

Simulación de Estrategias de Inversión para Pequeños Caficultores Colombianos

Simulation of Investment Strategies for Small Coffee Farmers in Colombia

Felipe Abaunza Osorio¹; Santiago Arango Aramburo² y Yris Olaya Morales³

Resumen. El cultivo del café proporciona el sustento de más de medio millón de pequeños caficultores en Colombia. La volatilidad y las fluctuaciones del precio del café dificultan la toma de decisiones de inversión afectando la calidad de vida. Los caficultores no cuentan con herramientas para el análisis de esquemas estratégicos, así como el análisis a largo plazo del impacto de estas estrategias sobre sus ingresos. En este trabajo se plantean diferentes esquemas estratégicos de inversión para los caficultores basados en las estrategias genéricas de Porter y en estrategias de diversificación. Para el análisis a largo plazo de algunas de las estrategias propuestas se usa un modelo de dinámica de sistemas, y se tienen en cuenta diferentes escenarios en cuanto a precios del café.

Palabras clave: Mercado del café, estrategias de inversión, simulación, dinámica de sistemas.

Abstract. Coffee farming is the main source of income for more than half a million peasants in Colombia. These small farmers are exposed to the high volatility of coffee price which causes fluctuations in their income and which is an obstacle for making good investment decisions. In addition, small farmers have no tools for formulating and evaluating investment strategies or for assessing the impact of such strategies in their income. We propose and discuss alternative investment strategies for small coffee farmers. These strategies are based on Porter's generic strategies and on diversification strategies. To evaluate the long-run effect of alternative investment plans in farmers' income, we build a system dynamics simulation model, and run it under several price scenarios.

Key words: Coffee market, investment strategies, simulation, system dynamics.

En Colombia existen alrededor de 530.000 caficultores de ellos el 95% cuenta con menos de cinco hectáreas de tierra lo cual los clasifica como pequeños caficultores (FNC, 2010). La producción de café genera aproximadamente 500.000 empleos directos (FNC, 2010), convirtiéndose en una importante fuente de empleo en el sector rural, con cerca del 34% del total de empleos en la agricultura (Giovannucci *et al.*, 2002). La literatura muestra evidencia de comportamiento cíclico en los precios de las materias primas (commodities) y el café no es ajeno a dicha dinámica (Bélair y Mackey, 1989; Cuddington y Urzua, 1989; Spraos, 1990; Deaton y Laroque, 1992; 1996; 2003; Cashin *et al.*, 2002; Cashin y Patillo, 2004). Diferentes autores reconocen la existencia de ciclos en el precio del café (Cashin *et al.*, 2002; Mehta y Chavas, 2008) y su alta volatilidad (Gilbert, 2006).

La variabilidad y las fluctuaciones del precio del café afectan a los caficultores colombianos, dado que generan incertidumbre frente a sus ingresos y aumentan la dificultad al momento de decidir estrategias para incrementar su rentabilidad (Lewin

et al., 2004). Como lo explica el caficultor colombiano Vitelio Menza, (Fair Trade Foundation, 2002): "Cuando los precios están bajos, debemos sacrificar en gastos de ropa, herramientas y comida. ... Cuando los niños se enferman no los podemos llevar al médico... vivimos con incertidumbre, siempre endeudados; siempre prestando dinero en todas partes, se depende de los créditos. Esto no nos deja tener una vida tranquilos y no sabemos si podemos pedir un préstamo debido a que no sabemos si podemos perder el dinero que invirtamos". El comportamiento del precio del café no permite que los caficultores puedan planear sus inversiones, ya que no saben cómo será su estado futuro.

Los pequeños caficultores no tienen la experiencia administrativa necesaria, ni la capacidad financiera suficiente para afrontar con éxito las condiciones del mercado (FNC, 2010). Lo anterior unido a que los ingresos de las familias caficultoras dependen del cultivo de café, hace que disminuya su capital de trabajo reduciendo su capacidad de consumo y deteriorando la calidad de vida (Muñoz, 2009).

¹ Ingeniero Industrial. Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín - Facultad de Minas - Escuela de Sistemas. Carrera 80, No. 65-223, Medellín, Colombia. <fabauanz@unal.edu.co>

² Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín - Facultad de Minas - Escuela de Sistemas. Carrera 80, No. 65-223, Medellín, Colombia. <saarango@unal.edu.co>

³ Profesora Asociada. Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín - Facultad de Minas - Escuela de Sistemas. Carrera 80, No. 65-223, Medellín, Colombia. <yolayam@unal.edu.co>

Recibido: Agosto 17 de 2011; aceptado: Diciembre 19 de 2011.

La Federación Nacional de Cafeteros (FNC) ha realizado múltiples investigaciones buscando aumentar las utilidades del caficultor, reduciendo los costos de producción de café y/o mejorando la calidad del café, por ejemplo: (Gerencia Técnica CENICAFÉ, 1998; Duque, 2002; Moreno y Rivera, 2003; Sadeghian, 2008; Arcila *et al.*, 2007) entre otros. Sin embargo, la situación sigue siendo complicada para los caficultores, razón por la cual se propone en esta investigación el estudio de la dinámica de las inversiones y de estrategias para el caficultor, acompañado del desarrollo de una herramienta que permita el aprendizaje acerca del comportamiento del sistema, de manera que los caficultores puedan tomar mejores decisiones al momento de invertir.

En este trabajo se analiza el efecto de implementar a largo plazo diferentes estrategias de inversión sobre los ingresos del caficultor mediante un modelo de simulación. Dadas las características del sistema en que se desenvuelven los caficultores en Colombia, se escogió la dinámica de sistemas como herramienta de simulación para observar el efecto dinámico de las estrategias en los ingresos del caficultor a través del tiempo bajo diferentes escenarios. Debido a que el precio es el principal factor que afecta a los pequeños caficultores, se utilizaron diferentes series del precio del café para el análisis de las diferentes estrategias de inversión propuestas. Además, se introdujo la ocurrencia de eventos hidrológicos que afectan la producción de café.

ESTRATEGIAS

El desempeño de una empresa depende del nivel de recursos, de las decisiones de la empresa, de la competitividad del sector y de otros factores externos (Warren, 2008). A continuación se definen brevemente los conceptos de estrategia competitiva y de diversificación, y se explica cómo estos se adaptan al caso de los pequeños caficultores colombianos.

Estrategia de diversificación. Para un caficultor la diversificación de productos consiste en la siembra de otros cultivos. La FNC a través de su filial CENICAFÉ ha realizado varias investigaciones, como la de Moreno y Rivera (2003) para analizar cuáles son los cultivos que tienen mejores rendimientos combinados con el café como cultivos transitorios. Se llega a la conclusión de que el tomate, el frijol y el maíz son las mejores opciones para sembrar intercalados con café. Éstos permiten aumentar los ingresos de los caficultores y a

la vez reducen la dependencia de los caficultores del café (Café de Colombia, 2010; CENICAFÉ, 2010).

Estos productos se deben cultivar cuando se renuevan los cafetales, ya sea por siembra nueva o por poda, Se obtienen mejores resultados en la producción de estos cultivos sin afectar a los cafetales, si se cultivan solo durante el año siguiente a la renovación de los cafetales, un máximo de dos cultivos consecutivos. La diversificación con otros cultivos no solo representa mayores beneficios económicos, sino también reducir los costos de producción de café, ya que se comparten algunos costos fijos y adicionalmente los otros cultivos proporcionan nuevos nutrientes al suelo (Moreno y Rivera, 2003).

