

**Elaboración de un modelo de programación lineal para
la planificación de producción de productos de cerdo en
la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas de la
EAP, Zamorano**

Rolan Antonio De la Cruz Quim

Honduras
Diciembre, 2005

ZAMORANO
CARRERA DE GESTIÓN DE AGRONEGOCIOS

**Elaboración de un modelo de programación lineal para
la planificación de producción de productos de cerdo en
la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas de la
EAP, Zamorano**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para
optar al título de Ingeniero en Agronegocios en el grado
académico de Licenciatura.

Presentado por:

Rolan Antonio De la Cruz Quim

Honduras
Diciembre, 2005

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Rolan Antonio De la Cruz Quim

Honduras
Diciembre, 2005

**Elaboración de un modelo de programación lineal para
la planificación de producción de productos de cerdo en
la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas
de la EAP, Zamorano**

Presentado por:

Rolan Antonio De la Cruz Quim

Aprobado:

Ernesto Gallo, M.Sc.
Asesor Principal

Ernesto Gallo, M.Sc.
Director Carrera de Gestión
de Agronegocios

Adela Acosta Marchetti, D.C.T.A.
Asesor

George Pilz, Ph.D.
Decano Académico

Guillermo Berlioz, B.Sc.
Coordinador de tesis y pasantías

Kenneth Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A mí querida familia.

A los amigos que siempre estuvieron a mi lado.

A los seres queridos que desde el cielo me acompañan.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por el apoyo que siempre he tenido.

A Dios por iluminar siempre mi camino.

Al personal administrativo del Centro Zamorano del Emprendedor (Lic. Carlos Samayoa, Ricardo González y Thania Pérez) por su apoyo, guía y amistad brindada.

A la Dra. Adela Acosta y a todo el personal de la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas por el apoyo brindado en la elaboración de este proyecto.

Al claustro de profesores de Zamorano, en especial a los de la Carrera de Gestión de Agronegocios, por las herramientas brindadas para recorrer de mejor manera el camino de la vida.

A las personas que estuvieron siempre a mi lado y me dieron las fuerzas necesarias para seguir adelante en los momentos difíciles.

A Isaac Chavarría, Malcond Valladares, Carlos Medina, Víctor Reyes, Javier Carranza, Víctor Aplícano, Mario Torres, Marlon Méndez, Carmen Aguilera, Ana Lucy Ochoa, Marisol Pérez, Marvin Moncada, Harving Sánchez y Jorge Cardona por su amistad y apoyo recibido durante la elaboración de este proyecto.

RESUMEN

De la Cruz, R. 2005. Elaboración de un modelo de programación lineal para la planificación de producción de productos de cerdo en la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas de la EAP, Zamorano. 21 p.

En la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas como en cualquier empresa, un indicador de eficiencia en producción es la utilidad generada, por lo que una herramienta utilizada para medir el aporte de cada producto es el margen de contribución. El objetivo de este estudio fue la elaboración de un modelo de programación lineal en Microsoft Excel, a través del cual se pueda realizar una planificación de producción que maximice la utilidad correspondiente a carne de cerdo en la empresa. Para la elaboración del modelo de programación lineal se identificaron las restricciones de oferta, demanda y procesamiento; se definieron los productos de cerdo de mayor importancia económica y de mercado para la empresa; se definieron los insumos de cada producto, pudiendo así calcular los costos variables y posteriormente el margen de contribución. Toda la información que se utilizó en la elaboración del modelo de programación lineal fue ordenada de tal manera que la herramienta Solver de Microsoft® Excel pudiera interpretarla y a través de simulación pudiera emitir los resultados esperados. Se definieron hojas de cálculo para de entrada de datos, en los cuales se definió toda la información que puede ser cambiante en el tiempo y se elaboró una hoja de resultados en la cual se muestran los volúmenes óptimos a producir por producto, teniendo cada uno un resumen detallado en el cual se definen los motivos por los que la simulación emitió los resultados obtenidos, logrando encontrar de esta manera las principales restricciones que la Empresa posee.

Palabras Claves: planeación de producción, productos de cerdo, programación lineal.

