

Acceso al crédito y límites del crecimiento en Pymes: una mirada a través de la dinámica de sistemas

Access to credit and limits to growth in SMEs: a system dynamics approach

Fernando Antonio Arenas Guerrero, M.Sc

Universidad ICESI, Colombia
faarenas@icesi.edu.co

Fecha de recepción: 18-03-2009

Fecha de selección: 28-10-2009

Fecha de aceptación: 06-07-2009

ABSTRACT

Access to credit has been considered as one of the main problems that SMEs have to deal with in order to survive and keep growing. This document describes a system dynamics model based on the case of a medium-sized manufacturing firm located in Colombia. The model integrates operational and financial aspects of the firm, including variables associated with trade credit and bank's credit. A sensitivity analysis is made in order to find high leverage variables. The results obtained indicate that operational and financial policies, when applied alone, are not sufficient to solve the firm's stagnation problem.

An appropriate combination of access to credit, credit conditions, and adequate operational and financial policies, might be the best way to deal with the complex problem of SMEs survival and growing.

KEYWORDS

System dynamics, Access to credit, SMEs.

RESUMEN

El acceso al crédito se considera como uno de los mayores problemas que deben afrontar las Pymes para su supervivencia y crecimiento. Este documento describe un modelo de dinámica de sistemas basado en el

caso de una empresa manufacturera de tamaño mediano localizada en Colombia. El modelo integra aspectos operativos y financieros de la empresa e incluye variables asociadas con el crédito comercial y el crédito bancario. Se realizó un análisis de sensibilidad sobre el modelo con el fin de encontrar variables con un alto nivel de apalancamiento sobre los resultados deseados. Dichos resultados indican que las políticas operativas y financieras, cuando se aplican de manera aislada, no son suficientes para resolver los problemas

de estancamiento de la empresa. Una combinación apropiada de acceso a crédito, condiciones de crédito, y políticas operativas y financieras adecuadas, parece ser la manera más conveniente para manejar la complejidad inherente a la supervivencia y crecimiento de las Pymes.

PALABRAS CLAVE

Dinámica de sistemas, acceso a crédito, pymes.

Clasificación Colciencias: Tipo 1

INTRODUCCIÓN

El acceso al crédito se considera como uno de los mayores problemas que deben afrontar las Pymes para su supervivencia y crecimiento. Peel y Wilson (1996), mencionan las dificultades para obtener financiación de largo plazo que llevaron a las Pymes en el Reino Unido a financiarse a través del crédito comercial y el pago tardío. Trovato y Alfò (2006), analizan el papel de los subsidios públicos como solución a los problemas de capital de trabajo que limitan el crecimiento de las Pymes. Sarno (2005), confirma el papel de “cuello de botella” que juega la restricción del acceso a crédito en crecimiento de las Pymes italianas, aun en condiciones favorables de mercado. El pago tardío como fuente de capital de trabajo en economías en transición ha sido descrito por Pejic-Bach como una respuesta al acceso restringido a los mercados financieros. Situaciones similares han sido descritas por Chittenden y Bragg (1997) para las Pymes en el Reino Unido, Alemania y Francia, Kotey (1999), Peel *et al.* (2000) y Rodríguez (2005).

Aunque los temas financieros tienen un reconocido efecto sobre la supervivencia y crecimiento de las empresas en general y las Pymes en particular, existe poca investigación empírica sobre el tema (Saint-Pierre, 2002). Esto parece ser particularmente cierto para Latinoamérica, en la medida en que el autor no encontró referencias a trabajos de investigación sobre la influencia de las variables financieras sobre el desempeño de las Pymes latinoamericanas. De hecho, el presente documento se basa en la observación directa por parte del autor de la problemática

de una empresa de tamaño mediano en Colombia.

FINANZAS Y DINÁMICA DE SISTEMAS

La investigación sobre la dinámica de sistemas (DS) aplicada a las finanzas empresariales, aunque no tan abundante como en otras aplicaciones, ha venido creciendo a través de los años. Ejemplos de esta tendencia son Thompson (1986) quien aplicó DS para el análisis y gestión del flujo de caja, Koyal (1999) quien describió cómo la DS puede ser utilizada exitosamente para tomar decisiones apropiadas cuando las empresas afrontan la escasez de capital de trabajo, Bianchi (2002) quien integró la DS con modelos de contabilidad dentro de sistemas de planeación y control, y Pejic-Bach (2003) quien explicó los problemas de indisciplina financiera en pequeñas empresas.