Estrategia competitiva o de negocios. Una estrategia competitiva consiste en encontrar la forma en que la empresa va a competir, cuáles son sus objetivos y que acciones se deben realizar para alcanzar dichos objetivos (Porter, 1982). Estas acciones pueden ser ofensivas o defensivas, y buscan crear una ventaja competitiva para la empresa (Grant, 1991). Michael Porter (1982) propone tres estrategias competitivas genéricas que cualquier empresa en cualquier industria pueda aplicar: liderazgo en costos, diferenciación y enfoque.

Liderazgo en costos. Esta estrategia busca ser el líder en costos en la industria por lo que se emplean diferentes políticas para lograr dicho objetivo (Hill y Jones, 1995); para esto se requiere la producción eficiente de grandes volúmenes, grandes esfuerzos por la reducción de costos basados en la experiencia y fuertes controles de costos y gastos entre otros (Porter, 1982; 1987). Para un caficultor colombiano no es importante ser el líder en costos pues con esto no obtendrá mayor porción del mercado, ya que éste no pone el precio del mercado. Sin embargo, al minimizar los costos por cada unidad producida podrá obtener un mayor margen de utilidad. Para tratar de reducir los costos de producción del café se han hecho varios estudios e investigaciones (Gerencia Técnica CENICAFÉ, 1998; Duque, 2002; Sadeghian, 2008) entre otros. Estos estudios y algunas recomendaciones de (CENICAFÉ, 2010; Café de Colombia, 2010) se han analizado para identificar cómo y en que parte de la cadena de valor de la producción de café se pueden reducir los costos. A continuación se explican algunas opciones para reducir los costos:

- Un adecuado manejo de fertilizantes permite obtener la máxima producción al menor costo por

unidad producida. Para esto, CENICAFÉ recomienda hacer un análisis de suelos, para saber qué nutrientes tiene y cuáles le faltan al suelo, y así poder realizar una adecuada fertilización de la finca. Si se aplica más fertilizante que el requerido (según el análisis de suelos) se incurre en costos adicionales que no son remunerados por la producción, y también se puede contaminar el ambiente pero, si la fertilización es menor, el rendimiento también será menor, disminuyendo los ingresos del caficultor (Sadeghian, 2008).

- En el manejo de plagas y enfermedades se recomienda seguir con los planes de control propuestos por la FNC, como por ejemplo el manejo integrado de la broca y el uso de variedades resistentes a la roya. Así se disminuyen los costos por pérdidas por baja producción o por poca calidad del fruto ocasionadas por plagas o enfermedades; además, los costos de prevención suelen ser sustancialmente menores que los de la cura.

- Con la adquisición de la tecnología BECOLSUB® se pueden disminuir los costos del beneficiado del café.

- También se pueden reducir costos de acuerdo a la forma en que se decida aumentar o mantener la capacidad de producción, o la renovación de los cafetos por siembra o por poda. Se recomienda la renovación por poda hasta 2 veces antes de resembrar, ya que esta tiene los mismos efectos sobre la producción que la renovación por siembra, con menores costos. Finalmente, la experiencia del caficultor ayuda a disminuir los costos pues los agricultores experimentados pueden realizar los procesos de producción del café en menos tiempo y/o usando menos insumos (como fertilizantes, agua, plaguicidas) obteniendo al mismo tiempo un grano de buena calidad.

Diferenciación. En esta estrategia se busca tener un producto o servicio que sea percibido en el mercado como único, el cual pueda ser vendido a un mayor precio para obtener utilidades mayores a la del promedio en la industria (Porter, 1982; 1987).

En el mercado internacional, el café colombiano tiene una reputación de café con una calidad superior, por lo que posee un precio superior a los otros. En el mercado local la FNC tiene un precio base que será pagado a los caficultores por cada carga de 125 kg de café, con un estándar de calidad; y a medida que este

café sea de mejor calidad su precio será mayor. Por lo tanto, para un caficultor no solo es beneficioso en el corto plazo (debido a que recibe un mayor precio por kg de café) buscar tener un café de mejor calidad sino que también en el largo plazo, pues ayuda a mantener la reputación de excelente calidad del café colombiano, hecho que a largo plazo podría asegurarle un mejor precio.

Para obtener café pergamino seco de alta calidad un caficultor debe tener cuidado en cada etapa de producción. Un adecuado manejo agronómico del cultivo es esencial para una buena calidad del fruto, por esto es vital seguir los planes de fertilización originados con los análisis del suelo, y con el control preventivo de plagas y enfermedades. Se recomienda utilizarlos con cuidado, de lo contrario se puede incurrir en costos extra de producción o dejar de recibir mayores ingresos. Lo primero ocurre si se utiliza mayor cantidad de fertilizantes que la recomendada, pues la respuesta adicional de los cafetos no cubrirá los costos extra, y lo segundo sucede si se utiliza menos cantidad de fertilizantes, ya que no se obtiene el máximo nivel de producción y calidad del café.

Con un fruto de buena calidad, el siguiente paso es un buen control en la recolección de los frutos, recolectando sólo frutos en adecuado estado de madurez. El beneficio y secado del café también son procesos críticos, que se deben controlar para asegurar la calidad del café pergamino seco.

Enfoque o alta segmentación. Con esta estrategia se busca segmentar el mercado es decir, dividirlo en diferentes nichos y de acuerdo con las capacidades de la empresa escoger a que nicho se quiere atender (Porter, 1982). En el mercado del café existen diferentes nichos de mercado que pueden ser atendidos por los caficultores colombianos. Entre estos se encuentra el mercado de cafés especiales, que representan cerca del 10% de la demanda mundial (FNC, 2010). Los cafés especiales son aquellos valorados por los consumidores por sus atributos consistentes, verificables y sostenibles, por los cuales están dispuestos a pagar precios superiores. Existen tres categorías para cafés especiales: cafés de origen, de preparación y sostenibles.

Muchos de estos cafés especiales necesitan un certificado para ser comercializados. Esta certificación debe ser expedida por una firma especializada, que se encargada de inspeccionar y vigilar las prácticas

de cultivo y los procesos de trilla, almacenamiento y transporte. Para obtener la certificación un caficultor debe tener los registros de las compras de insumos, mano de obra, volumen de café pergamino seco producido, facturas de venta y haber cumplido con todos los requisitos del proceso (FNC, 2010). Normalmente el costo de los certificados y los requisitos no son fáciles de suplir para los pequeños caficultores colombianos. Además, en algunos casos se necesita ser parte de los programas de café certificado de la FNC, que actualmente cuenta con sólo tres: Rainforest Alliance, UTZ Certified, FairTrade o Comercio Justo (FNC, 2010).

METODOLOGÍA

Existen diferentes factores que los caficultores colombianos deben tener en cuenta al momento de decidir qué estrategia de inversión utilizar. Entre estos factores, se tiene el precio del café, el clima y por ende el volumen de producción, que son impredecibles, por lo tanto, los caficultores tienen alta incertidumbre acerca de su posible flujo de caja en el futuro. Además el mercado del café tiene diferentes características tales como: realimentación, no linealidades y retardos. Estas características se explican a continuación:

- Realimentación: Ésta se presenta debido a que el caficultor recolecta su cosecha, la vende al precio dado por el mercado lo que le produce sus ingresos. De acuerdo con el nivel de ingresos obtenido, el caficultor obtendrá ganancias o pérdidas, lo que a su vez, afecta su capacidad de llevar a cabo las estrategias de inversión en su parcela, afectando el nivel y calidad de su próxima cosecha.

