

Simulador de Empresa Alimenticia Utilizando Dinámica de Sistemas

Caminos, Andrés, Gruden, Mónica¹, Romera, Nahue², Maimbil, Edgar¹, Forchino, Verónica*, Gonzalez, Magali**

() Facultad Regional Santa Cruz, UTN.*

Los Inmigrantes 555, Río Gallegos, CP: 9400. andres.caminos@gmail.com

(1) UADE - Lima 717, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, CP: 1073

(2) USAL - Marcelo T. de Alvear 1312 Piso 3, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, CP: 1058

RESUMEN.

El presente trabajo describe la operación continua de una fábrica de producción de alfajores, alimento tradicional de consumo en Latinoamérica, compuesto mayoritariamente de dos tapas de masa cocida, relleno de dulce de leche y cobertura de chocolate. A través del proceso de fabricación y utilizando la dinámica de sistemas, hemos construido un modelo de simulación que permite describir los procesos en las áreas de: abastecimiento, control de calidad, producción, ventas, comercio exterior, marketing, finanzas e indicadores de control de gestión. El modelo permite además analizar el comportamiento continuo de una empresa existente, en producción, que tiene demanda variable de productos terminados, tiempos de entrega aleatorios de provisión de materia prima de parte de proveedores y mercados analizados en base a una política de marketing también asociada al análisis de los resultados financieros del proyecto. Este modelo de simulación fue desarrollado con la intención de contar con un producto para entrenamiento y capacitación de alumnos y docentes en las especialidades de Administración, Ingeniería Industrial, Comercialización, Marketing y también la posibilidad de ser utilizado en escuelas de negocios para capacitación de empresarios y dirigentes de empresas relacionadas con esta actividad. El modelo fue desarrollado en Vensim, versión educativa, con objeto de facilitar a cualquier estudiante o profesor el acceso a las instrucciones, el modelo y detalles de la operación del mismo, para lo cual también hemos desarrollado una página web desde donde se facilita la descarga del mismo. El modelo permite determinar el precio de venta final del producto considerando toda la cadena de distribución desde la producción en una fábrica hasta la disponibilidad final del consumidor en kioscos o puestos de venta. A través de la fijación de márgenes de rentabilidad, participación de mercado y crecimiento de ventas, producto de inversiones o crecimiento de mercado, el modelo analiza la capacidad de operación necesaria para lograr el abastecimiento planificado.

Palabras Claves: Alfajores, Producción, Finanzas, Comercialización, Dinámica de Sistemas.

ABSTRACT

This paper describes the continuous operation of an alfajores production factory, traditional food consumption in Latin America, composed mainly of two covers of pastry, caramel filling and chocolate coating. Through the process of making and using the system dynamics, we have built a simulation model for describing the processes in the areas of supply, quality control, production, sales, foreign trade, marketing, finance and control indicators management. The model also allows to analyze the behavior of an existing business continued in production, which has variable demand of finished products, random delivery times providing raw materials from suppliers and markets analyzed based on a marketing policy also associated with analysis of the financial results of the project. This simulation model was developed with the intention of having a product for training students and teachers in the fields of Management, Industrial Engineering, Marketing, Marketing and also the possibility of being used in business schools to train entrepreneurs and leaders of companies related to this activity. The model was developed in Vensim, educational version, in order to facilitate any student or teacher access to the instructions, the model and details of the operation of it, for which we have also developed a website from which makes downloading thereof. The model allows to determine the final sales price of the product considering the whole distribution chain from production in a factory to end consumer availability at kiosks or stalls. Through setting profit margins, market share and sales growth, investment product or market growth, the model analyzes the operating capacity necessary to achieve the planned supply.

1. INTRODUCCIÓN

El alfajor es un producto alimenticio categorizado dentro de las llamadas golosinas dulces, compuesto por dos tapas redondas de galletitas de un diámetro variable que puede establecerse entre 3 y 8 centímetros, de distintos sabores. Cuenta con un relleno entre las galletitas de unos 5 milímetros aproximadamente, que su componente también puede ser variable. Para cumplir su cometido, tiene que tener principalmente una cobertura que también varía, siendo la más habitual la de chocolate tipo cobertura con base de cacao o merengue de azúcar y huevo. Según el Código Alimentario Argentino [1], en su artículo 132, debemos entender por alfajor “**al producto constituido por dos o más galletitas, galletas o masa horneada, separadas entre sí por rellenos como mermeladas, jaleas, u otros dulces, pudiendo tener un baño o cobertura exterior.**” Así de clara es la definición.

2. PROCESO DE PRODUCCIÓN

2.1. Proceso de Fabricación.

El proceso se inicia con la incorporación de las galletitas en una cinta transportadora, donde la disposición de la misma hará que éstas se ordenen en conjunción de dos dispositivos de forma de embudo, logrando una hilera o fila de espera para un circuito y de forma idéntica para un segundo circuito. En el primer circuito la galletita irá pasando al túnel de carga de relleno donde un pico verterá una cantidad sobre cada una de ellas y de forma consecutiva caerá otra galletita proveniente del segundo circuito, logrando el alfajor. El alfajor se deposita en otra cinta transportadora donde será dirigido a un túnel de bañado donde se le derramará la cobertura, luego pasa por un túnel de refrigeración haciendo que el chocolate se solidifique. Posteriormente, una máquina automática suministra el envoltorio de papel laminado en plástico y aluminio que le proveerá capacidad de vencimiento de aproximadamente 60 días. Luego el alfajor se envasa en unidades de venta que consisten en cajas de cartulina que pueden contener 6, 12 o 24 alfajores. Para garantizar el traslado y almacenamiento, estas cajas de cartulina son puestas en cajas de cartón corrugado, de mayor rigidez y que pueden contener 24, 48 o 72 alfajores. La siguiente figura resume el proceso de producción de alfajores en nuestro modelo.

