

9
2 ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"CUAUTITLAN"**

**APLICACIONES DE LA PROGRAMACION LINEAL
EN EL DESARROLLO DE FORMULACIONES
DE ALIMENTOS (SEFAPL)**

**TESIS CON
FALSA DE ORIGEN**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERA EN ALIMENTOS

P R E S E N T A

OLIVARES MARIN SILVIA SUSANA

Director de Tesis DR. JOSE LUIS RUIZ GUZMAN



V N A M

CUAUTITLAN IZCALLI, ESTADO DE MEXICO

1989



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	Página
Indice de figuras y cuadros.....	VI
Resumen.....	VII
1 Marco de referencia.....	1
1.1 Académico.....	1
1.2 Microindustria.....	6
1.3 Objetivos.....	11
2 Estructura del Sistema.....	13
2.1 Optimización.....	13
2.2 Programación Lineal.....	19
2.3 Desarrollo del SEFAPL.....	30
-- Entrada	
-- Proceso	
-- Salida	
2.4 Ejemplos.....	37
2.4.1 Ejemplo # 1 (dieta).....	37
2.4.2 Ejemplo # 2 (mayonesa).....	43
3 Desarrollo de formulaciones.....	53
3.1 Carnes.....	53
3.2 Aplicaciones.....	60
3.2.1 Ejemplo # 3 (cárnico).....	61
4 Conclusiones y recomendaciones.....	74
5 Anexos.....	76
5.1 Algebra.....	76
5.2 Manual del usuario.....	82
5.3 Diagrama de flujo.....	92
5.4 Programa SEFAPL.....	104
6 Bibliografía.....	112
6.1 Consultada.....	112
6.2 Recomendada.....	119

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

No.	CUADRO	Pag.
1	Aplicaciones de las computadoras en el laboratorio....	4
2	Algunas aplicaciones de la computadora en el laboratorio (aparatos).....	5
3	Unidades económicas censadas en 1986.....	8
4	Distribución regional de la microindustria.....	8
5	Distribución sectorial de la microindustria.....	9
6	Interpretación económica de los componentes de la formulación de alimentos con Programación Lineal	29
7	Costos del problema # 2.....	44
8	Salida de resultados para mayonesa.....	50
9	Composición química de la carne.....	54
10	Clasificación de embutidos según su origen.....	55
11	Clasificación general de embutidos.....	57
12	Costo de ingredientes problema # 3.....	62
13	Salida de resultados para mezcla de producto cárnico.....	64
14	Salida de resultados para mezcla de producto cárnico con agua.....	72

No.	FIGURA	Pag.
1	Disciplinas que tienen mayor relevancia en el uso de la optimización en procesos alimentarios.....	14
2	Optimización desde el punto de vista de sistemas.....	16
3	Proceso de optimización en la formulación de Alimentos.....	18
4	Esquema del conjunto de restricciones para el problema de elaboración de.....	31
5	Cuadro de datos para elaborar.....	34
6	Cuadro para el problema de mezcla de.....	35
7	Salida de resultados para.....	36
8	Solución gráfica del problema # 1 (dieta).....	41
9	Esquema del conjunto de restricciones para el problema de elaboración de mayonesa.....	48
10	Cuadro de datos para elaborar mayonesa.....	49
11	Cuadro para el problema de mezcla de mayonesa al costo mínimo.....	51
12	Esquema del conjunto de restricciones para el problema de elaboración de producto cárnico.....	65
13	Cuadro de datos para elaborar un producto cárnico.....	66
14	Cuadro para el problema de mezcla de producto cárnico.....	67
15	Esquema del conjunto de restricciones para el problema de elaboración de producto cárnico c/agua.....	69
16	Cuadro de datos para elaborar un producto cárnico con agua.....	70
17	Cuadro para el problema de mezcla de producto cárnico con agua.....	71

No.	FIGURA	Pag.
-----	--------	------

No.	FIGURA	Pag.
18	Gráfica de una ecuación lineal.	77
19	Solución gráfica de un problema lineal (1a. parte). ...	79
20	Solución gráfica de un problema lineal (2a. parte). ...	80
21	Solución gráfica de un problema lineal (3a. parte). ...	81
22	Primera pantalla. Presentación.	83
23	Segunda pantalla. Alternativas de optimización.	85
24	Tercera pantalla. Ingredientes de la formulación.	85
25	Cuarta pantalla. Límites del sistema.	86
26	Quinta pantalla. Composición del sistema.	86
27	Sexta pantalla. Integración de los límites.	88
28	Séptima pantalla. Costo de los ingredientes de la formulación.	88
29	Octava pantalla. Proceso.	90
30	Novena pantalla. Resultados.	90
31	Décima pantalla. Menú final.	91
32	Diagrama de flujo del SEFAPL. Módulo general.	93
33	Diagrama de flujo del SEFAPL. Módulo alternativas.	94
34	Diagrama de flujo del SEFAPL. Módulo variables.	95
35	Diagrama de flujo del SEFAPL. Módulo restricciones. ...	96
36	Diagrama de flujo del SEFAPL. Módulo calculos I.	97
37	Diagrama de flujo del SEFAPL. Módulo composición.	98
38	Diagrama de flujo del SEFAPL. Módulo límites.	99
39	Diagrama de flujo del SEFAPL. Módulo costos.	100
40	Diagrama de flujo del SEFAPL. Módulo cálculos II.	101
41	Diagrama de flujo del SEFAPL. Módulo subrutina.	102
42	Diagrama de flujo del SEFAPL. Módulo subrutinas.	103

RESUMEN

El presente trabajo trata sobre el SEFAPL (SISTEMA DE ESTANDARIZACION DE FORMULACIONES DE ALIMENTOS POR PORGRAMACION LINEAL), el cual sirve para optimizar formulaciones de alimentos al costo mínimo.

Este sistema fue desarrollado para cubrir dos enfoques. Por un lado se pretende que se pueda emplear como una herramienta pedagógica en la materia de Ingeniería de Costos y Administración del octavo semestre de la carrera de Ingeniero en Alimentos de la Universidad Nacional Autónoma de México, y por otra parte para ayudar a los empresarios de las microindustrias nacionales a lograr una calidad uniforme de sus productos al menor costo posible .

En el primer capítulo se mencionan las razones por las cuales se desarrolló el SEFAPL.

En el segundo capítulo se describe el término Optimización; la optimización desde el punto de vista de Sistemas, para los alimentos; el término Programación Lineal (PL); cómo ayuda la PL en el desarrollo de formulaciones a través del SEFAPL; el desarrollo del SEFAPL (entrada, proceso y salida) y dos ejemplos de la bibliografía para que el usuario comprenda el uso del sistema.

El capítulo # 3 describe generalidades sobre la carne y los embutidos y el empleo del SEFAPL en el desarrollo de una mezcla de un producto cárnico. Este ejemplo fue desarrollado expresamente para este trabajo.

El cuarto capítulo menciona las recomendaciones y conclusiones del trabajo.

El el capítulo # 5 se tienen los anexos. Son cuatro secciones. La primera es un repaso de álgebra, la segunda es un Manual del usuario para el SEFAPL, la tercera es el diagrama de flujo del sistema y la última el el listado del Programa.

El capítulo final menciona la bibliografía consultada en este trabajo así como una Investigación Bibliográfica Retrospectiva realizada por el Centro de Investigaciones Científicas y Humanísticas (C.I.C.H.)

1. MARCO DE REFERENCIA

1.1 ACADEMICO

Entre todas las profesiones establecidas, la ciencia y tecnología de alimentos es relativamente nueva, y se integra por un conjunto de disciplinas científicas tales como química, matemáticas, física, ingeniería, administración, etc., las cuales ya tienen mucho tiempo de establecidas. En cambio la computación recientemente se ha adicionado a estas, teniendo un impacto importante en el desarrollo y avance de la ciencia de los alimentos (7, 31, 81).

La necesidad de los estudiantes de Ingeniería en Alimentos, en el área de computación es cada vez más apremiante, por lo que es deseable que el alumno conozca a través de diferentes publicaciones las ventajas que ofrece esta disciplina.

En muchas universidades del extranjero y en las nacionales (2, 50,54, 59, 64, 77, 81), se imparten cursos sobre computación en diferentes carreras, que van desde administración hasta ingenierías, medicina y ciencias químicas. Algunos cursos de computación se diseñan para que el alumno conozca un lenguaje de programación fundamentalmente, pero sin conocer las aplicaciones que este puede tener. De tal forma que la mayoría de ellos no imaginan la utilidad que puede tener este conocimiento como herramienta en su vida profesional.

Las computadoras son una herramienta versátil para los científicos de alimentos (49,51,83) además de que

presentan una excelente ventaja en la estructuración de técnicas de enseñanza (81) Jaffe explica que el uso de las computadoras en la educación se puede dividir en 4 modelos para su comprensión y estudio, y son:

- | | |
|---------|-----------------|
| | - Educativo |
| Modelos | - Revelatorio |
| | - Conjetural |
| | - Emancipatorio |

Modelo Educativo.

Este incluye actividades tales como prácticas y ejercicios, diálogos entre los estudiantes y el Software (SW) de la computadora. La computadora sirve actualmente como un paciente tutor. (81)

Modelo Revelatorio.

En esta área, la actividad implica que el estudiante interactúe con una simulación en la computadora de una situación real, como por ejemplo transferencia de calor, flujo de fluidos, deshidratación, evaporación, vida de anaquel, cinética de degradación del producto, etc. (9,18,30,44,52,62,70,80). Las simulaciones permiten al alumno explicar y entender operaciones de proceso que de otra forma serían muy caras (en tiempo y en dinero) o muy complicadas de investigar. Además de que permiten al profesor consideraciones más realistas y clases más productivas.

Modelo Conjetural.

Este modelo involucra la prueba de hipótesis e ideas de actividades tales como construcción de un modelo matemático particular (76, 77).

Modelo emancipatorio.

En este caso, la computadora se usa para facilitar la labor de cálculo excesivo que a veces abruma a los estudiantes.

Este modelo tiene una aplicación más limitada que los demás debido a los estudiantes de la ciencia de los alimentos tienen un conocimiento pequeño de lo que las computadoras pueden hacer y de los diferentes lenguajes de programación (Basic, Cobol, Algol, Pascal, C, etc.)(77)

Los siguientes programas son ejemplo del modelo emancipatorio:

- Programas de Programación Lineal (PL) para determinar las formulaciones óptimas de alimentos, como el SEFAPL.

- Programas para resolver ecuaciones simultáneas para problemas de transporte (84).

- Programas básicos de estadística para analizar datos generados de estudios de alimentos o análisis sensoriales (68).

Los cuadros # 1 y # 2 muestran algunos otros usos de la computación en alimentos.

Con todo lo anterior queda claro que la computación es una excelente herramienta para los estudiantes de la ciencia de alimentos, como también para los profesores .El sistema que se presenta en este trabajo puede ayudar a los alumnos de la carrera de Ingeniería de Alimentos a simular formulaciones de alimentos.

Cuadro # 1

APLICACIONES DE LAS COMPUTADORAS EN EL LABORATORIO

Aplicación

- Interfase Máquina:

Colección de Datos
Control de Proceso
Almacenamiento de Datos

- Evaluación:

Análisis de datos
a) Estandarizaciones
b) Estadística
Generación de Reportes de Datos
a) Texto - Evaluación Numérica
b) Gráficas - Generación de dispositivos,
publicación

- Dirección

a) Control y Programación de Muestras
b) Archivos de Datos
c) Archivo de Resultados - Librerías
d) Records Personales - Tiempo y Dinero
e) Control de Inventario
f) Ventas y Mercado

Fritz William P.
COMPUTERS IN THE LABORATORY
Food Technology , Sept. 1984, pp 37.

ALGUNAS APLICACIONES DE LA COMPUTADORA EN EL LABORATORIO

(APARATOS)

- 1.- Detector del Índice de Refracción.
- 2.- Sistema de Control de Procesos Batch.
- 3.- Inspección Computarizada de Alimentos.
- 4.- Estación de Trabajo de Cromatografía.
- 5.- Controlador Programable.
- 6.- Asistente de Desarrollo de Productos.
- 7.- Calibrador Digital de Densidad.
- 8.- Laboratorio Automatizado.
- 9.- Sistema de Presentación de Muestras.
- 10.- Microbiológicos Automatizados.
- 11.- Niveles de Espuma (en bebidas carbonatadas).
- 12.- Evaluación de Datos.
- 13.- Sistema de Control de Procesamiento.
- 14.- Cromatógrafo de Gas Capilar de Alta Resolución.
- 15.- Sistema de Detección Microbial.
- 16.- Mediciones de Humedad.
- 17.- Análisis Automáticos de Alimentos.
- 18.- Control Analítico de Instrumentos.
- 19.- Sistema Distribuido de Control.
- 20.- Sistema de Empacado Monitoreado.
- 21.- Mezcla y Premezclado Computarizado.
- 22.- Sistema de Investigación.

COMPUTERS PRODUCT UPDATE /Food Technology, Abril 1985, pp 78.

1.2 MICROINDUSTRIA

El otro aspecto de este trabajo es el enfoque hacia la pequeña industria alimentaria debido a que la mayoría de las industrias de alimentos nacionales son las llamadas microindustrias.

Una microindustria está considerada oficialmente (13, 14, 27, 33) como aquellas que ocupen hasta 15 personas y el valor de sus ventas netas sea hasta 200 millones de pesos al año.

Actualmente el gobierno está muy interesado en impulsar de manera decidida a la microindustria ya que reconoce que tiene un gran potencial para coadyuvar en el desarrollo del país porque absorbe empleo, fomenta el crecimiento regional, produce bienes básicos y porque democratiza el capital (74). Contribuye a la formación de empresarios y a la capacitación de mano de obra, entre otras muchas cosas.

Sin embargo, a pesar de todo lo anterior, la microindustria enfrenta diversidad de problemas internos y externos que limitan su desarrollo, entre estos están:

- Reducida capacidad de gestión y organización.
 - Alta rotación de mano de obra, insuficiente especialización.
 - Obsolescencia de equipos y AUSENCIA DE CONTROLES DE CALIDAD.
 - Altos costos de operación.
 - Limitada generación de excedentes.
- Problemas Internos

- Inestable y oneroso abastecimiento de insumos.
- Dificultades para la obtención de financiamiento.
- Problemas Externos - Situaciones desventajosas frente a empresarios de mayor tamaño.
- Excesiva y compleja tramitación y reglamentación para su instalación, operación y acceso a incentivos.

Así, este trabajo, es una respuesta directa a algunos de los problemas de la microindustria, como es la ausencia de control de calidad, ya que con este sistema podemos obtener un mejor producto al menor costo. Además de que este trabajo ayuda a optimizar costos, puede tener una aplicación muy grande ya que en el país hay aproximadamente 1,046,361 microempresas, que representan el 96 por ciento del total de las unidades censadas por el gobierno (46).

El cuadro # 3 muestra las unidades económicas que se censaron y la participación de la microindustria. Se observa que aproximadamente el 95 por ciento de las empresas son microindustrias.

En el cuadro # 4 se observa la distribución regional de la microindustria y en la cuadro # 5 la distribución sectorial de la misma. Al analizar los datos de las últimas 3 figuras vemos que:

- aproximadamente el 95 por ciento de las unidades censadas son microindustrias.
- La microindustria ocupa un papel importante en todas las industrias estatales con una media de 78.3 por ciento.
- La microindustria participa con 84 % en la rama de alimentos.

Cuadro # 3

UNIDADES ECONOMICAS CENSADAS EN 1986.

Rango de personal	Manufactura		Comercio		Servicios	
Total nal.	127,539	100.0%	618,059	100.0%	341,436	100.0%
Hasta 15 personas	111,118	87.1	605,125	97.9	330,318	96.7
De 0 a 2 personas	62,343	48.9	490,732	79.4	230,363	67.5
De 3 a 5 personas	36,124	28.3	90,810	14.7	77,701	22.8
De 6 a 10 personas	9,515	7.5	18,805	3.0	18,054	5.3
De 11 a 15 personas	3,136	2.5	4,778	0.8	4,000	1.2

Mandujano Manuel/FENOMENO DE LA MICROINDUSTRIA/ Excelsior, 24 de Marzo de 1988, p 1f y14f.

Cuadro # 4

DISTRIBUCION REGIONAL DE LA MICROINDUSTRIA

Entidades seleccionadas	Establecimientos	MI con respecto a la entidad (%)
Distrito Federal	14,590	75.9
Jalisco	7,524	79.1
México	5,205	57.3
Nuevo León	4,986	75.8
Guanajuato	4,375	78.0
Puebla	2,215	72.4
Baja California	2,322	75.7
Cochuila	2,127	80.5
Veracruz	2,492	86.4
Chihuahua	2,188	79.4
Quintana Roo	277	88.8
Baja California Sur	272	87.2
Tlaxcala	438	90.5
Campeche	460	85.0
Suma MI	49,785	Prom. 78.3

Mandujano Manuel/FENOMENO DE LA MICROINDUSTRIA/ Excelsior, 24 de Marzo de 1988, p 1f y14f

Cuadro # 5

DISTRIBUCION SECTORIAL DE LA MICROINDUSTRIA

Sectores	Establecimientos	Participación de la MI con respecto a la rama
Alimentos	15,602	84.3
Vestido	6,289	73.7
Calzado y cuero	3,582	73.5
Muebles de madera	2,829	79.9
Editorial e imprenta	3,889	78.7
Productos metálicos	13,282	81.4
Tabaco	11	26.8
Papel	351	51.8
Bebida	568	57.7
Metálica Básica	713	64.6
Equipo de transporte	811	67.8
Suma MI	57,799	

Mandujano Manuel/FENOMENO DE LA MICROINDUSTRIA/ Excelsior, 24 de Marzo de 1988, p 1f y14f

Estos resultados revelan que muchos empresarios están trabajando con pocos recursos humanos y que forman un grupo muy grande.

Como se citó anteriormente el gobierno ha demostrado ultimamente un creciente interés en la microindustria. Como muestra de ello ha tomado acciones, entre otras, las siguientes:

- Modernización administrativa.- Las microempresas, hoy en día realizan menos y mejores trámites de sus registros, así como simplificaciones fiscales.
- Da asistencia técnica y apoyo tecnológico (74)

Sin embargo, una de las más importantes es que en CANACINTRA se ha formado una bolsa de prestadores de servicio social que apoyarán a la microindustria. Se sabe que este tipo de empresas no pueden pagar grandes sueldos a personal altamente calificado para que los asesore, por tal motivo en ocasiones tiene problemas técnicos y jurídicos, al contar con estudiantes de diversas áreas (contaduría, administración, producción, etc.) , los empresarios podrán resolver sus problemas contando con asesoría de calidad y desembolsando una pequeña ayuda económica. Por su parte los estudiantes adquirirán una formación práctica que tanta falta hace a los egresados (34). Empero, el gobierno no es el único que se ha preocupado e interesado por la situación productiva del país. Algunas instituciones de Educación Superior a través de proyectos como el de "Programa Emprendedor" (64), busca crear una nueva cultura empresarial en México, induciendo a los jóvenes universitarios, a no integrarse a instituciones ya establecidas, privadas o públicas, sino a asociarse en grupos,

fomentar la transformación de productos, no solo comercializarlos, iniciar negocios propios, e incorporar un nuevo valor a la mercancía (65), en otras palabras, cambiar de una actitud pasiva por una ACTIVA.

Por todo lo explicado anteriormente, creemos que el desarrollo del programa SEFAPL representa una gran ayuda para aquellos empresarios que deseen mantener una calidad uniforme al menor costo posible para sostener la preferencia y aceptabilidad de sus productos por parte del consumidor y como herramienta pedagógica para la carrera de Ingeniero en Alimentos de FES-C. De tal forma que se pretende la adaptación de un programa de programación lineal para computadoras compatibles con IBM (sistema operativo MS-DOS) que es un equipo versátil y que hoy en día se encuentra hasta en los hogares.

Por lo tanto, se establece que los objetivos de este trabajo son los siguientes:

1.3 OBJETIVOS

Objetivo General .-

Aplicar el concepto de Programación Lineal (PL) en el diseño de un sistema de optimización de costos en el desarrollo de formulaciones de alimentos.

Objetivos Particulares .-

- Adaptar el programa " Programación Lineal " (66) para el Sistema Operativo MS - DOS, en la aplicación del desarrollo de formulaciones de alimentos.

- Determinar las variables de entrada (INPUT) fundamentales para el desarrollo de formulaciones

- Diseñar formatos para la captura de la información (input) y manejo de la información de salida (output).

- Demostrar el empleo del sistema SEFAPL en un caso desarrollo de formulaciones de alimentos.

2. ESTRUCTURA DEL SISTEMA

2.1 OPTIMIZACION

El término optimización es un poco difícil de definir porque abarca muchos conceptos y disciplinas. Además aparece con diferentes significados dependiendo del autor, de la compañía o del giro que esta trate (78). El concepto de optimización difiere en significado en ámbitos como evaluación sensorial, ventas, publicidad, manufactura, desarrollo de nuevos productos, etc. (78).