OBJETIVOS

Este documento tiene dos objetivos principales:

- Contribuir al campo de la dinámica de sistemas aplicada a las finanzas mediante un modelo que integra aspectos operativos y financieros de la empresa. El modelo se basa en el caso de una empresa manufacturera en Colombia.
- Facilitar una discusión acerca de la importancia relativa del acceso a crédito como limitante del crecimiento de las Pymes en Latinoamérica, que pueda promover posteriores investigaciones en este campo.

EL CASO

HiTech es una empresa de tamaño mediano, ubicada en Colombia, que

produce artículos de caucho sintético (para mantener la confidencialidad se da una descripción muy general de las actividades de la firma y de su mercado y se han normalizado algunos valores dentro del modelo). La propuesta de valor de la firma se orienta hacia productos de alto desempeño y su mercado objetivo es el de grandes compañías productoras de autopartes para las cuales produce artículos con las marcas de estas compañías, que son distribuidos en el área andina (Colombia, Perú, Ecuador y Venezuela). Tras varios años de presencia en el mercado, los artículos que produce HiTech han logrado reconocimiento como productos de alto desempeño y sus ventas han venido creciendo de manera estable, hasta ocupar dos terceras partes de su capacidad de producción. Desde entonces, y aunque sus clientes han venido requiriendo altos volúmenes de producto, HiTech no ha podido satisfacer esta demanda creciente y un tercio de su capacidad continúa sin ser utilizada.

EL MODELO

Tanto el diagrama causal como el modelo de simulación fueron realizados utilizando el software Vensim de Ventana Systems.

Diagrama causal

Los diagramas causales constituyen una de las principales herramientas de la dinámica de sistemas. La Figura 1 muestra el diagrama causal del modelo. Un diagrama causal consiste en variables conectadas entre sí por flechas que indican una relación de influencia. Estas relaciones pueden formar ciclos de realimentación. Cada enlace de influencia tiene asignada

una polaridad positiva (+) o negativa (-) la cual depende de si la relación entre las variables es directa o inversa, respectivamente. Por ejemplo, la relación entre *Pedidos de los Clientes* y *Despachos* tiene asignada una polaridad positiva que indica que esta relación es directa, es decir, al aumentar los pedidos aumentan los despachos y viceversa, mientras que la relación entre *Producción* e *Inventario de Materia Prima* tiene asignada una polaridad negativa que indica que la relación es inversa, es decir, al aumentar la producción disminuye el inventario de materia prima y viceversa. Es importante anotar que al asignar la polaridad a una relación debe suponerse que las demás variables permanecen constantes (condición *ceteris paribus*).

Los ciclos importantes del diagrama se identifican por medio de un signo positivo cuando el ciclo es de realimentación positiva (ciclo reforzador) o con signo negativo cuando el ciclo es de realimentación negativa (ciclo compensador). Por ejemplo, en la Figura 1, el ciclo de *Crecimiento por Calidad* es un ciclo reforzador (crecimiento), mientras que el ciclo de *Crédito como Límite* es un ciclo compensador (estabilización).

El diagrama causal de la Figura 1 permite contar la “historia” de la situación así: en un principio, se logra un crecimiento en las ventas a través de la percepción de calidad del producto en el mercado (ciclo de *Crecimiento por Calidad*). Este crecimiento implica un aumento en el *Capital de Trabajo* que disminuye el *Crédito Disponible*, reduce el *Pago a Proveedores*, el *Suministro de Materia Prima* y, por consiguiente, el

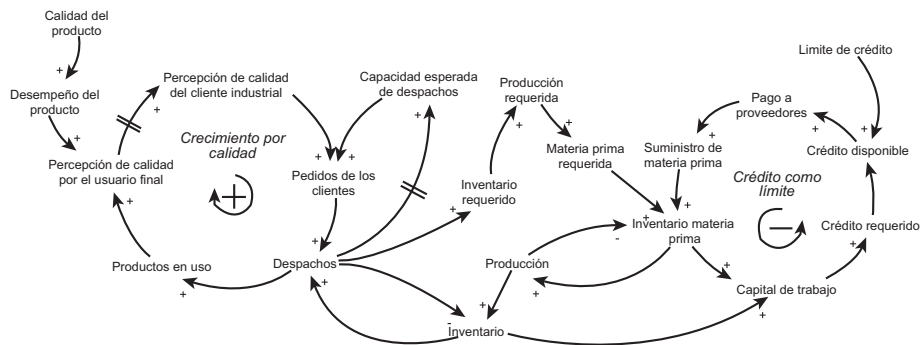


Figura 1. Diagrama causal del modelo

Inventario de Materia Prima (ciclo de *Crédito como Límite*), y también limita la *Producción*, el *Inventario* de producto y los *Despachos*. En este punto, y tras una demora, la capacidad esperada de despachos cae y los clientes reducen o estabilizan sus órdenes y buscan alternativas de suministro, para llenar sus necesidades.