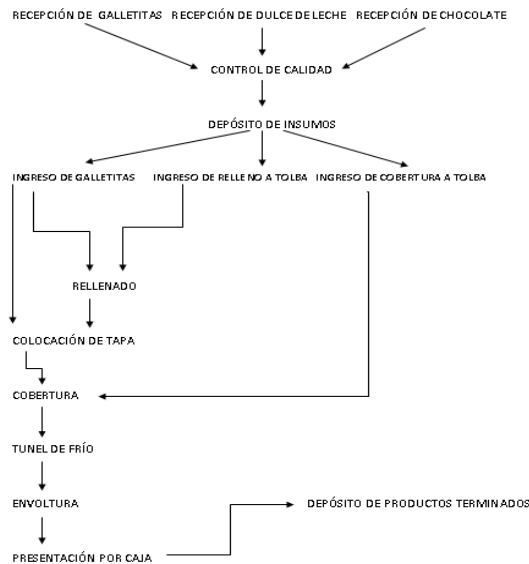


Figura 1. Diagrama del Proceso de Producción. Fuente: Información Propia

2.2 Estimación de la Demanda

El alfajor figura como el artículo más vendido en los quioscos del país y representa un negocio con más de 7500 millones de pesos argentinos anuales, que se nutre de los más de seis (6) millones de unidades que cada día se consumen en el mercado interno, que define un consumo de más de 1500 millones de alfajores anuales. El consumo de alfajores crece a un ritmo de 4.5% a 5% anual, unos 68 a 75 millones de unidades anuales según información de consultoras especializadas y estadísticas gubernamentales [2]. El 75% del mercado está concentrado en grandes y primeras

marcas (no más de diez) y el 25% restante del mercado se reparte entre cerca de 100 productores con distinta capacidad de producción.

2.3 Dimensionamiento de Capacidad

Nuestra empresa seleccionada, actualmente en funcionamiento tiene una capacidad de producción de 50,000 unidades diarias (unos 12.5 millones de unidades anuales). Trabaja tres turnos diarios de 8 horas cada uno y en promedio opera en producción 250 días hábiles por año. Consta de una sola línea de producción del tipo semi automática que ocupa aproximadamente 35 personas entre operarios, supervisores y jefaturas.

3. ESTADO DEL ARTE

Lamentablemente, en el área de Dinámica de Sistemas, no encontramos trabajos relacionados o similares a este proyecto específico sobre el cual podamos referenciar y valorar lo hecho.

Solamente encontramos buenas referencias de modelos financieros cuantitativos estáticos, información de crecimiento de mercado [3], opiniones y encuestas sobre el consumo en nuestro país (Argentina) y Latinoamérica [4], volúmenes de exportación, análisis de mercado, vía estadísticas oficiales [2], proyectos de inversión financiera para instalación de plantas industriales de producción de alfajores tanto en América como Europa, fabricantes de maquinarias, pero nada relacionado con la aplicación de pensamiento sistémico para el desarrollo de simuladores de este tipo de negocios. Con la colaboración de profesionales de los sectores de comercio exterior, finanzas corporativas, producción y abastecimiento, marketing y estrategia empresarial, nuestro grupo de trabajo, reunió el conocimiento y la experiencia de cada integrante para que el aporte de cada módulo sea lo más representativo de la realidad del comportamiento empresarial de nuestro país, teniendo en cuenta las dificultades de las empresas pymes y los mercados a los cuales se dirige este tipo de productos. El mercado de simuladores de negocios es grande y muy completo, pero la mayoría está orientado a metodologías del hemisferio norte que difieren en su aplicación por la idiosincrasia de nuestro país que presenta mercados oscilantes, alta incertidumbre y mucho riesgo para emprendedores. No obstante por los informes de las cámaras sectoriales, la venta de alfajores continúa en expansión y los productos argentinos alcanzan prestigio internacional de calidad. Pensamos que este trabajo puede contribuir a difundir la aplicación de la Dinámica de Sistemas al tratamiento de sistemas complejos, mayormente tratados por la simulación discreta a través de una gran diversidad de productos.

4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Nuestro objetivo fue construir un simulador de una empresa de producción de alimentos que pueda ser utilizado para instrucción y capacitación de los alumnos de nuestras universidades que cursan carreras de Ingeniería Industrial, Administración y Finanzas. Intentamos reproducir mediante la dinámica de sistemas la mayoría de las operaciones que comprende la producción de productos terminados en una empresa PYME. Elegimos un solo producto como representativo de todo el proceso, un alfajor simple de dos tapas con relleno de dulce de leche y cobertura de chocolate, pero el modelo permite también ser extendido a la producción de alfajores categoría Premium o con otros tipos de relleno. Hemos elegido Vensim PLE [9] como herramienta de simulación de nuestra planta de producción de alfajores. El modelo está estructurado en varios sectores que pueden resumirse en el siguiente diagrama causal. El diagrama causal no es exhaustivo y comprende más información resumida en un nombre genérico.