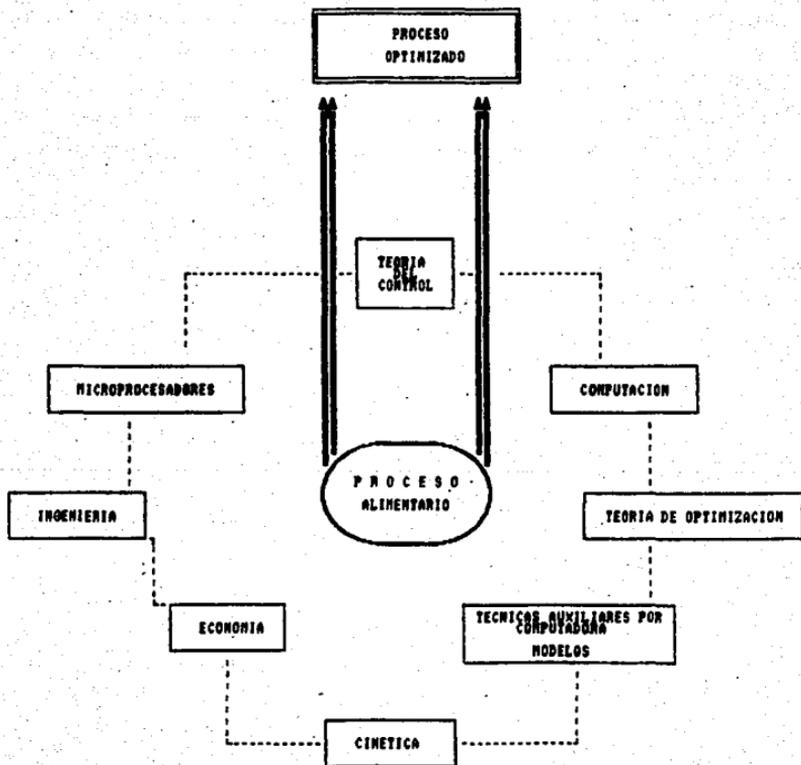
De la revisión bibliográfica realizada para la interpretación del concepto de optimización por diferentes autores (18,22,57,59,69,78) se empleará la siguiente, en el presente trabajo :

"OPTIMIZACION ES ENCONTRAR LA MEJOR SOLUCION
DE UNA SERIE DE ALTERNATIVAS, DE ACUERDO A
UN CONJUNTO DE RESTRICCIONES DADAS "

Ahora bien, para el desarrollo y optimización de un producto, existen diversos procedimientos y estos pueden ser muy diferentes. Van de un rango que abarca desde la experiencia individual especializada de un profesional, hasta la mayor aproximación empleando la metodología estadística de superficie de respuesta (28,42,56,57,72). Para optimizar un producto o un proceso se requiere la cooperación de una amplia gama de disciplinas. En el caso del proceso alimentarios, algunas disciplinas tienen mayor relevancia, como se indica en la figura # 1. Se observa que no son disciplinas de una

Figura # 1

DISCIPLINAS QUE TIENEN MAYOR RELEVANCIA EN EL USO
DE LA OPTIMIZACION EN PROCESOS ALIMENTARIOS



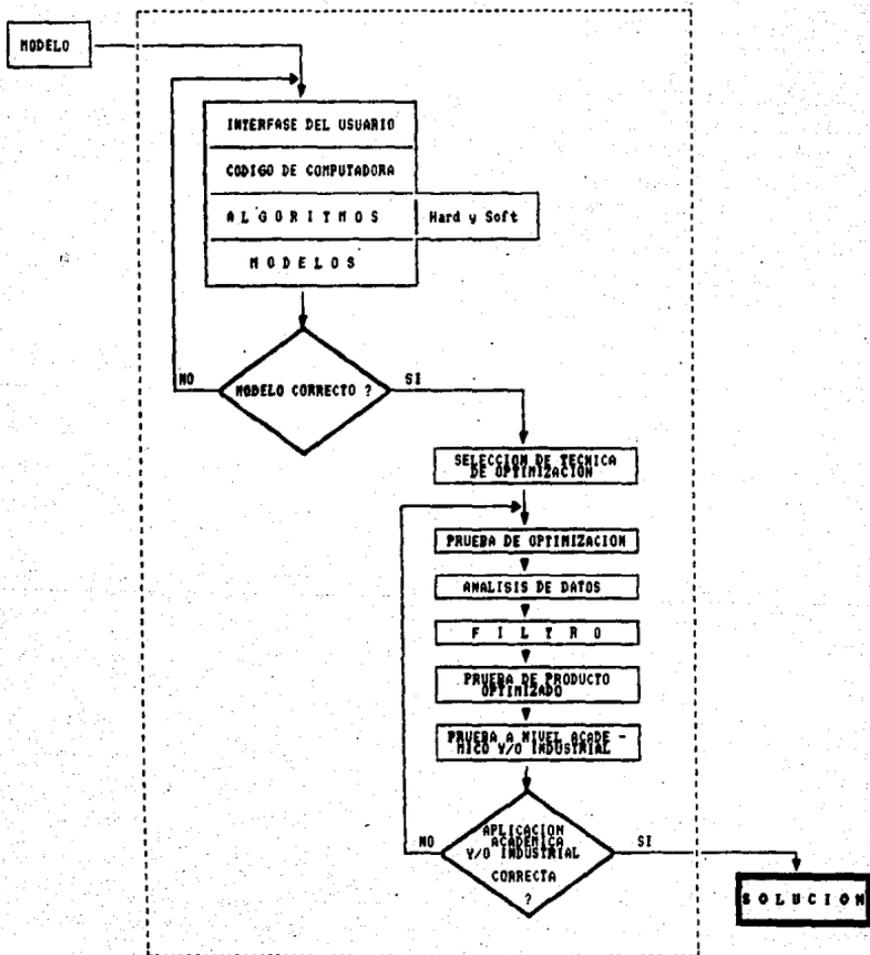
FARM, Level/OPTIMIZATION THEORY, TECHNIQUES, AND THEIR IMPLEMENTATION IN THE FOOD INDUSTRY:
Introduction / Food Technology, Vol. 36 # 7 Julio 1982, pp 87.

sola área. Esto es, no se puede concebir a la optimización como un fenómeno aislado, es menester lograr un estudio desde diferentes perspectivas y lograr una conjunción correcta de todos sus elementos para la obtención de las metas fijadas.

Desde el punto de vista de sistemas se sabe que todo problema se concibe como una Entrada, un Proceso y una Salida (fig. #2). En el uso práctico de la optimización existen ciertas etapas (formadas a su vez por elementos) que son indispensables. Todo este conjunto requiere un ajuste correcto para la obtención de la situación final buscada (solución).

Primero se detecta el problema, posteriormente se dan una serie de elementos para facilitar y concretar el trabajo (pasos 1,2 y 3) estos son: Interfase del usuario, código de computadora, algoritmos. Con estos elementos se parte para la elaboración de un modelo que represente lo mejor posible la realidad con la que se trabaja. En este paso se cuestiona la validez del modelo. Si la respuesta es negativa habrá una retroalimentación hasta el primer elemento (interfase del usuario). Este bucle se romperá cuando la respuesta sea afirmativa, en cuyo caso se prosigue con la selección de la técnica de optimización. Aquí surgen las sentencias compuestas que conforman el último bloque en el que se optimiza y se prueba el producto. Como elemento final se tiene otra toma de decisión, si esta es negativa habrá otra retroalimentación con el comienzo respectivo de un nuevo bucle. El rompimiento de este generará la solución buscada.

Figura # 2 OPTIMIZACION DESDE EL PUNTO DE VISTA DE SISTEMAS

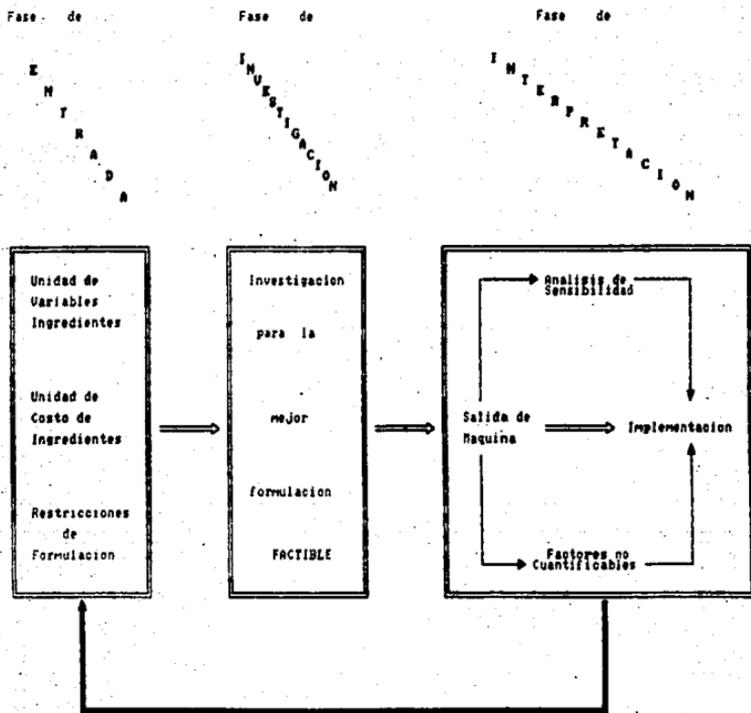


Esto es un bosquejo de la Entrada, Proceso y Salida de este sistema y se ha descrito en forma muy general. De hecho cada bloque involucra un ciclo, de tal forma que, si los elementos no cumplen con las situaciones pedidas se entrará a un bucle.

Cada proceso de optimización tiene etapas generales parecidas, pero conforme se delimita su realidad se hacen más diferentes entre sí. La figura # 3 muestra un proceso de optimización desde el punto de vista de sistemas, para el caso concreto de la formulación de alimentos. En la fase de entrada se cuenta con la información básica necesaria, representada por las restricciones, variables técnicas y las unidades de costos. En el proceso se busca la mejor formulación factible de acuerdo a las restricciones planteadas en la fase de entrada. Para la salida se contemplan análisis de sensibilidad y factores no cuantificados para la retroalimentación necesaria, hasta que la experiencia indique que es el momento de la implantación. Cabe mencionar que es este quizá, el momento más crítico del proceso, ya que siempre existirá algo que es susceptible de mejorarse.

Figura # 3

PROCESO DE OPTIMIZACION EN LA FORMULACION DE ALIMENTOS



REORGANIZACION DE LAS BASES CON INFORMACION MEJORADA

2.2 PROGRAMACION LINEAL

No existe una definición concreta para la Investigación de Operaciones (IO), pero se puede decir que se aplica a problemas que conciernen a la conducción y coordinación de operaciones o actividades dentro de una organización (48). También se dice que es un grupo de técnicas que tienen como objetivo principal la determinación de soluciones óptimas de los problemas económicos, mediante métodos matemáticos y estadísticos (16, 17). A este grupo de técnicas pertenece la Programación Lineal (PL) (17).

La palabra "Programación" se deriva del hecho de que se establecen una serie de pasos lógicos (algoritmo) que permiten procesar diferentes problemas bajo un mismo principio o programa, para obtener una solución.

El adjetivo "Lineal" deriva de la condición de que las relaciones implicadas sean de primer grado (1, 17, 36, 48, 53, 55, 75).

En términos generales, la PL puede ser usada para problemas de optimización en los cuales las siguientes condiciones se satisfacen (48).

Debe existir un conjunto de restricciones que deben satisfacer y alcanzar el objetivo. Estas restricciones deben poderse expresar como un sistema de igualdades o desigualdades lineales (48).

Estos problemas pueden resolverse de diferentes formas: gráficamente, algebraicamente o bien por el uso de matrices.

Es importante hacer notar que en toda organización u operación, se puede encontrar o fijar varios objetivos que se proponen alcanzar o sobrepasar pero, la FUNCION ECONOMICA POR OPTIMIZAR LIGADA A LA ORGANIZACION U OPERACION DEBE SER UNICA (36).

Con la PL podemos contestar algunas preguntas tales como (6):

- La localización de las instalaciones de producción y almacenaje con respecto a las fuentes de materia prima y a los mercados de producto terminado.
- La mezcla de ingredientes que minimice el costo de los alimentos, fertilizantes, combustibles, etc.
- La planeación de la producción, en mayor grado, con instalaciones ya establecidas.

En este trabajo utilizaremos la PL para el desarrollo de formulaciones de alimentos al costo mínimo, manteniendo la calidad del producto. La pregunta inminente es cómo nos ayuda a lograr esto. Para el desarrollo del producto, la PL (usada en el SEFAPL), puede simular qué pasaría si pusiéramos otro ingrediente o menos ingredientes de una formulación estándar, o bien una mezcla completamente nueva. Para el caso de control de calidad, se sabe que los ingredientes no siempre tienen las mismas características, la composición química de las materias primas puede variar de una estación a otra, o de una región geográfica a otra, o bien dependiendo del tiempo o condiciones de almacenamiento a las

que hayan sido sujetas. Por todo lo anterior no se puede usar SIEMPRE las mismas cantidades de ingredientes en la formulación, si es que queremos mantener la calidad del producto. Cuando las materias primas llegan a la planta o laboratorio se someten a pruebas de control de calidad, en ellas se revela la composición química entre otras cosas. Para estandarizar la calidad manualmente sería necesario hacer pequeñas pruebas piloto, lo cual no siempre es factible debido a causas económicas y de tiempo, en cambio el uso de los datos del control de calidad pueden ser utilizados para la simulación con PL mediante el SEFAPL y así en poco tiempo saber exactamente que proporciones de las materias primas debemos adicionar en la formulación.

Es importante mencionar que no se conoce ningún método directo para la solución de los problemas de la PL, es decir, no hay ninguna fórmula que pueda usarse para calcular la solución de un problema de Programación Lineal directamente, sustituyendo los valores de los coeficientes y otros datos dados. En esto se diferencia del problema de resolver ecuaciones lineales simultáneas con el que está íntimamente relacionado, y para el que existen fórmulas directas (16).

En 1947 Dantzing (1,16,17,26,36,48,53,75) desarrolló el **METODO SIMPLEX** para resolver problemas de Programación Lineal. Aunque este procedimiento ha sido revisado y extendido para probar su eficiencia computacional por las computadoras modernas, los principios de solución permanecen inalterables.

La clave del Método Simplex es reducir los planos factibles que necesitan ser considerados a un número finito. (5,6,16,17,26, 36,48,53,75).

Desde el punto de vista conceptual el Método Simplex, resuelve un problema de PL en 2 etapas. Primeramente se parte de un sistema cualquiera de valores y por iteración se halla una solución factible. Después, a partir de esa solución factible, se continúa la iteración hasta lograr una solución óptima (16).

Cabe señalar que las computadoras, el SW desarrollado y las técnicas de simulación (PL) NO SON UNA PANACEA, debe contarse además con personal capacitado en el área.

El uso del SEFAPL es una excelente herramienta, y puede resultar más ventajosa su aplicación si se aúna a los conocimientos y experiencia de las personas en el área de alimentos.

En el Anexo # 1 se dan los elementos de álgebra lineal necesarios para facilitar la comprensión del método de PL.

Antes de hacer uso de la PL es necesario en principio definir los objetivos de optimización de la formulación adecuadamente y por otra parte reunir la información relacionada a los costos de los ingredientes así como el estado y limitaciones tecnológicas de la misma formulación.

Al definir el problema se estructura la función que se va a optimizar. Anteriormente se planteó la posibilidad de establecer varios objetivos, los cuales se cumplirán en su totalidad (o parcialmente) pero solo se establece una función para optimizar a la vez. Por tanto la intención del proceso de optimización es obtener una formulación al menor costo, cubriendo un conjunto de restricciones del proceso de elaboración. En este sentido la función objetivo involucra la cantidad por encontrar de todos los ingredientes, sus costos unitarios , de tal forma que, la estructura de la función objetivo estaría dada por la siguiente ecuación:

$$Z \text{ costo min.} = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_i X_i$$

donde:

Z costo min. = Costo mínimo de la fórmula.

C_i = Costo unitario del ingrediente iésimo.

X_i = Cantidad del ingrediente iésimo. (lo que vamos a calcular para conocer Z)

Posteriormente a la estructuración de la función objetivo será necesario construir un conjunto de ecuaciones que representen el estado y limitaciones del proceso de elaboración de una determinada formulación.

Para ello será necesario conocer a la interrelación de los ingredientes como las restricciones de composición final, y cualquier otra limitación de política de la planta o normas oficiales. Todas estas características han de poder ser expresadas como ecuaciones o inecuaciones, pero lineales . Es

recomendable que la empresa disponga de un laboratorio de control de calidad para conocer el comportamiento funcional de los diferentes ingredientes en la mezcla y sus efectos en la calidad final del producto, y en consecuencia establecer las restricciones y limitaciones del sistema. Además se requiere hacer un estudio de planta piloto para respaldar o comprobar la información generada en el proceso.

En este trabajo se tratarán 3 ejemplos. Los dos primeros fueron obtenidos de la bibliografía, el primero el sobre una dieta, el segundo sobre la formulación de una mayonesa y el el tercero es un desarrollo propio del trabajo que trata sobre embutidos. De aquí que se crea conveniente mencionar la importancia de las restricciones de embutidos.

La serie de restricciones contempladas en la formulación de embutidos se pueden agrupar de groso modo en las siguientes secciones:

- Ingredientes
- Composición
- Ligadura
- Color
- Sabor
- Diferentes tipos de carne
- Otros

1.- Sección de ingredientes.-

Cuando los ingredientes se encuentran correlacionados a una característica funcional de la fórmula, debe cuantificarse bajo relación (como veremos en el ejemplo de la mayonesa, donde se establecen relaciones entre los siguientes ingredientes: ácido-humedad, yema-aceite). En el

caso de embutidos una de las relaciones más usadas es la de proteína-humedad.

Algunos ingredientes presentan restricciones por el tipo de norma oficial, es decir, de identidad, calidad, elaboración. Sobretodo en la aplicación de aditivos y en el uso de ciertos tipos de carne, dadas las características que imparten a la mezcla, como el sabor que desarrolla.

Conforme se adquiere más experiencia se puede ir variando la formulación, es decir, sustituir un ingrediente por otro o por la mezcla de otros tal que exhiban las mismas propiedades funcionales y características del producto final.

2.-Sección de composición.-

Estas restricciones surgen debido a varios factores, entre los cuales podemos mencionar los siguientes:

- a) El gobierno usualmente pide que el producto cubra ciertos requisitos, por ejemplo, si el producto se distribuye bajo el nombre de "salchicha" debe tener porcentajes establecidos de grasa, proteína, humedad, harina, etc., específicos para este producto. A estos requerimientos se les llama "legales".
- b) Mantener la calidad del producto.
- c) Para que el producto origine satisfacción al consumidor debe tener cierta composición. No siempre la más barata es la menos agradable, o la más cara la mejor, para mejor comprensión de los puntos anteriores se tomará el siguiente ejemplo. Se tiene un producto "X" . La experiencia marca que

cuando más debe tener un 30 por ciento de grasa para que sea agradable de sabor y de apariencia. Una cantidad mayor de grasa no podría ser emulsificada adecuadamente. De aquí se parte para elaborar una inecuación que involucre todos los ingredientes que aporten grasa, estos irían del lado izquierdo de la inecuación. El signo de la inecuación sería menor o igual que (\leq) ya que se necesita que no se rebase ese valor, el lado derecho de la inecuación sería 30, que es lo que marca la norma (y la experiencia) sin embargo es bueno trabajar con márgenes de seguridad, por lo tanto un valor de 28 sería más adecuado, así quedaría:

$$aX_1 + bX_2 + cX_3 + \dots + nX_n \leq 28$$

donde a,b,c y n serían los contenidos de grasa que poseen los ingredientes de la formulación (X).

3.- Sección de ligadura.-

La cantidad necesaria para formar una emulsión estable se mide por la calidad ligante de los compuestos cárnicos tales como las proteínas solubles, que permiten la acción emulsificante.

Existen tablas en diferentes manuales de productos cárnicos (41), en donde se puede ver la calidad emulsificante de los ingredientes más usados en embutidos. Estos rangos van de 0 a 1, donde el primer valor representa una calidad muy pobre y el último una calidad excelente.

Es necesario recordar que no solamente la grasa y el contenido de tejido alteran las calidades emulsificantes de

los ingredientes, sino también el crecimiento bacteriano y el congelamiento de la carne dan efectos adversos.

4.- Sección de color.-

Cuando un consumidor adquiere un producto, no piensa por lo general en los beneficios nutritivos que este lo proporciona, sino básicamente en las características sensoriales, y en función de ello decide si lo adquiere o no. Así, un buen color, aroma o sabor, tienen mayor peso en el ánimo del comprador que un alto contenido de proteínas. Dado que la apariencia es un requerimiento importante para el consumidor se cae en la cuenta de que el color es una característica altamente importante (no siempre se puede probar lo que se va a comprar).

Como en el caso de la restricción de ligadura, hay tablas como las descritas anteriormente (41), en las que se establecen valores para el color de las carnes empleadas en embutidos.

5.- Sección de carne congelada.-

Algunos productores trabajan con carne congelada y por lo tanto deben desarrollar restricciones especiales para el empleo de esta carne, ya que representa baja calidad de emulsión y en ocasiones rancidez. Estos problemas se subsanan con la restricción de la cantidad de carne congelada que se usará en la fórmula. De aquí se desprende que es menester establecer diferentes restricciones para los diferentes productos.

Hasta aquí solo se ha revisado algunas de las restricciones que poseen cierta relevancia. No olvidar que estas no son todas las restricciones, ni que las demás no son importantes. Todos los fabricantes deberán determinar sus restricciones en función de sus necesidades, de su información técnica y experimental, que generalmente es la más valiosa.

Para mayor detalle de la información anterior consultar las referencias 11, 12, 15, 40, 41, 47, 58, 61, 62, 66, 81.

El cuadro # 6 concentra la interpretación económica de los componentes de la formulación de alimentos utilizando programación lineal, es decir, que significa cada uno de los integrantes.