Con el fin de simplificar el diagrama causal, el *Límite de Crédito* se muestra como una variable exógena. En el modelo de simulación es una variable endógena (afectada por la historia del flujo de caja operativo).

Diagrama de nivel y flujo

Los diagramas de nivel y flujo constituyen otra de las herramientas fundamentales de la dinámica de sistemas. Estos diagramas consisten en la interrelación entre variables de nivel, variables de flujo y variables auxiliares. Cuando estas interrelaciones se expresan en forma de ecuaciones, se obtiene un modelo de simulación basado en dinámica de sistemas. Las variables de nivel son aquellas susceptibles de acumulación, es decir, que pueden actuar como un “tanque”; ejemplos de este

tipo de variables son los inventarios de todo tipo (materia prima, producto terminado), y las variables de un balance financiero (cuentas por cobrar, cuentas por pagar, caja). Las variables de nivel se identifican en el diagrama como rectángulos y caracterizan el estado del sistema. Las variables de flujo son aquellas que alimentan o desocupan los niveles; por ejemplo, en el caso de la variable de nivel *Inventario de Producto Terminado*, el flujo de entrada será *Producción* y el flujo de salida será *Despachos* (Figura 2). Estas variables se dibujan como flechas de doble línea (tubería) que apuntan hacia el nivel, “llenándolo” o aumentándolo en el caso de flujo de entrada, o se desprenden y alejan del nivel, “desocupándolo” o disminuyéndolo en el caso de flujo de salida. Las variables auxiliares son las demás variables del modelo, no tienen nomenclatura especial y afectan de manera directa o indirecta los flujos de entrada y salida.

A continuación, se describen las diferentes secciones del modelo de simulación.

Demanda y operaciones

La estructura operativa del modelo se muestra en la Figura 2. Se tienen

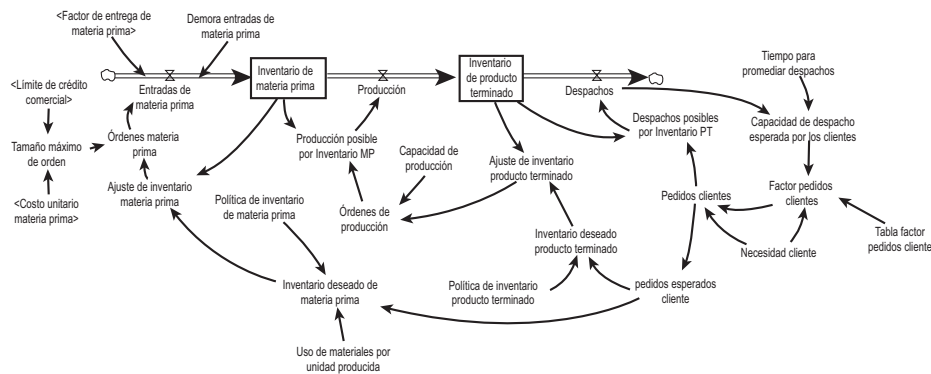


Figura 2. Estructura operativa del modelo.

dos variables de nivel, *Inventario de Producto Terminado*, incrementado por la *Producción* y disminuido por los *Despachos*, y el *Inventario de Materia Prima*, incrementado por las *Entradas de Materia Prima* y disminuido por la *Producción*. Los *Despachos* están determinados por los *Pedidos del Cliente* y el *Inventario de Producto Terminado* disponible; el modelo está diseñado para permitir despachos parciales, lo cual coincide con la situación real. Los *Pedidos del Cliente* son una función de la *Necesidad del Cliente*, la cual se incrementa de 12.000 a 18.000 unidades/semana en la quinta semana, multiplicada por un factor, expresado como una tabla de relación cuya entrada es la *Capacidad de Despacho Esperada por los Clientes* (calculada por medio de suavización exponencial).