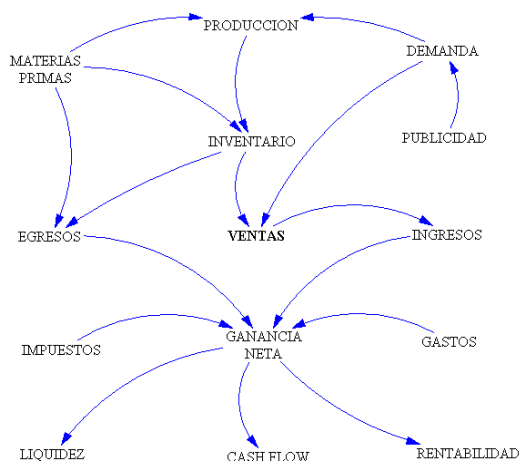


Figura 2: Diagrama Causal del Proceso de Producción. Fuente: Elaboración Propia

A través del diagrama causal anterior podemos definir los siguientes sectores:

- a) **Inventarios.** Trata el abastecimiento de materias primas y el manejo de productos terminados
- b) **Marketing.** Define el tamaño del mercado basándose en estimaciones de crecimiento y participación junto a la política de inversión en publicidad.
- c) **Producción.** Comprende la fabricación de alfajores, el consolidado en unidades de ventas y el consolidado en unidades de transporte
- d) **Determinación de Precios.** Permite la determinación del precio a “salida de fábrica” y los precios de la cadena de intermediación hasta el precio para el consumidor, eslabón final de la cadena.
- e) **Ventas.** Comprende la venta a mercado interno y externo asumiendo porcentuales de exportación.
- f) **Egresos.** Se refiere a la compra de materia prima, los gastos de personal y los costos indirectos
- g) **Ingresos.** Resume la operatoria de cobranzas de mercado interno y externo junto a los plazos de pago
- h) **Gastos.** Comprende todos los gastos de comercialización, administración, exportación y costos financieros.
- i) **Impuestos.** Resume los importes a pagar en concepto de Impuesto a las Ganancias.
- j) **Ganancia Bruta.** Resumen de Ingresos, Egresos, Gastos e Impuestos
- k) **Liquidez.** Manejo de la liquidez (de efectivo diario)
- l) **Cashflow.** Proyección de disponibilidades mensuales de flujo de caja.
- m) **Rentabilidad.** Analiza márgenes de ganancia y determina el precio final del producto tanto a nivel fábrica como el de venta al público.
- n) **Indicadores.** Para control de Gestión
- o) **Resultados Financieros.** Analiza el resultado de la operación del negocio

El modelo comprende desde la compra y recepción de materia prima, hasta la determinación del precio de venta final al público considerando toda la cadena de abastecimiento. Describiremos a continuación la operatoria de cada módulo por separado.

5. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS

5.1 Módulo Inventarios

Este módulo calcula las necesidades de reposición de materias primas en función del análisis continuo de un Punto de Pedido fijado de antemano para cada una de las Materias Primas que participan en el proceso.

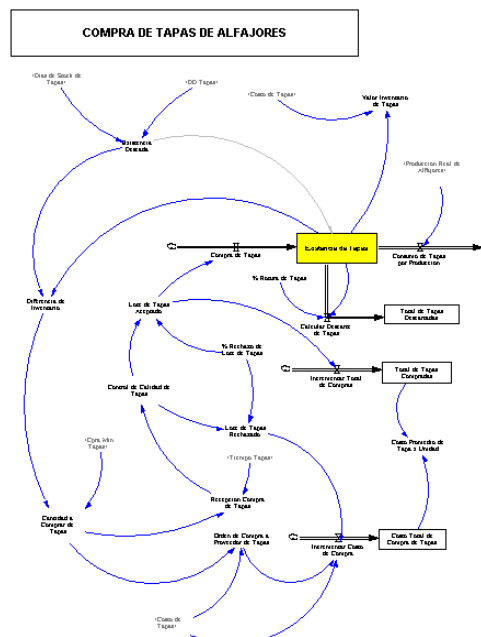


Figura 3: Abastecimiento de Materias Primas. Tapas de Alfajores

El proceso compara de manera permanente el stock de materia prima, contra un stock deseado fijado como una referencia para producir un abastecimiento de 15 días, considerando que el tiempo de provisión de la materia prima se estima en 5 días desde el momento que el proveedor

recibe la orden de compra. Suponemos que en nuestro modelo se compra lo necesario para reponer el Punto de Pedido, partiendo de la base que existe una compra de cantidad mínima. Una vez determinada la cantidad a comprar y conocido el precio de compra, generamos la orden de compra para incrementar Cuentas a Pagar y esperamos la recepción del material. El material recibido es inspeccionado y mediante una función aleatoria con 2% de probabilidad, todo el lote de compra puede ser rechazado o aceptado según el control de calidad. Si el lote comprado es aceptado aumenta las existencias de materias primas y suma cantidades compradas e importes para ir calculando precios de compra promedios a la vez que también calcula el último precio de compra si es que para el periodo de 1 año simulado tuvo variaciones en su valor. El stock de materia prima se supone que por manipuleo puede tener un porcentaje de 1% de roturas, lo cual disminuye la cantidad de existencia en este valor. Este proceso es similar para las 7 materias primas (tapas de alfajor, dulce de leche, chocolate cobertura, envoltorio del alfajor, cajas de cartulina para presentación y cajas de cartón para almacenaje y transporte. El módulo también calcula el valor del inventario en todo momento.

5.2 Módulo de Marketing

Este módulo analiza las variaciones en la demanda del producto. Esta se supone que varía por incremento natural del mercado en un valor de 5% anual y por una inversión en publicidad sobre el producto de la empresa. La empresa destina el 10% de sus ingresos por ventas a campañas de publicidad por lo cual la demanda del producto se incrementa también por esta vía. Hemos desarrollado una función que relaciona la inversión en publicidad del producto con el incremento porcentual de la demanda que podemos esperar. Esta variación oscila en un rango de $\pm 10\%$. La demanda se calcula diariamente por lo que cada día, el volumen a producir varía generando algunas oscilaciones de los inventarios que se deben compensar.