Ernesto Gallo, M.Sc.
Asesor Principal

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos	v
Resumen	vi
Contenido.....	vii
Índice de cuadros	ix
Índice de figuras.....	x
Índice de anexos.....	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 GENERALIDADES	1
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	1
1.3 ANTECEDENTES	1
1.4 LÍMITES DEL ESTUDIO.....	2
1.5 OBJETIVOS	2
1.5.1 Objetivo General.....	2
1.5.2 Objetivos Específicos	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3. METODOLOGÍA	6
3.1 ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICO	6
3.2 ÁREA DE DESPOSTE	6
3.3 PRODUCTOS DE CERDO UTILIZADOS	6
3.4 MARGEN DE CONTRIBUCIÓN.....	7
3.5 PROCESOS DE PRODUCCIÓN.....	7
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	8
4.1 INGRESO DE DATOS	8
4.2 COSTO DE INSUMOS	8
4.3 PROCESOS	8
4.4 DESCRIPCIÓN DE DESPOSTE	9
4.5 RENDIMIENTOS DE DESPOSTE	9
4.6 PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	9
4.7 MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL	9
4.7.1 Parámetros de Solver	9

4.7.1.1	Celda objetivo.....	10
4.7.1.2	Celdas cambiantes.....	10
4.7.1.3	Restricciones.....	10
4.7.2	Funcionamiento del modelo de programación lineal.....	11
4.7.2.1	Área de desposte.....	11
4.7.2.2	Volumen de producción.....	11
4.8	HOJA DE RESULTADOS.....	11
5.	CONCLUSIONES	12
6.	RECOMENDACIONES	13
7.	BIBLIOGRAFÍA	14
8.	ANEXOS	15

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1. Clasificación de productos según proceso de producción. 7

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1. Ventana de la herramienta Solver.....	10
------------------------------------------	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1. Metodología de uso del modelo de programación lineal.....	15
2. Desposte de tocineta	15
3. Desposte de paleta	16
4. Desposte de pierna	16
5. Desposte de chuleta	16
6. Desposte de pierna	17
7. Productos de cerdo utilizados en el modelo de programación lineal.....	18
8. Proceso de elaboración de productos reestructurados.	19
9. Proceso de elaboración de productos emulsificados.....	19
10. Proceso de elaboración de productos embutidos y cocidos.....	20
11. Proceso de elaboración de productos combinados.	20
12. Proceso de elaboración de productos emulsificados combinados.	21
13. Proceso de elaboración de productos embutidos frescos.....	21

1. INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

En la actualidad la globalización es un fenómeno que está afectando a cualquier bien o servicio que este expuesto a un libre mercado, por lo que la competitividad de estos debe ser mayor para poder sobrevivir. Para la industria cárnica en Honduras a través del Tratado de Libre Comercio entre Estados Unidos, Centro América y República Dominicana (CAFTA) surgirá más competencia en el mercado interno, luchando con niveles de precios más bajos que en la actualidad. La liberación de aranceles para este producto está estipulada para un período de 15 años elevando cada año el volumen libre de impuestos, dando con esto ventaja a muchas industrias estadounidenses a competir de forma directa y con mejores precios con la industria local. Es en este punto donde entra la importancia de la optimización de recursos buscando sacar el máximo provecho a los costos fijos que se tienen y por ende una reducción de los costos totales por unidad producida viéndose reflejado esto en un mejor poder de negociación a través de precios.

1.2 DEFINICION DEL PROBLEMA

La Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas de la EAP, Zamorano, tiene como objetivos principales la enseñanza de todos los procesos de producción de carne de cerdo y res a los estudiantes y a la vez mantener una producción económicamente rentable que supla las necesidades del mercado. Por la diversidad de productos que genera, no se ha definido aún alguna combinación de producción que cumpla con las restricciones que posee (producción para enseñanza, materia prima y demanda) y a la vez maximice las utilidades que genera.

1.3 ANTECEDENTES

La Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas de la EAP, Zamorano, trabajando en conjunto con estudiantes de la Carrera de Gestión de Agronegocios, del curso de Contabilidad de Costos, han realizado en dos ocasiones estudios para determinar cual debe ser la combinación adecuada de cortes al momento de despostar un cerdo para maximizar la utilidad de cada canal. En el primer estudio, debido a la metodología utilizada, no se logró llegar a un resultado de beneficio. Al realizar el segundo estudio, tomando como base los errores del primero y con un nuevo enfoque se logró definir cuales son los cortes que brindan mayor utilidad a la canal de cerdo al momento de ser despostada. En este segundo estudio se hace énfasis que la información que se obtiene del estudio tiene poca aplicabilidad para la planta de cárnicos ya que no toma en cuenta las necesidades de ciertos

cortes por parte del área de procesos, por lo que surge la necesidad de analizar en forma global el procesamiento de carne de cerdo en la planta de cárnicos y darle la importancia necesaria a cada sección del proceso ya que la rentabilidad de la planta es manejada con base en los productos que salen a la venta y en ningún momento analiza la rentabilidad de cada área de procesos individualmente.