Los inventarios deseados (de producto y materia prima) se basan en los *Pedidos Esperados del Cliente*; los ajustes a estos inventarios (órdenes de producción y de materia prima) se basan en la diferencia entre los inventarios deseados y los actuales. Las *Órdenes de Producción* están limitadas por la *Capacidad de Produc-*

ción (18.000 unidades/semana). Una fracción importante de la materia prima es importada, de manera que, en promedio, se demora seis semanas en llegar una vez ha sido colocada la orden de compra (*Demora Entradas de Materia Prima*). Las *Entradas de Materia Prima* están afectadas por el *Factor de Entrega de Materia Prima*, que se calcula como un cociente entre los pagos acumulados efectuados a los proveedores y los pagos acumulados causados; en este punto se presenta el enlace entre la sección operativa y la sección financiera del modelo, por el lado del suministro.

Finanzas

La estructura financiera del modelo se muestra en la Figura 3 y está basada en cuatro variables de nivel:

Cuentas por Cobrar: aumentada por los *Ingresos por Ventas* y disminuida por los *Recaudos*, los cuales a su vez dependen del monto actual de las *Cuentas por Pagar* y de los términos promedio de pago otorgados a los clientes (*Política de Cartera*). El *Precio de Venta* se ha fijado en 10 (valor normalizado). Los *Ingresos por Ventas* constituyen el enlace en-

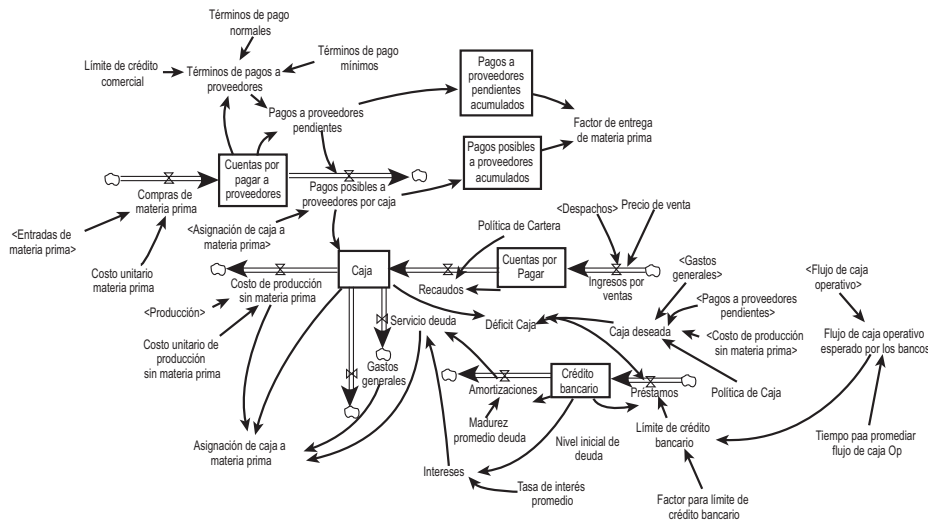


Figura 3. Estructura financiera del modelo

tre la sección operativa y la sección financiera del modelo por el lado de la demanda.

Caja.

Aumentada por los *Recaudos* y disminuida por los costos de producción, los gastos generales y el servicio de la deuda. El costo de producción ha sido dividido en *Pagos Posibles a Proveedores por Caja* y *Costo de Producción sin Materia Prima*, con el fin de modelar la política de pago de la empresa; el efectivo asignado para pagar a los proveedores (*Asignación de Caja a Materia Prima*), equivale al efectivo remanente después de haber restado el *Costo de Producción sin Materia Prima*, los *Gastos Generales* y el *Servicio de la Deuda*, de la *Caja* actual. Como puede verse, esta es una forma de la política de “pago tardío” descrita por varios de los documentos de investigación ya mencionados (Chittenden and Bragg, 1997; Peel et al., 2000; Pejic-Bach, 2003, Rodríguez, 2005).

Cuentas por Pagar a Proveedores.

Aumentada por las *Compras de Materia Prima* y disminuida por los pagos a los proveedores (*Pagos Posibles a Proveedores por Caja*). Los términos de pago cambian de un término negociado de seis semanas (*Términos de Pago Normales*) a un término de una semana (*Términos de Pago Mínimos*) cuando las cuentas por pagar exceden el límite del crédito comercial acordado (*Límite de Crédito Comercial*), en otras palabras, cuando se da esta situación, el proveedor exige pago en efectivo. El cociente entre los pagos acumulados hechos a los proveedores y los pagos acumulados causados define el *Factor de Entrega de Materia Prima*, que a su vez determina qué fracción de la *Orden de Compra* colocada por el productor es finalmente despachada por el proveedor.