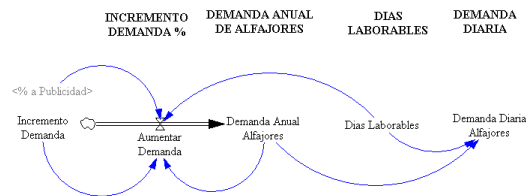


Figura 4: Análisis del Crecimiento de la Demanda.

5.3 Módulo de Producción

Este módulo se ocupa de generar la producción de alfajores necesaria para reponer el inventario de producto terminado a un nivel de punto de pedido prefijado para un abastecimiento de 15 días de consumo. La determinación de cuando producir se determina comparando por un lado la cantidad necesaria para restablecer el nivel de existencia deseado (punto de pedido) y la mínima cantidad de materia prima de cada componente disponible. Esto es, se produce el mínimo entre la cantidad a reponer para restablecer el punto de pedido y la máxima cantidad que puede ser fabricada según la menor existencia de materia prima disponible para alguno de los componentes.

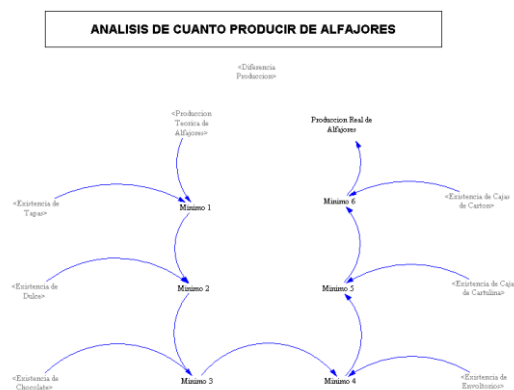


Figura 5: Determinación de Cuanto Producir

Una vez determinada la cantidad a fabricar, esta debe compararse contra la capacidad de producción de la empresa y nuevamente se determina la cantidad mínima entre ambas. Estimamos un tiempo de producción de 1 día para el total de productos terminados al definir la demanda diaria. Al finalizar la producción se incrementa el stock de productos terminados y se aceptan dos parámetros: 1) existe un 1% de producto que se rompe y una cantidad variable entre 0 y 2% de material que se considera vencido o próximo al vencimiento por no haberse vendido. Se

supone un vencimiento de 30 días máximo dentro del inventario de la empresa y 60 días máximos desde su elaboración para el consumo por el usuario final.

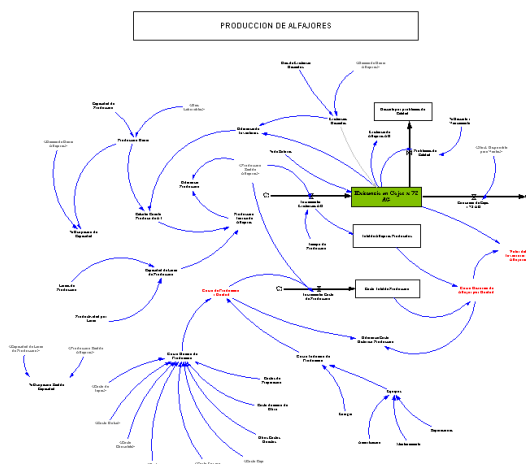


Figura 6: Módulo de Producción de Alfajores

Los productos envasados individualmente, se agrupan en 12 unidades en una caja de cartulina que sirve como presentación y estos en una caja de cartón con mayor rigidez que contiene 6 unidades de cartulina (72 alfajores en total) para facilitar el estibaje, manipuleo y transporte hasta el destino final. Con la cantidad a producir se determina el Costo Directo de Producción, que involucra las materias primas, el costo de mano de obra, el costo de la preparación (setup) de los equipos y otros costos directos. También se calcula el Costo Indirecto de Producción que agrupa el costo de uso de energía para los equipos de producción, las amortizaciones, el mantenimiento y reparaciones de los equipos afectados. Todo esto determina el Costo de Producción que al dividir por la cantidad producida determina el Costo de Producción por unidad de producto. El módulo también acumula los costos de cada producción para el análisis de resultados posterior.

5.4 Módulo Determinación de Precios

El objetivo de este módulo es calcular el precio de venta a la salida de fábrica y el precio en cada eslabón de la cadena de comercialización hasta el precio final que paga el consumidor. Asumimos que la rentabilidad se calcula como un porcentaje sobre el costo de producción del producto y ajustando este valor podemos medir el precio final del producto y compararlo con precios de la competencia.

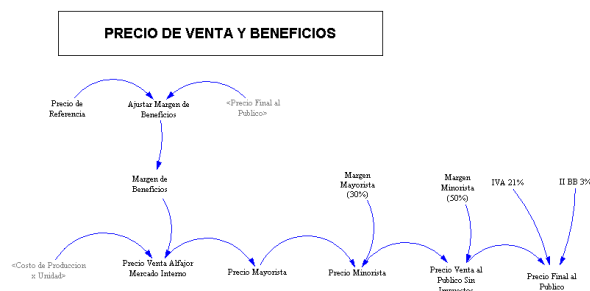


Figura 7: Cálculo de Precio Final

La cadena de comercialización incluye: la empresa con su producción, el distribuidor, el mayorista, el comercio minorista y el consumidor final. A lo largo de esta cadena de abastecimiento se han establecido porcentajes de rentabilidad razonables y que en conjunto permiten determinar el precio final del producto. Más del 100% del valor del precio relativo al costo de producción, se debe a la cadena de comercialización. Por último el comercio minorista incluimos un mínimo de impuestos al consumo (IVA e Ingresos Brutos).