**Interpretación económica de los componentes de la
formulación de alimentos con Programación Lineal**

Concepto	Interpretación
Optimo buscado	Minimizar el costo del producto alimenticio; o sea, maximizar las utilidades del producto.
Coefficientes de la función objetivo	Los coeficientes de la función objetivo se refieren a: Precios de los ingredientes de la formulación en el mercado.
Variables de elección	Las variables de elección del modelo se refieren a a) Cantidades (rangos) de los ingredientes que se emplean en la elaboración. b) Rangos de los elementos indispensables para la buena formación de la emulsión.
Nivel de requerimiento de las restricc.	Valores en que deben fluctuar las concentraciones de los ingredientes.
Coef. técnicos de restric.	Matriz de unos y ceros.

García Paredes Miguel Angel
 MODELO DE EQUILIBRIO ECONOMICO CON DETERMINACION ENDOGENA DE
 PRECIOS
 Tesis profesional, UACH, Chapingo, México, 1987

2.3 DESARROLLO DEL SEFAPL

Desde el punto de vista de sistemas, todo problema puede ser identificado como un todo que está constituido de 3 partes:

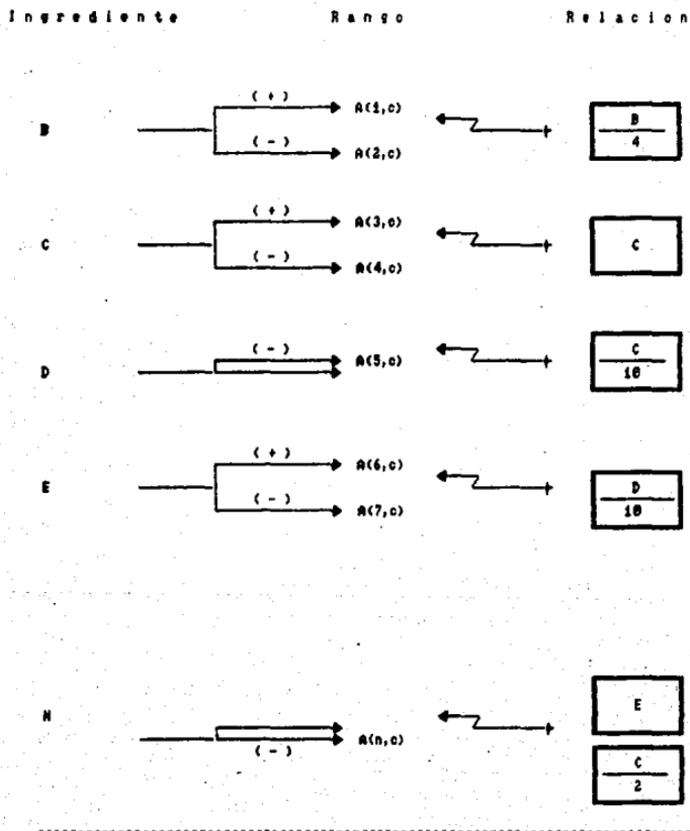
- a) Entrada
- b) Proceso
- c) Salida

En el caso particular del SEFAPL, es necesario ayudarse de ciertos formatos para hacer un uso eficiente, y lo integramos de la siguiente manera:

<u>Etapa</u>	<u>Elementos necesarios</u>	<u>Figuras</u>
<u>Entrada</u>	<ul style="list-style-type: none">- # ingredientes- nombre de los ingredientes- restricciones de la formulación (límites)- elementos de la restricción (composición)- límites totales (parte izquierda)- costos	4, 5, 6
<u>Proceso</u>	Programa SEFAPL, el proceso se realiza mediante la ejecución del programa.	anexo #3
<u>Salida</u>	Interpretación de los resultados	7

Entrada.- Para establecer la entrada es necesario los datos descritos anteriormente, para poder hacer un mejor uso de ellos, nosotros proponemos elaborar una figura como la # 4 para poder agrupar los ingredientes, el rango o límites integrados y la relación que guardan entre ellos.

Figura # 4 ESQUEMA DEL CONJUNTO DE RESTRICCIONES PARA EL PROBLEMA DE ELABORACION DE ...



.. [B] <= 90 ([X])

.. [D] <= 12 ([E])

Una vez agrupados, los concentramos en un "Cuadro de datos para elaborar" (figura # 5). Sin embargo no podemos alimentar los datos en esta forma al SEFAPL , se tienen que ordenar y para ello proponemos una tercer figura, "Cuadro para el problema de mezcla de al costo mínimo". (ver figura # 6).

Para llevar a cabo el proceso uno solo tiene que dejar correr el programa, una vez que se alimentaron los datos a la computadora.

La salida de los resultados será en un formato como el de la figura # 7. La cual es una lista de los ingredientes que deben ir en la formulación así como sus cantidades y el costo de la mezcla total.

Estas figuras (# 4, #5, # 6 y # 7) son las que, junto con el SEFAPL , entre otras cosas, aporta este trabajo para la formulación de mezclas de productos alimenticios. Creemos que el material de este tipo es muy útil, ya que la mayoría de las compañías de alimentos tratan de asegurarse de que sus productos cumplen con las regulaciones legales y además satisfacen las necesidades del consumidor (37).

El uso de estos formatos es muy fácil una vez que el usuario se ha acostumbrado a ellos. Para hacer más clara su comprensión se harán varios ejemplos con diferentes grados de dificultad . Los 2 primeros ejemplos tienen como finalidad introducir al usuario a la metodología del SEFAPL. El tercer ejemplo en sus dos modalidades es sobre un producto cárnico.

Figura # 5

Cuadro de datos para elaborar ...

Ingrediente Variable	B	C	. . .	N	Signo	Limites
B Min.	A(1,1)	A(1,2)	. . .	A(1,n)	> =	A(1,c)
B Max.	A(2,1)	A(2,2)	. . .	A(2,n)	< =	A(2,c)
C Min.	A(3,1)	A(3,2)	. . .	A(3,n)	> =	A(3,c)
C Max.	A(4,1)	A(4,2)	. . .	A(4,n)	< =	A(4,c)
.
.
.
N Min.	A(N,1)	A(N,2)	. . .	A(N,n)	=	A(N,c)
o o o o	A(N2,1)	A(N2,2)	. . .	A(N2,n)		

Figura # 6

CUADRO PARA EL PROBLEMA DE MEZCLA DE ... AL COSTO MINIMO

Ingrediente Variable	B	C	. . .	N	Signo	Limites
B Max.	$A(2,1)$	$A(2,2)$	. . .	$A(2,n)$	$< =$	$A(2,o)$
C Max.	$A(4,1)$	$A(4,2)$	. . .	$A(4,n)$	$< =$	$A(4,o)$
C Min.	$A(3,1)$	$A(3,2)$	. . .	$A(3,n)$	$> =$	$A(3,o)$
B Min.	$A(1,1)$	$A(1,2)$	. . .	$A(1,n)$	$> =$	$A(1,o)$
.
.
.
N Min.	$A(N,1)$	$A(N,2)$	. . .	$A(N,n)$	$> =$	$A(N,o)$
c o s t o	$A(N2,1)$	$A(N2,2)$	. . .	$A(N2,n)$		

FIGURA # 7 SALIDA DE RESULTADOS

VARIABLE (NOMBRE DEL INGREDIENTE)	VALOR (CANTIDAD A AGREGAR)
X 0 (1)	A (1 , 1)
X 0 (2)	A (2 , 2)
X 0 (3)	A (3 , 3)
X 0 (4)	A (4 , 4)
.	.
.	.
.	.
X 0 (R)	A (N2 , C2)

VALOR FUNCION OBJETIVO : $-Z=A(N2,C1)$

2.4 EJEMPLOS

La gran mayoría de los alimentos en México están regidos por 2 aspectos. El primero es el aspecto oficial, es decir, la forma en cómo la S.S.A. controla la calidad, elaboración e ingredientes de un alimento. La S.S.A. emite a través de publicaciones en el Diario Oficial (entre otras), las normas oficiales mexicanas de los productos. Estas normas establecen las especificaciones que deben cumplir los productos alimenticios. Para cada producto hay una norma.

El otro aspecto es el de la fábrica. A la empresa productora de alimentos no solo le concierne la parte legal sino también sus políticas internas. Así un producto se rige por regulaciones oficiales e internas. Generalmente las normas internas son más estrictas que la misma norma oficial. Esto ocurre debido a la necesidad de los empresarios de mantener la aceptabilidad de sus productos.

2.4.1 EJEMPLO # 1

Este ejemplo fue tomado del libro de "Programación Lineal" de Espinoza Berriel (17), y fue seleccionado con la intención de introducir al usuario en la estructura de la planeación y solución del modelo de PL, por lo tanto, se tiene el caso simple de encontrar la dieta óptima con los siguientes alimentos: queso y pan; cada uno de ellos contiene calorías y proteínas en diversas proporciones. Un Kg. de pan contiene 2000 calorías y 50 g. de proteínas, un Kg. de queso contiene 4000 calorías y 200 g. de proteínas. Supongamos que una dieta

normal requiere cuando menos 6000 calorías y 200 g. de proteínas diariamente. Por lo tanto si el Kg. de pan cuesta \$ 6.00 y \$ 21.00 el queso.

Qué cantidades de pan y queso debemos comprar para satisfacer los requisitos de la dieta normal, gastando la menor cantidad de dinero?

Este problema presenta 2 incógnitas:

1.- Los kilogramos de pan a comprar (X_1).

2.- Los kilogramos de queso a comprar (X_2).

Se debe obtener una función del costo con las incógnitas X_1 y X_2 , es decir, una ecuación que involucre los precios de los alimentos que se quieren comprar y la cantidad de ellos. Se conoce el precio, ya que es un dato del problema, las cantidades que hay que comprar son los datos que vamos a calcular, de tal forma que la ecuación está dada por:

$$Z \text{ min} = 6 X_1 + 21 X_2 \quad \dots\dots (1)$$

en donde:

Z_{min} = función objetivo, es decir, el importe (mínimo de la compra que se necesita hacer). A la ecuación # 1 se le llama "función objetivo" ó "función económica".

Ahora bien, se trata de obtener los valores X_1 y X_2 tales que la función Z sea mínima, es obvio que si ambas son iguales a cero anulan la función y entonces el costo es cero, pero tal función no es aceptable porque existen ciertas condiciones que cumplir, en este caso son los requisitos de la dieta normal. A estas variables se les denomina restricciones,

de tal forma que las restricciones del contenido del calorías está dado por la siguiente ecuación:

$$2000 X_1 + 4000 X_2 \geq 6000 \dots\dots\dots (2)$$

Esto implica que la incógnita X_1 (Kg. de pan a comprar) aporta 2000 calorías y la X_2 (Kg. de queso a comprar) aporta 4000 calorías. El signo (\geq) demuestra que estas incógnitas deben tener ciertos valores tales que iguales cuando menos a 6000. El caso de la restricción del contenido de proteína se estructura en forma similar, si,

$$50 X_1 + 200 X_2 \geq 200 \dots\dots\dots (3)$$

Para facilitar el planteamiento del problema se requiere manejar los datos a través de una matriz como se indica a continuación:

Variables	Pan	Queso	Signo	Límite
Calorías	2000	4000	$> =$	6000
Proteínas(g)	50	200	$> =$	200
Precio(\$)	6	21	=	Z

Ahora bien, para resolver este sistema de ecuaciones se hará uso del método gráfico, tal y como se muestra en el anexo del repaso de álgebra lineal.

Solución:

Las restricciones son las ecuaciones 2 y 3, graficando estas inecuaciones se tiene la figura # 8.

Como ambas inecuaciones son mayores o iguales, la superficie de solución estará dada hacia arriba.

Se puede observar en la gráfica (fig. # 8) que han quedado delimitada una superficie cuyos vértices son A, B y C. Cada uno de los puntos de esta superficie es la solución del problema, pero se trata de localizar aquel en el que la función Z sea mínima. La determinación de este punto, en el número infinito de posibles soluciones, se facilita gracias a un teorema del álgebra lineal que dice que EL MAXIMO O EL MINIMO DE LA FUNCION ECONOMICA SE ENCUENTRA EN UNO DE LOS VERTICES DE LA SUPERFICIE DE SOLUCION. (17)

Con este teorema, el número de puntos donde se puede encontrar el mínimo de la función deja de ser infinito para reducirse a 3 solamente, o sea los vértices de la superficie de las soluciones (A, B, y C). El procedimiento para localizar la solución es sustituir las coordenadas de los vértices en la función objetivo.

De éstos diferentes resultados se escoge el que corresponda al menor valor, así para el vértice A tenemos que:

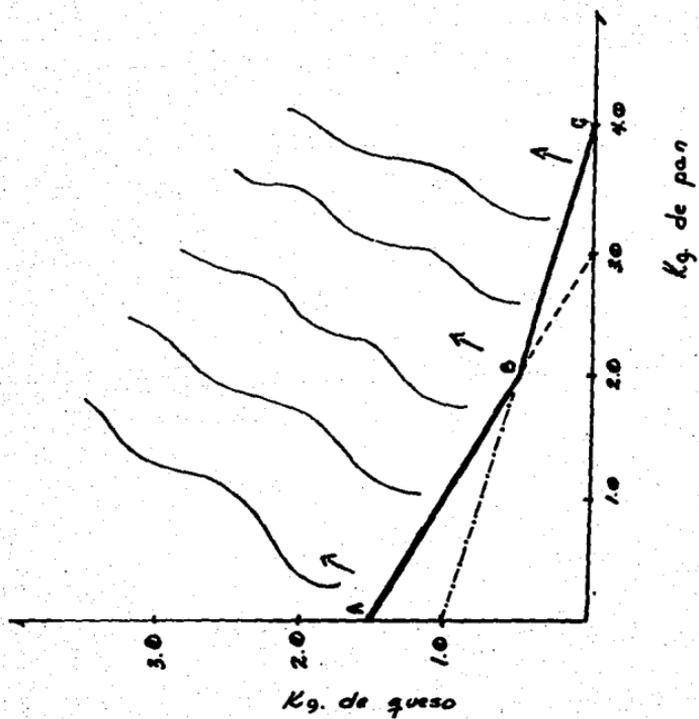
$$Z = 6(0) + 21(1.5) = 31.5$$

Para el vértice B:

$$Z = 6(2) + 21(0.5) = 22.5$$

SOLUCION GRÁFICA

EJ. # 1



Para el vértice C:

$$Z = 6(4) + 21(0.0) = 24.0$$

Analizando estos resultados concluimos que el punto óptimo del problema es B, cuyas coordenadas son (2,0.5) esto conlleva a decir que para estos requerimientos de la dieta normal se puede comprar 2 kilogramos de pan y 0.5 kilogramos de queso, así se tendrá el precio mínimo.

Resumiendo se puede decir que a través del método gráfico se busca vértice por vértice en la superficie de soluciones hasta determinar por medio de comparaciones aquel valor que sea el máximo o mínimo (en este caso) buscado.

Desafortunadamente este método tiene varios inconvenientes:

Para 3 incógnitas la representación gráfica se dificulta, además en ese caso, las soluciones posibles no forman una superficie en forma de polígono, sino de poliedro, así para más de 3 incógnitas la representación gráfica se imposibilita.

Por otra parte, el número de vértices aún con 2 incógnitas puede ser muy grande, (según las restricciones el caso) y este método exige el cálculo de la totalidad de ellos.

El método algebraico acepta un número de variables o restricciones un poco más grande que el gráfico, pero conforme este se incrementa, se dificulta el proceso de solución.

Para subsanar estas dificultades Dantzing creó el Método Simplex (1,16,17,26,36,48,53,75), como se citó anteriormente.

El ejemplo que veremos a continuación fue tomado del artículo "LINEAR PROGRAMMING AND ITS APPLICATIONS IN THE FOOD INDUSTRY" de Bender et al (5), con el propósito de ilustrar el planteamiento, desarrollo y solución de un problema de PL por medio del Método Simplex, con una computadora. Para hacer uso del programa SEFAPL refiérase al anexo que contiene el manual del usuario, el cual contiene los procedimientos para el empleo del sistema por parte del usuario.

2.4.2 EJEMPLO # 2

Considerando el caso de un fabricante de mayonesa que desea desarrollar un producto económico que mantenga la calidad del producto actual. Inicialmente el desea limitar su fórmula a los siguientes ingredientes:

Ingrediente	Variable
Aceite	X_1
Sal	X_2
Yema	X_3
Vinagre	X_4
Mostaza	X_5
Agua	X_6

Con el siguiente conjunto de restricciones:

- 1.- La cantidad de aceite que debe estar presente va de un rango del 65 al 80 por ciento. Se debe tomar en cuenta que el 25 por ciento de la yema es aceite.
- 2.- La cantidad de yema deberá fluctuar en un rango del 6.5 al 8 por ciento.
- 3.- El contenido de sal no puede exceder el 0.8 por ciento. La yema contiene un 10 por ciento de sal.

4.- El contenido de ácido está en un nivel del 0.2 al 0.5 por ciento. Una décima parte del vinagre es ácido.

5.- El contenido de humedad deberá ajustarse en un rango del 12 al 18 por ciento. Todo el vinagre es humedad y la mitad de la yema también es humedad.

6.- El contenido de mostaza oscilará entre el 0.25 y el 1.0 por ciento.

7.- El contenido de humedad debe ser menor o igual a 50 veces el contenido de ácido.

8.- El contenido de aceite debe ser menor o igual a 12 veces el contenido de yema

El siguiente cuadro (# 7) muestra el costo de cada ingrediente de la formulación.

Cuadro # 7

Costo de ingredientes de la formulación de mayonesa

Ingrediente	Costo [Centavos/lb.]
Aceite	58
Yema	93
Sal	3
Vinagre	26
Mostaza	71
Agua	0

Con estos datos, la función objetivo está estructurada de la siguiente forma:

$$Z = 58X_1 + 93X_2 + 3X_3 + 26X_4 + 71X_5 + 0X_6$$

La representación matemática de las restricciones está dada de la manera siguiente:

1.- Restricción del contenido de aceite.

Del conjunto de ingredientes que aportan a la fórmula aceite es por supuesto el mismo aceite y adicionalmente el contenido de aceite de la yema, y lo hacen de la siguiente manera:

- Aceite: Una parte de aceite sola contribuye a 100 por ciento de aceite, aunque esto parezca obvio, es necesario considerarlo ya que en las demás restricciones no será muy claro

- Yema: Una parte de yema contribuye con 25 por ciento de esta en aceite.

Se sabe que el contenido de aceite en la fórmula debe ser cuando menos un 65 por ciento y cuando más un 80 por ciento. Este rango está dado según especificaciones del productor, para que el producto presente las características sensoriales y funcionales de una mayonesa. Matemáticamente lo anterior se puede expresarse de esta manera:

$$X_1 + 0.25X_2 \geq 65$$

$$X_1 + 0.25X_2 \leq 80$$

Estas inecuaciones son consistentes ya que se suma una parte de aceite con una porción de aceite contenida en otro ingrediente. Esta expresión matemática da la aportación del ingrediente X_1 (aceite vegetal) de un cien por ciento y de que la yema aporta un 25 por ciento de aceite. Los términos del lado derechos señalan los límites.

2.- Restricciones del contenido de yema.

La yema aporta una parte entera de yema a la mezcla, y los rangos en los cuales se le permite fluctuar van de un 6.5 a un 8.0 por ciento. Matemáticamente tenemos,

$$X_2 \geq 6.5$$

$$X_2 \leq 8.0$$

En forma similar se pueden escribir las siguientes restricciones.

3.- Restricción del contenido de sal.

$$0.1 X_2 + X_3 \leq 0.8$$

4.- Restricción del contenido de ácido.

$$0.1 X_4 \geq 0.2$$

$$0.1 X_4 \leq 0.5$$

5.- Restricción del contenido de humedad.

$$X_6 + X_4 + 0.5 X_2 \geq 12$$

$$X_6 + X_4 + 0.5 X_2 \leq 18$$

6.- Restricción del contenido de mostaza.

$$X_5 \geq 0.25$$

$$X_5 \leq 1.00$$

Hasta aquí el planteamiento de estas restricciones ha resultado sencillo. Las siguientes restricciones son RELACIONES, y relativamente mas complejas de plantear.

7.- Relación ácido-humedad.

Anteriormente se citó que el contenido de humedad tenía que ser menor o cuando mucho igual a 50 veces el contenido de ácido, es decir

$$\text{contenido de humedad} \leq 50 (\text{contenido de ácido})$$

y que la mitad de la yema, todo el vinagre y toda el agua eran humedad, entonces,

$$0.5 X_2 + X_4 + X_6 \leq 50 \text{ (contenido de ácido)}$$

además que el vinagre era la única fuente de ácido, y que el era 10 por ciento ácido, por lo tanto

$$0.5X_2 + X_4 + X_6 \leq 50(0.1(X_4))$$

por lo tanto la expresión matemática completa es,

$$0.5X_2 + X_4 + X_6 \leq 5X_4$$

ya que no puede tener una incógnita (en este caso X_4) del lado derecho de la inecuación, se despeja y se reescribe la inecuación

$$0.5X_2 - 4X_4 + X_6 \leq 0$$

8.- Restricción yema-aceite.

