la papa se incrementa con el paso del tiempo y así se obtendrán más utilidades. Los costos e inversiones también se incrementan; sin embargo, el papicultor tendrá recursos para cubrirlos. Las utilidades netas se incrementan paulatinamente a medida que pasen los meses.

En la Figura 6 y 7, se observa que si la inflación es negativa, el precio de la papa disminuye constantemente y, en consecuencia, el papicultor obtendrá menos utilidades. Los costos e inversiones se incrementarán; sin embargo, este podrá cubrirlos a pesar de que su margen de utilidades netas se reduzca. Las utilidades netas se irán incrementando paulatinamente, pero no tan rápido como en el caso anterior, a medida que pasen los meses.

### 3.4. Validación del modelo

La validación del modelo se realizó comparando los resultados con estadísticas e información del DANE, MinAgricultura y FEDEPAPA. Durante el año 2014, uno de los productos que más resultó afectado por diversos factores asociados a la oferta fue la papa [8], lo cual llevó a que los agricultores protestaran por los bajos precios que les estaban pagando por su producto y por los altos costos de producción [8].

Según FEDEPAPA, las fuertes variaciones en los precios del tubérculo generadas por el fenómeno de El Niño y las afectaciones en ciertas zonas con po-

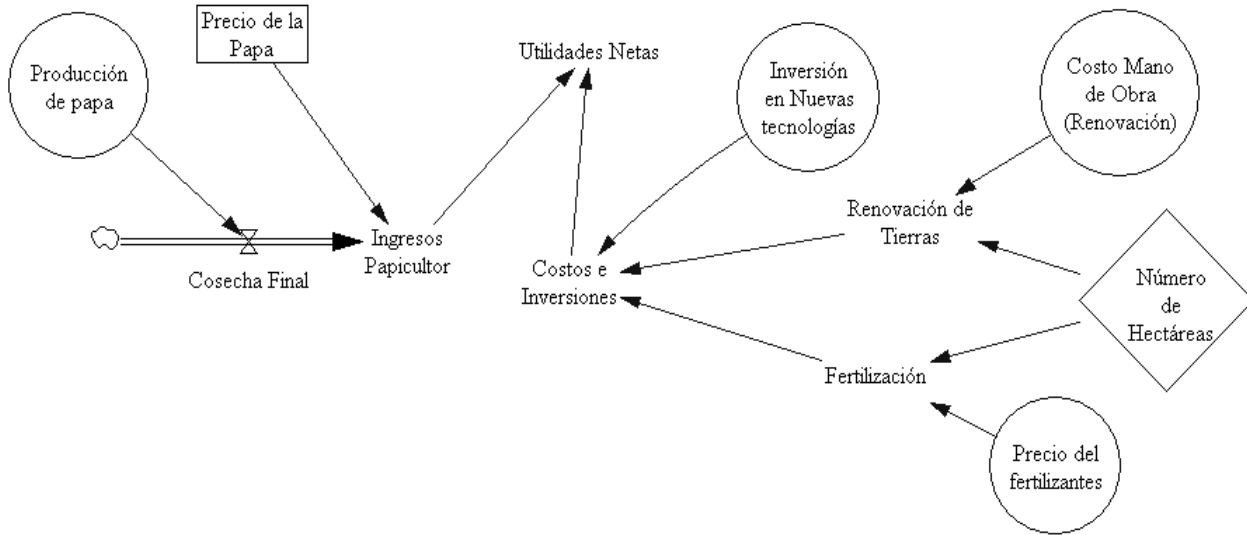


Fig. 3. Diagrama de Flujo y Niveles

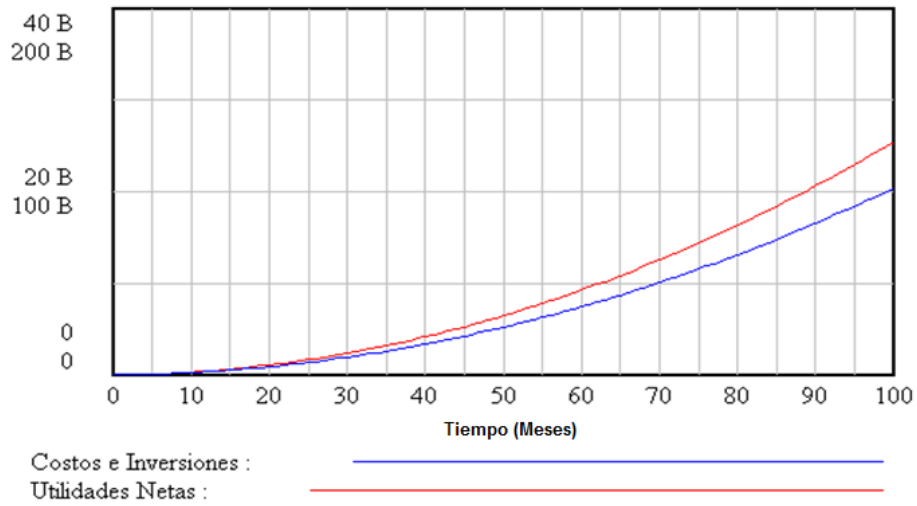


Fig. 4. Utilidades Vs Costos e Inversiones (en \$) (B= mil millones)