5.5 Módulo de Ventas

Como la demanda diaria es variable, se analiza lo que está en condiciones de poder venderse. Si la demanda resulta ser superior a la existencia disponible, la diferencia que no se puede vender se calcula como Venta Perdida. Por el contrario, la venta será todo lo que se posea en existencia. La venta de productos de nuestra empresa modelo se divide en 40% al mercado externo y 60% al mercado interno. Comparativamente el precio de venta del mercado externo es 4 veces mayor que

el de mercado interno, por lo tanto los ingresos de dinero son significativos. La venta al mercado interno a través de la cadena de comercialización se establece con plazo de pagos a 30 días y la de mercado externo el plazo de pago se estima en 90 días posteriores a la facturación. A fin de reducir gastos, se calcula que se exportará cada 20 días, consolidando durante este tiempo el inventario disponible. Diariamente se separa el inventario resultante de Demanda Diaria – Venta Mercado Interna y se descuenta del stock principal, acumulado esta cantidad para exportar.

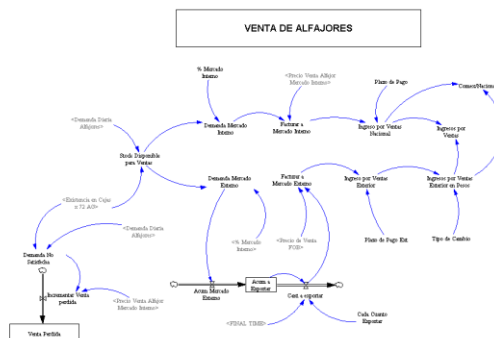


Figura 8: Módulo de Ventas Interior y Exterior

Los ingresos pasados los plazos de ventas, se calculan a moneda corriente (pesos argentinos) utilizando tipos de cambio variables según una evolución programada de devaluación diaria existente en nuestro país. Estos flujos de fondos constituyen los Ingresos que usan los módulos posteriores.

5.6 Módulo de Estado de Resultados

A partir del ingreso por ventas nacionales y del exterior, las compras de materias primas, el costo directo de producción y todos los gastos directos se determina la utilidad bruta de la explotación. A este valor se le deducen los gastos de exportación (estimados en 15% del importe total de venta de exportación), los gastos de explotación (10% gastos de ventas, 7% gastos de administración y 3% de gastos de distribución y logística), los gastos de resultados comerciales (intereses de préstamos a amortizar por capital de trabajo) o excedentes temporales de liquidez que pueden ser canalizado a través de alguna inversión de oportunidad que genere beneficios adicionales tales como plazo fijo, derivados, etc.; los gastos en publicidad (10% del ingreso de ventas). Con todo ello, se determina la Utilidad Neta, a la cual posteriormente se le deducirán los pagos en conceptos de impuestos a las ganancias (35% de la utilidad bruta) y se determinará el flujo de caja disponible o cash flow. Asumimos en nuestro modelo que el único impuesto que se considera es Ganancias, porque inevitablemente debe recaer sobre las ventas y flujo de caja de la empresa. Se calcula la disponibilidad de manera diaria y acumulativamente se calcula mensual para poder proyectar un estado de resultados, diario y mensual.

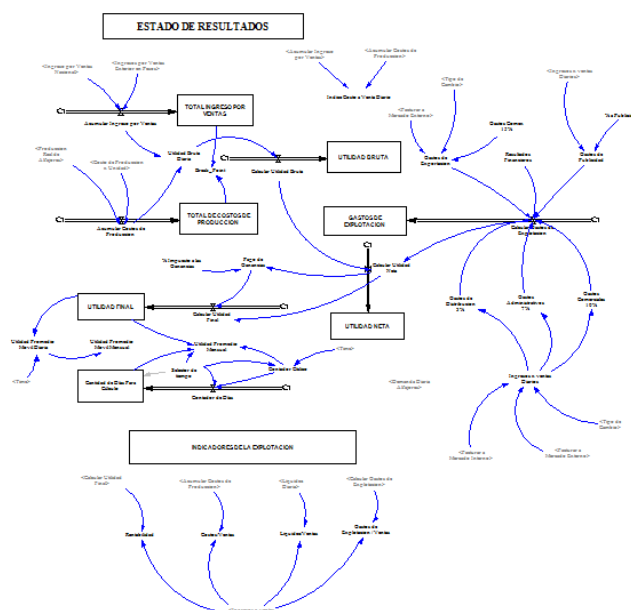


Figura 9. Módulo de Estado de Resultados

A partir del conocimiento de todos los componentes que participan en el cálculo de la Utilidad Bruta, se calculan algunos indicadores tales como: Rentabilidad Diaria, Relación de Costo a Ventas, Relación de Liquidez a Ventas y Relación de Gastos de Explotación a Ventas con el objetivo de diariamente tener un control financiero de la producción venta y comercialización de alfajores.