De forma semejante al caso anterior se obtiene esta relación

$$\text{Contenido de aceite} \leq 12 \text{ (contenido de yema)}$$

$$X_1 + 0.25 X_2 \leq 12 \text{ (c. yema)}$$

$$X_1 + 0.25 X_2 \leq 12 \text{ (X}_2\text{)}$$

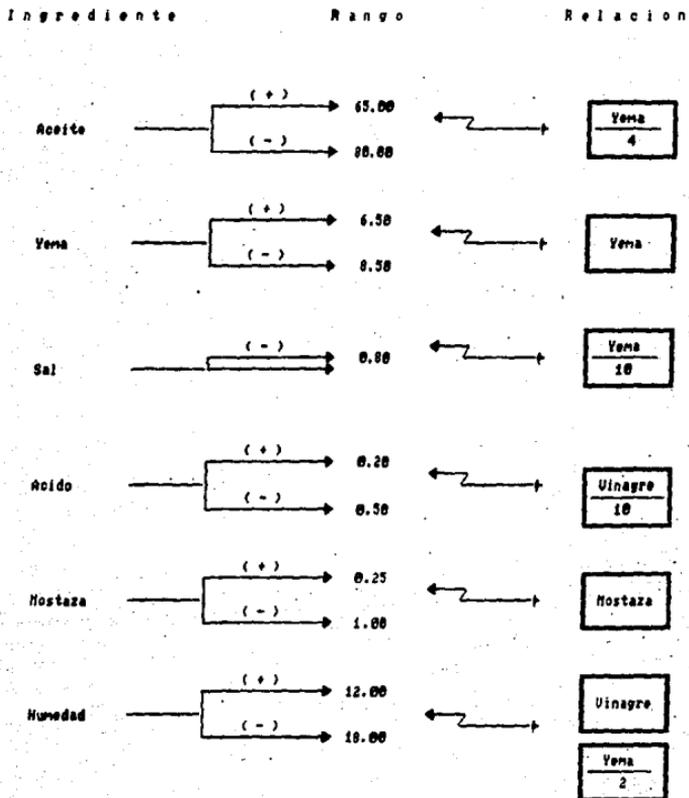
despejando

$$X_1 - 11.75 X_2 \leq 0$$

Hasta aquí se han establecido todos los datos necesarios para la resolución del problema.

La fig. # 9 muestra un esquema del conjunto de restricciones. Para un mejor entendimiento de los datos los vaciaremos en un cuadro de la manera planteada en la figura # 10 .

Figura # 9 ESQUEMA DEL CONJUNTO DE RESTRICCIONES PARA EL PROBLEMA DE ELABORACION DE MAYONESA



.. [Humedad] <= 50 ([acido])

.. [Aceite] <= 12 ([yema])

Figura # 10

CUADRO DE DATOS PARA ELABORAR MAYONESA

Ingrediente Variable	Aceite	Yema	Sal	Vinagre	Mostaza	Agua	Signo	Limites
Aceite Min.	1.0	0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	> =	65.00
Aceite Max.	1.0	0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	< =	80.00
Yema Min.	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	> =	6.50
Yema Max.	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	< =	8.00
Sal Max.	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	0.0	< =	0.80
Acido Min.	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	> =	0.20
Acido Max.	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	< =	0.50
Most. Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	> =	0.25
Most. Max.	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	< =	1.00
Hum. Min.	0.0	0.5	0.0	1.0	0.0	1.0	> =	12.00
Hum. Max.	0.0	0.5	0.0	1.0	0.0	1.0	< =	18.00
aceite/hum.	0.0	0.5	0.0	-4.0	0.0	1.0	< =	0.00
Yema/aceite	1.0	-11.75	0.0	0.0	0.0	0.0	< =	0.00
Peso	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	=	100.00
costo	0.58	0.93	0.38	0.26	0.71	0.0		

En el cuadro anterior hemos concentrado la información y se ve que se desea del problema, sin embargo para alimentar los datos a la computadora es menester ordenarlos. Primero aquellos cuyos límites sea de signo menor o igual (\leq), segundo las igualdades, y por último las restricciones que sean de signo mayor o igual que (\geq). Todo esto en forma creciente. Quedando como se muestra en la figura # 11. En este momento se procede a usar la computadora. Los datos se alimentarán como están en la figura # 11 . La salida de resultados se ve en el cuadro # 8.

Cuadro # 8

	Variable	Valor (Lb.)
X ₁	Aceite	78.28
X ₂	Sal	6.66
X ₃	Yema	0.13
X ₄	Vinagre	3.60
X ₅	Mostaza	0.25
X ₆	Agua	11.07

Valor función objetivo : \$ 52.76

En el cuadro # 8 se aprecian las cantidades que hay que agregar de cada ingrediente a la mezcla para que esta resulte con las características pedidas en las restricciones y al costo mínimo. La función objetivo quiere decir que las 100 Lb. de mayonesa costarán \$ 52.76.

Ahora bien, estos resultados son solo el principio, de la optimización ya que todavía pueden considerarse muchas situaciones más. Por ejemplo, la experiencia del fabricante puede dictar que se agregue huevo entero, aceites de

Figura # 11

CUADRO PARA EL PROBLEMA DE MEZCLA DE MAYONESA AL COSTO MINIMO

Ingrediente Variable	Aceite	Yema	Sal	Uinagre	Mostaza	Agua	Signo	Limites
Aceite/hum.	0.0	0.5	0.0	-4.0	0.0	1.0	< =	0.00
Yema/aceite	1.0	-11.75	0.0	0.0	0.0	0.0	< =	0.00
Acido Max.	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	< =	0.50
Sal Max.	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	0.0	< =	0.00
Most. Max.	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	< =	1.00
Yema Max.	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	< =	0.00
Hum. Max.	0.0	0.5	0.0	1.0	0.0	1.0	< =	10.00
Aceite Max.	1.0	0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	< =	00.00
Peso	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	=	100.00
Acido Min.	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	> =	0.20
Most. Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	> =	0.25
Yema Min.	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	> =	6.50
Hum. Min.	0.0	0.5	0.0	1.0	0.0	1.0	> =	12.00
Aceite Min.	1.0	0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	> =	65.00
c o s t o	0.50	0.93	0.30	0.26	0.71	0.0		

diferentes orígenes, o mezclas de aceites, en función de los costos de los ingredientes o bien del gusto del consumidor. Es necesario hacer hincapié en las pruebas panel del producto, ya que si bien el costo es un factor determinante en la producción de alimentos también lo es el sabor.

Las restricciones que involucran relaciones son muy complejas de establecer, y en ocasiones difíciles de comprender. El proceso debe ser visto como un proceso evolutivo, no a la primera iteración será el resultado final que se desea. Cada salida de resultados de la computadora debe analizarse y adicionarse o quitarse restricciones según se vaya viendo cómo es el comportamiento de los ingredientes.

3. DESARROLLO DE FORMULACIONES.

3.1 CARNES

La calidad de los productos, importante siempre, se ha colocado como el factor más significativo en las decisiones de los compradores. Esta es una verdad, ya sea que se trate de una ama de casa, de una gran corporación industrial o de una agencia de abastecimientos similares. (19A, 20, 38)

La palabra "calidad" no tiene el significado popular de lo "mejor" en sentido absoluto. Quiere decir "mejor para el consumidor dentro de ciertas condiciones". Estas condiciones son: a) Su uso actual y b) El precio de venta del producto. La calidad del producto debe considerarse como algo que tiene relación con el costo del mismo. (8, 19A, 38, 39)

El control de calidad debe ser una implementación DIARIA en todas las áreas de la compañía (43, 45).

El SEFAPL ayuda a estandarizar la calidad de las formulaciones de alimentos ya que las optimiza según sus restricciones al menor costo posible.

El control de calidad en carnes y productos de carne puede ser visto desde 2 puntos de vista. Uno es la posición de la inspección de la carne o la salud pública oficial que debe determinar la conformidad del producto o el procedimiento de manufactura para ciertos estándares o regulaciones legales. El otro punto de vista es el del procesador o empacador a quien concierne no solamente conocer sus obligaciones legales, sino también mantener sobre un gran período de tiempo la identidad y aceptabilidad de sus productos, controlando su calidad y composición (19A).

El concepto de la Industria Cárnica es definido por la ONU como un grupo de industrias alimentarias, al cual corresponde ==la matanza de ganado, fabricación de preparados y conservas de carne == . También incluye ==las operaciones vinculadas a la preparación de la carne como el ahumado, salazón, curado, enlatado, congelación, la preparación de tripas para charcutería, así como la extracción y refinado de manteca y otros cuerpos comestibles de origen animal ==. ()

La carne no solo tiene importancia nutritiva (cuadro # 9) () sino también es un alimento popular por su atractivo, por su aroma, por su sabor y la satisfacción que proporciona. La cocción en general mejora estos atributos, contribuyendo al sabor, la blandura, y a la digestibilidad.

Cuadro # 9

Composición química de la carne

Componente	Por ciento
Agua	75-80
Proteínas	15-20
Lípidos	3
Glucógeno	1
Sales Minerales	1
Sust. Nitrog.(NO proteicas)	1

De los productos elaborados con carne destacan los embutidos por su gran variedad de forma, sabor elaboración. Generalmente se conoce como **embutido** a los productos de carne que son salados y usualmente sazonados. El cuadro # 10 muestra una clasificación de embutidos según el país de su elaboración.

Cuadro # 10

CLASIFICACION DE EMBUTIDOS SEGUN SU ORIGEN

URSS	<ul style="list-style-type: none">- Cocinados- Semiahumados- Crudos ahumados- Ahumados- Cocinados
Reino Unido	<ul style="list-style-type: none">- Crudos- Cocinados- Secos
EUA	<ul style="list-style-type: none">- Crudos (frescos)- Ahumados- Cocinados- Semisecos- Secos
RDA RFA	<ul style="list-style-type: none">- Cocidos- Escaldados (ahumados)- Cocidos
CUBA	<ul style="list-style-type: none">- Cocinados- Ahumado coinado- Ahumado seco- Secos, ahumados, cocidos

Manev Georui
LA CARNE Y SU ELABORACION
Ed. Científico-Técnica, Cuba, 1983

Se observa que en todos estos países se contemplan embutidos cocinados, pero aunque estén dentro de esa categoría, son muy diferentes debido a los ingredientes que se utilizan en su elaboración. Existe otra clasificación de embutidos, que aunque es muy general ilustra mejor las diferencias de los embutidos. (cuadro # 11)

Esta nueva clasificación está basada en las diferencias físicas y en las propiedades de los embutidos que son impuestas por los procedimientos operacionales.

Así como la clasificación de embutidos es variable, su elaboración y los ingredientes que son necesarios, también resultan ser diversos, no obstante existen algunos procesos e ingredientes comunes para todos los tipos de embutidos. A continuación mencionaremos algunos de estos ingredientes de uso común en la elaboración de embutidos.

- a) Carne
- b) Especies.
- c) Agua, Hielo.
- d) Sales.
- e) Azúcar.
- f) Aglutinadores.

Agua y/o hielo.-

El empleo del agua es necesario para evitar el sobrecalentamiento mecánico de la masa cárnica, además que imparte fluidez a la emulsión. Generalmente se acostumbra disolver las sales curantes y la sal común en el agua para una mejor distribución de estas en la mezcla.

CLASIFICACION GENERAL DE EMBUTIDOS

Grano Grueso	- Ahumados
	- Cocinados
	- Enfriados
	- Congelados
	- Secos
	- Curados
Tipo Emulsión	- Ahumados
	- Cocinados
	- Enfriados
	- Congelados
	- Secos
	- Curados

Grano Grueso: Muestra discretas partículas de carne.

Tipo Emulsión: La grasa se emulsifica y se estabiliza por los compuestos de carne magra.

Kramlich et al
PROCESSED MEATS
Avi Publishing Co., E.U.A., 1980

El contenido de agua adicionado afecta marcadamente la textura y la suavidad del producto final.

Sales.-

- Sal común.- Tiene 3 funciones primordiales en la elaboración de embutidos:

1.- Al disolverse con el agua forma una salmuera que actúa retardando el crecimiento bacteriano.

2.- Ayuda en la solubilización de la miosina para que esta actúe en la emulsificación de la grasa (embutido tipo emulsión).

Estas pequeñas cantidades de nitritos en combinación con varios factores (nivel de humedad, pH, sal adicionada, Temperatura final interna de producto) tienen efecto bacteriostático en el producto final, además de que producen un sabor y colores específicos. Aunque cabe mencionar que el color rojo o rosa logrado en el producto final es obtenido gracias a que se siguieron las etapas del proceso en el orden y manipulación adecuadas.

Azúcares.-

Los azúcares desempeñan algunas de las siguientes funciones:

1.- Para proveer sabor.

2.- Enmascarar el sabor salado.

3.- Proveer una fuente para la formación de las sustancias ácidas.

Esto es importante para el desarrollo y mantenimiento del pH adecuado.

Se usan gran variedad de azúcares como la sacarosa, el jarabe de maíz, dextrosa, sorbitol, etc.

Aglutinadores y extendedores.-

Este tipo de sustancias se adicionan a las mezclas básicas de embutidos debido a las siguientes razones:

- 1.- Para el mejoramiento de la estabilidad de la emulsión.
- 2.- Para mejorar la cocción.
- 3.- Para mejorar las características del corte.
- 4.- Para mejorar el sabor.
- 5.- PARA REDUCIR LOS COSTOS DE LA FORMULACION.

Algunos ejemplos, de las sustancias de este tipo son los siguientes: cereales, almidones, harina vegetal, harina de soya, concentrado proteico de soya, leche seca descremada y leche seca descremada con bajo contenido de calcio. Es importante aclarar que el gobierno solo permite la adición de estas sustancias dentro de algunos límites muy estrictos, en algunos países.

Espicias.-

La estandarización en el uso de las especias para la formulación de embutidos es importante porque son grandes contribuyentes al sabor de estos productos, además de poseer propiedades bacteriostáticas y antioxidantes. Se emplean enteras, en pedazos o bien molidas. En ocasiones las especias naturales poseen una alta carga microbiana por lo que es deseable que se esterilicen para su uso.

Entre las especias más usadas se tienen a la pimienta negra, hoja de laurel, gengibre, nuez moscada,

mostaza, paprika, pimiento, mejorana, anis, canela, cebolla, etc.

3.2 APLICACIONES.

Anteriormente se explicaron ejemplos para comprender como funciona el programa y el método. Ambos fueron obtenidos de libros. A continuación se tratará un tercer ejemplo, sin embargo, este NO ha sido elaborado en ningún libro como problema de PL. Creemos que será de gran utilidad ir describiendo paso a paso la construcción del ejemplo (3,11,12,15,21,40,41,47,60,61,63,67,82). Este ejemplo está constituido por 2 secciones. La primera se realizó sin contemplar el agua, la segunda corrida se realizó con los mismos ingredientes más agua. Esto se hizo para que fuera más sencillo de comprender el planteamiento de las ecuaciones que es lo más complejo del sistema.

También se ha mencionado que el desarrollo y elaboración de los productos se realiza de acuerdo a la legislación y a las normas internas del fabricante. A continuación se presenta la Norma Oficial Mexicana de Salchicha (61)

Especificaciones	Mín.	Máx.
Proteína (origen animal) %	12	
Grasa %	20	25
Humedad %	55	60
Cenizas %		3
P ₂ O ₅ %		0.6
Fécula %		10
Nitrito y nitrato de sodio (como nitrito de sodio) %		0.125

3.2.1 EJEMPLO # 3 .-

Se quiere elaborar un producto cárnico cuya fórmula está dada por los siguientes ingredientes:

- Carne₁
- Carne₂
- Sal
- Fosfatos
- Pimienta
- Harina de trigo
- Azúcar
- Sales curantes.

Para que este producto exhiba las características deseadas debe ajustarse al siguiente conjunto de restricciones:

Ingrediente	Lim. mínimo	Lim. máximo
	%	%
- Carne ₁	30.00	80.00
- Carne ₂	08.00	10.00
- Sal	02.00	03.00
- Fosfatos	00.23	00.28
- Pimienta	-	03.00
- Harina de trigo	-	10.00
- Azúcar	00.13	00.18
- Sales Curantes	00.20	00.30
.....		
- Grasa	19 % (+/-)	
- Proteína	25 % (+/-)	
- Peso	100 Kg. de formulación.	

El siguiente cuadro muestra el costo de cada uno de los ingredientes

(ver página siguiente)

Cuadro # 12

Costo de Ingredientes

Ingrediente	Costo [\$/Kg]
A Carne1	5000.00
B Carne2	3000.00
C Sal	200.00
D Fosfatos	1000.00
E Pimienta	1500.00
F Harina de Trigo	800.00
G Azúcar	500.00
H Sales Curantes	1800.00

Con estos datos, la función objetivo está estructurada de la siguiente forma:

$$Z = 5000A + 3000B + 200C + 1000D + 1500E + 800F + 500G + 1800H$$

La representación matemática de las restricciones está dada por:

1.- Restricción del Contenido de Carne₁

$$\begin{aligned} A &\geq 30 \\ A &\leq 80 \end{aligned}$$

2.- Restricción del Contenido de Carne₂

$$\begin{aligned} B &\geq 8 \\ B &\leq 10 \end{aligned}$$

3.- Restricción del contenido de Sal

$$\begin{aligned} C &\geq 2 \\ C &\leq 3 \end{aligned}$$

4.- Restricción del contenido de Fosfatos

$$\begin{aligned} D &\geq 0.23 \\ D &\leq 0.28 \end{aligned}$$

5.- Restricción del Contenido de Pimienta

$$\begin{aligned} E &\geq 0.15 \\ E &\leq 0.30 \end{aligned}$$

6.- Restricción del Contenido de Harina de Trigo

$$\begin{array}{l} F \geq 5.0 \\ F \leq 10.0 \end{array}$$

7.- Restricción del Contenido de Azúcar

$$\begin{array}{l} G \geq 0.13 \\ G \leq 0.18 \end{array}$$

8.- Restricción del Contenido de Sales Curantes

$$\begin{array}{l} H \geq 0.2 \\ H \leq 0.3 \end{array}$$

9.- Restricción del Contenido de Proteína

$$0.22A + 0.035B + 0.102F \leq 19$$

10.- Restricción del Contenido de Grasa

$$0.83B + 0.02F \leq 25$$

11.- Restricción de Peso

$$A + B + C + D + E + F + G + H + I = 100$$

Hasta aquí hemos establecido los datos necesarios para la resolución del problema. La figura # 12 muestra un esquema del conjunto de restricciones.

Para un mejor entendimiento de los datos vaciaremos estos en un cuadro, ver figura # 13 .

En el cuadro anterior se concentró la información y se ve qué se desea del problema, sin embargo, para alimentar los datos a la computadora es necesario ordenarlos como se vió en el ejemplo de la mayonesa . Primero las restricciones menores o iguales, después las igualdades y por último las restricciones mayores o iguales, todo esto en forma creciente. Una vez ordenados los ponemos en un cuadro, ver figura #14. De esta forma metemos los datos en la computadora. Los resultados fueron como se muestra en el cuadro # 13 .

Figura N. 13
ESQUEMA DEL CONJUNTO DE RESTRICCIONES PARA EL PROBLEMA DE ELABORACION DE PRODUCTO CARNICO

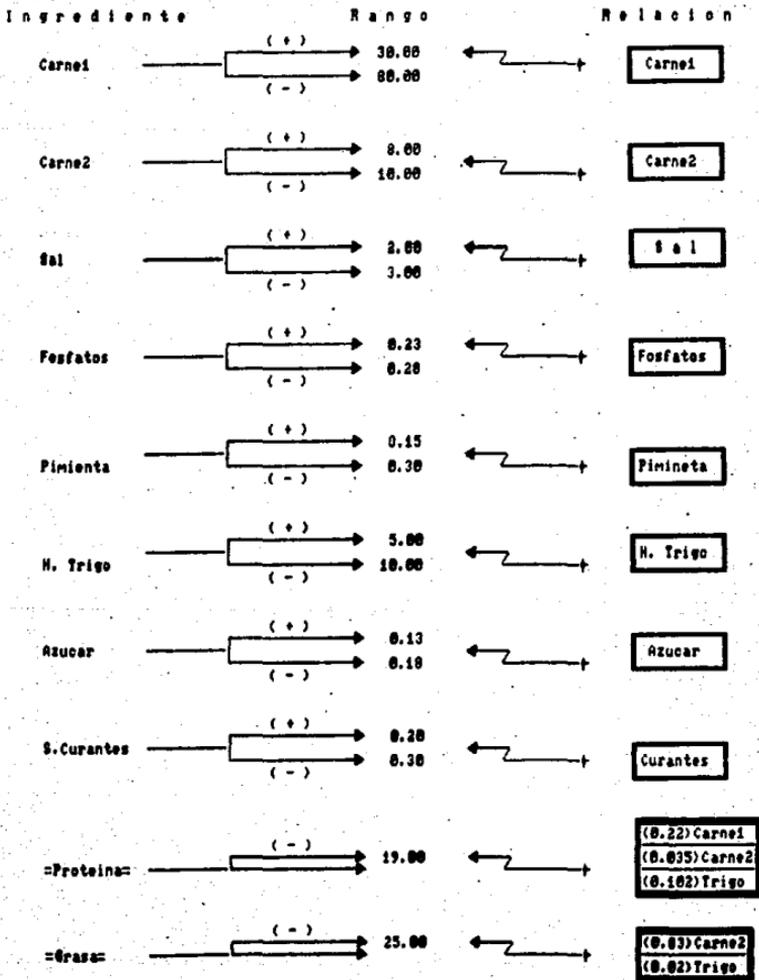


Figura # 13

CUADRO DE DATOS PARA ELABORAR UN PRODUCTO CARNICO

Var.	ing.	Carnel	Carne2	Sal	Fosfat	Pimien	Trigo	Azucar	Curant	Signo	Limites
Carne1	Min.	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	> =	30.00
Carne1	Max.	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	< =	80.00
Carne2	Min.	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	> =	8.00
Carne2	Max.	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	< =	10.00
Sal	Min.	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	> =	2.00
Sal	Max.	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	< =	3.00
Fosfatos	Min.	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	> =	0.23
Fosfatos	Max.	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	< =	0.20
Pimienta	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	> =	0.15
Pimienta	Max.	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	< =	0.30
H.Trigo	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	> =	5.00
H.Trigo	Max.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	< =	10.00
Azucar	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	> =	0.13
Azucar	Max.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	< =	0.10
Curantes	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	> =	0.20
Curantes	Max.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	< =	0.30
Proteina	Max.	0.22	0.035	0.0	0.0	0.0	0.102	0.0	0.0	< =	19.00
Grasa	Max.	0.0	0.03	0.0	0.0	0.0	0.02	0.0	0.0	< =	25.00
Peso		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	=	100.00
e s t e		5000	3000	200	1000	1500	500	500	1000		

Figura 8 14

CAMBIO DE DATOS PARA ELABORAR UN PRODUCTO CARNICO

Var.	Ing.	Carnel	Carne2	Sal	Fosfat	Pimien	Trigo	Azucar	Curant	Signo	Limites
Azucar	Max.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	< =	0.18
Fostatos	Max.	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	< =	0.28
Pimienta	Max.	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	< =	0.30
Curantes	Max.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	< =	0.30
Sal	Max.	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	< =	3.00
Carne2	Max.	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	< =	10.00
H.Trigo	Max.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	< =	10.00
Proteina	Max.	0.22	0.035	0.0	0.0	0.0	0.102	0.0	0.0	< =	19.00
Grasa	Max.	0.0	0.03	0.0	0.0	0.0	0.02	0.0	0.0	< =	25.00
Carnel	Max.	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	< =	80.00
Peso		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	=	100.00
Azucar	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	> =	0.13
Pimienta	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	> =	0.15
Curantes	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	> =	0.20
Fosfatos	Min.	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	> =	0.23
Sal	Min.	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	> =	2.00
H.Trigo	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	> =	5.00
Carne2	Min.	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	> =	0.00
Carnel	Min.	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	> =	30.00
e s e		5000	2000	200	1000	1500	800	500	1000		

Cuadro # 13

Variable	Valor (Kg.)
A Carne ₁	75.94
B Carne ₂	10.00
C Sal	3.00
D Fosfato	0.28
E Pimienta	0.30
F Harina de Trigo	10.00
G Azúcar	0.18
H Sales Curantes	0.30

Valor Función Objetivo : \$ 419 660.00

En los resultados podemos observar lo siguiente:

- 1.- El Kilogramo del producto al costo mínimo es de 4196.60 pesos.
- 2.- La cantidad de cada ingrediente a agregar es el que se muestra en el cuadro # 13.