1.4 LÍMITES DEL ESTUDIO

El estudio se realizó en la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas de la EAP, Zamorano, en el Valle del Yeguaré, departamento de Francisco Morazán, Honduras. Se utilizaron únicamente los productos de mayor valor en el mercado para la planta de cárnicos, tanto procesados como frescos. La cuantificación de la demanda de cada producto es un proceso largo en el que se utilizan estudios de mercado individuales, por lo que las restricciones de mercado se han definido a través de información histórica.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General:

Crear en la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas de la EAP, Zamorano, un modelo de programación lineal en Microsoft Excel, a través del cual se pueda realizar una planificación de producción de productos de cerdo que maximice la utilidad en la planta correspondiente a procesamiento de carne de cerdo.

1.5.2 Objetivos Específicos:

- Identificar y utilizar en el modelo de programación lineal las restricciones de oferta, demanda y procesamiento que posee la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas.
- Identificar y utilizar el margen de contribución de cada producto de cerdo que produce la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Según Ferreira (1999), administrar es esencial para toda cooperación organizada, así como para cualquier nivel de la organización de una empresa. Esta función no es exclusiva de los directores de la empresa, sino que también corresponde a un supervisor de producción. La meta de todos los administradores es establecer ambientes para que los esfuerzos del grupo permitan que los individuos contribuyan al logro de los objetivos con la mínima cantidad de insumos tales como dinero, tiempo, esfuerzos y materiales. La administración asigna al administrador muchos roles de los cuales se considera como el más importante la planeación: lo cual se basa en decidir con anticipación qué se debe hacer, cómo hacerlo, dónde hacerlo y quién lo hará.

Según Ferreira (1999), la planeación de operaciones es una herramienta con la cual una empresa busca un equilibrio entre productos y la capacidad entre los distintos niveles para lograr competir adecuadamente, ya que la misma se centra en el volumen y en el tiempo de producción de los productos y la utilización de la capacidad de las operaciones. Si se toman en consideración los cambios de la demanda, entonces la mercadotecnia se encontrará muy relacionada con las operaciones de la empresa, es decir, que para influir en la demanda así como en la oferta deben utilizarse variables así como el precio, publicidad y mezcla de productos. Con la planeación se lograrán tomar en cuenta los posibles cambios que puedan sufrir la economía durante la realización de las operaciones productivas de la empresa, garantizando de esta manera una eficiencia organizacional para la misma.

Según Martínez (2000), la toma de decisiones es un proceso que se inicia cuando una persona observa un problema y determina que es necesario resolverlo procediendo a definirlo, a formular un objetivo, reconocer las limitaciones o restricciones, a generar alternativas de solución y evaluarlas hasta seleccionar la que le parece mejor, este proceso puede ser cualitativo o cuantitativo.

Según Bellini (2004), el enfoque cuantitativo requiere habilidades que se obtienen del estudio de herramientas matemáticas que le permitan a la persona mejorar su efectividad en la toma de decisiones. Este enfoque es útil cuando no se tiene experiencia con problemas similares o cuando el problema es tan complejo o importante que requiere de un análisis exhaustivo para tener mayor posibilidad de elegir la mejor solución. La investigación de operaciones proporciona a los tomadores de decisiones bases cuantitativas para seleccionar las mejores decisiones y permite elevar su habilidad para hacer planes a futuro. En el ambiente socioeconómico actual altamente competitivo y complejo, los métodos tradicionales de toma de decisiones se han vuelto inoperantes e inadmisibles ya que los responsables de dirigir las actividades de las empresas e instituciones se enfrentan a situaciones complicadas y

cambiantes con rapidez que requieren de soluciones creativas y prácticas apoyadas en una base cuantitativa sólida. En organizaciones grandes se hace necesario que el tomador de decisiones tenga un conocimiento básico de las herramientas cuantitativas que utilizan los especialistas para poder trabajar en forma estrecha con ellos y ser receptivos a las soluciones y recomendaciones que se le presenten.

Según Bellini (2004), la investigación de operaciones es el ataque de la ciencia moderna a los complejos problemas que surgen en la dirección y en la administración de grandes sistemas de hombres, máquinas, materiales y dinero, en la industria, en los negocios, en el gobierno y en la defensa. Su actitud diferencial consiste en desarrollar un modelo científico del sistema tal, que incorpore valoraciones de factores como el azar y el riesgo y mediante el cual se predigan y comparen los resultados de decisiones, estrategias o controles alternativos. Su propósito es el de ayudar a la gerencia a determinar científicamente sus políticas y acciones.