5.7 Módulo de Liquidez Operativa

Este módulo determina diariamente la liquidez de la explotación considerando para su cálculo los ingresos por ventas, los plazos de cobranzas, los pagos por compras a proveedores de materias primas, los pagos de gastos de explotación y otros gastos que disminuyen el valor de la liquidez. El modelo intenta de todas maneras que la liquidez sea siempre positiva por eso es que pueden ajustarse los plazos de pago y cobranzas para que no existan descalces financieros que impidan a la empresa disponer de capital de trabajo y le obligue a contraer deuda para afrontar sus compromisos. La liquidez se calcula de manera diaria y mensual para reflejar el comportamiento de la variación del capital de trabajo.

5.8 Módulo de Valor del Inventario

Tanto el inventario de materias primas como el inventario de productos terminados, generan costos en conceptos de Tenencia de Inventarios o Capital Inmovilizado que también debe ser tenido en cuenta en el estado de resultados. Se busca en el modelo que tanto el inventario de materias primas como el de productos terminados permitan un abastecimiento normal de la producción y la venta por un plazo al menos de 15 días.

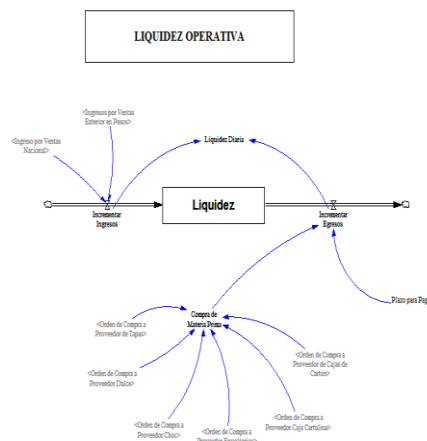


Figura 10. Módulo de Valuación de Inventarios

6. ANÁLISIS DE LAZOS DE REALIMENTACIÓN

En cada una de las materias prima que componen el producto final, detectamos los loops principales del sistema, que junto a las demoras o retardos incorporadas en los tiempos de provisión por parte de los proveedores se incorpora una estructura compleja de muchos lazos de realimentación que producen oscilaciones manejables en las existencias tanto de materias primas como de los productos terminados.

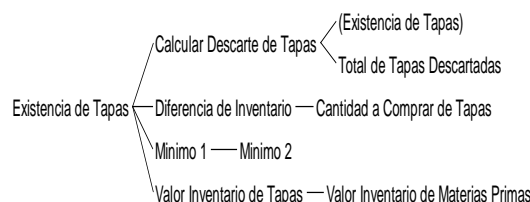


Figura 11. Análisis de Causalidad de Variable de Nivel: Existencia de Tapas de Alfajor

Podemos ver en la figura siguiente, los distintos loops, similares, que se producen en cada materia prima.

Loop Number 1 of length 1
Existencia de Tapas
Calcular Descarte de Tapas
Loop Number 2 of length 6
Existencia de Tapas
Diferencia de Inventario
Cantidad a Comprar de Tapas
Recepcion Compra de Tapas
Control de Calidad de Tapas
Lote de Tapas Aceptado
Compra de Tapas
Loop Number 3 of length 8
Existencia de Tapas
Minimo 1
Minimo 2
Minimo 3
Minimo 4
Minimo 5
Minimo 6
Produccion Real de Alfajores
Consumo de Tapas por producción

Figura 12: *Detalle de loops de realimentación en materias primas*

Como dijimos, estos loops sumados a los retardos en los tiempos de provisión, producen este tipo de comportamiento de las existencias de cada materia prima, donde observamos una leve oscilación, pero con tendencia clara hacia un promedio de existencias definido para abastecer un periodo de 15 días a la producción.

La figura siguiente muestra las oscilaciones de las existencias de una de las materias primas producto de estos retardos y lazos de realimentación.

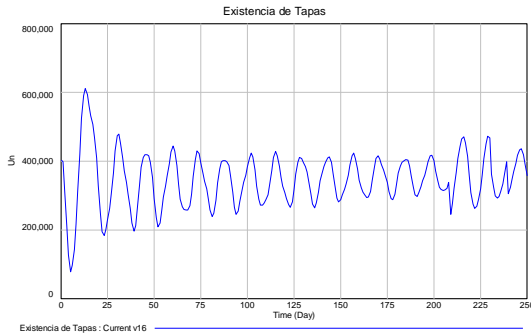


Figura 13: *Variación de Existencias de Materias Primas*

Esta oscilación de las variaciones en las existencias de materias primas, está producida también por el retardo de las distintas compras donde hemos supuesto la siguiente función: SMOOTH (Cantidad a Comprar de Tapas , Tiempo Tapas), que produce una suave oscilación, lo cual es equivalente a especificar que la provisión de materia prima proveniente de la compra no es en un único momento, sino que el proveedor entrega de manera programada durante el tiempo que dura el abastecimiento o la compra.

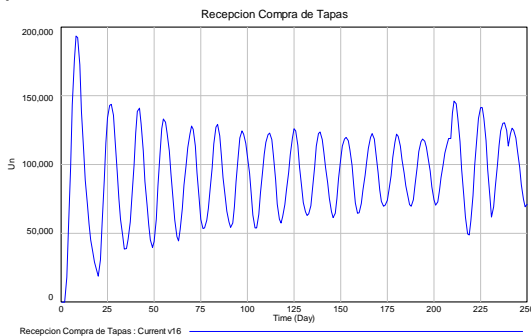


Figura14: *Oscilación producto del Retardo producido en la provisión de Materias Primas.*

De haber asumido una función de incremento de materias primas más estricta, tal como STEP, o PULSE TRAIN, el sistema presenta grandes oscilaciones que dificultan la convergencia de las distintas existencias. Consideremos que este problema se repite 7 veces, una por cada materia prima y que todos impactan en la producción del alfajor.