Sin embargo este resultado no es justamente lo que se busca ya que no se contempló el agua a añadir. Este elemento es importante ya que tiene múltiples funciones, además de que existen ciertas regulaciones con respecto a la cantidad de agua que se permite en la mezcla y su relación con el contenido de proteína. Para establecer las restricción de humedad haremos lo siguiente:

a) Relación de Proteína-Humedad

Existe cierta relación en E.E.U.U. que especifica que:

"el contenido de humedad no exceda 4 veces
el porcentaje de proteína mas un 10 % "

o sea,

$$\text{humedad} < = 4(\text{proteína}) + 10$$

Para nuestro caso los ingredientes que interesan son :

Ingrediente	% Proteína	% Humedad
Carnel	22.0	77
Carne2	3.5	9

De tal forma que,

$$\begin{aligned}
 0.77A + 0.09B &< = 4(.22A + 0.035B) + 1 \\
 0.77A + 0.09B - 0.88A - 0.14B &< = 10 \\
 A(0.77-0.88) + B(0.09-0.14) &< = 10 \\
 A(-0.11) + B(-0.05) &< = 10
 \end{aligned}$$

O sea

$$[(-0.11)(carnel)+(-0.05)(carne2)] < = 10$$

b) La cantidad de agua a agregar como elemento debe ser menor o igual a 10 partes

$$\text{Agua máxima} < = 10.00$$

c) El contenido final de humedad

$$0.77A + 0.09B + 0.03C + 0.08F + I < = 61$$

Ahora ya tenemos completo el ejemplo, vaciamos nuestros datos en los formatos conocidos. Primero hacemos un esquema del conjunto de restricciones para la elaboración del embutido, segundo un cuadro para el problema de mezcla y tercero el mismo cuadro ordenado para alimentar los datos en la computadora (ver figuras # 15, # 16 y # 17).

Figura. N 15 ESQUEMA DEL CONJUNTO DE RESTRICCIONES PARA EL PROBLEMA DE ELABORACION DE EMPASTOS

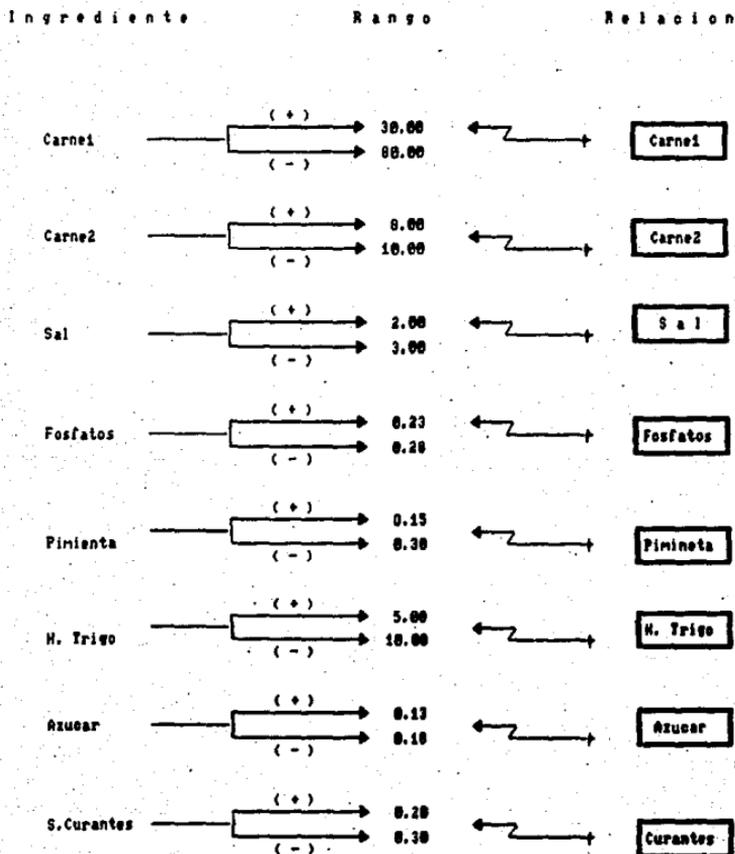


Figura # 13 Continuacion

ESQUEMA DEL CONJUNTO DE RESTRICCIONES PARA EL PROBLEMA DE ELABORACION DE EMBUtidos (cont.)

Ingrediente Rango Relacion

=Proteina= $\xrightarrow{(-)}$ 19.00

(0.22) Carne1
(0.035) Carne2
(0.102) Trigo

=Grasa= $\xrightarrow{(-)}$ 25.00

(0.83) Carne2
(0.02) Trigo

$$\text{Humedad} \quad (= 4 (\text{Proteina}) + 10$$

Figura N° 16

CUADRO DE DATOS PARA ELABORAR UN PRODUCTO CARNICO

Var.	Ing.	Carne1	Carne2	Sal	Fosfat	Pimien	Trigo	Azucar	Curant	Signo	Limites
Carne1	Min.	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	> =	30.00
Carne1	Max.	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	< =	80.00
Carne2	Min.	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	> =	8.00
Carne2	Max.	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	< =	10.00
Sal	Min.	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	> =	2.00
Sal	Max.	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	< =	3.00
Fosfatos	Min.	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	> =	0.23
Fosfatos	Max.	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	< =	0.20
Pimienta	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	> =	0.15
Pimienta	Max.	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	< =	0.30
H.Trigo	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	> =	5.00
H.Trigo	Max.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	< =	10.00
Azucar	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	> =	0.13
Azucar	Max.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	< =	0.10
Curantes	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	> =	0.20
Curantes	Max.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	< =	0.30

Figura 6 16 cont.

CUADRO DE DATOS PARA ELABORAR UN PRODUCTO CARNICO

Var.	Iny.	Carne1	Carne2	Sal	Fosfat	Pimien	Trigo	Azucar	Curant	Signo	Limites
Proteina Max.		0.22	0.035	0.0	0.0	0.0	0.102	0.0	0.0	< =	19.00
Grasa Max.		0.0	0.03	0.0	0.0	0.0	0.02	0.0	0.0	< =	25.00
Peso		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	=	100.00
Prot/Num Max.		-0.11	-0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	< =	10.00
c o s t o		5000	3000	200	1000	1500	800	500	1000		

Figura # 17

CUADRO DE DATOS PARA ELABORAR UN PRODUCTO CARNICO (c/agua)

Var.	Ing.	Carnel	Carne2	Sal	Fosfat	Pimien	Trigo	Azucar	Curant	Signo	Limites
Azucar	Max.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	< =	0.10
Fosfatos	Max.	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	< =	0.20
Pimienta	Max.	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	< =	0.30
Curantes	Max.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	< =	0.30
Sal	Max.	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	< =	3.00
Carne2	Max.	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	< =	10.00
H.Trigo	Max.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	< =	10.00
Prot/hum	Max.	-0.11	-0.05	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	< =	10.00
Proteina	Max.	0.22	0.035	0.0	0.0	0.0	0.102	0.0	0.0	< =	19.00
Grasa	Max.	0.0	0.03	0.0	0.0	0.0	0.02	0.0	0.0	< =	25.00
Carnel	Max.	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	< =	00.00
Peso		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	=	100.00
Azucar	Nin.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	> =	0.13
Pimienta	Nin.	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	> =	-0.15
Curantes	Nin.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	> =	0.20
Fosfatos	Nin.	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	> =	0.23
Sal	Nin.	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	> =	3.00

Figura 8 17 cont.

CUADRO DE DATOS PARA ELABORAR UN PRODUCTO CARNICO

Var.	Ing.	Carne1	Carne2	Sal	Fosfat	Pimton	Trigo	Azucar	Curant	Signo	Limites
H.Trigo	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	> =	5.00
Carne2	Min.	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	> =	8.00
Carne1	Min.	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	> =	30.00
c o s t o		5000	3000	200	1000	1500	800	500	1000		

Los resultados se observan en el cuadro # 14:

Cuadro # 14

Variable	Valor [Kg.]
A Carne ₁	65.94
B Carne ₂	10.00
C Sal	3.00
D Fosfato	0.28
E Pimienta	0.30
F Harina de Trigo	10.00
G Azúcar	0.18
H Sales Curantes	0.30
I Agua	10.00
Valor Función Objetivo :	\$ 370 160.00

En los resultados podemos observar lo siguiente:

- 1.- El kilo de la formulación tiene un precio mínimo de \$3701.60
- 2.- La cantidad a agregar de cada ingrediente se muestra en el cuadro # 14.
- 3.- Si se checan los resultados de la figura # 31, veremos que se apegan totalmente a las restricciones planteadas en el origen del problema.
- 4.- Como se mencionó en el ejemplo de la mayonesa, estos resultados son buenos, pero de ninguna manera los finales. Cada fabricante tendría que hacer sus pequeñas pruebas de laboratorio y ejecutar el SEFAPL cuantas veces crea conveniente.
- 5.- El hacer 2 corridas (con y sin agua) fue para hacer más claro el ejemplo, debido a que con el agua había que tener un poco más de cuidado en el planteamiento de las restricciones.
- 6.- Si se observan los resultados de la primera y segunda corrida se verá que al contemplar el agua como ingrediente

formal de la formulación, y al costar este mucho menos que los demás ingredientes, el costo de los 100 Kg. de la formulación desciende en un 12 por ciento aproximadamente. Esto es muy importante ya que aquí se demuestra que el uso de diferentes ingredientes abate el costo de la formulación, entre otras cosas.

Retomando todo lo anterior, podemos decir que herramientas como el SEFAPL permiten situaciones más ventajosas en las empresas debido al poder de simulación que se alcanza. Estas herramientas pueden combinarse con otras para lograr aun niveles más productivos, como las de Diseño de Planeación Ideal (73)

4. CONCLUSIONES

- Se logró hacer uso de la Programación Lineal para el diseño de un sistema de optimización de costos en el desarrollo de formulaciones de alimentos.
- Se consiguió hacer la adaptación del programa de Poole para el sistema operativo MS-DOS para el SEFAPL.
- El SEFAPL es un programa "estructurado" a pesar de las limitaciones del lenguaje de programación empleado.
- Mediante los formatos de captura se establecieron las variables de entrada fundamentales para el desarrollo de formulaciones.
- Se demostró claramente que el SEFAPL sirve, porque se usó en dos ejemplos de bibliografía y los resultados fueron justamente los esperados. También se usó en un ejemplo propuesto y funcionó correctamente.
- Los formatos de entrada sirven para visualizar todo el problema en conjunto, además de facilitan la captura.
- El proceso de llevar a cabo los cálculos para la formulación de alimentos fue muy sencillo, ya que solo se necesita correr el programa después de capturados los datos.
- El formato de salida resultó ser el de uso más sencillo porque no se construye, solo se interpreta y esta es clara.
- El ejemplo # 3 fue desarrollado para este trabajo y el planteamiento del mismo resultó fácil gracias a la ayuda de los formatos elaborados para la entrada.
- El ejemplo # 3 demostró que es más fácil hacer las primeras corridas con pocos elementos de la formulación y luego ir

incrementando la complejidad del problema. Sobretodo cuando no se conoce muy bien la formulación.

- El uso del manual de operación para los usuarios principiantes es indispensable ya que sin él, el buen funcionamiento del SEFAPL no está garantizado.
- El tiempo de ejecución del SEFAPL fue mayor que el del programa de Poole debido a las subrutinas empleadas.
- El sistema sirve para cualquier tipo de formulación. A lo largo de este trabajo se demostró que lo mismo corre para una dieta, para una mezcla de mayonesa o para una mezcla cárnica. Su uso es para cualquier mezcla, no importando su naturaleza.
- El SEFAPL resultó ser una excelente herramienta en la optimización de formulaciones de alimentos al menor costo posible.
- El sistema tiene limitaciones para la captura porque el orden de esta no se puede alterar.

RECOMENDACIONES.

- Si el usuario está altamente involucrado con las computadoras, podría usar programas más rápidos (aunque definitivamente menos claros) como el LINDO.
- Para un estudio más profundo del tema se sugiere que trabajos como este se usen en LCB II y/o IV para que posea el apoyo de laboratorio del cual carece.

5. ANEXOS

5.1 ALGEBRA

(ANEXO # 1)

La ecuación ($Y=AX$) la cual es una relación lineal, representa una línea recta de pendiente "A".

Cualquier solución (X, AX) para la ecuación ($Y=AX$) será un punto que cae exactamente sobre dicha recta y cualquier pareja (x, t) que no sea una solución para esta ecuación, será un punto que NO cae sobre la recta. Es decir cualquier solución de la ecuación ($Y=AX$) será un par de números tales que para un valor dado de X , sea X_0 el valor de x y será "A" veces mayor (ver figura # 18)

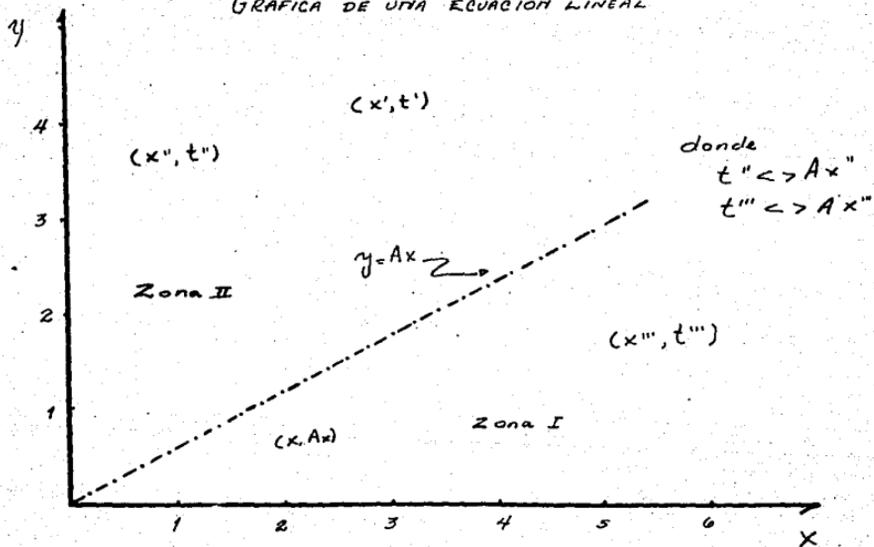
Una desigualdad puede ser representada por medio de los siguientes 4 símbolos: $>$, $<$, \geq , \leq .

El símbolo " $>$ " (" $<$ ") significa que el valor de la variable localizada a la izquierda es mayor (menor) que el valor de la variable localizada a la derecha.

Así pues, $Y > AX$ ($Y < AX$) significa que Y es mayor (menor) que "A" veces el valor de X , es decir, esta desigualdad se satisface para los puntos localizados en la zona II (zona I).

El símbolo " \geq " (" \leq ") significa que el valor de la variable situada a la izquierda es mayor o igual (menor o igual) que el valor de la variable situada a la derecha. La desigualdad $Y \geq AZ$ ($Y \leq AZ$) nos indica que para un valor dado de X , Y es mayor o igual (menor o igual) que "A" veces el valor de X . Esta desigualdad se satisface para aquellos puntos de la zona II (zona I) y la Línea $Y = AX$.

GRAFICA DE UNA ECUACION LINEAL



Ejemplo.

Sea el sistema de desigualdades siguientes:

$$\begin{array}{rcll} Y - 2X & \leq & 0 & \dots\dots\dots(1) \\ Y & \geq & 2 & \dots\dots\dots(2) \\ 8Y - 6X & \leq & 48 & \dots\dots\dots(3) \end{array}$$

Las soluciones que satisfacen la desigualdad #1 serán las situadas en la zona (&& 1) ver figura # 19 .

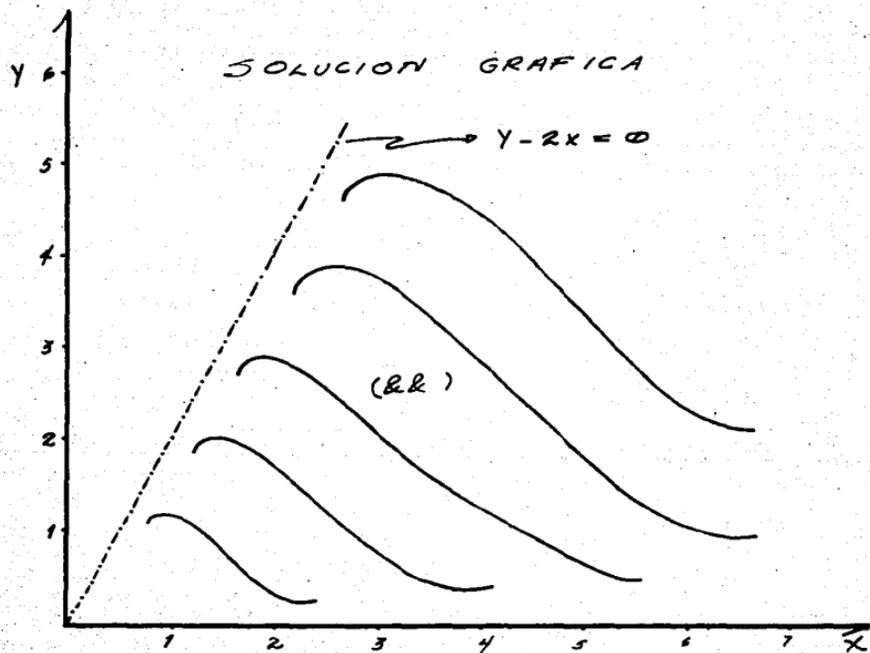
Las soluciones que satisfacen las desigualdades #1 y #2 serán las situadas en la zona (&& 2) ver figura # 20 .

Las soluciones que satisfacen las desigualdades #1,#2 y #3 serán las situadas en la zona (&& 3) ver fig # 21.

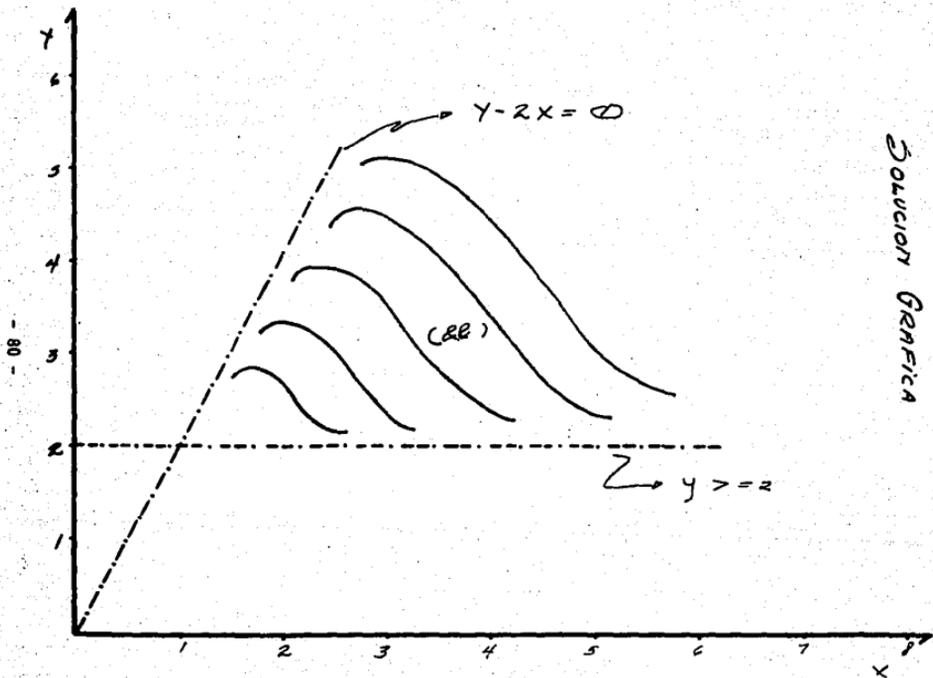
Al conjunto de desigualdades (ec. 1, 2, y 3) usualmente se le conoce como **RESTRICCIONES** . La región alfa (&&), es donde se encontrará la solución.