- Retardos: Estos están vinculados al tiempo que pasa desde que un caficultor siembra nuevos cafetales o poda los existentes, y el momento en que la cosecha está disponible.

- No linealidades: Este tipo de relación se presenta entre algunas variables del sistema, por ejemplo, entre fertilizantes y producción de café cereza.

La optimización podría ser utilizada para encontrar la estrategia de inversión óptima para los pequeños caficultores, pero ésta no permite observar las realimentaciones del sistema, lo que dificultaría el aprendizaje de los caficultores acerca del sistema y de los efectos de sus decisiones. Además, la optimización no es una metodología que los pequeños caficultores

colombianos puedan aplicar fácilmente debido a su bajo nivel de escolaridad. Por lo anterior, se descarta el uso de la optimización como metodología para evaluar posibles estrategias de inversión.

Por el comportamiento dinámico del sistema se hace necesario recurrir a modelos de simulación que permitan observar la evolución del sistema a largo plazo, y así poder analizar los efectos de diferentes estrategias de inversión y aprender acerca del sistema. Aunque todas las metodologías de simulación permiten el análisis de estrategias bajo diferentes escenarios, varias de estas metodologías como la simulación discreta, simulación de Monte Carlo y simulación econométrica no permiten tener en cuenta algunas características del sistema como la realimentación, mientras que la dinámica de sistemas si lo permite.

Además, la dinámica de sistemas ha sido amplia y exitosamente utilizada tanto para el análisis de estrategias como para el aprendizaje (Gary *et al.*, 2008), se puede concluir que la dinámica de sistemas es la herramienta idónea para alcanzar varios de los objetivos propuestos, como evaluar diferentes estrategias de inversión y analizar el efecto a largo plazo de estas estrategias bajo diferentes escenarios.

La dinámica de sistemas es un método de simulación que usa como elementos básicos la realimentación, los retardos y no linealidades (Sterman, 2000). La dinámica de sistemas pretende modelar la dinámica de los sistemas complejos cuyas condiciones cambian a través del tiempo; un principio fundamental de la dinámica de sistemas es que la estructura de un sistema conlleva al comportamiento de este (Sterman, 1994). La dinámica de sistemas es especialmente útil para representar sistemas socio-económicos en estado de transición o cambio para los cuales no se conocen las condiciones de sus posibles estados futuros de reposo; así mismo, para representar sistemas en los cuales se desea introducir reformas y no se conocen sus posibles estados futuros (Dyner *et al.*, 2008). Los modelos de la dinámica de sistemas están conformados básicamente por relaciones entre flujos de materiales y flujos de información, por representaciones de los procesos en la toma de decisiones, y por indicaciones de la forma como ocurren los retardos en los ciclos de realimentación (Sterman, 2000).

Para el desarrollo de la investigación se ha seguido la metodología estándar propuesta y aplicada dentro de

la dinámica de sistemas. Esta metodología considera el uso de diferentes herramientas en un proceso iterativo entre los diferentes cinco pasos descritos por Sterman (2000). Estos pasos no conforman un proceso lineal, sino un proceso iterativo que permite avanzar y retroceder en las diferentes etapas.

Los pasos de modelamiento utilizados para la realización de esta investigación son en resumen los siguientes: i. Articulación del problema, donde se define el propósito claro para el desarrollo del modelo, apoyado de la definición del horizonte de tiempo y la representación gráfica del comportamiento pasado lo cual es llamado "modos de referencia"; ii. Formulación de la hipótesis dinámica, donde se presenta una explicación del porque se da el modo de referencia a través del uso de diagramas con relaciones causa-efecto y ciclos de realimentación llamados diagramas causales; iii. Formulación del modelo, donde se transforma la hipótesis dinámica en un modelo formal u objeto matemático de ecuaciones diferenciales acopladas, haciendo uso de los diagramas de niveles y flujos o diagramas de Forrester para facilitar la comprensión del sistema; iv. Validación del modelo, donde se establece confianza en la solidez y utilidad del modelo, mirando tanto pruebas a la estructura como al comportamiento del modelo; y finalmente, v. Análisis de políticas, fase en la cual se definen estrategias o políticas para la solución del problema planteado y se evalúan por medio de la simulación del mismo. A continuación

se indican y describen los diferentes elementos constitutivos del modelo.

MODELO

Para explicar la dinámica de las posibles estrategias de inversión que pueden seguir los caficultores se utilizan diagramas causales. Después se presentan las principales partes del modelo de dinámica de sistemas, desarrollado a partir de estas dinámicas y cómo estas partes interactúan entre sí.

Liderazgo en costos: Uso de tecnología. En la Figura 1 se muestra el diagrama causal que describe la dinámica del uso de tecnología para reducir los costos de producción de café. Cuando se habla de tecnología se refiere al uso de la tecnología BELCOSUB®. Al usar BELCOSUB® se aumenta la eficiencia del proceso de producción, ya que se puede ahorrar más de un 90% del agua consumida en el proceso de beneficio. Por lo tanto, se reduce el costo por unidad de café producida. Al tener menores costos de producción aumentan las utilidades y por ende el dinero en caja de los caficultores, esto es representado por el ciclo de refuerzo R1 de la Figura 1. El ciclo de balance B1 muestra que al tener mayor cantidad de dinero en caja un caficultor puede invertir más en tecnología, existiendo un retardo entre el momento que decide comprar y el momento en que la puede utilizar. El ciclo B1, también muestra que al adquirir más tecnología se disminuye la cantidad de dinero en caja.

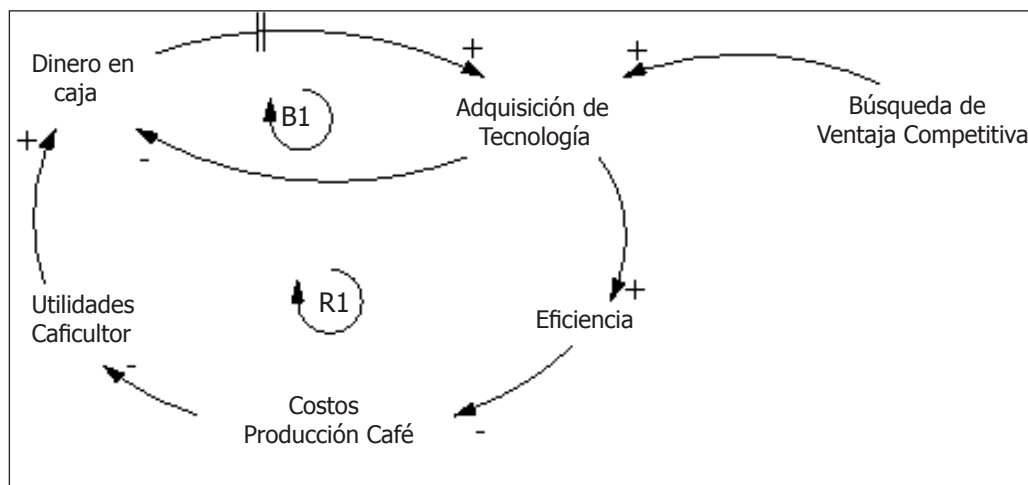


Figura 1. Diagrama causal: Uso de tecnología en estrategias de inversión para pequeños caficultores colombianos.