En el módulo de producción, observamos la presencia de los siguientes loops o lazos de realimentación:

```

Loop Number 1 of length 1
Existencia en Cajas x 72 AG
Problemas de Calidad
Loop Number 2 of length 2
Existencia en Cajas x 72 AG
Stock Disponible para Ventas
Consumo de Cajas x 72 AG
Loop Number 3 of length 11
Existencia en Cajas x 72 AG
Diferencia de Inventarios
Calcular Cuanto Producir de AT
Produccion Teorica de Alfajores
Minimo 1
Minimo 2
Minimo 3
Minimo 4
Minimo 5
Minimo 6
Produccion Real de Alfajores
Incrementar Existencias AG
    
```

Figura 15: Lazos de Realimentación en las Existencias de Productos Terminados

Como consecuencia de estos loops y de los incrementos diarios de la demanda, la existencia de productos terminados a lo largo del tiempo tiende a converger en los valores pronosticados, suficientes para un abastecimiento a ventas durante 15 días en promedio. A diferencia de la materia prima, en este módulo asumimos que la producción es diaria y que la misma se incorpora toda junta al finalizar el día a través de la función DELAY FIXED(Produccion Real de Alfajores/72, Tiempo de Produccion , 0), donde la variable auxiliar Tiempo de Producción está fijada en 1 día.

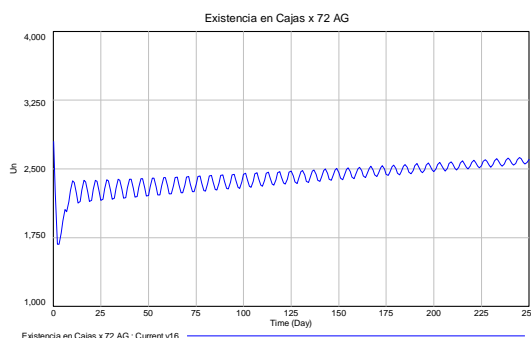


Figura 16: Variación de Existencias de Productos Terminados

La oscilación en los niveles de existencia de productos terminados se debe también a los diferentes retardos (funciones smooth) que tienen las materias primas en su proceso de obtención y también a la competencia entre las disponibilidades para poder fijar el nivel de la producción real según la menor disponibilidad de existencia de las distintas materias primas.

El ultimo modulo donde encontramos un lazo de realimentación pequeño es en el módulo de Ventas, donde acumulamos productos terminados para exportar de manera programada cada 20 días.

```

Loop Number 1 of length 1
Acum a Exportar
Cant a exportar
    
```

Figura 17: Lazo de Realimentación en Módulo de Ventas

La variable de Nivel Acum. a Exportar, como consecuencia de este loop presenta el siguiente comportamiento, donde observamos una acumulación programada durante 20 días y luego al producirse la exportación, la existencia a exportar cae a cero, comenzando un nuevo ciclo.

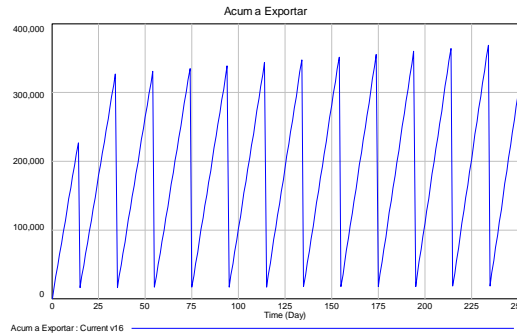


Figura 18: Variación de la Variable Cantidad a Exportar.

El resto de los módulos que componen el simulador no presentan loops de realimentación, sino que utilizan la información generada para obtener indicadores y distintos resultados.

7. EXPERIMENTACIÓN CON EL MODELO

Una vez que depuramos y validamos el funcionamiento del modelo comenzamos a experimentar con el mismo buscando encontrar los puntos de apalancamiento que permiten mejorar la rentabilidad y la liquidez del proceso en general. En la experimentación descubrimos algunas cosas interesantes, por ejemplo:

- a) Si toda la producción se destina a mercado interno, el proyecto genera una rentabilidad negativa, por lo que para poder cubrir costos del producto debería mejorarse el margen de rentabilidad sobre el costo del producto en un valor superior al 100%, lo que genera un precio final del producto con un valor que oscila en un 30% por encima de productos de la competencia más consolidados.
- b) Encontramos que el mix de venta debería ser 60% de venta a mercado interno y 40% de venta al mercado externo, donde el precio FOB del producto es 4 veces superior al de venta a consumo interno. Aun con un plazo de cobro de exportación en el orden de 90 a 120 días, genera suficiente rentabilidad para tener siempre liquidez operativa positiva.
- c) También encontramos que la relación Precio de Venta / Costo de Producción debería estar en 1.40, esto es con un margen de rentabilidad del 40% sobre el costo de producto. De esta manera el precio final de venta al público resulta competitivo, ubicándose en el precio promedio de mercado donde compiten más de 40 primeras marcas distintas.
- d) De continuar el crecimiento del mercado en el orden de 5% anual promedio, dentro de 1 año habrá que pensar en ampliar la capacidad de producción a causa de una mayor demanda y publicidad del producto asociada a una mejor campaña de marketing. Actualmente, en el simulador, estamos trabajando en el 90% de la capacidad de producción promedio con una sola línea de producción de 10 canales de armado del producto que permiten una producción diaria del orden de 5000 alfajores.
- e) Al considerar la posibilidad de ampliación de la capacidad de producción deberemos considerar en nuestro modelo económico la depreciación y amortización de los nuevos bienes y la posibilidad que el financiamiento puede ser sostenido con el aumento de producción o con endeudamiento externo.