Según Bellini (2004), la investigación de operaciones ha tenido un impacto impresionante en el mejoramiento de la eficiencia de numerosas organizaciones en todo el mundo. En el proceso, la investigación de operaciones ha hecho contribuciones significativas al incremento de la productividad dentro de la economía de varios países. Hay ahora más de 30 países que son miembros de la International Federation of Operational Research Societies (IFORS), en la que cada país cuenta con una sociedad de investigación de operaciones.

Según Quezada (1999), se llama programación lineal al conjunto de técnicas matemáticas que pretenden resolver la situación siguiente: Optimizar (maximizar o minimizar) una función objetivo, función lineal de varias variables, sujeta a una serie de restricciones, expresadas por inecuaciones lineales.

La función $f(x,y) = ax + by + c$ llamada función objetivo y que es necesario optimizar. En esa expresión x e y son las variables de decisión, mientras que a , b y c son constantes. Las restricciones que deben ser inecuaciones lineales. Su número depende del problema en cuestión. El carácter de desigualdad viene impuesto por las limitaciones, disponibilidades o necesidades, que son: inferiores a... (menores: $<$ o \leq); como mínimo de... (mayores: $>$ o \geq). Tanto si se trata de maximizar como de minimizar, las desigualdades pueden darse en cualquiera de los dos sentidos. (Quezada, 1999)

Según Quezada (1999), al conjunto de valores de x,y que verifican todas y cada una de las restricciones se lo denomina conjunto (o región) factible. Todo punto de ese conjunto puede ser solución del problema; todo punto no perteneciente a ese conjunto no puede ser solución. En el apartado siguiente veremos como se determina la región factible. La solución óptima del problema será un par de valores (x^o, y^o) del conjunto factible que haga que $f(x,y)$ tome el valor máximo o mínimo.

Según Univirtual (2001), la explosión informática que se da en la actualidad es un hecho que hace difícil discernir la información conveniente o beneficiosa, de la que supone contaminación o perjudicial, que a veces hace que no se distinga el árbol de entre el bosque. La velocidad de crecimiento, hace necesario que el tratamiento de la información, se lleve a

cabo de forma mecánica o automática. Cómo origen y causa de éste crecimiento exponencial de la información, aparece, paradójicamente la solución, la informática, definida según se ha visto, como el tratamiento de la información de forma automatizada. En la actualidad, debido a los inmensos volúmenes de información que deben procesar muchas organizaciones, y contando con los adelantos tecnológicos de la época, se debe hacer uso intensivo de equipos de cómputo adecuados para hallar solución a los diversos problemas que involucra el manejo de la información.

La opción **Solver** de EXCEL sirve para resolver problemas de optimización lineal y no lineal; también se pueden indicar restricciones enteras sobre las variables de decisión. Con **Solver** es posible resolver problemas que tengan hasta 200 variables de decisión, 100 restricciones explícitas y 400 simples (cotas superior e inferior o restricciones enteras sobre las variables de decisión). La ventana **Solver Parameters** se utiliza para describir el problema de optimización a EXCEL. El campo **Set Target Cell** contiene la celda donde se encuentra la función objetiva correspondiente al problema en cuestión. Si desea hallar el máximo o el mínimo, seleccione **Max** o **Min**. Si la casilla **Value of** está seleccionada, Solver tratará de hallar un valor de la celda igual al valor del campo que se encuentra a la derecha de la selección. El cuadro de diálogo **By Changing Cells** contendrá la ubicación de las variables de decisión para el problema. Por último, las restricciones se deben especificar en el campo **Subject to the Constraints** haciendo clic en **Add**. El botón **Change** permite modificar las restricciones recién introducidas y **Delete** sirve para borrar las restricciones precedentes. **Reset All** borra el problema en curso y restablece todos los parámetros a sus valores por defecto. Con el botón **Options** se accede a las opciones de Solver (ver más adelante). El botón **Guess** carece de interés para nuestros fines y no se tratará en estas instrucciones. A continuación, y para mayor claridad, se señalan las partes más importantes del cuadro de diálogo de los parámetros de Solver. (Universia, 2000)

3. METODOLOGÍA

3.1 ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICO

Se elaboró un diagnóstico en la planta de cárnicos con el objetivo de definir un panorama claro de todos los flujos de proceso y de esta manera iniciar en orden lógico la recopilación de información. A través de este diagnóstico se identificó la información existente en la planta como también se especificó la información que era necesaria recopilar, dando como resultado las bases para la elaboración del modelo.