Todo lo revisado hasta aquí conforma el método gráfico para la resolución de sistemas de ecuaciones.

La PL en sus casos más sencillos (2 variables con 2 ó 3 restricciones) puede resolverse mediante un método gráfico o un método algebraico. Para situaciones más complejas se utiliza el llamado Método Simplex.

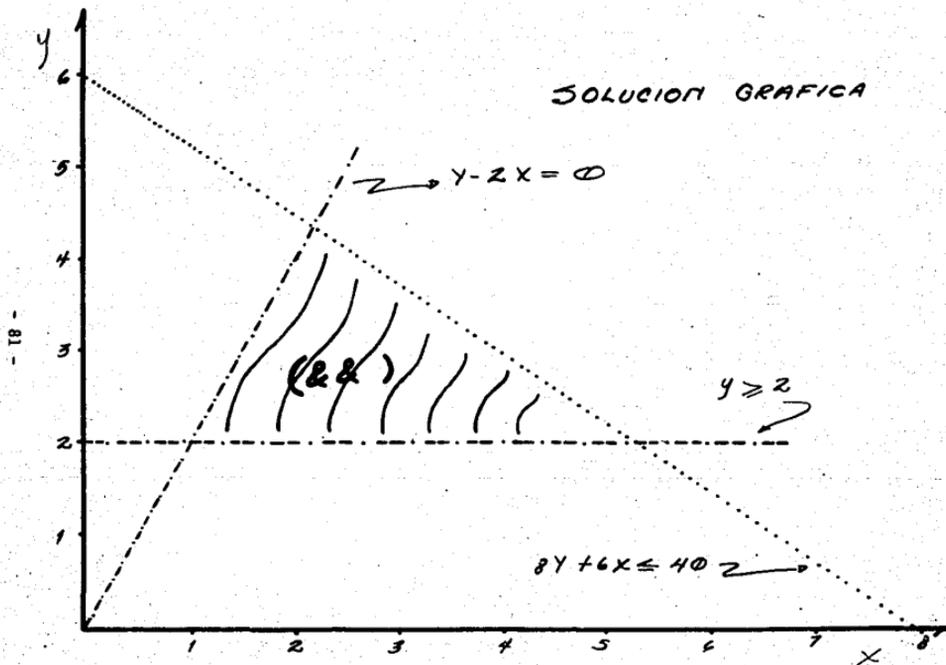


FIG



SOLUCION GRAFICA

- 80 -



5.2 MANUAL DEL USUARIO DEL SEFAPL

(ANEXO # 2)

1.- Si la máquina que se va a emplear es una IBM-PC compatible es necesario contar con una versión de Basic o GWBasic que sea compatible con el modelo de máquina que se está empleando.

2.- Se enciende la máquina.

a) Si es de 256 K el interruptor está atrás.

b) Si la máquina cuenta con disco duro es necesario encender el interruptor de la pantalla también.

3.- Se carga la versión de Basic que se tenga.

4.- Una vez dentro de Basic para llamar al programa se tecllea:

a) LOAD"SEFAPL (return)

b) O bien se pulsa la tecla F3 (las teclas de funciones son aquellas que se encuentran en el lado izquierdo del teclado.

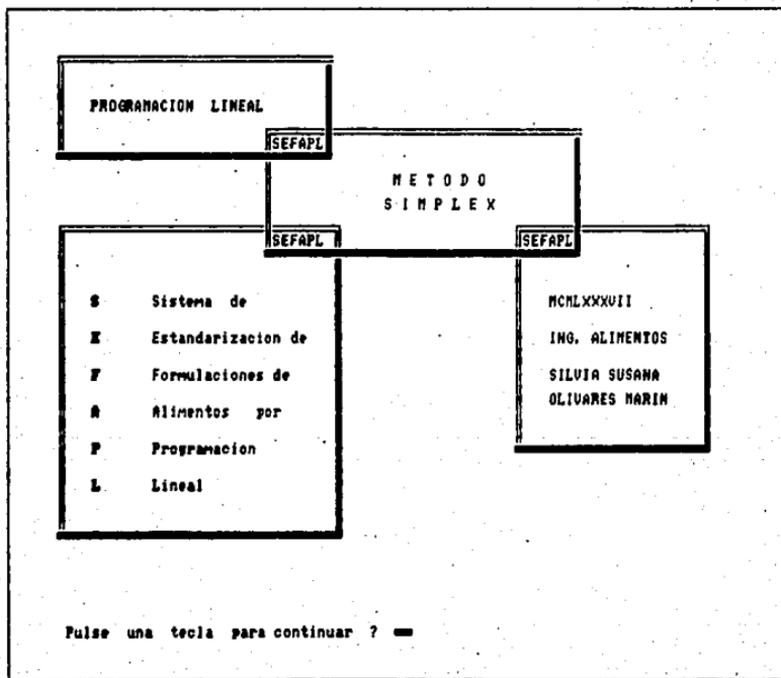
5.- Después que se ha cargado el programa a la memoria de la máquina se tecllea :

RUN

6.- Inmediatamente la pantalla se limpiará y aparecerá la primera pantalla (figura # 22) que es de presentación. Como se indica hasta el final de la pantalla debe oprimirse la tecla de << RETURN >> que aparece del lado derecho del teclado.

7.- La segunda pantalla es la de ALTERNATIVAS DE OPTIMIZACION (figura # 23). Aquí se muestran las opciones que da el sistema. Solo se puede escoger (-1) ó (1) . Si es (- 1) el sistema se preparará para minimizar los costos de la formulación, por lo contrario, si se escoge el número (1) el sistema Maximizará las utilidades. El sistema solo acepta

FIGURA 0 22 PRIMERA PANTALLA : PRESENTACION



números, y en el rango que se muestra, si se le da otro valor el programa no prosigue. Una vez elegido el valor se pregunta "Estan correctos tus datos, si o no ". Es necesario contestar si o no, aquí también se validan los datos, es decir si se da otra contestación el sistema indica un error, limpia la pantalla, y vuelve a preguntar. Por último aparece "Pulse << RETURN >> para continuar ".

8.- La tercera pantalla pregunta por INGREDIENTES DE LA FORMULACION . Como se muestra en la figura #24 se cuestiona por el número de ingredientes que participan en la formulación. Una vez que se da un número se va preguntando el nombre de cada ingrediente hasta llegar al número que se tecleó primero. Por ejemplo, si en el número de ingredientes se tecleo 8, el sistema preguntará por 8 nombres de ingredientes. Después se pregunta si "Estan correctos tus datos, si o no ", y "Pulse << RETURN >> para continuar ".

9.- La cuarta pantalla son LOS LIMITES DEL SISTEMA (figura #25). Se necesitan las restricciones totales de la formulación, y posteriormente las menores o iguales, las iguales y las mayores o iguales. Según el planteamiento del problema que esté manejando puede ser que las restricciones pertenezcan solo a un rango. Lo importante es que el número total de las restricciones sea la suma de los 3 tipos de restricciones, si no es así, el sistema marcará error, limpiará la pantalla y volverá a preguntar. Por último "Estan correctos tus datos, si o no " y "Pulse << RETURN >> para continuar ".

FIGURA # 23

2a. PANTALLA

ALTERNATIVAS DE OPTIMIZACION	
O P C I O N E S	
(1)	PARA OPTIMIZAR UTILIDADES
(-1)	PARA OPTIMIZAR COSTOS
VALOR SELECCIONADO	= ? ==
>> MINIMIZANDO COSTOS	
ESTAN CORRECTOS TUS DATOS, SI O NO	? ==
PULSE << RETURN >> PARA CONTINUAR	? ==

FIGURA # 24

3a. PANTALLA

INGREDIENTES DE LA FORMULACION	
El No. de ingredientes es	= ? ==
El ingrediente # 1 es	== ?
El ingrediente # 2 es	== ?
⋮	
El ingrediente # n es	= ? ==
ESTAN CORRECTOS TUS DATOS, SI O NO	? ==
PULSE << RETURN >> PARA CONTINUAR	? ==

FIGURA # 25

4a. PANTALLA

LIMITES DEL SISTEMA	
Las restricciones de la formulacion son	= ?
menores o iguales	= ?
iguales	= ?
mayores o iguales	= ?
ESTAN CORRECTOS TUS DATOS, SI O NO	? ==
PULSE << RETURN >> PARA CONTINUAR	? ==

FIGURA # 26

5a. PANTALLA

COMPOSICION DEL SISTEMA	
La composicion total del sistema por interactuar son	___ elementos
Los elementos de la restriccion 1	
A(1,1)	= ? ==
A(1,2)	= ? ==
A(1,n)	= ? ==
Termine el renglon	= 1
ESTAN CORRECTOS TUS DATOS, SI O NO	? ==
PULSE << RETURN >> PARA CONTINUAR	? ==

10.- La pantalla # 5 es sobre la COMPOSICION DEL SISTEMA . El sistema muestra por sí solo la composición total de elementos del sistema que van a interactuar, uno a uno va pidiendo los valores de la matriz que previamente se ha formado (figura # 26. Se alimentan los datos de derecha a izquierda y de abajo hacia arriba. Dependiendo del problema que se esté resolviendo será el número de elementos que se pidan. El sistema pide los elementos por renglón cuando termina el renglón avisa que ya lo hizo y pregunta si "Estan correctos tus datos, si o no " si la respuesta fuera negativa preguntará nuevamente TODO EL RENGLON anterior. Cada vez que finaliza un renglon y están correctos los datos limpia la pantalla y pregunta por el renglón subsecuente hasta terminar todos los renglones.

11.- La pantalla # 6 (figura #27) es sobre la INTEGRACION DE LOS LIMITES . Es necesario alimentar la parte izquierda de la matriz (figura # 27), es decir los datos a la izquierda de los signos. Termina con "Estan correctos tus datos, si o no " y con "Pulse << RETURN >> para continuar " .

12.- La séptima pantalla (figura # 28) cuestiona los COSTOS DE LOS INGREDIENTES DE LA FORMULACION. Uno a uno, y por su nombre pregunta por el costo/kg de los ingredientes. "Estan correctos tus datos, si o no " y "Pulse << RETURN >> para continuar " son los pies de página.

13.- Con todo lo anterior el sistema puede empezar a hacer los cálculos. La pantalla se limpia y la # 8 (figura #29) solamente despliega un letrero que dice: " ESPERA UN MOMENTO ESTOY PROCESANDO TU INFORMACION", una vez que acaba los

FIGURA # 27

6a. PANTALLA

INTEGRACION DE LOS LIMITES			
Los limites totales por introducir son "b" valores			
A (1,c)	=	? ==	
A (2,c)	=	? ==	
A (b,c)	=	? ==	
ESTAN CORRECTOS TUS DATOS, SI O NO ? ==			
PULSE << RETURN >> PARA CONTINUAR ? ==			

FIGURA # 28

7a. PANTALLA

COSTOS DE LOS INGREDIENTES DE LA FORMULACION			
Los costos totales por introducir son "N" valores			
El costo del ingrediente "x0(1)"	=	? ==	
El costo del ingrediente "x0(2)"	=	? ==	
El costo del ingrediente "x0(j)"	=	? ==	
ESTAN CORRECTOS TUS DATOS, SI O NO ? ==			
PULSE << RETURN >> PARA CONTINUAR ? ==			

cálculos, si la solución no es viable o factible en esa misma pantalla se despliega un letrero que indica que no es factible. Si existe una solución al problema hay cambio de pantalla.

14.- La pantalla # 9 (figura #30) despliega los RESULTADOS . Marca 3 columnas, la primera es el número de ingrediente la segunda es el nombre del ingrediente y la tercera columna es la cantidad en kg. que debe agregarse a la formulación. EL valor de la función objetivo es el costo de la mezcla. Por último "Pulse << RETURN >> para continuar " .

15.- La pantalla # 10 es un menú, el cual pregunta si se quiere continuar con otra optimización o si se desea salir del sistema.

FIGURA # 29

8a. PANTALLA

ESPERA UN MOMENTO POR FAVOR
 ESTOY PROCESANDO TU INFORMACION

FIGURA # 30

9a. PANTALLA

R E S U L T A D O S

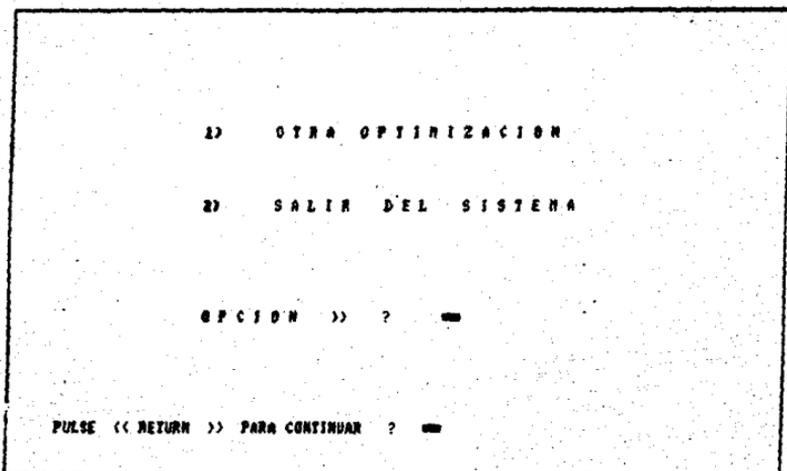
No.	Ingrediente	Cantidad (kg.)
1	Nombre 1	...
2	Nombre 2	...
3	Nombre 3	...
	:	
	:	
n	Nombre n	...

VALOR FUNCION OBJETIVO (COSTO/100 KG. MEZCLA) = _____

ESTAN CORRECTOS TUS DATOS. SI O NO ? ==

PULSE << RETURN >> PARA CONTINUAR ? ==

FIGURA 0 21 DECIMA PANTALLA : MENU FINAL.



Cuando se inicia la búsqueda de la solución de un problema que se ha comprendido, normalmente se propondrán más de una posible solución, después se evaluarán las diferentes proposiciones y se elegirá una.

Una buena manera de definir la solución es expresándola en forma gráfica. Cuando se trata de representar gráficamente la lógica y secuencia de un algoritmo, se hace uso de los diagramas de flujo. Un diagrama de flujo es una representación gráfica de los pasos que han de seguirse para resolver un problema. Básicamente es un conjunto de figuras geométricas conectadas por líneas. Se usan palabras dentro de cada figura para indicar lo que sucede con los datos. Cada una de las figuras representa una etapa en la solución del problema, ejecutándose en forma secuencial, de tal manera que no se pueden procesar 2 etapas al mismo tiempo, por ello las figuras están conectadas entre sí con líneas que tienen una flecha que indica la dirección en que los procesos se deben ejecutar.

A continuación se muestra el diagrama de flujo del SEFAPL

Nota:

Para el diagrama de flujo y la adaptación del programa se consultaron las siguientes citas: 4, 19, 23, 26, 29, 32, 35, 66, 71.

FIGURA N 32

DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL SISTEMA DE ESTANDARIZACION DE FORMULACIONES DE ALIMENTOS POR PROGRAMACION LINEAL (SEFAPL)