Liderazgo en costos: Uso de fertilizantes. La Figura 2 muestra que cuando se busca la posición de ventaja competitiva de liderazgo en costos, a través del uso de fertilizantes, se usará mayor cantidad de fertilizantes, pero esta cantidad está limitada por la cantidad de uso óptimo de fertilizantes o por el dinero en caja. Al usar más fertilizantes aumenta

después de un tiempo la producción de café (ciclo de refuerzo R1), pero aumentan también los costos de producción (ciclo de balance B1). Por lo anterior, el uso de los fertilizantes debe hacerse de acuerdo a las necesidades del terreno, lo cual permite obtener la máxima producción al menor costo por unidad producida.

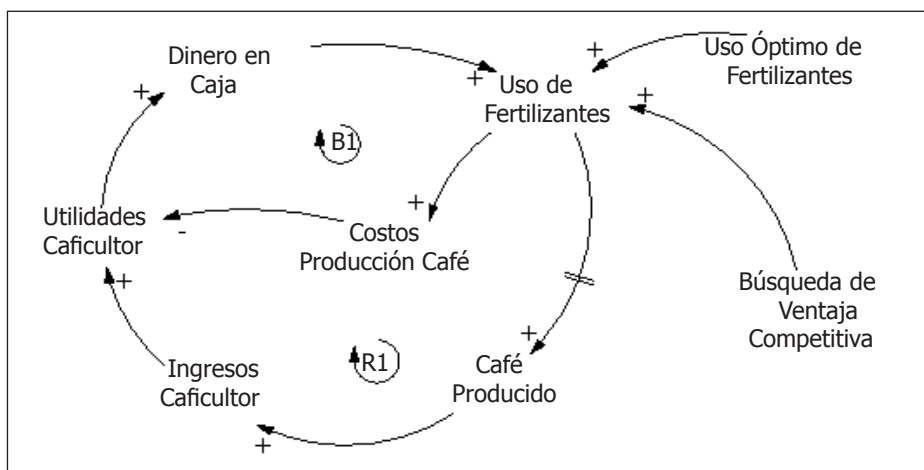


Figura 2. Diagrama causal: Uso de fertilizantes en estrategias de inversión para pequeños caficultores colombianos.

Liderazgo en costos: Renovación. La renovación de los cafetos es necesaria si se quiere mantener los niveles de producción a través del tiempo en lo máximo posible. Aunque la renovación trae consigo unos costos asociados, la FNC recomienda renovar los cafetos cada seis años. Esta situación la representa la Figura

3, donde los cafetos que se renuevan son los cafetos viejos, que son aquellos que tienen más de seis años. El ciclo de balance B2 muestra que a medida que se renuevan los cafetos viejos, éstos se reducen; y que a mayor cantidad de cafetos viejos, los cafetos renovados crecen, siempre y cuando se tenga suficiente dinero

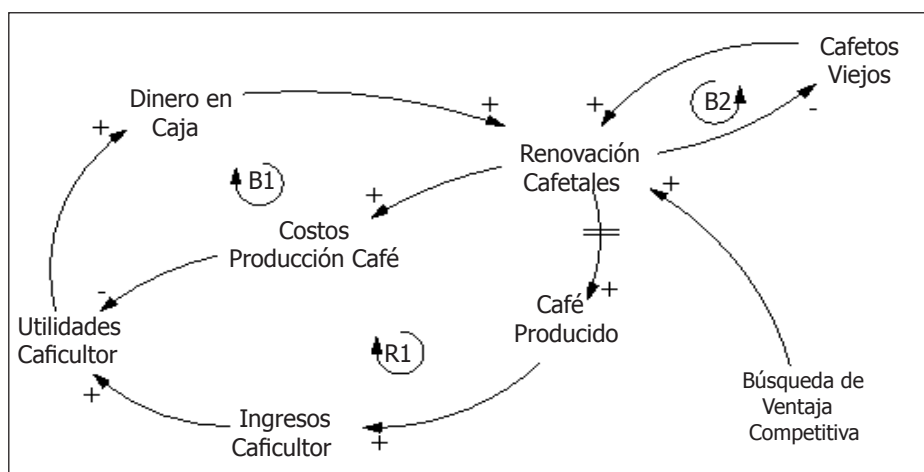


Figura 3. Diagrama causal: Renovación de cafetales en estrategias de inversión para pequeños caficultores colombianos.

en caja para renovar los cafetos viejos. Después de año y medio (tiempo que le toma a la planta crecer y empezar a producir) los cafetos renovados empiezan a producir de nuevo, aumentando así los ingresos y utilidades del caficultor (ver ciclo de refuerzo B1). Por otro lado, el ciclo de balance B1 nos muestra que al renovar se incurre en un costo, lo que disminuye las utilidades del caficultor y por ende el dinero en caja.

Diferenciación: Control manejo agronómico del cultivo. La Figura 4 muestra como a través del control en el manejo agronómico se puede alcanzar la ventaja competitiva de diferenciación. Al tener mayor control en el manejo agronómico del cultivo se tiene, con un retardo, una mayor producción de café (ciclo de refuerzo R3) debido al uso adecuado de fertilizantes, aumentando así los ingresos y utilidades del caficultor.

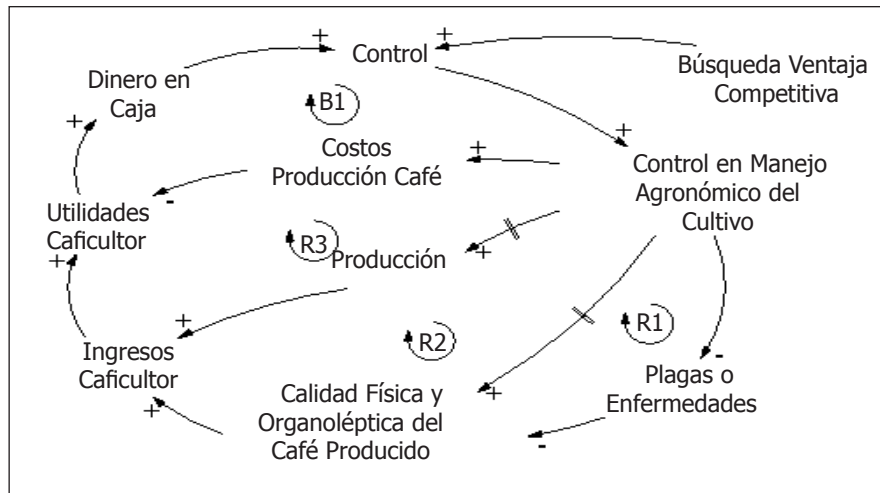


Figura 4. Diagrama causal: Control en el manejo agronómico del cultivo en estrategias de inversión para pequeños caficultores colombianos.

Un manejo agronómico adecuado también trae consigo mejor calidad del café producido, la mejor calidad del café hace que se reciba un mejor precio por éste ciclo de refuerzo R2) lo que repercute en mayores ingresos y en el aumento del dinero en caja del caficultor. Al mismo tiempo el manejo agronómico adecuado reduce las plagas y enfermedades que pueden afectar tanto la calidad como el nivel de producción de café, aumentando así los ingresos del caficultor (ciclo de refuerzo R2).

el caficultor pueda reducir su dependencia del café. El ciclo de refuerzo R1 señala que al sembrar más de otros cultivos se tiene una mayor producción de éste con un retardo, el retardo corresponde al tiempo que pasa desde la siembra de estos cultivos (fríjol, maíz y tomate) hasta el momento de su cosecha, aumentando así los ingresos y las utilidades del caficultor, proporcionándole mayor dinero en caja; lo que le permitiría invertir más en la siembra de otros cultivos.