Crédito Bancario.

Aumentado por los *Préstamos* y disminuido por las *Amortizaciones*. La firma solicita un préstamo cuando

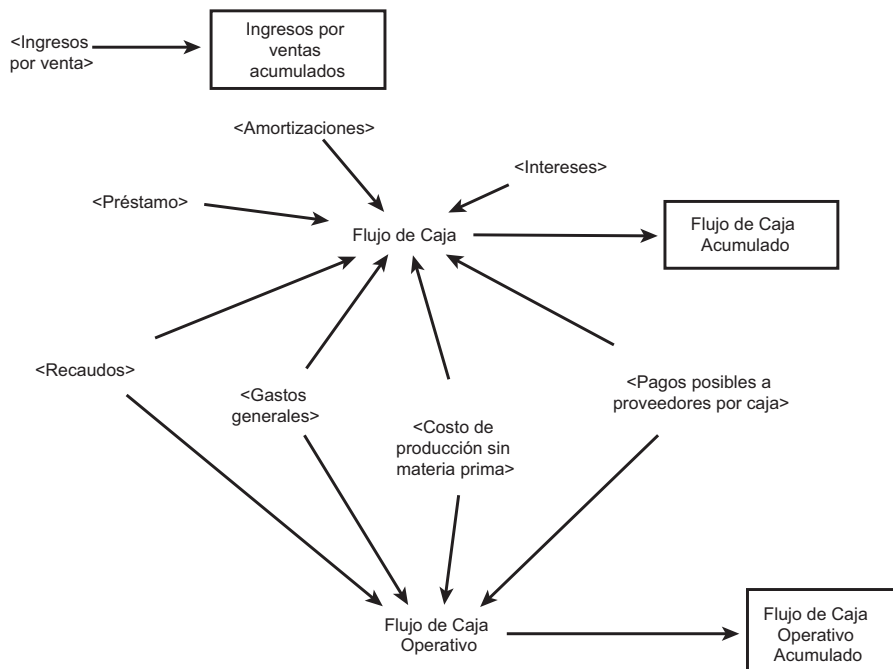


Figura 4. Medidas de desempeño del modelo

la *Caja* actual no es suficiente para cubrir sus necesidades de capital de trabajo (*Caja Deseada*). El cupo de crédito otorgado por el Banco depende de los flujos de caja operativos esperados de la empresa (calculados mediante suavización exponencial). Las *Amortizaciones* se calculan a partir del valor actual del *Crédito Bancario* y la *Madurez Promedio de la Deuda*, y los *Intereses* dependen del valor actual del *Crédito Bancario* y la *Tasa de Interés Promedio*.

Los impuestos no han sido incluidos dentro del modelo con el fin de evitar la complejidad que conllevaría el manejo de las variables asociadas y teniendo en cuenta que los patrones de comportamiento dinámico relevantes pueden observarse sin la inclusión de esta variable, al menos para el caso en estudio.

Medidas de desempeño

Los *Ingresos por Ventas Acumulados*, el *Flujo de Caja Acumulado* y el *Flujo de Caja Operativo Acumulado*, se han incluido en una sección del modelo llamada *Medidas de Desempeño* (Figura 4).

SIMULACIÓN Y ANÁLISIS

Los resultados de la simulación del modelo con los parámetros iniciales (simulación BASE) para *Despachos*, *Pedidos del Cliente*, *Inventario de Producto Terminado* y *Producción*, se muestran en la Figura 5. Como se mencionó previamente, la Necesidad del Cliente sube de 12.000 a 18.000 unidades por día en la quinta semana originando valores de 0 (cero) en la *Producción*, el *Inventario de Producto Terminado* y los *Despachos* y, como consecuencia, los *Pedidos/Cliente*