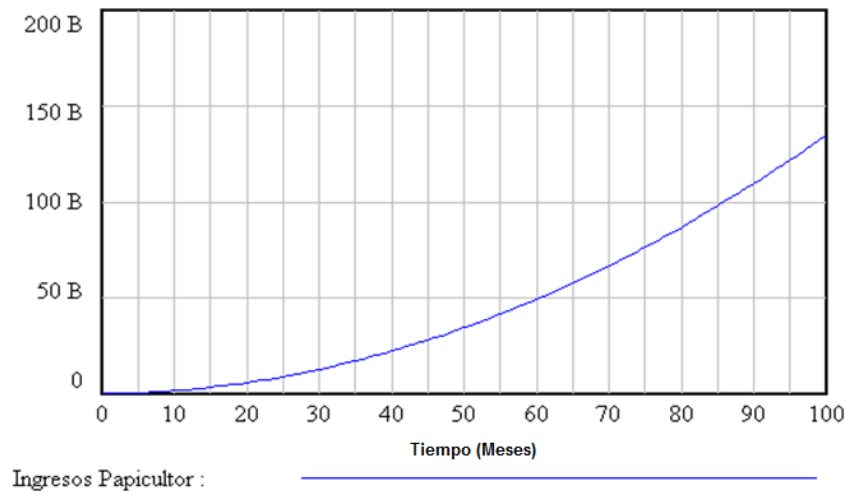


Fig. 5. Ingresos Papicultor (Inflación positiva) (en \$) (B= mil millones)

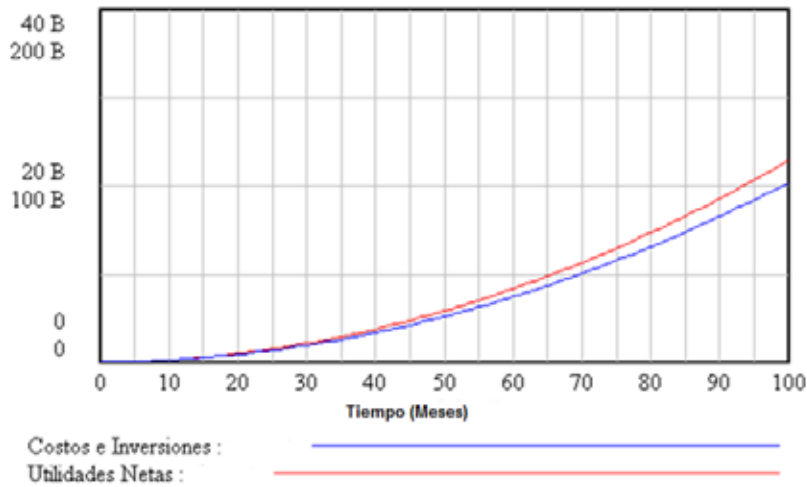


Fig. 6. Utilidades Vs Costos e Inversiones (en \$) (B= mil millones)

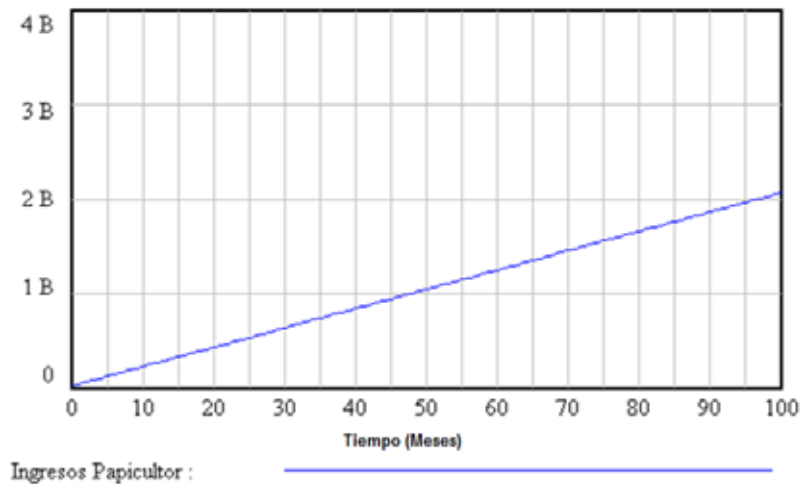


Fig. 7. Ingresos papicultor (Inflación negativa) (en \$) (B= mil millones)

blaciones de insecto-plagas, como la polilla guatemalteca, fueron dos factores nocivos que dificultaron la producción del tubérculo durante ese año [9]. Ante esto, los papicultores se vieron obligados a adoptar medidas preventivas (estrategias de fumigación y fertilización) para no impactar notablemente la inflación, lo que valida los supuestos y resultados del modelo [9].