Para el control agronómico adecuado del cultivo de café se deben incurrir en costos tanto de fertilizantes como de pesticidas, para una adecuada nutrición y protección de los cafetos. Esto aumenta los costos de producción, disminuyendo las utilidades del caficultor, así como lo muestra el ciclo de balance B1.

Al sembrar mayor cantidad de otros cultivos se incrementan los costos de este, ya que los costos asociados a los otros cultivos dependen del número de plantas sembradas, disminuyendo así las utilidades del caficultor. Esto reduce el dinero en caja del caficultor, limitando la siembra de otros cultivos (ciclo de balance B1).

Dinámica de la estrategia de diversificación de productos. La Figura 5 muestra la dinámica de la estrategia de diversificación. Esta estrategia busca que el caficultor tenga mayores ingresos y que estos provengan de cultivos complementarios al café, y así

Modelo de dinámica de sistemas. Se ha desarrollado el modelo de Dinámica de Sistemas con base en las hipótesis sobre la dinámica de diferentes estrategias de inversión que pueden ser usadas por los

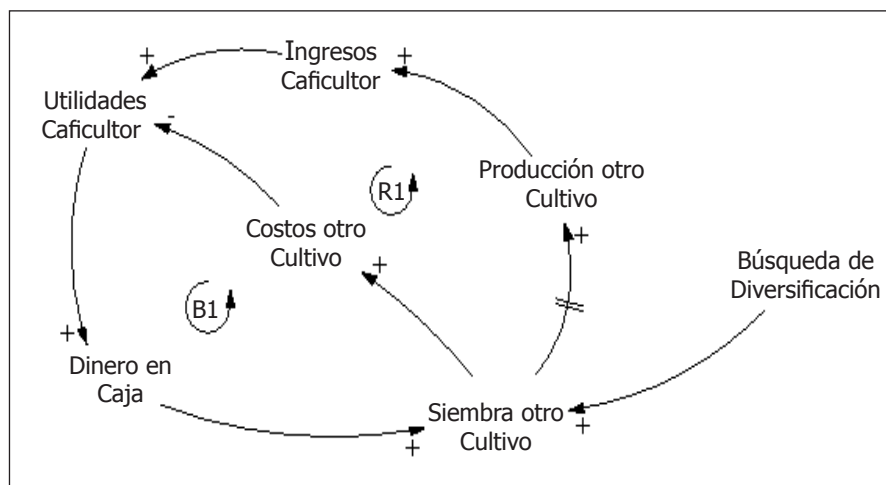


Figura 5. Diagrama causal: Diversificación en estrategias de inversión para pequeños caficultores colombianos.

caficultores colombianos. El modelo se desarrolló con el objetivo de analizar el impacto a largo plazo de las estrategias de inversión propuestas sobre los ingresos del caficultor. Para este análisis se usa un horizonte de simulación de 15 años, lo que permite observar el efecto de cada una de las estrategias de inversión propuestas. La Figura 6 presenta el esquema general

y la macro estructura del modelo de simulación, que contiene los principales componentes del modelo y cómo éstas se relacionan entre sí. El modelo consta de seis componentes: Producción de Café, Precio Interno del Café, Otros Cultivos, Ingresos del Caficultor, Gastos e Inversiones, Financiero. A continuación se describe cada uno de los componentes del modelo.

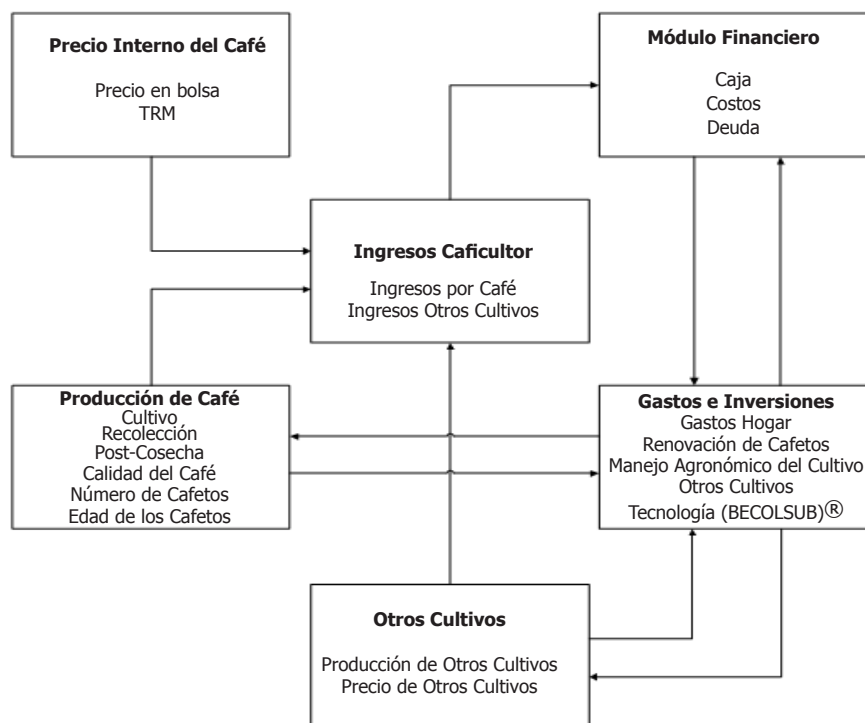


Figura 6. Esquema general del modelo de simulación en estrategias de inversión para pequeños caficultores colombianos.

Producción de café. Este componente del modelo permite ver el efecto de las decisiones de inversión sobre la producción tanto de café cereza como de café pergamino seco. Para esto se tienen en cuenta diferentes factores como: área de la finca, las prácticas de cultivos, la recolección, el proceso de post-cosecha del café, la calidad del café, el número de cafetos, los grupos de edades de los cafetos. Para el modelo se asume en 4.000 el número óptimo de cafetos por hectárea.

Precio interno del café. Para el escenario base, el precio interno del café se modeló teniendo en cuenta el precio externo del café colombiano, la tasa representativa del mercado del Dólar, el precio que ofrece la FNC por carga de café y la relación entre ellos. La información se obtuvo de la base de datos del Banco de la República de Colombia y de la FNC (Banco de la República de Colombia, 2010; FNC, 2010). Debido a que la incertidumbre en el precio del café es uno de los factores más importantes, que los caficultores deben afrontar al momento de decidir cómo invertir, se crearon diferentes series sintéticas del precio del café, que presentan diferentes patrones de comportamiento al de la serie pronosticada. Para así poder probar las estrategias propuestas bajo diferentes comportamientos del precio.

Con el pronóstico del precio por carga de café, se calcula el valor que se le paga al caficultor por su producción teniendo en cuenta la calidad del café. La calidad de café se mide como el porcentaje de almendra sana y el porcentaje de pasilla por carga de café, con estos porcentajes se calcula si se paga o no el valor del incentivo por calidad que ofrece la FNC al caficultor.

Otros cultivos. Se modela la producción y los ingresos por concepto de cultivos complementarios al café. Los ingresos por concepto de otros cultivos dependen de la producción y del precio de éstos cultivos, y la producción depende del número de plantas sembradas. Solo se puede invertir en otros cultivos cuando se ha hecho renovación de cafetos, debido a que estos cultivos sólo se pueden sembrar en el mismo lote donde se han renovado los cafetos y sólo durante el año siguiente a la renovación.

Para seleccionar el otro cultivo que se sembrará se considera un indicador de rentabilidad para cada uno de ellos (fríjol, maíz y tomate) calculado con base al precio de cada producto, el rendimiento por planta

(producción) y el costo de cultivo por planta. El cultivo más rentable entra a competir con las otras opciones de inversión por el capital disponible para invertir. Se utilizaron datos de producción, precios y costos de CENICAFÉ: (CENICAFÉ, 2012), Gobernación del Valle del Cauca (Gobernación del Valle del Cauca, 2010).