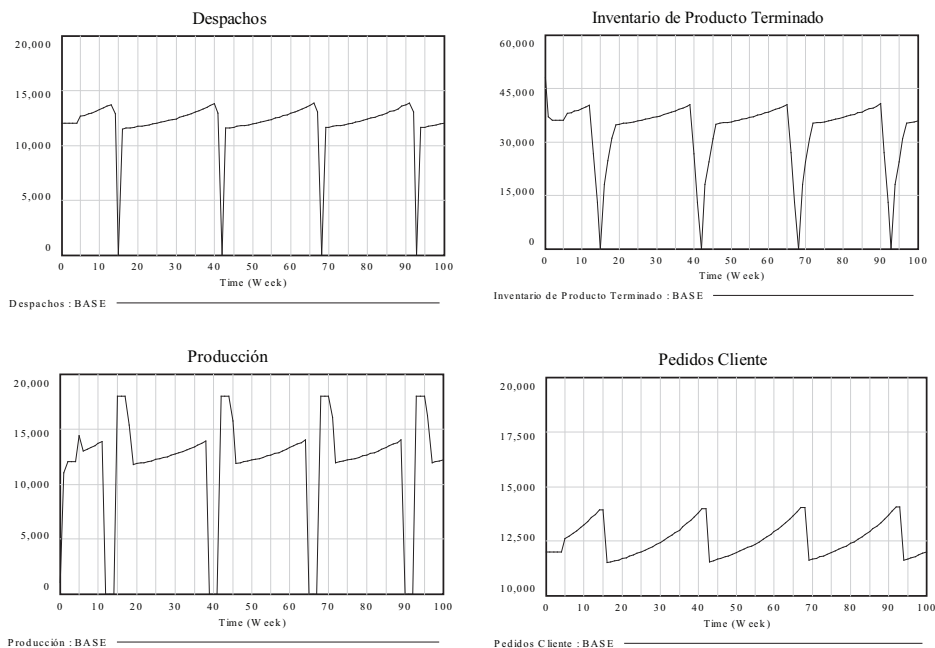


Figura 5. Resultados de la simulación BASE para *Despachos*, *Inventario de Producto Terminado*, *Producción* y *Pedidos Cliente*.

oscilan entre 12.000 y 13.800 unidades/semana.

También se dan valores de 0 (cero) en el *Inventario de Materia Prima*, y el *Factor de Entrega de Materia Prima* cae desde 1.0 hacia valores entre 0.85 y 0.92 a partir de la semana 21. Los Ingresos por Ventas siguen el mismo patrón de estancamiento de los Despachos; el ingreso promedio por ventas en la semana 100 es de \$119.600/semana, básicamente el mismo promedio que se tiene antes del aumento de la demanda (\$120.000/semana). El Flujo de caja Acumulado en la semana 100 es de \$1.6 millones (Figura 6).

Análisis de sensibilidad

Se llevó a cabo un análisis univariado en busca de variables que tuvieran

un efecto significativo sobre los ingresos por ventas y el flujo de caja acumulado. Un análisis cualitativo previo realizado por medio de la herramienta SyntheSim de Vensim, indicó como variables significativas la *Política de Inventario de Producto Terminado*, la *Política de Inventario de Materia Prima*, el *Límite de Crédito Comercial*, la *Madurez Promedio de la Deuda*, y el *Factor para Límite de Crédito Bancario*. Aunque algunos de los análisis muestran una mejora en los ingresos por ventas, ninguno de ellos brinda resultados robustos en cuanto a mejora del flujo de caja acumulado. Las Figuras 7 y 8 ilustran esta situación para el caso de la *Política de Inventario de Producto Terminado* y el *Límite de Crédito Comercial*.