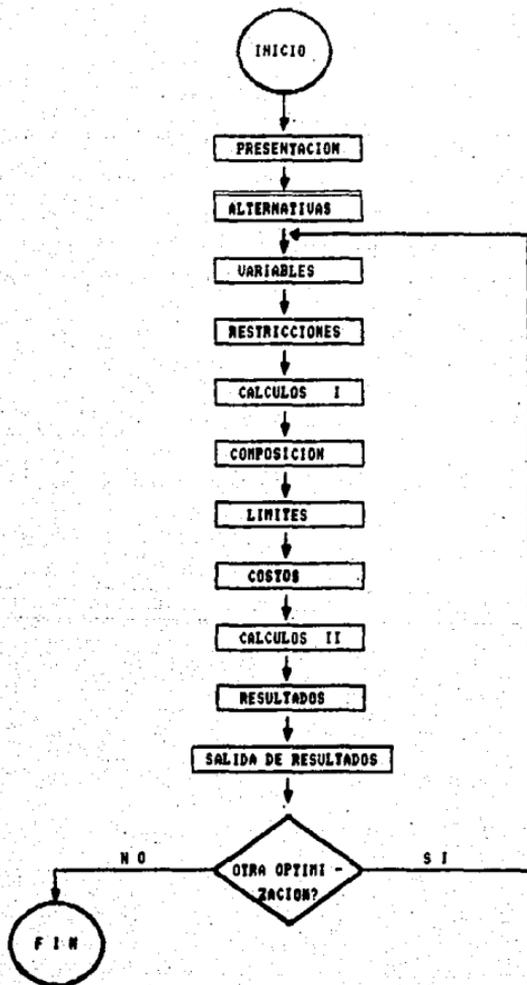


Figura # 33

DIAGRAMA DE FLUJO DEL MODULO DE ALTERNATIVAS

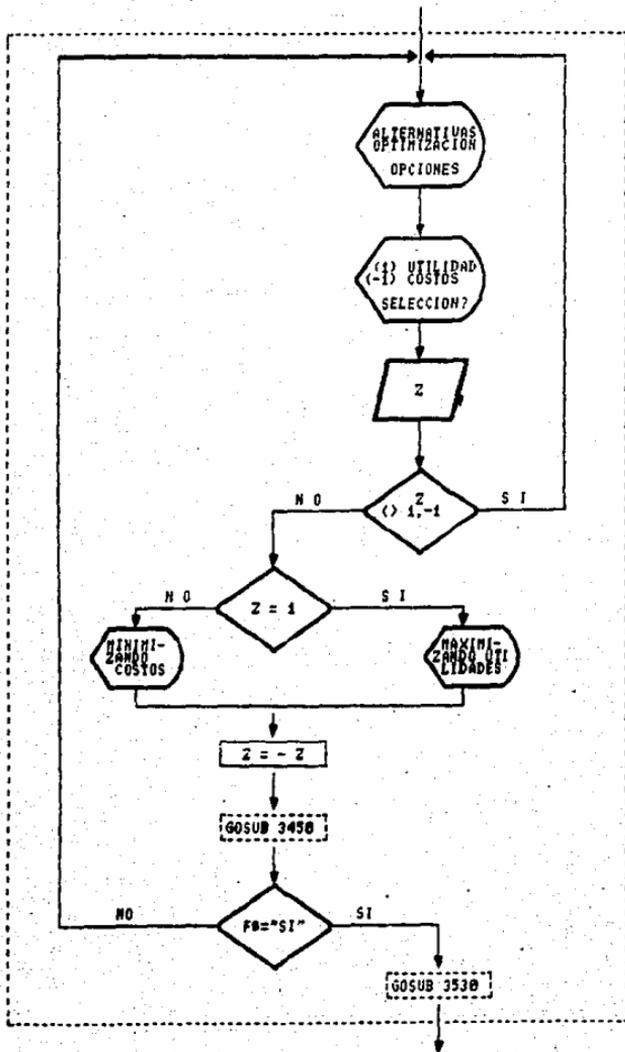


Figura # 34 DIAGRAMA DE FLUJO DEL MODULO DE VARIABLES

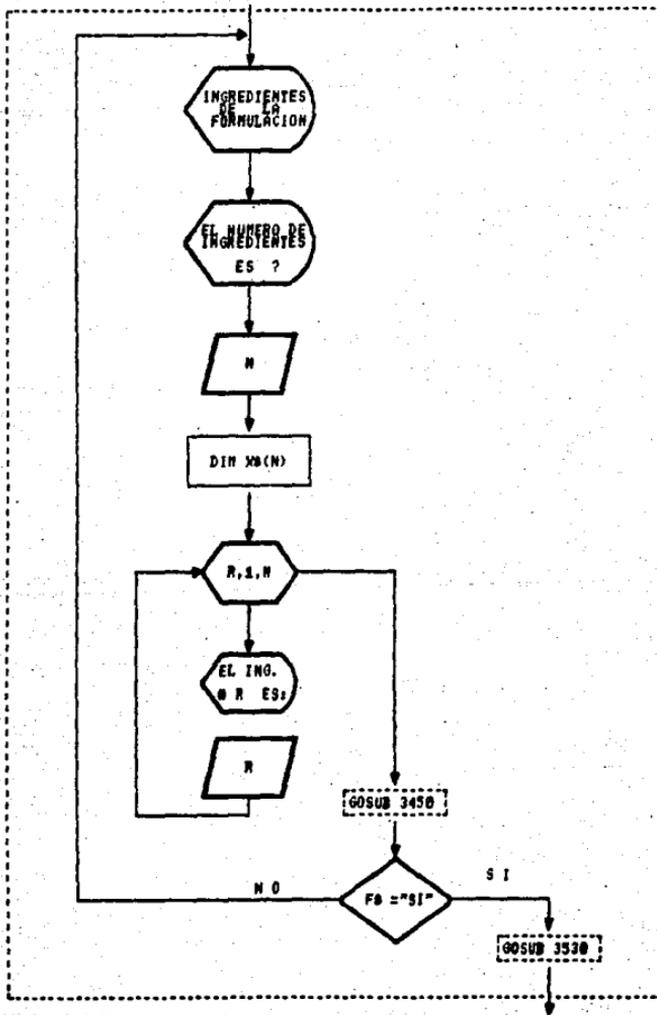
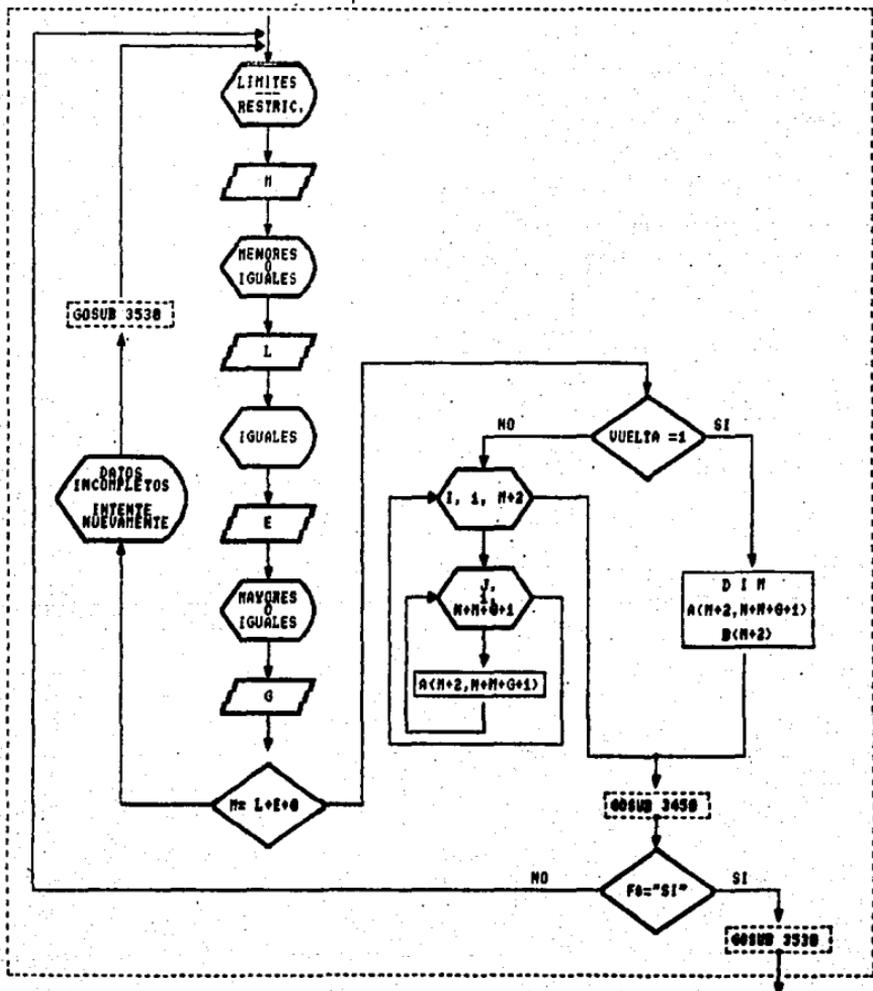
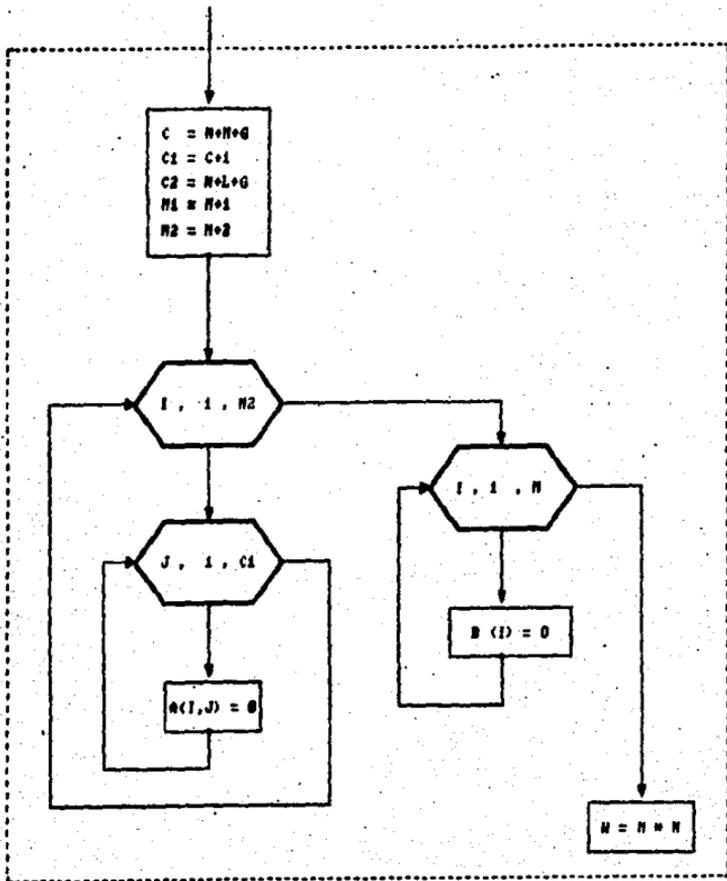


Figura # 35

DIAGRAMA DE FLUJO MODELO DE RESTRICCIONES





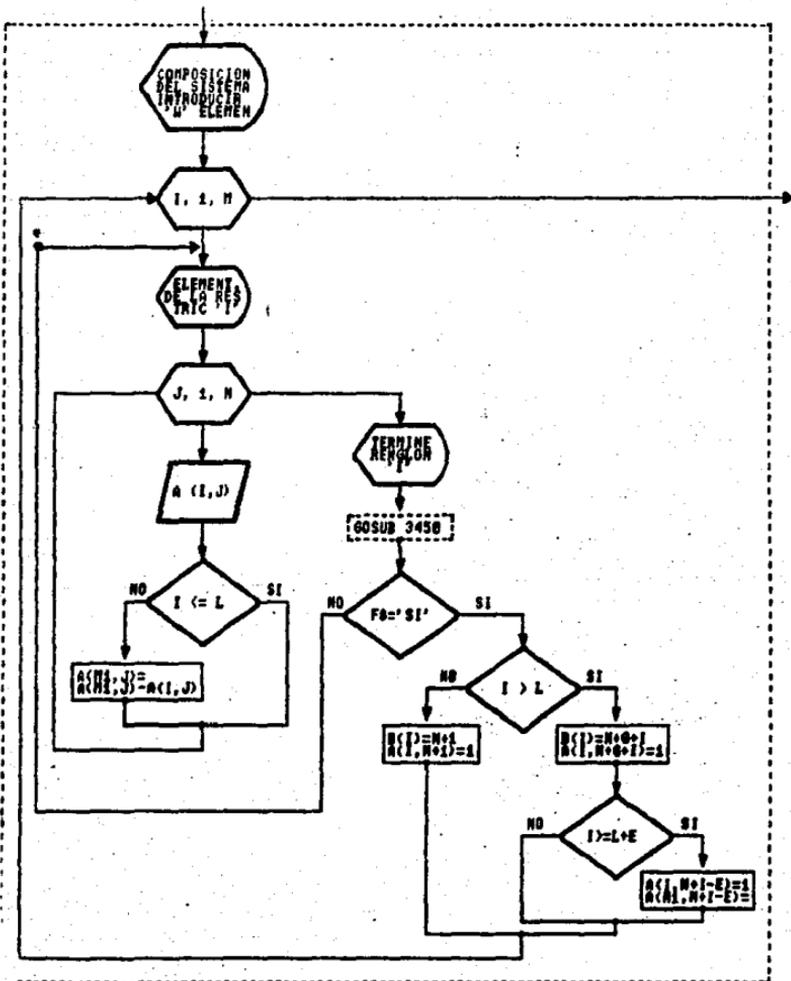
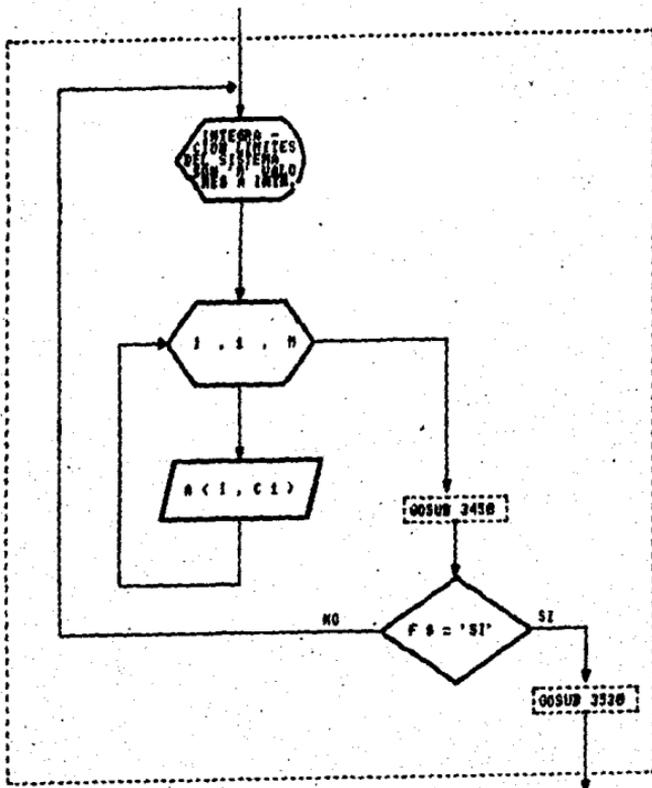


FIGURA 8 38

DIAGRAMA DE FLUJO

MÓDULO DE LÍMITES



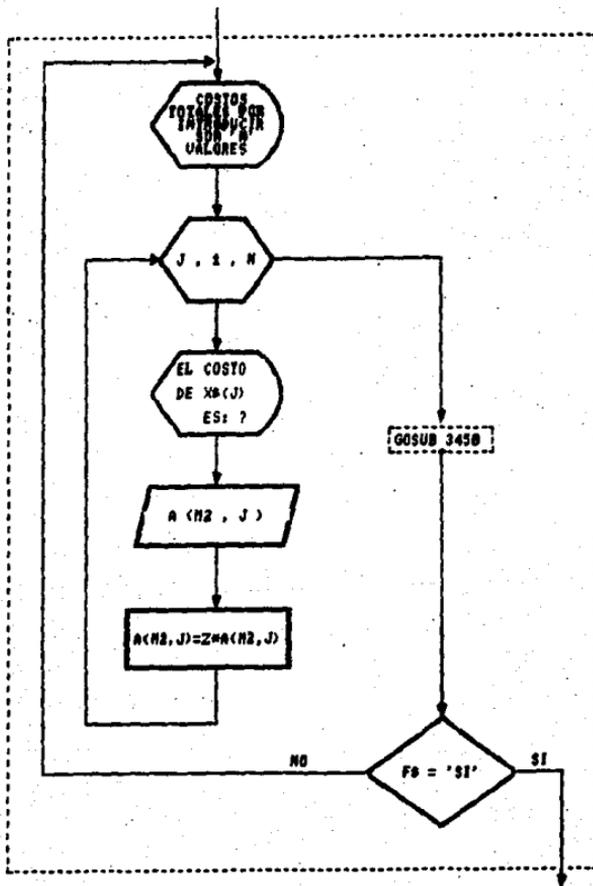


FIGURA B 40 DIAGRAMA DE FLUJO MÓDULO DE CÁLCULOS 11

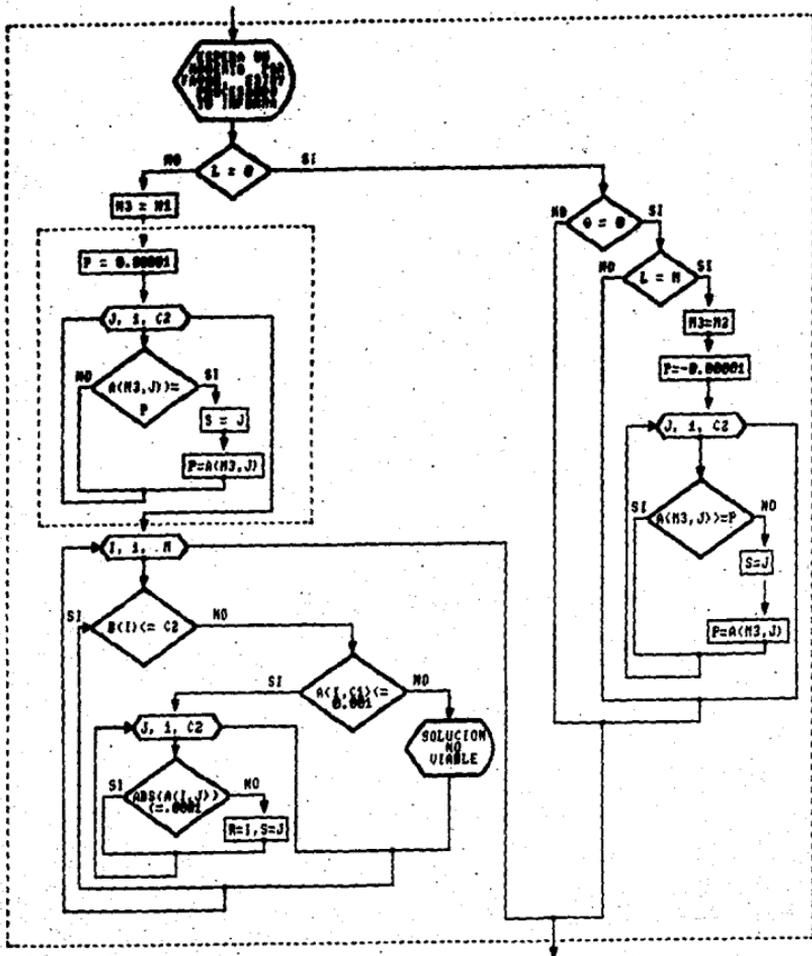
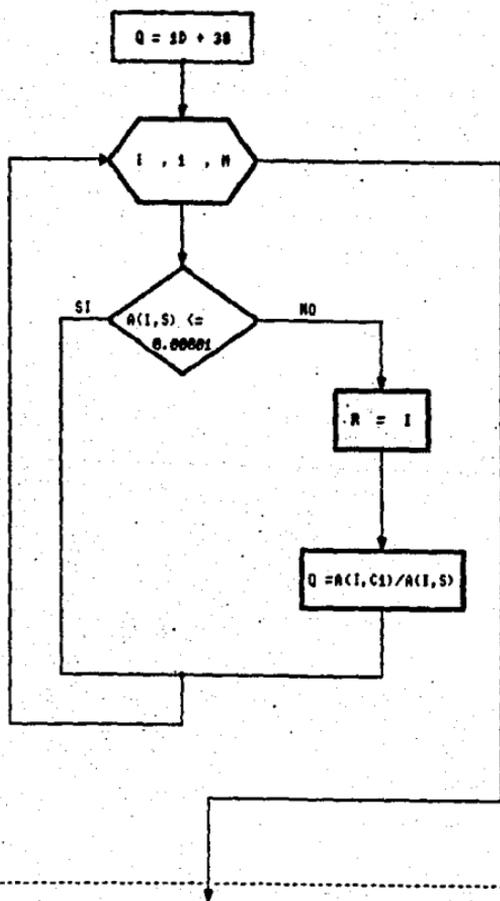
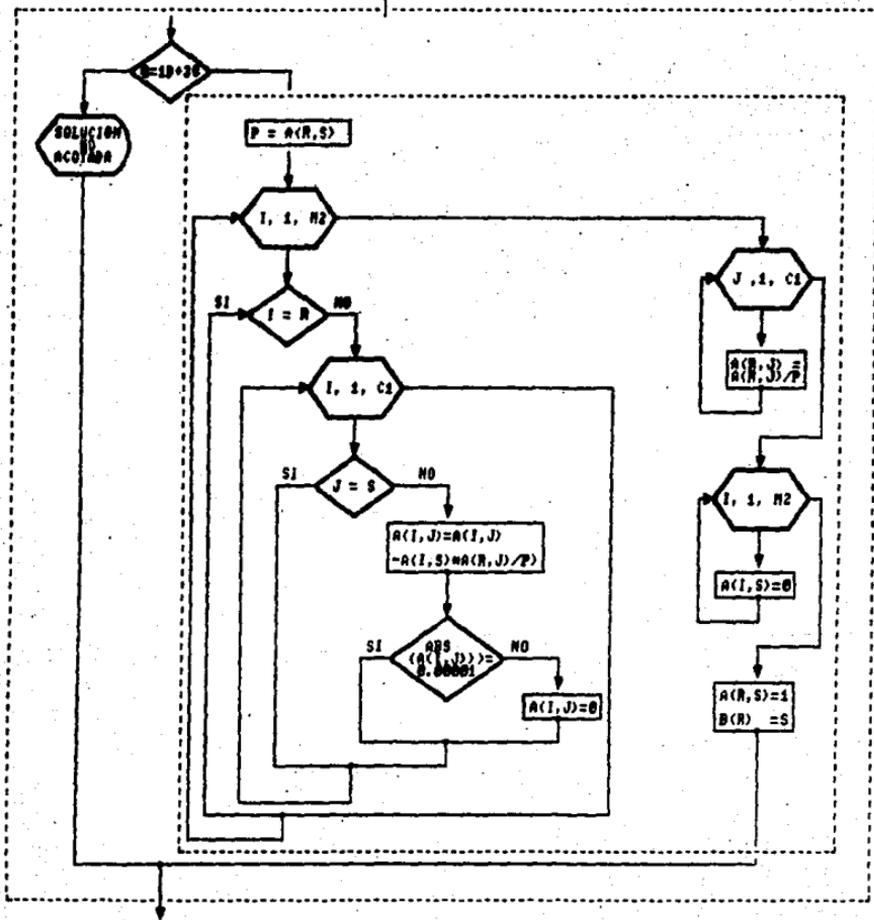


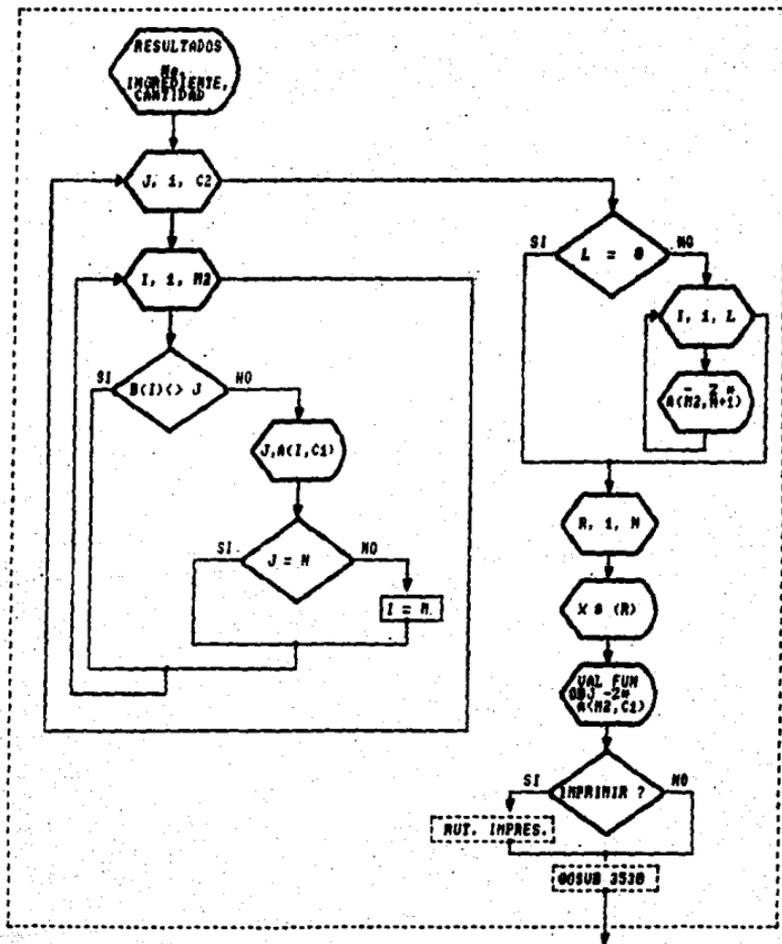
FIGURA # 41

DIAGRAMA DE FLUJO

MÓDULO DE SUBRUTINA







5.4 PROGRAMA SEFAPL

E44P

```

LIST
10 *****
20 **
30 *          UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
40 *          FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
50 *
60 *          INGENIERO EN ALIMENTOS    SILVIA SUSANA OLIVARES MARIN
70 *
80 *          S E F A P L
90 *
100 *          PROGRAMA QUE PERMITE CALCULAR EL COSTO MINIMO DE UN PRODUCTO BAJO
110 *          CIERTAS RESTRICCIONES. SE REQUIERE NOMBRE DE INGREDIENTES , COSTOS
120 *          RESTRICCIONES.
130 *          LA SALIDA DA EL COSTO DE LA MEZCLA Y LA CANTIDAD DE CADA
140 *          INGREDIENTE QUE DEBE ESTAR PRESENTE EN LA MEZCLA
150 *          *****
160 *
170 *          ----- RUT. CONTROL
180 *
190 GOSUB 480 :          PRESENTACION
200 GOSUB 720 :          ALTERNATIVAS OPT.
210 AVANZA=1;VUELTA=0
220 WHILE AVANZA
230     VUELTA=VUELTA+1
240     GOSUB 1000 :          VARIABLES
250     IF VUELTA>1 THEN 270
260     GOSUB 1190 :          RESTRICCIONES
270     GOSUB 1520 :          CALCULOS I
280     GOSUB 1740 :          COMPOSICION
290     GOSUB 2050 :          LIMITES
300     GOSUB 2170 :          COSTOS
310     GOSUB 2330 :          CALCULOS II
320     IF SNV=1 THEN 350
330     ' ON VIABLE1 GOTO 700,900,1100,1700,2000, 4200, 6000
340     GOSUB 2590 :          RESULTADOS
350     CLS;LOCATE 5,15;PRINT " 1)  OTRA OPTIMIZACION"
360     LOCATE 10,15;PRINT " 2)  SALIR DEL SISTEMA"
370     LOCATE 15,10;PRINT" OPCION";:INPUT OP
380     IF (OP<>1 AND OP<>2) THEN 390 ELSE 430
390     PRINT"OPCION=";OP;"=":LOCATE 14,61;PRINT "ERROR"
400     FOR I= 1 TO 10
410         BEEP
420     NEXT I: GOTO 350
430     IF OP=1 THEN AVANZA=1 ELSE AVANZA=0
440 WEND
450 END
460
470
OK