Ingresos del caficultor. En este componente se calculan los ingresos del caficultor, los cuales dependen de los ingresos por café y por otros cultivos. Los ingresos por venta de café dependen de la producción de café pergamino seco (CPS) y del precio pagado al caficultor por carga de café. Este precio, depende del incentivo por calidad dado por la FNC y de la calidad del café producido. Los ingresos por concepto de otros cultivos dependen de la producción de éstos y del precio de venta.

Gastos e inversiones. En el componente de Gastos e Inversiones se calcula el valor ideal de lo que debería invertir el caficultor en cada uno de los rubros en que se puede invertir. Entre estos rubros se tiene: gastos básicos de sostenimiento del hogar, costos de insumos para la producción del café, costos de siembra y mantenimiento de otros cultivos complementarios al café, costos asociados a la renovación y a las inversiones que se hagan en tecnología. Los datos de gastos del hogar se tomaron de (Aristizábal y Duque, 2008), se asumieron gastos fijos de \$256.400 y un gasto adicional de \$83.000 por persona en el hogar. En el modelo se asume que los costos asociados a los otros cultivos dependen de la cantidad de plantas que se siembran.

Financiero. En el módulo financiero se decide que inversiones hacer, y estas decisiones dependen del dinero disponible en caja. Las inversiones también dependen de la estrategia que se desee seguir, es decir, se le pueden asignar diferentes grados de importancia a: la estabilización de la producción, diferenciación, diversificación de productos y a la reducción de costos.

En el modelo se tiene en cuenta la posibilidad que tienen los caficultores de acceder a créditos para obtener capital para invertir en su parcela. Se asume que el valor que el caficultor puede obtener por medio de crédito depende del tamaño de la finca. Se tomó el valor de seis millones por hectárea, como valor máximo de crédito, ya que actualmente la FNC tiene un programa de crédito en el cual prestan esta cantidad (Informe del Gerente General FNC, 2009).

VALIDACIÓN DEL MODELO

La validación es un proceso que sirve para crear confianza en el modelo y en sus resultados (Barlas, 1996). En este caso a medida que el modelo de dinámica de sistemas se desarrollaba se hicieron algunas de las pruebas para validación que se encuentran en la literatura de dinámica de sistemas (Forrester y Senge, 1980; Barlas, 1996; Sterman, 2000). Para la validación se utilizó la secuencia propuesta por Barlas (Barlas, 1996): validación directa de la estructura, pruebas de comportamiento orientadas a la estructura, y por último la validación del comportamiento.

En la sección anterior se realizó la validación directa de la estructura del modelo mediante la formulación y el análisis de diagramas causales; comparando la estructura del modelo con la estructura real del sistema. Además, durante el proceso de construcción

del modelo se analizó cada ecuación para establecer su significado con respecto al sistema real y verificar que sus resultados fueran coherentes en situaciones extremas.

Con respecto a las pruebas de comportamiento orientadas a la estructura, se realizaron algunas como por ejemplo: el comportamiento del sistema en condiciones extremas y sensibilidad a los parámetros, como variaciones en los costos de producción, en la tasa de producción de café por cada cafeto, entre otros. En cada uno de estos casos el comportamiento del modelo fue el esperado. Por ejemplo, la Figura 7 muestra que tan sensible son los resultados del modelo con respecto a la tasa de producción de los cafetos. Se presenta los resultados del escenario base, bajo la estrategia de inversión uno y los resultados obtenidos al aumentar y disminuir en un 10% la tasa de producción de café.

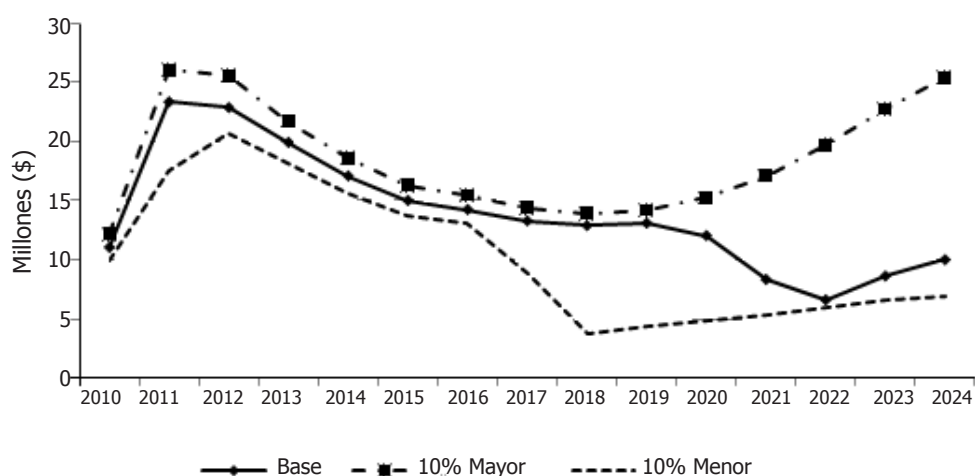


Figura 7. Ingresos totales (anualizado) bajo Estrategia 1. Sensibilidad a la tasa de producción para pequeños caficultores colombianos.

En general se presenta el mismo comportamiento que cuando se modifican los costos de producción de café, la principal diferencia es que en este caso, el ingreso del caficultor es diferente siempre para los tres escenarios, aunque éste es más sensible cuando el precio del café es bajo. Cuando la tasa de producción es mayor a la del escenario base, los ingresos son mayores; y cuando la tasa de producción es menor, los ingresos son menores. Este resultado es coherente con la realidad, ya que la FNC es consciente de la importancia de aumentar la tasa de producción de café por planta, para aumentar los ingresos de los caficultores y así mejorar su nivel de vida.

También se realizaron pruebas para errores de integración y la consistencia dimensional, esta última con la ayuda del software Powersim Studio 7. El análisis de los resultados del modelo, permite evaluar la capacidad del modelo de reproducir los principales patrones de comportamiento del sistema real. Debido a que no se tienen datos reales sobre el flujo de caja de un caficultor, se evalúa el modelo bajo diferentes escenarios para hacer una validación empírica y cualitativa del modelo. Así se puede verificar que el comportamiento del modelo sea el esperado de acuerdo al conocimiento acerca del sistema. Una vez realizada la validación y el análisis de sensibilidad del modelo se procede con el

análisis de los principales experimentos de simulación realizados, los cuales se presentan a continuación.

RESULTADOS

Para el análisis de los resultados se hicieron diferentes supuestos, evaluando y analizando cómo podría ser el comportamiento del sistema bajo las condiciones establecidas en cada escenario. Para definir estos escenarios se tiene en cuenta si el caficultor tiene acceso o no al crédito. A continuación se presentan algunos supuestos que se hicieron: el número óptimo de cafetos por hectárea es de cuatro mil, el tamaño de la finca es de dos hectáreas, el número inicial de cafetos es de 8.000, el número de periodos que los caficultores tratan de abastecerse de insumos es de 2 trimestres, la capacidad inicial de inversión es de \$2.000.000, no se presentan eventos climáticos que afecten la producción de café.

Se realizan diferentes experimentos de simulación, donde se prueban tres estrategias de inversión. Cada estrategia le otorga diferentes prioridades a las posibles inversiones que puede realizar un caficultor.