En los períodos de mayor aporte, el 30% de la inflación puede ser explicada por los cambios en los precios de la papa [3]. Su ponderación en la inflación, medida por el índice de precios al consumidor (IPC) base 88, era de 1.09, siendo después de la carne de res, la carne de pollo y el arroz, el alimento más importante [3]. Disminuyó a 0.98 en el IPC base 98,

debido posiblemente a los cambios en la canasta y a la introducción de nuevos bienes. Aun así, la papa continúa teniendo una ponderación importante en relación con el resto de los alimentos [3].

### 3.5. Políticas que ayudarían a mejorar las condiciones del problema

Algunas políticas que mejorarían las condiciones del problema estarían relacionadas con la estabilización de los costos de producción y la diversificación. Para estabilizar la producción de papa y aumentar la producción a través del tiempo, se sugiere realizar inversiones en tecnología cada 2 o 3 años y renovar las tierras cada 3 años.

La diversificación con cultivos complementarios a la papa, no solo ayudan a aumentar los ingresos, sino que también reducen la dependencia de los papicultores con el precio de la papa. La diversificación también ayuda a que ellos puedan atravesar por temporadas más largas de precios bajos de la papa, sin verse tan afectados económicamente, pues, con la diversificación, pueden comercializar con otra clase de tubérculos.

Finalmente, la estrategia que prioriza la diversificación con respecto a las otras estrategias parece ser la que genera mejores resultados, adoptando diferentes escenarios climáticos y de precios.

#### 4. CONCLUSIONES

Las utilidades del papicultor colombiano son especialmente sensibles a tres factores: precio, costos de producción e inflación. La papa es un producto básico que no es objeto de intercambios mundiales y sus precios dependen generalmente de la oferta y la demanda locales. El Gobierno colombiano debe otorgar subsidios a los papicultores para que tengan recursos que les permitan realizar inversiones en tecnología, incrementar la producción y las utilidades. Los papicultores colombianos tienen un amplio conocimiento sobre el cultivo, consumo y comercialización de la papa, siendo un cultivo profundamente arraigado en la lógica del pequeño agricultor colombiano, razón por la cual se deben crear y establecer políticas que favorezcan su producción.

Si los papicultores adoptan un pensamiento sistémico, pueden establecer estrategias de diversificación de la producción. En épocas en las cuales el precio de la papa es bajo o las condiciones climáticas no sean las mejores, estos pueden optar por cosechar otra clase de tubérculos.

Se pueden desarrollar otros modelos de simulación en otros aspectos relacionados con la producción de papa en Colombia u otra clase de tubérculos que tienen una representación significativa en la economía del país.

#### REFERENCIAS

- [1] DINERO, "Minagricultura radica proyectos de ley para crear fondos parafiscales de la papa y el fique," 2012. Disponible en: <http://www.dinero.com/imprimir/164416>. [Consultado: Abril 21, 2015].
- [2] G. Farfán Pinzón, Milena, Peña Ardila, Geimar, "Evaluación de políticas de protección en el sector papicultor mediante sistemas dinámicos: Caso Villapinzón (Cundinamarca)", Ingeniería, *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*, vol. 20, no. 1, pp. 104-106, 2015.
- [3] C. Espinal, H. Martínez, N. Pinzón, and C. Barrios, *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural: Observatorio Agrociudades Colombia, Documento de Trabajo No. 54,* Bogotá, pp. 5-8, 2005.
- [4] C.D. Cantillo Bertel, A.M. Patiño Quiróz, K. Bermúdez Salcedo, K. Palma de Ávila, P.A. De la Hoz, *Análisis del comportamiento de la producción y exportación de papa en Colombia entre el periodo 2008-2014*, pp. 22-30, 2014.
- [5] N. Estrada y L. Valencia, "Desarrollo de cultivares de papa resistentes a la palomilla," *Revista Latinoamericana: La Papa*, vol. 1, pp. 64-73, 1988.
- [6] MINAGRICULTURA, *MinAgricultura anuncia modernización y promoción del consumo para el sector papicultor*, 2014. .
- [7] F. A. Osorio, S. A. Aramburo, and Y. O. Morales, "Simulación de estrategias de inversión para pequeños papicultores colombianos. Simulation of Investment Strategies for Small Coffee Farmers in Colombia," *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, vol. 64, no. 65, pp. 6277-6290, 2011.
- [8] MINAGRICULTURA, "Boletín semanal Precios mayoristas MINAGRICULTURA 2015," *SIPSA*, 2015. Disponible en: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuaria/sipsa/Sem\\_03ene\\_09ene\\_2015.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuaria/sipsa/Sem_03ene_09ene_2015.pdf).
- [9] Colprensa, "'El niño' desata alerta entre papicultores", Colprensa 2014. Disponible en: <http://m.la-tarde.com/actualidad/colombia/134930-el-nino-desata-alerta-entre-papicultores>.