3.2 ÁREA DE DESPOSTE

Esta área es de gran importancia en la toma de decisiones para la administración de la Empresa ya que existen diferentes formas de realizar el desposte de cada canal, pudiendo mediante combinaciones obtener diferencias significativas en los volúmenes de cada producto resultante de esta área.

Se definieron los principales tipos de desposte, calculando para cada uno los rendimientos mediante el pesado a detalle de cada producto resultante por canal, para iniciar el proceso de estandarización de estos datos se realizó un mínimo de dos repeticiones para tipo de desposte, estableciendo a través de promedios los datos a introducir al modelo de programación lineal.

3.3 PRODUCTOS DE CERDO UTILIZADOS

Para realizar un modelo útil, se utilizaron todos los productos que tienen en su formulación carne de cerdo y a la vez una participación activa en el mercado.

A través del departamento de comercialización, se obtuvo la información para seleccionar los productos, obteniendo las ventas detalladas que se han tenido durante el año 2005, descartando así todos los productos que aparecieran de forma esporádica y sin importancia económica para la Empresa. Los productos seleccionados para incluir en el modelo de programación lineal se muestran en el anexo 7.

Se definió para cada producto seleccionado, a través de información histórica de mercado, una demanda máxima y mínima mensual para poder establecerle rangos de producción a cada producto.

3.4 MARGEN DE CONTRIBUCIÓN

El margen de contribución es una herramienta útil para definir la importancia económica de cada producto sin necesidad de calcular los costos fijos que le corresponden. Para su cálculo se obtuvieron los precios de mercado (ingresos) a través de reportes brindados por el departamento de comercialización de Zamorano; los costos variables de producción se calcularon extrayendo el costo de cada insumo utilizado por producto en el archivo de requisiciones de compra de la Empresa Universitaria.

3.5 PROCESOS DE PRODUCCIÓN

En el área de producción existen diferentes procesos, para simplificar el análisis de de estos, se definieron claramente los procesos que se llevan a cabo, clasificando los productos según el proceso al que corresponden como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro1. Clasificación de productos según proceso de producción.

Proceso	Productos
Reestructurados	Jamón de Cerdo, Jamón Virginia
Emulsificados	Frankfurter, Hot Dog, Pastete, Morcilla, Mortadela
Embutidos Semi-Cocidos	Chorizo Español, Salami Fuet, Longaniza
Embutidos Frescos	Ch. Campeño, Ch. Criollo, Ch. Ranchero, Ch. Campeón, Salchicha Desayuno
Combinados	Salami Imperial, Jamonada

A cada proceso se le definió como unidad de medida la tanda de producción, buscando así simplificar la información a utilizar en el modelo de programación lineal. Para la tanda de cada proceso se calculó el volumen de producción y de forma variable según producto el tiempo que tarde en llevarse a cabo, para estandarizar esta información se realizaron un mínimo de dos repeticiones de toma de tiempos por producto.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 INGRESO DE DATOS

Se creó una hoja de cálculo destinada al ingreso de datos, en la cual están los espacios señalados para ingresar las siguientes variables:

- Número de canales a despostar en el período.
- Tiempo de planta disponible durante el período
- Precio de venta de cada producto en lempiras por libra.
- Demanda máxima y mínima de cada producto durante el período en libras.

4.2 COSTO DE INSUMOS

Se creó una hoja de cálculo destinada para el ingreso de costos de cada insumo utilizado para el procesamiento de productos en la planta de cárnicos. En esta se enlistan todos los insumos utilizados con su precio indicando como unidad de volumen la libra y como unidad monetaria el lempira.

4.3 PROCESOS

Se creó una hoja de cálculo en la que se definieron los procesos, adjudicándole a cada uno los productos que genera.

Para definir el tiempo por tanda de producción según producto, se definieron los elementos de cada proceso que crean restricción de tiempo en el área de producción, introduciendo a cada uno el tiempo que requiere, logrando así darle flexibilidad al usuario de corregir tiempos al momento de eficientar procesos. Para esta parte en el modelo de programación lineal se indica a solver la restricción de horas que se tienen disponibles para producción durante el período de planeación a analizar.

La toma de tiempos de cada proceso no fue completada ya que se omitió el elemento de embutido porque se esta en proceso de adquisición de nueva maquinaria y la eficiencia de este elemento cambiará significativamente.

4.4 DESCRIPCIÓN DE DESPOSTE

En una hoja de cálculo se describieron los tipos de desposte utilizados en el modelo de programación lineal, sirviendo como guía para que el usuario le pueda indicar a los operarios de la planta el tipo de desposte con su respectivo número de canales buscando maximizar la utilidad de la Empresa.