La Tabla 1 muestra la prioridad de cada una de las estrategias utilizadas en el modelo de simulación. Para las tres estrategias se asumió que lo más importante para un caficultor son los gastos para la manutención del hogar y que en segundo lugar está el costo del beneficio del café. Además como se busca que los caficultores estabilicen su producción para que así sus ingresos queden mejor distribuidos en el tiempo, el rubro en el tercer puesto de prioridades para las tres estrategias es la renovación. Los resultados de las simulaciones realizadas con estas estrategias y su respectivo análisis se presentan a continuación.

Tabla 1. Prioridad de las estrategias de inversión para pequeños caficultores colombianos.

PRIORIDAD	ESTRATEGIA		
	1	2	3
1	Gastos hogar	Gastos hogar	Gastos hogar
2	Beneficio café	Beneficio café	Beneficio café
3	Estabilización de la producción	Estabilización de la producción	Estabilización de la producción
4	Diferenciación	Diversificación	Tecnología
5	Diversificación	Diferenciación	Diferenciación
6	Tecnología	Tecnología	Diversificación

Escenario base – sin opción de crédito. Simulaciones de los ingresos totales del caficultor bajo las tres estrategias presentan un comportamiento similar entre ellas para los ingresos, siguiendo el patrón de comportamiento del precio del café. Inicialmente los ingresos aumentan debido al crecimiento de la producción de café, pero después los ingresos presentan una caída a medida que el precio del café decrece. A partir del año 2020 la caída de los ingresos aumenta debido a que no sólo el precio cae, sino la producción de café también, debido a que por el precio bajo del café, el caficultor no tiene la capacidad de invertir en fertilización. Al final, la estrategia más exitosa es la estrategia dos.

Escenario alternativo – con opción de crédito. Se simularon adicionalmente las tres estrategias para

observar los ingresos del caficultor cuando éste tiene la opción de endeudarse a través de créditos para obtener el capital suficiente para realizar las inversiones. Similar al escenario anterior, se observó que los ingresos se comportan de la misma forma con las tres estrategias siguiendo el escenario base. Esto se da debido a que pueden obtener recursos para invertir a través de créditos, con todas las estrategias se realizan todas las posibles inversiones. Cuando pueden realizar créditos, los caficultores con dos hectáreas pueden obtener mayores ingresos que cuando no tienen acceso a créditos. Las simulaciones realizadas han dado que con dos préstamos de \$12.000.000 durante los 15 años de la simulación el nivel de ingresos de los caficultores es significativamente mayor, permitiéndoles cubrir siempre los gastos básicos del hogar y pagar por completo los créditos sin importar que estrategia de inversión utilicen.

La Figura 8 compara los resultados entre el escenario base, con los resultados del escenario alternativo, bajo la estrategia de inversión uno. Las simulaciones muestran cómo para un pequeño caficultor con condiciones similares a las supuestas (2 hectáreas y 8.000 cafetos) es recomendable un nivel de deuda

que permita apalancar las inversiones necesarias para seguir alguna de las estrategias propuestas. En especial se recomienda el uso de la estrategia de inversión dos, donde se prioriza la estabilización de la producción del café y así obtener mayores ingresos.

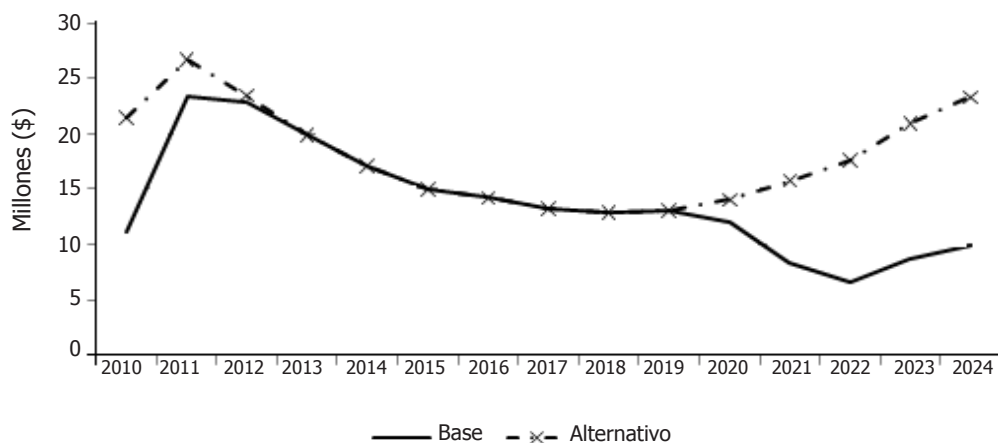


Figura 8. Ingresos totales (anualizado) – bajo Estrategia 1: Escenario base vs alternativo para pequeños caficultores colombianos.

Previamente se mostró que la estrategia competitiva consiste en encontrar la forma en que la empresa va a competir, cuáles son sus objetivos y que acciones se deben realizar para alcanzar dichos objetivos. Este es un planteamiento de Porter (1982) normalmente aplicado a grandes empresas. En esta aplicación en particular, se trata de empresas con menos de 10 empleados. Esto no es en sí una generalización de dichos planteamientos teóricos hacia todo tipo de empresas; pero representa un aporte empírico en la dirección hacia una mayor generalización de dichos planteamientos teóricos. Adicionalmente, se muestra en esta aplicación que la metodología de dinámica de sistemas es apropiada para el análisis de estrategias y aprendizaje, consistente con Gary *et al.*, (2008).

CONCLUSIONES

El cultivo del café es todavía el sustento de más de medio millón de pequeños caficultores en Colombia, cuyos ingresos se ven afectados por las fluctuaciones del precio. Como herramienta de apoyo a la toma de decisiones se plantearon diferentes esquemas estratégicos de inversión para los caficultores basados en las estrategias genéricas de Porter y en estrategias de diversificación, las cuales fueron simuladas por medio de un modelo de dinámica de

sistemas ante diferentes escenarios de precios del café. El análisis de resultados se realizó para una finca típica, pequeña y genérica cafetera, buscando la reproducción de patrones de comportamiento coherentes con la realidad. El modelo captura la alta dependencia de los ingresos de los caficultores con respecto al precio del café, así como los beneficios económicos asociados al hecho de contar con mayor cantidad de tierra disponible para el cultivo. El análisis de sensibilidad muestra que los ingresos del caficultor son especialmente sensibles a tres factores: al precio por carga de café, a la tasa de producción de café y a los costos de producción.

Algunos elementos estratégicos sugeridos están relacionados con la estabilización de la producción y la diversificación. Para estabilizar la producción de café y aumentar la producción a través del tiempo se sugiere una renovación de cafetos cada 6 años y de igual número de cafetos por año, consistentemente con la recomendación de la FNC. La diversificación con cultivos complementarios al café, no solo ayudan a aumentar los ingresos sino que también reduce la dependencia de los caficultores con el precio del café. La diversificación también ayuda a que los caficultores puedan atravesar por temporadas más largas de precios bajos en el café, pues con la diversificación los

caficultores son menos susceptibles al precio del café. Finalmente, la estrategia que prioriza la diversificación con respecto a las otras estrategias, parece ser la estrategia que genera mejores resultados ante diferentes escenarios climáticos y de precios.

Cómo trabajo futuro se propone expandir el uso del modelo desarrollado en dos direcciones. Primero, el modelo podría convertirse en un micromundo o simulador para capacitación de los caficultores. Segundo, el modelo podría ser la base para el estudio de la racionalidad en la toma de decisiones de actores económicos como los cafeteros y las implicaciones de sus decisiones en otros sistemas. Adicionalmente, el modelo podría ser calibrado para una finca en particular y/o ser usado para otros escenarios de precios más o menos volátiles.