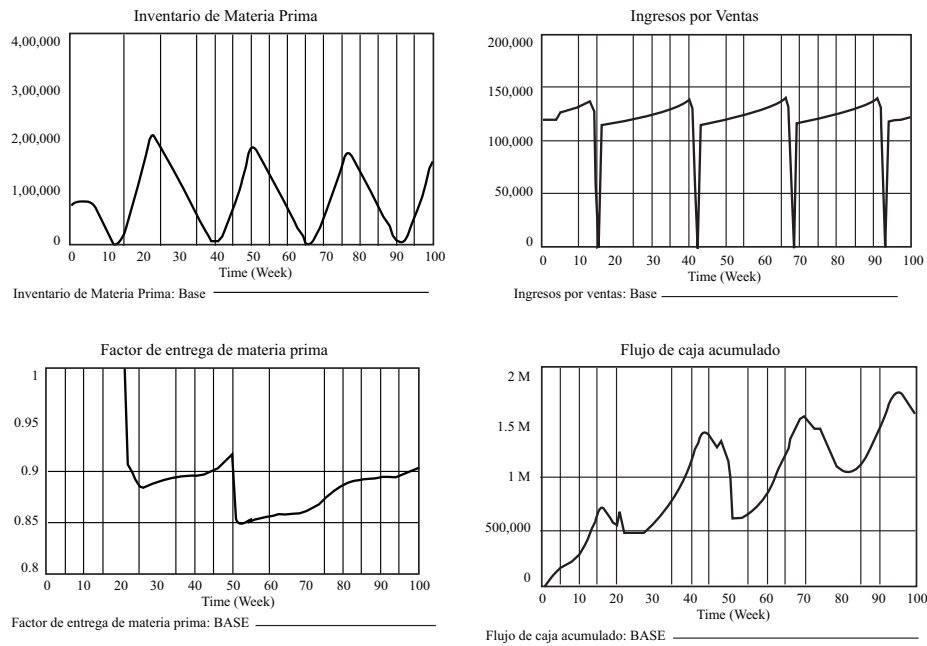


Figura 6. Resultados de la simulación BASE para inventario de Materia Prima, ingresos por Ventas, Factor de Entrega de Materia Prima y Flujo de Caja Acumulado.

La única forma de obtener una mejora robusta en el *Flujo de Caja Acumulado* fue mediante la modificación de varios parámetros de manera simultánea. La Tabla 1 muestra una

combinación de parámetros que brinda la mejora buscada. En la Figura 9 pueden apreciarse los resultados obtenidos.

Tabla 1. Parámetros modificados para obtener una mejora robusta en el Flujo de Caja Acumulado.

Parámetro	Valor Base	Valor de Prueba
Política de Inventario de Producto Terminado	4	6
Política de Inventario de Materia Prima	6	8
Límite de Crédito Comercial	\$1 millón	\$2 millones
Términos Normales de Pago	6	12
Madurez Promedio de la Deuda	50	150
Tasa de Interés Promedio (semanal)	0.005	0.002
Factor para Límite de Crédito Bancario	12	24

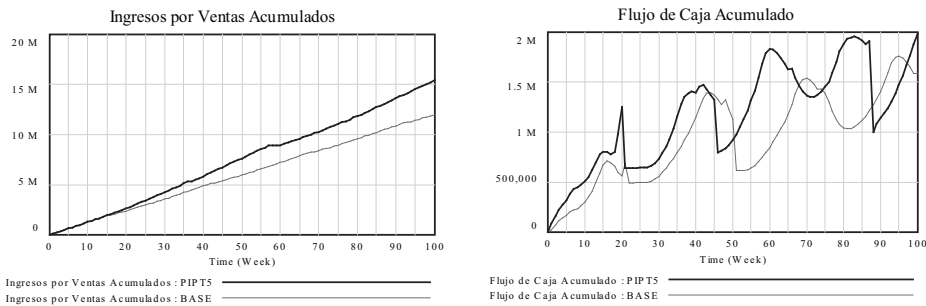


Figura 7. Ingresos por ventas y flujo de caja acumulado para política de Inventario de Producto Terminado de cuatro semanas (curva línea delgada) y de cinco semanas (curva línea gruesa).

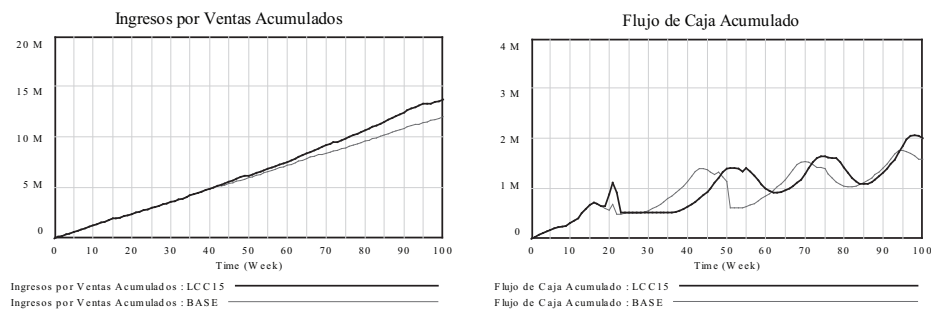


Figura 8. Ingresos por Ventas y Flujo de Caja Acumulado para Límite de Crédito Comercial de \$1 millón (curva línea delgada) y \$1.5 millones (curva línea gruesa)