Como dijimos al comienzo, el objetivo de este proyecto fue desarrollar un simulador interactivo de una empresa de alimentos, con el cual alumnos de carreras de ingeniería y negocios puedan experimentar las operaciones de una empresa real en funcionamiento. Durante el primer cuatrimestre del 2013, se realizaron actividades con este simulador en dos cursos de Simulaciones de Negocios en la Universidad Argentina de la Empresa, UADE [10]. La experiencia fue muy enriquecedora en lo que respecta a interpretación de consignas, presentación de informes, y detección de errores comunes en los alumnos. Con respecto a la aplicación del modelo de fábrica de alfajores, pensamos en ampliar los temas a tratar y permitir al alumno el “qué pasa si” sobre el modelo, para poder plasmar las respuestas con los efectos mostrados en gráficos para la presentación de mejores informes. En el juego de roles los alumnos tomaron conciencia de las consecuencias de sus decisiones y plantearon alternativas viables para la acción correctiva por lo que para el segundo cuatrimestre se amplían los temas incluyendo selección de personal.

Las ventajas que se logran con esta simulación son:

- 1) Experimentar con un modelo real, con un entorno que se puede investigar y con valores concretos. Se baja la abstracción ya que al momento, se simulaba con modelos ingleses en libras esterlinas.
- 2) Se procesa *in situ* las decisiones permitiendo explicar al alumno los errores en la toma de decisión.

3) Se ven distintos tipos de simuladores siendo muy importante el modelo de fábrica porque es de caja transparente y el alumno puede ver las operaciones y las variables vinculadas. Los micro mundos de simulación con los que estábamos trabajando eran de caja negra por lo que había operaciones o efectos demora que debíamos inferir.

4) Se desarrollan distintas competencias en el alumno que debe analizar la información que busca en Internet, seleccionar solo la actualizada e importante, decidir con respaldo de decisiones en herramientas clave como punto de equilibrio, BCG, etc.

5) En el modelo de fábrica de alfajores se integra las áreas organizacionales para concluir en indicadores de gestión. En el roll playing debe expresarse correctamente las acciones justificando decisiones y desarrollando su espíritu crítico.

Entre las Desventajas podemos decir:

1) Actualización periódica frente a cambios de contexto o cambio en los valores. Dependiendo de la inflación, los cambios en los precios de la materia prima, en el tipo de cambio y en los sueldos quedan alterados los valores ingresados al modelo, lo que obliga a una reconfiguración más rápida.

2) Demora o tiempo que se necesita para capacitar previamente a los docentes para que puedan interpretar el modelo en Vensim o dar un feed back lógico al alumno luego de la simulación de competencia en el mercado de alfajores.

La recepción de los alumnos fue muy buena y demostraron mucho interés en como evaluar un negocio complejo desde la óptica del pensamiento sistémico y la dinámica de sistemas, pues cada modificación que el alumno desee realizar, puede observar los resultados inmediatamente en su estado de resultados.

El objetivo de este aprendizaje es que los alumnos aprendan a conocer cuáles son las variables más importantes en un negocio y como están relacionadas para ver el impacto de pequeños cambios en los resultados.

8. CONCLUSIONES

Nuestro objetivo fue construir un modelo de simulación dinámica sobre una empresa de producción de alimentos y en una primera etapa lo hemos conseguido. Estamos mejorando el simulador para que el operador tenga menos variables sobre las que tomar decisiones y a través de nuevas relaciones, el modelo pueda reconfigurarse y recalcular automáticamente los resultados financieros de la explotación que en definitiva son los que más interesan en este tipo de productos. Como resumen de este trabajo hemos habilitado en internet una página <http://alfajorsimulador.wordpress.com/> donde cualquier persona puede conocer cómo actuar y ejecutar con el modelo y también puede obtener para uso personal una copia del simulador para poder analizar los resultados de su interacción. También encontrará en la página de internet, las consignas para utilizarse en un curso de simulación de negocios en las cuales el participante debe tomar decisiones sobre un negocio en marcha buscando de todas maneras que el mismo continúe creciendo.

9. BIBLIOGRAFÍA

[1] Código Alimentario Argentino. Sitio web: www.anmat.gov.ar

[2] "Golosinas y Productos de Confitería." Informe del Ministerio de Relaciones exteriores y Cultos de Argentina, 2011

[3] "El chocolate fue el rey en la Semana de la Dulzura." 24/01/2013. 24con.infonews.com/2013/01/02/nota/70236-el-chocolate-fue-el-rey-en-la-semana-de-la-dulzura/

[4] "Alfajor a prueba de crisis". La Voz del Interior. 27/11/2011. www.lavoz.com.ar/cordoba/alfajor-prueba-crisis.

[5] Moreno, José Eladio. (2008). "Guía Teórica y Práctica del Comercio Exterior". Octava Edición. Editorial Dykinson.

[6] Sapag Chain, Nassir. (2001). "Proyectos de Inversión Formulación y Evaluación". Primera Edición. Editorial Pearson Prentice Hall.

[7] Ballou, Ronald H. (2005). "Logística: Administración de la cadena de suministro". Segunda Edición. Editorial McGraw-Hill.

[8] Sullivan, Daniel. (2004). "Negocios Internacionales". Décima Edición. Editorial Pearson Prentice Hall.

[9] Ventana Systems. Sitio web: www.vensim.com

[10] Universidad Argentina de la Empresa – UADE, Buenos Aires, Argentina. Sitio web: www.uade.edu.ar