4.5 RENDIMIENTOS DE DESPOSTE

Se elaboró una hoja de cálculo de menor importancia para el usuario ya que no le genera información para la toma de decisiones, sin embargo se permitió el acceso directo al usuario ya que al existir variaciones en los pesos de cada canal de cerdo, los rendimientos de cada corte también varían, pudiendo en esta hoja donde realizar las correcciones que se crean necesarias, buscando disminuir el margen de error en los resultados del modelo de programación lineal.

4.6 PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

En diferentes hojas de cálculo se crearon tablas a través de las cuales se realiza el cálculo de costo variable de cada producto utilizando los costos de cada insumo y las formulaciones para cada producto; se realiza el cálculo de margen de contribución por producto y se transforma toda la información de manera de poder utilizarla en el modelo de programación lineal.

4.7 MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL

4.7.1 Parámetros de Solver

Para la elaboración del modelo de programación lineal se utilizó de la herramienta Solver de Microsoft® Excel.

Para su funcionamiento solver requiere la definición de rangos de información que indican celdas cambiantes, celda objetivo y restricciones como se muestra en la figura 1.

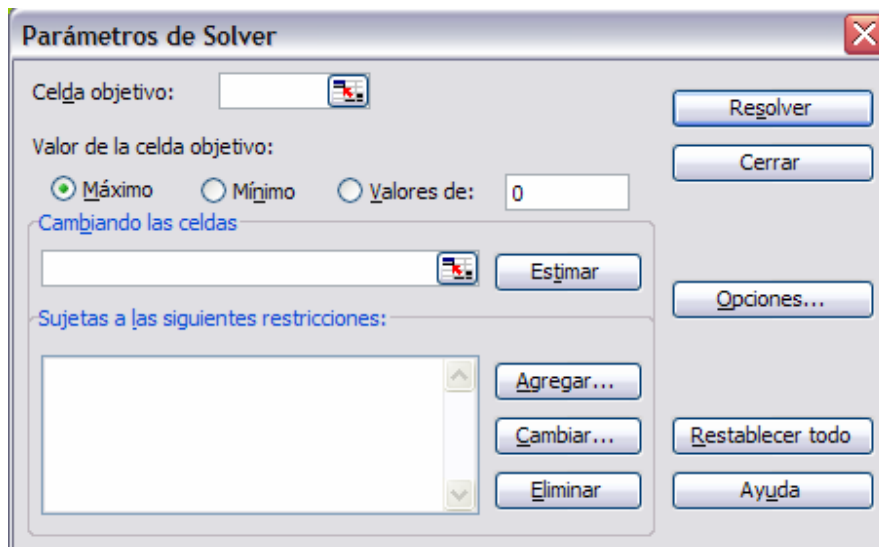


Figura 1. Ventana de la herramienta Solver.

4.7.1.1 Celda objetivo. La celda objetivo es la que se debe maximizar o minimizar al momento de la simulación. En el modelo de programación lineal se ha definido como celda objetivo la sumatoria de márgenes de contribución buscando maximizarla a través de la simulación.

4.7.1.2 Celdas Cambiantes. Las celdas cambiantes son en las que se enfoca solver para realizar la simulación. En este modelo de programación lineal se ha seleccionado el número de canales a asignar a cada tipo de desposte y el volumen de producción de cada producto.

4.7.1.3 Restricciones. Las restricciones son todas las limitantes que solver adopta al momento de realizar la simulación, en este modelo de programación lineal son varios campos los que se han tomado en cuenta debido a la estructuración y forma de enlace que posee toda la información. A continuación se enlistan las restricciones establecidas:

- La sumatoria de las canales ha utilizar en cada forma de desposte debe ser igual al número de canales introducidas a despostar en el periodo.
- El número total de horas utilizadas en el área de producción debe ser menor o igual al total de horas disponibles para trabajar en la Empresa Universitaria.
- El volumen de producción resultante debe ser menor o igual a la capacidad de mercado introducida.
- El volumen de producción resultante debe ser mayor a la cantidad mínima requerida por el mercado de ciertos productos claves.

- La diferencia entre disponibilidad de carne de cerdo resultante del desposte y la utilizada como insumos o directamente para la venta debe ser cero (todas los productos resultantes del desposte deben ser utilizados).

Se ha definido un total de 100 interacciones con un modelo de programación lineal, activando la opción de no negatividad con una tolerancia del 5%.