BIBLIOGRAFÍA

- Arcila, J., F.Farfán, A. Moreno, L. Salazar y E. Hincapié. 2007. Sistemas de Producción de Café en Colombia. Capítulo 11. En: CENICAFÉ, <http://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo11.pdf>. 20 p.; consulta: febrero 2010.
- Aristizábal, A. y O. Duque. 2008. Identificación de los patrones de consumo en fincas de economía campesina de la zona cafetera central de Colombia. CENICAFÉ 59(4): 321-342.
- Banco de la República de Colombia. 2010. En: Banco de la República de Colombia, http://banrep.org/series-estadisticas/see_ts_cam.htm#cotizaci%C3%B3n; consulta: mayo 2010.
- Barlas, Y. 1996. Formal aspects of model validity and validation in system dynamics. *System Dynamics Review* 12(3): 183-210.
- Bélair, J. and M. Mackey. 1989. Consumer memory and price fluctuations in commodity markets: an integro differential model. *Journal of Dynamics and Differential Equations* 1(3): 299-325.
- Café de Colombia. 2010. En: Café de Colombia, http://www.federaciondefeteros.org/particulares/es/quienes_somos/fnc_en_cifras/; consulta: mayo 2010.
- Cashin, P., C.J. McDermott and C. Patillo. 2004. Terms of trade shocks in Africa: are they short-lived or long lived? *Journal of Development Economics* 73(2): 727-744.
- Cashin, P., C.J. McDermott and A. Scott. 2002. Booms and slumps in world commodity prices. *Journal of Development Economics* 69(1): 277-296.
- CENICAFÉ. 2010. Centro Nacional de Investigaciones de Café. En: Cenicafé, http://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos_cafe/index.php; consulta: mayo 2010.
- Cuddington, J. and C. Urzua. 1989. Trends and cycles in the net barter terms of trade: a new approach. *The Economic Journal* 99(396): 426-442.
- Deaton, A. and G. Laroque. 1992. On the behavior of commodity prices. *Review of Economic Studies* 59(1): 1-23.
- Deaton, A. and G. Laroque. 1996. Competitive storage and commodity price dynamics. *Journal of Political Economy* 104(5): 896-923.
- Deaton, A. and G. Laroque. 2003. A model of commodity prices after Sir Arthur Lewis. *Journal of Development Economics* 71(2): 289-310.
- Duque, H. 2002. Cómo reducir los costos de producción en la finca cafetera. Primera edición, versión virtual, Federación Nacional de Cafeteros. En: CENICAFÉ, http://www.cenicafe.org/modules.php?name=Reduccion_Costos&practica=01. 85 p.; consulta: abril 2010.
- Dyner, I., S. Arango y G. Peña. 2008. Modelamiento para la simulación de sistemas socio-económicos y naturales. Primera edición. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 385 p.
- Fair trade foundation. 2002. Spilling the beans on the coffee trade. In: Fair trade foundation, <http://www.jaspercoffee.com/uploads/Image/Spilling%20The%20Beans%20on%20the%20Coffee%20Trade.pdf>. 28 p.; consulta: mayo 2010.
- Federación Nacional de Cafeteros (FNC). 2010. En: Federación Nacional de Cafeteros, <http://www.federaciondefeteros.org/>; consulta: mayo 2010.
- Forrester, J. and P. Senge. 1980. Tests for building confidence in system dynamics models. *TIMS Studies in the Management Sciences* 14(1): 209-228.
- Gary, M., M. Kunc, J. Morecroft and S. Rockart. 2008. System dynamics and strategy. *System Dynamics Review* 24(4): 407-429.

- Gerencia Técnica CENICAFÉ. 1998. Doce maneras de mejorar los ingresos en las fincas cafeteras. Avances Técnicos 255. CENICAFÉ. 8 p.
- Gilbert, C. 2006. Capítulo 2: Trends and volatility in agricultural commodity prices. pp. 31-60. In: Sarris, A. and D. Hallam (eds.). Agricultural commodity markets and trade: new approaches to analyzing market structure and instability. First edition. FAO, Rome. 434 p.
- Giovannucci, D., J. Leibovich, D. Pizano, G. Paredes, S. Montenegro, H. Arévalo y P. Varangis. 2002. Colombia coffee sector study. En: Documento CEDE, Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico CEDE, <http://www.google.com.co/url?sa=t&source=web&ct=res&cd=1&ved=0CAYQFjAA&url=http%3A%2F%2Feconomia.uniandes.edu.co%2Fcontent%2Fdownload%2F2018%2F11806%2Ffile%2FD2002-15.PDF&rct=j&q=Giovannucci+Documento+CEDE+200215.++IS+SN+1657-7191+%28Edici%C3%B3n+electr%C>. 93 p.; consulta: mayo 2010.
- Gobernación del Valle del Cauca. 2010. En: Gobernación del Valle del Cauca: Guía de Costos Agrícolas, <http://www.valledelcauca.gov.co/agricultura/publicaciones.php?id=966>. consulta: mayo 2010.
- Grant, R. 1991. Contemporary strategy analysis: concepts, techniques, applications. Fourth edition. Blackwell Publishing, Boston, Massachusetts, USA. 551 p.
- Hill, C. and H. Jones. 1995. Strategy management theory. First edition. Houghton Mifflin, USA. 80 p.
- Informe del Gerente General FNC. 2009. Caficultura: Modelo de paz. En: Memorias. LXXIII Congreso Nacional de Cafeteros. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, <http://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Informe%20Gerente%20General%202009.pdf>. 71 p.; consulta: abril 2010.
- Lewin, B., D. Giovannucci and P. Varangis. 2004. Coffee markets: New paradigms in global supply and demand. First edition. The World Bank: Agriculture and Rural Development Department, Washington. 133 p.
- Mehta, A. and M. Chavas. 2008. Responding to the coffee crisis: what can we learn from price dynamics. Journal of Development Economics 85(1-2): 282-311.
- Moreno, A. y Rivera, J. 2003. Rotación de cultivos intercalados de café, con manejo integrado de arvenses. Avances Técnicos 307. CENICAFÉ. 8 p.
- Muñoz, L. 2009. Caficultura: Modelo de paz. En: Memorias. LXXIII Congreso Nacional de Cafeteros. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, http://www.cafedecolombia.com/intranet/PRESENTACIONGT-Dic_1.pdf. 38 p.; consulta: abril 2010.
- Porter, M. 1982. Estrategia Competitiva: técnicas para el análisis de industrias y competidores. Primera edición. Compañía Editorial Continental S.A., México. 405 p.
- Porter, M. 1987. Ventaja Competitiva. Primera edición. Compañía Editorial Continental S.A., México. 1023 p.
- Sadeghian, K.S. 2008. Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia: Guía practica. Boletín técnico No 32. Gerencia técnica-CENICAFÉ, http://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/boletines_tecnicos/boletin_tecnico_No.%2032:1-43.%202008.45 p.; consulta: marzo 2010.
- Spraos, J. 1990. The statistical debate of the net barter terms of the trade between primary commodities and manufactures. Economic Journal 90(357): 107-128.
- Sterman, J. 1994. Learning in and about complex systems. Systems Dynamics Review 10(2): 291-330.
- Sterman, J. 2000. Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world. McGraw-Hill companies, USA. 982 p.
- Warren, K. 2008. Strategic management dynamics. Primera edición. John Willey and Sons. Londres. 696 p.