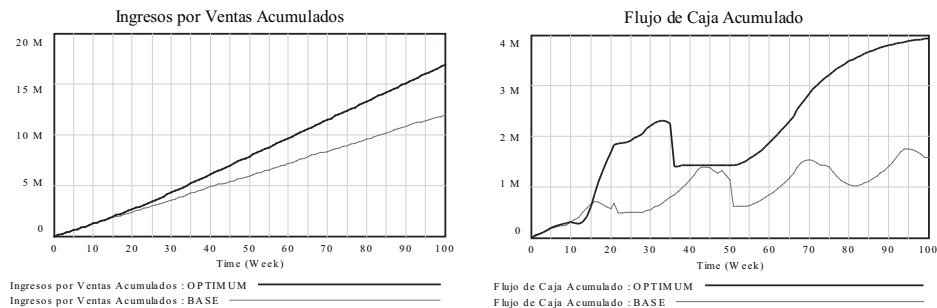


Figura 9. Ingresos por Ventas y Flujo de Caja Acumulado para los parámetros y valores descritos en la Tabla 1. Valor Base (curva línea delgada) y Valor de Prueba (curva línea gruesa).

CONCLUSIONES

- Los modelos basados en dinámica de sistemas pueden ser una herramienta útil para los directivos de las Pymes, quienes tienen que tomar decisiones en medio de la complejidad de su entorno y su

negocio, en donde las soluciones para sus problemáticas estratégicas resultan por lo general más de una combinación adecuada de acciones y políticas que del hallazgo de una causa raíz

- Para el caso en estudio, el acceso a crédito comercial y bancario, y las condiciones de estos créditos, son factores importantes para la supervivencia y crecimiento de la empresa, pero deben ser complementados con unas adecuadas políticas de gestión. Un modelo de dinámica de sistemas puede proporcionar percepciones útiles para el diseño de estas políticas.
- La posibilidad de generalizar los resultados obtenidos en el caso bajo estudio a otras empresas del mismo tipo podría ser objeto de posteriores proyectos de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Bianchi, C. (2002). *Introducing SD modeling to manage SMEs growth*. System Dynamics Review, **18**, 3.
- Cook, P. (2000). *Finance and small and medium-size enterprise development*. Institute for Development Policy and Management, University of Manchester, Working Paper Series, No. 14.
- Chittenden, F.; Bragg, R. (1997). *Trade credit, cash flow and SMEs in the UK, Germany and France*. International Small Business Journal, **16**, 1.
- Kolay, M. K. (1991). *Managing working capital crises: A System Dynamics approach*. Management Decision, **29**, 5.
- Kotey, B. (1999). *Debt financing and factors internal to the business*. Small Business Journal, **17**, 3.
- Peel, M.; Wilson, N. (1996). *Working capital and financial management practices in the small*

firm sector. International Small Business Journal, **14**, 2.

- Peel, M. et al. (2000). *Late payment and credit management in the small firm sector: some empirical evidence*. International Small Business Journal, **18**, 2.
- Pejic-Bach, M. (2003). *Surviving in an environment of financial indiscipline: a case study from a transition country*. System Dynamics Review, **19**, 1.
- Rodriguez, O. M. (2005). *El crédito comercial en las pymes canarias desde una perspectiva multivariante*. Estudios de Economía Aplicada, **23**, 3.
- Saint-Pierre, J. (2002). *La utilización de prácticas de gestión financiera por las PYME: una síntesis de trabajos recientes*, en *Las PYME: Balances y Perspectivas*, Universidad ICESI.
- Sarno, D. (2005). *Liquidity constraint on the production of firms in Southern Italy*. Small Business Economics, **25**, 2.
- Thompson, R. (1986). *Understanding cash flow: a system dynamics analysis*. Journal of Small Business Management, April.
- Trovato, G.; Alfò, M. (2006). *Credit rationing and the financial structure of Italian small and medium enterprises*. Journal of Applied Economics, **9**, 1.

CURRÍCULO

Fernando Antonio Arenas Guerrero. Ingeniero Químico, Universidad Nacional-Bogotá, M. Sc. en Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional-Bogotá. Veinte años de experiencia empresarial

en compañías como Croydon S.A., Productos Petroquímicos S.A., Cabot Colombiana S.A. y Rubbermix S.A., desempeñando la Gerencia de Investigación y Desarrollo, Gerencia de Producción, Gerencia de Operaciones y Gerencia Técnica. Ocho años de experiencia como docente de pregrado y postgrado en la Universidad ICESI y Uni-

versidad Javeriana, en los campos de Aprendizaje Organizacional, Gestión del Riesgo, Pensamiento Sistémico, Dinámica de Sistemas y Simulación. Asesor de la Dirección de Crédito Público y Tesorería del Ministerio de Hacienda y del Banco de la República en el desarrollo de modelos de simulación macroeconómicos y financieros. 