4.7.2 Funcionamiento del modelo de programación lineal

4.7.2.1 Área de desposte. Esta parte del proceso tiene gran importancia en el modelo ya que es parte de las celdas cambiantes.

Para que Solver logre definir cuantas canales disponer a cada tipo de desposte se calcularon los volúmenes de producto provenientes que cada uno genera, logrando tener al final una sumatoria de carne de cerdo disponible como insumo para elaborar los productos a comercializar tanto frescos como procesados.

Al momento de que solver tiene la importancia económica y de mercado de cada producto emite los volúmenes de carne de cerdo que necesita provengan del desposte y es en ese momento cuando Solver distribuye las canales a cada tipo de desposte.

4.7.2.2 Volumen de producción. El volumen a producir de cada producto es parte de las celdas cambiantes, para definir estos números Solver realiza las interacciones buscando maximizar el margen de contribución total recordando que no puede excederse en horas de uso del área de producción, no puede salirse de los rangos de demanda establecidos por producto (demanda máxima y mínima), y que depende directamente del volumen de carne de cerdo proveniente del área de desposte.

4.8 HOJA DE RESULTADOS

Esta parte consta de una hoja de cálculo en la que se resumen los principales resultados que emite el modelo de programación lineal después de la simulación, se muestran los volúmenes óptimos a producir de cada producto, el número de canales por tipo de desposte, horas utilizadas en procesamiento y margen de contribución total. Para poder analizar cada producto en particular, a través de links se muestra un resumen de información por producto muestreando los factores que restringen la producción de cada uno, pudiendo definir así las principales limitantes que posee en ese momento la Empresa Universitaria.

5. CONCLUSIONES

El modelo de programación lineal elaborado sirve como guía para la planeación de producción de productos de carne de cerdo para la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas, con la ventaja de poder adaptarlo a cambios que esta pueda ser sometida.

Las restricciones de oferta, demanda y procesamiento identificadas sirven de guía para la simulación dentro del Modelo de Programación Lineal elaborado para la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas.

El cálculo de márgenes de contribución ayuda al modelo a darle la importancia económica a cada producto dentro del MPL elaborado para la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas.

6. RECOMENDACIONES

Someter a un período de prueba el Modelo de Programación Lineal para detectar cualquier error que pueda surgir al momento de realizar la simulación.

Realizar un estudio para determinar el beneficio que se puede obtener con el uso del Modelo de Programación Lineal dentro de la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas.

Actualizar periódicamente los datos que se ingresan al Modelo de Programación Lineal para obtener información real.

Realizar estudios de mercado para todos los productos que produce la Empresa Universitaria.

Ajustar los tiempos empleados en la elaboración de cada producto a medida que se vean variaciones con respecto a los introducidos.

7. BIBLIOGRAFÍA

Bellini, F. 2004. Investigación de operaciones (en línea). Consultado el 21 de abril de 2005. Disponible en: <http://www.investigacion-operaciones.com/operaciones.htm>

Ferreira, D. 1999. Planeación agregada (en línea). Consultado el 15 de Junio de 2005. Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/planagreg.htm>

Martínez, J. 2000. Planeación de producción (en línea). Consultado el 20 de junio de 2005. Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/iafpn.htm>

Quezada, J. 1999. Programación lineal (en línea). Consultado el 15 de Junio de 2005. Disponible en: <http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd98/Matematicas/29/matematicas-29.html>

Universia. 2000. Metodología de uso para solver (en línea). Consultado el 5 de Julio de 2005. Disponible en: <http://mit.ocw.universia.net/15.053/s02/pdf/usingexcelsolver.pdf>

Univirtual. 2001. La informática en la actualidad (en línea). Consultado el 15 de julio de 2005. Disponible en: http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/economicas/92211/lecciones/unidad3/of_definicion.htm

8. ANEXOS

Anexo 1. Metodología de uso del modelo de programación lineal

Al ingresar a la hoja de cálculo en la que se encuentra el modelo de programación lineal, se encuentran las instrucciones para lograr que el modelo realice las interacciones y emita resultados según la información introducida. Los pasos a seguir son los siguientes:

- Hacer clic en Herramientas
 - Hacer clic en Solver
 - Hacer clic en resolver

Si se abre una ventana que indica que Solver no ha podido encontrar una solución válida, esto significa que no existe coherencia en la información introducida antes de resolver el modelo. Al momento de introducir datos para que el modelo brinde información actualizada, hay que tener presente que existen relaciones lógicas que no deben perderse entre datos ingresados e información esperada. Siendo las principales relaciones las que se muestran a continuación:

- Canales disponibles con demanda mínima y máxima.
- Canales disponibles con el tiempo de planta disponible

TIPO 1	TIPO 2
Costilla	C1
C1	C2
C2	C3
C3	hueso para sopa
Pelleja	Pelleja
Hueso de sopa	Tocineta

Anexo 2. Desposte de Tocineta

TIPO 1 Paleta	TIPO 2 Paleta	TIPO 3 Paleta
Pelleja	Paleta limpia	Paleta con Piel
Posta de Paleta	Pelleja	
C1	C3	
C2		
C3		
Hueso de sopa		

Anexo 3. Desposte de Paleta

TIPO 1 Pierna	TIPO 2 Pierna	TIPO 3 Pierna
CX1	Pierna Limpia	Pierna con piel
C1	C3	
C2	Pelleja	
C3		
Pelleja		
Hueso de sopa		

Anexo 4. Desposte de pierna

TIPO 1 Chuleta	TIPO 2 Chuleta
Baby Back Rib	Chuleta
Filete	C3
Hueso de sopa	Pelleja
Pelleja	
Lomo	
C3	
C2	
C1	

Anexo 5. Desposte de Chuleta

TIPO 1 Cuello
Asado
C3
C2
C1
Pelleja
Hueso de sopa
Costo de mano de obra
TOTAL

Anexo 6. Desposte de Pierna

Carne molida
Chorizo Campeño
Chorizo Campeño Con Bandeja
chorizo criollo
Chorizo español a granel
Chorizo español en paquete
Chorizo español libra
Chorizo Ranchero
Fran Furteres a granel
Fran Furteres en paquete
Frankfurter
Hot dog a Granel
Hot Dog en paquete
Hot Dog por libra
Jamón de Cerdo
Jamón de cerdo a granel
Jamón de cerdo cocido 200gr.
Jamón de cerdo en paquete
jamón virginia
Jamonada
Jamonada a granel
Jamonada en paquete
longaniza campero
Morcilla
Mortadela

Pastete
Salami Fuet
Salami imperial, 1.5 lbs.
Salami imperial, rodajas en paquete
Salchicha desayuno
Tocino ahumado a granel
Tocino Ahumado en paquete
Tocino Ahumado por libra
Filete
Hueso S
Pelleja
Asado
Tocineta
Baby back
Chuleta
Paleta limpia
Paleta piel
Tajo
Pierna limpia
Pierna Piel
Costilla
CX1
C1
C2
C3
Lomo de Cerdo

Anexo7. Productos de Cerdo utilizados en el modelo de programación lineal.

REESTRUCTURADOS
Pesar carne
Desinfección de equipo
Trituración de carne
Masajeado
Elaboración de salmuera
Embutir
Colocar en moldes
Tratamiento térmico
Enfriamiento y refrigeración
Rebanado
Empacado

Anexo 8. Proceso de elaboración de productos reestructurados.

EMULSIFICADO
Desinfección del equipo
Pesado de ingredientes
pesado de carne
Trituración de Carne
Emulsificación en cutre
Embutir
Moldes
Colgar
Ahumar
Cocinar
Enfriamiento y Refrigeración
Empaque

Anexo 9. Proceso de elaboración de productos emulsificados.

EMBUTIDO COCIDO
Peso de ingredientes
Desinfección de equipo
Pesado carne
Trituración de carne
Mezcladora
Embutir
Tratamiento Térmico
Enfriamiento y Refrigeración
Empacado

Anexo 10. Proceso de elaboración de productos embutidos y cocidos.

COMBINADOS
Pesar ingredientes
Desinfección de equipo
Trituración de carne
Elaboración de salmuera
Masajeada
Emulsificación en cutre
Mezcladora
Embutir
Colocar en moldes
Tratamiento térmico
Enfriamiento y refrigeración
Rebanado
Empacado

Anexo 11. Proceso de elaboración de productos combinados.

EMULSIFICADO COMBINADO
Desinfección del equipo
Pesado de ingredientes
pesar carne
Trituración de Carne
Emulsificación en cutter
Mezcladora
Embutir
Moldes
Colgar
Ahumar
Cocinar
Enfriamiento y Refrigeración
Empaque

Anexo 12. Proceso de elaboración de productos emulsificados combinados.

EMBUTIDO FRESCO
Peso de ingredientes
Desinfección de equipo
Selección y peso de carne
Trituración de carne
Mezcladora
Embutir
Amarrar embutido

Anexo13. Proceso de elaboración de productos embutidos frescos.