```

```

LIST
480 ----- PRESENTACION 1A. PANTALLA
490 CLS:KEY OFF:SCREEN 2,2
500 LINE (16,0)-(283,40),,B:LOCATE 2,6:PRINT "P R O G R A M A C I O N"
510 LOCATE 4,12:PRINT "L I N E A L":LOCATE 5,31:PRINT "SEEPL"
520 LINE(16,40)-(234,42),,BF
530 LINE (283,0)-(288,30),,BF
540 LINE (234,30) - (510,72),,B:LOCATE 6,42:PRINT "M E T O D O":LOCATE 8,40
550 PRINT "S I M P L E X":LOCATE 9,59:PRINT "SEEPL"
560 LINE (287,72)-(459,74),,BF
570 LINE (510,30)-(515,62),,BF
580 LINE (459,62)-(624,130),,B:LOCATE 11,63:PRINT "MCHLXXXVII":LOCATE 13,62
590 PRINT "ING. ALIMENTOS":LOCATE 15,61:PRINT "SUSANA OLIVARES"
600 LINE (459,130)-(624,132),,BF
610 LINE (624,62)-(629,132),,BF
620 LINE (16,62)-(287,168),,B:LOCATE 11,7:PRINT "S SISTEMA de"
630 LOCATE 13,7:PRINT "E ESTANDARIZACION de"
640 LOCATE 15,7:PRINT "E EMBUTIDOS por"
650 LINE (16,168)-(291,170),,BF
660 LINE (287,72)-(292,168),,BF
670 LOCATE 17,7:PRINT "P PROGRAMACION":LOCATE 19,7:PRINT "L LINEAL"
680 LOCATE 9,31:PRINT "SEEPL":LOCATE 24,45
690 INPUT "PULSE UNA TECLA PARA CONTINUAR ";KKK:RETURN
700 '
710 '
720 ----- ALTERNATIVA:
730 CLS:KEY ON
740 LOCATE 1,12
750 PRINT "A L T E R N A T I V A S D E O P T I M I Z A C I O N"
760 LOCATE 4,36:PRINT "OPCIONES"
770 LOCATE 8,20:PRINT "( 1 ) PARA OPTIMIZAR UTILIDADES"
780 LOCATE 10,20:PRINT "( -1 ) PARA OPTIMIZAR COSTOS"
790 LOCATE 14,20:
800 PRINT "VALOR SELECCIONADO = ":INPUT Z
810 IF (Z<>1 AND Z<>-1) THEN 820 ELSE 870
820 LOCATE 14,61:PRINT "ERROR"
830 FOR I= 1 TO 10
840 BEEP
850 NEXT I
860 GOSUB 3530:IF KKS="FIN" THEN 450 ELSE 730
870 IF Z=1 THEN 880 ELSE 900
880 LOCATE 17,20
890 PRINT "MAXIMIZANDO UTILIDADES": GOTO 920
900 LOCATE 17,20
910 PRINT "MINIZANDO COSTOS"
920 Z=-Z
930 LOCATE 20,10
940 GOSUB 3450
950 IF F$="SI" THEN GOSUB 3530
960 IF F$="NO" THEN 730
970 RETURN
980 '
990 '
OK

```

```

LOAD"SOM3
LIST
1000 REM ----- VARIABLES
1010 CLS:LOCATE 1,11
1020 PRINT "I N G R E D I E N T E S   D E   L A   F O R M U L A C I O N "
1030 IF VUELTA >1 THEN 1080:LOCATE 4,23
1040 PRINT "EL NO. DE INGREDIENTES ES   = ";
1050 INPUT N
1060 IF VUELTA=1 THEN 1070 ELSE 1080
1070 DIM X$(N)
1080 PRINT :PRINT :FOR I=1 TO N:X$(I)="           ":NEXT I
1090 FOR R = 1 TO N
1100   PRINT TAB(26)" EL INGREDIENTE # "; R; " ES : ";
1110   INPUT X$(R)
1120 NEXT R
1130 PRINT :GOSUB 3450
1140 IF F$="SI" THEN GOSUB 3530
1150 IF F$="NO" THEN GOTO 1010
1160 RETURN
1170 '
1180 '
1190 REM ----- RESTRICCIONES
1200 CLS:LOCATE 1,21
1210 PRINT "L I M I T E S   D E L   S I S T E M A" :VQ=VQ+1
1220 LOCATE 4,16
1230 PRINT "LAS RESTRICCIONES DE LA FORMULACION SON   = ";
1240 INPUT M
1250 LOCATE 7,40
1260 PRINT "MENORES   O   IGUALES   = ";
1270 INPUT L
1280 LOCATE 9,54
1290 PRINT "IGUALES   = ";
1300 INPUT E
1310 LOCATE 11,40
1320 PRINT "MAYORES   O   IGUALES   = ";
1330 INPUT G
1340 IF M=L+E+G THEN 1390
1350 LOCATE 15,10
1360 PRINT "DATOS INCOMPLETOS, INTENTA NUEVAMENTE POR FAVOR ":BEEP:BEEP:BEEP
1370 GOSUB 3530
1380 GOTO 1200
1390 IF VUELTA=1 THEN 1400 ELSE 1410
1400 DIM A(M+2,M+M+G+1), B(M+2)
1410 FOR I=1 TO M+2
1420   B(I)=0
1430   FOR J=1 TO (M+M+G+1)
1440     A(I,J)=0
1450   NEXT J
1460 NEXT I
1470 PRINT :PRINT :PRINT :PRINT :GOSUB 3450
1480 IF F$="SI" THEN GOSUB 3530 ELSE 1200
1490 RETURN
Ok

```

```

1500 LIST
1510 '
1520 REM ----- CALCULOS 1
1530 ' RUT. INICIALIZACION
1540 C=N+M+G
1550 C1=C+1
1560 C2=N+L+G
1570 M1=M+1
1580 M2=M+2
1590 REM ----- GEN MAT. A(I,J)=C
1600 FOR I=1 TO M2
1610   FOR J=1 TO C1
1620     A(I,J)=0
1630   NEXT J
1640 NEXT I
1650 REM ----- GEN MAT. B(I)=0
1660 FOR I = 1 TO M
1670   B(I)=0
1680 NEXT I
1690 REM ----- GEN MAT PROB
1700 W=M*N
1710 RETURN
1720 '
1730 '
1740 REM ----- COMPOSICION
1750 CLS:LOCATE 1,16:PRINT "COMPOSICION DEL SISTEMA"
1760 LOCATE 3,3:PRINT "LA COMPOSICION TOTAL DEL SISTEMA POR"
1770 LOCATE 3,46:PRINT"INTRODUCIR SON "; W ; " ELEMENTOS"
1780 PRINT :PRINT
1790 FOR I = 1 TO M
1800   PRINT TAB(15)"LOS ELEMENTOS DE LA RESTRICCION "; I ::PRINT :PRINT
1810   FOR J=1 TO N
1820     PRINT TAB(23)"A(":I:",";J:") = ";:INPUT A(I,J)
1830     PRINT
1840     IF I <=L THEN 1860
1850     A(M1,J)=A(M1,J)-A(I,J)
1860   NEXT J
1870   PRINT
1880   PRINT "TERMINE EL RENGLON =":I::PRINT " ";:GOSUB 3450
1890   IF FS="SI" THEN CLS:GOTO 1920
1900   IF FS="NO" THEN CLS:GOTO 1800
1910   PRINT
1920   IF I>L THEN 1960
1930   B(I)=N+I
1940   A(I,N+1)= 1
1950   GOTO 2010
1960   B(I)=N+G+I
1970   A(I,N+G+I)=1
1980   IF I>L+E THEN 1990 ELSE 2010
1990   A(I,N+I-E)=-1
2000   A(M1,N+I-E)=1
2010 NEXT I
2020 RETURN
2030 '
2040 '
Ok

```

```

LIST
2050 REM ----- LIMITE
2060 CLS:LOCATE 1,1:PRINT "I N T E G R A C I O N   D E   L O S   L I M I T E
2070 LOCATE 4,13:PRINT "LOS  LIMITE  TOTALES  POR  INTRODUCIR"
2080 LOCATE 4,53:PRINT"SON  "; M ; "VALORES  ":PRINT  PRINT
2090 FOR I=1 TO M
2100   PRINT TAB(35)"A(";I;";";C1;") = " ;: INPUT A(I,C1)
2110   PRINT
2120 NEXT I
2130 GOSUB 3450 "IF F$="SI" THEN GOSUB 3640 ELSE 1880
2140 RETURN
2150 '
2160 '
2170 REM ----- COSTOS
2180 REM ----- F. OBJ.
2190 CLS:LOCATE 1,7,
2200 PRINT "COSTOS      DE      LOS      INGREDIENTES      DE      LA      FORMULACION"
2210 LOCATE 3,8
2220 PRINT "LOS  COSTOS  TOTALES  POR  INTRODUCIR  SON  "; N; " VALORES  "
2230 PRINT :PRINT
2240 FOR J = 1 TO N
2250   PRINT TAB(18)"EL COSTO DE ";X$(J);STRING$(30-LEN(X$(J))," ");
2260   INPUT A(M2,J)
2270   A(M2,J)=Z*A(M2,J)
2280 NEXT J
2290 GOSUB 3440:IF F$="SI" THEN RETURN ELSE 2190
2300 '
2310 '
2320 '
2330 REM ----- CALCULOS I]
2340 CLS:LOCATE 10,30:PRINT "ESPERA UN MOMENTO POR FAVOR"
2350 LOCATE 15,28: PRINT "ESTOY PROCESANDO TU INFORMACION"
2360 IF L=0 THEN 2370
2370 IF G=0 THEN 2380
2380 IF L=M THEN 2540
2390 M3=M1
2400 GOSUB 2880
2410 FOR I=1 TO M
2420   IF B(I) <= C2 THEN 2530
2430   IF A(I,C1) <= .00001 THEN 2460
2440   PRINT TAB(6) "SOLUCION NO VIABLE ":FOR T=1 TO 10:BEEP:NEXT T
2450   SNV =1 :RETURN
2460   FOR J=1 TO C2
2470     IF ABS(A(I,J)) <= .00001 THEN 2520
2480     R=I
2490     S=J
2500     GOSUB 3160
2510     J=C2
2520   NEXT J
2530 NEXT I
2540 M3=M2
2550 GOSUB 2880
2560 RETURN
2570 '
2580 '
OK

```

```

LIST
2590 REM ----- RESULTADOS
2600 CLS:LOCATE 1,30
2610 PRINT " R E S U L T A D O S"
2620 LINE (230,10)-(410,10)
2630 LOCATE 4,2
2640 PRINT "No."SPC(4)"INGREDIENTE"SPC(35)"CANTIDAD"
2650 PRINT
2660 FOR J=1 TO C2
2670   FOR I = 1 TO M2
2680     IF B(I) <> J THEN 2720
2690     PRINT J;SPC(4);SPC(36);A(I,C1) : ' X$(J) = NOM. INGRED.
2700     IF J=N THEN 2730
2710     I=M
2720   NEXT I
2730 NEXT J
2740 IF L=0 THEN 2780
2750   FOR I=1 TO L
2760     PRINT TAB(10)I,SPC(41);(-Z*A(M2,N+I)) ;"AGUI"
2770   NEXT I
2780 FOR R = 1 TO N:LOCATE 5+R,11:PRINT X$(R):NEXT R
2790 PRINT :PRINT :PRINT TAB(5)"VALOR FUNCION OBJETIVO      =" ; -Z*A(M2,C1)
2800 PRINT "QUIERES IMPRIMIR LOS RESULTADOS , SI O NO ? " ; :INPUT IMPRIS
2810 IF IMPRIS="SI" THEN GOSUB 3610 ELSE 2820
2820 GOSUB 3530
2830 RETURN
2840 '
2850 '
2860 '----- RUT. OPTIMIZACION
2870 '----- ELIM. COLUMNAS
2880 P=-.00001
2890 FOR J=1 TO C2
2900   IF A(M3,J) >= P THEN 2930
2910   S=J
2920   P=A(M3,J)
2930 NEXT J
2940 IF P= - .00001 THEN 3340
2950 GOSUB 2990
2960 GOSUB 3080
2970 GOTO 2880
2980 '-----
2990 Q=1D+38                                VAR. SALIENTE
3000 FOR I=1 TO M
3010   IF A(I,S) <= .00001 THEN 3050
3020   IF A(I,C1)/A(I,S) >= Q THEN 3050
3030   R=I
3040   Q=A(I,C1)/A(I,S)
3050 NEXT I
3060 RETURN
3070 '
3080 IF Q=1D+38 THEN 3120
3090 GOSUB 3160
3100 RETURN
3110 '
3120 PRINT TAB(10)"SOLUCION NO ACOTADA"
3130 LINE (230,10)-(410,10)
3140 SNV=1 :RETURN
Ok

```

```

LIST
3160 P=A(R,S)
3170 FOR I=1 TO M2
3180   IF I=R THEN 3250
3190   FOR J= 1 TO C1
3200     IF J=S THEN 3240
3210     A(I,J)=A(I,J)-A(I,S)*A(R,J)/P
3220     IF ABS (A(I,J)) >= .00001 THEN 3240.
3230     A(I,J)=0
3240   NEXT J
3250 NEXT I
3260 FOR J=1 TO C1
3270   A(R,J)=A(R,J)/P
3280 NEXT J
3290 FOR I=1 TO M2
3300   A(I,S)=0
3310 NEXT I
3320 A(R,S)=1
3330 B(R)=S
3340 RETURN
3350 '
3360 '
3370 '-----SNV. PAN
3380 CLS:LOCATE 12,30
3390 PRINT "S O L U C I O N   N O   V I A B L E  "
3400 GOSUB 3450
3410 RETURN
3420 '
3430 '
3440 REM ----- CORRECT.
3450 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT "ESTAN CORRECTOS TUS DATOS, SI O NO ";
3460 INPUT F$
3470 IF F$ <> "SI" AND F$ <> "NO" THEN PRINT " E R R O R ":H=H+1
3480 IF H <> 0 THEN BEEP :GOTO 3560
3490 RETURN
3500 '
3510 '
3520 REM ----- P' CONT.
3530 LOCATE 24,1
3540 PRINT "PULSE UNA TECLA PARA CONTINUAR , DE <<FIN >> PARA SALIR" ;
3550 INPUT KK$
3560 H=0
3570 RETURN
3580 '
3590 '
3600 PRINT "IMPRESION":END
OK

```

```

LIST
3610 ----- IMPRESION
3620 CLS:LOCATE 5,25:
3630 PRINT"POR FAVOR PREPARE SU IMPRESORA"
3640 LOCATE 8,25
3650 PRINT"VERIFIQUE QUE HAYA PAPEL, QUE"
3660 LOCATE 11,25
3670 PRINT"ESTE ENCENDIDA Y EN LA POSICION"
3680 LOCATE 14,25
3690 PRINT"          (( ON LINE ))          "
3700 LOCATE 16,25
3710 PRINT"-----"
3720 LOCATE 20, 15:
3730 PRINT " P R E P A R A D O ??? "
3740 LOCATE 23,5:
3750 PRINT"PULSE UNA TECLA PARA CONTINUAR ":INPUT YYY
3760 CLS:
3770 LPRINT "          R E S U L T A D O S "
3780 LPRINT "          -----"
3790 LPRINT
3800 LPRINT
3810 LPRINT
3820 LPRINT "          INGREDIENTE"SPC(25)"CANTIDAD"
3830 LPRINT
3840 FOR J=1 TO C2
3850   FOR I = 1 TO M2
3860     IF B(I) < J THEN 3900
3870     LPRINT " ";SPC(12);X$(I);SPC(18);A(I,C1) : ' X$(J) = NOM. INGRED.
3880     IF J=N THEN 3910
3890     I=M
3900   NEXT I
3910 NEXT J
3920 IF L=0 THEN 3930
3930 LPRINT :LPRINT :LPRINT TAB(5)"VALOR OBJETIVO      =";-Z*A(M2,C1)
3940 RETURN
Ok

```

6. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Ackoff R.L., Sasieni M.W,
FUNDAMENTALS OF OPERATIONS RESEARCH
Ed. Wiley ; E.U.A.; 1968.
- 2.- Adams J.Peter
STATICAL ANALYSIS IN FOOD SCIENCE AND ENGINNERING
LABORATORY COURSE.
Food Technology, April 1985 pp 53.
- 3.- Amo Visier Antonio
INDUSTRIA DE LA CARNE: SALAZONES Y CHACINERIA
Ed. Aedos; España; 1980.
- 4.- Basica
COLUMBIA DATA PRODUCTS CORP.
USA, 1984.
- 5.- Bender F.E, Kramer A., Kahan G.
LINEAR PROGRAMMING AND ITS APPLICATIONS IN FOOD INDUSTRY
Food Technology , Julio 1982, pp 84.
- 6.- Beneke Raymond, Winter Boer
LINEAR PROGRAMMING, APPLICATIONS TO AGRICULTURE
Iowa S.U. Press; USA; 1973.
- 7.- Blanchfield J. Ralph
THE MASTERSHIP IN FOOD CONTROL IN THE UNITED KINGDOM
Food Technology, Enero 1980 pp 56.
- 8.- Blanchfield J. Ralph
THE PHILOSOPHY OF FOOD CONTROL
Food Technology, Abril 1981, pp 49.
- 9.- Brook Roger
USE OF MICROCOMPUTERS FOR PROCESS CONTROL
Food Technology, Octubre 1981, pp 89.
- 10.-COMPUTERS PRODUCT UPDATE
Food Technology, Abril 1985, pp 78
- 11.-Coretti Kornel
EMBUTIDOS: ELABORACION Y DEFECTOS
Ed. Acribia; España; 1971.
- 12.-Desrosier N.W.
ELEMENTOS DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CECSA; México; 1983.
- 13.-DIAGNOSTICO DE LA INDUSTRIA MEDIANA Y PEQUEÑA EN MEXICO
SECOFI, Banca CREMI, ONUDI; México 1987

- 14.-DIARIO OFICIAL
Lunes 11 de Enero de 1988, p 3-4
- 15.-Dorado Brito Orlando
TECNICA COMERCIAL MINORISTA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS
Ed. Pueblo y Educación; Cuba; 1983.
- 16.-Dorfman R., Samuelson P., Solow R.
PROGRAMACION LINEAL Y ANALISIS ECONOMICO
Ed. Aguilar ; España; 1962.
- 17.-Espinosa Berriel Héctor
PROGRAMACION LINEAL
Ed. Pax-México; México; 1982.
- 18.-Evans Larence
OPTIMIZATION THEORY AND ITS APPLICATIONS IN FOOD
PROCESSING
Food Technology, Julio 1982, pp88
- 19.-Farina Mario B.
DIAGRAMAS DE FLUJO
ED. Diana; México ; 1986.
- 19A.-Feigrnbaum A.V.
CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD
CECSA; México; 1984
- 20.-Figuereido Mario V.
QUALITY ASSURANCE OF FOOD SAFETY
Food Technology, Abril 1981, pp58.
- 21.-Fischer R. Noak K.,
INDUSTRIAS CARNICAS: CALCULOS DE COSTES Y RENDIMIENTOS
Ed. Acribia; España; 1974.
- 22.-Fishken David
CONSUMED - ORIENTED PRODUCT OPTIMIZATION
Food Technology, Noviembre 1983, pp49.
- 23.-Forsythe et all
PROGRAMACION BASIC
Ed. Limusa; México; 1984.
- 24.-Fritz William P.
COMPUTERS IN THE LABORATORY
Food Technology, Septiembre 1984, pp37.
- 25.-García Paredes Miguel Angel
MODELO DE EQUILIBRIO ECONOMICO CON DETERMINACION
ENDOGENA DE PRECIOS
Tesis profesional, UACH, Chapingo México, 1987

- 26.-Gerez Victor, Grijalva Manuel
EL ENFOQUE DE SISTEMAS
Ed. Limusa, México; 1980
- 27.-GESTION DE LA PRODUCCION
SECOFI, OEA, ONUDI; México 1987
- 28.-Giovani Maria
RESPONSE SURFACE METHODOLOGY AND PRODUCT OPTIMIZATION
Food Technology, Noviembre 1983, pp41.
- 29.-Gottfried Byron S.
PROGRAMACION BASIC
Mc Graw Hill - serie Schaums; México ; 1985.
- 30.-Heldman Dennis R., Steffe James F.
EDUCATIONAL USE OF COMPUTER MODELS FOR FOOD FREEZING
PROCESS
Food Technology, ABRIL 1985, PP 87.
- 31.-Holmes Zoe Ann
MICROCOMPUTER SIMULATION HELPS TEACH FOOD SCIENCE PROBLEM
SOLVING
Food Technology, Diciembre 1984, pp 114.
- 32.-Hunt Roger
PROGRAMACION EN BASIC
Fondo Educativo Interamericano; México ;1984.
- 33.-INDUSTRIA MEDIANA Y PEQUEÑA EN MEXICO
SECOFI; México 1987.
- 34.-Jiménez Edith
ESTABLECE LA SECOFI UN FONDO DE AVALES PARA MICROINDUSTRIA
Excelsior, 1o. de Julio 1988 , p 5A - 8 A
- 35.-Joyanes Aguilar Luis
BASIC PARA MICROCOMPUTADORAS
Mc Graw Hill España, 1984.
- 36.-Kauffman A.
METODOS Y MODELOS DE LA INVESTIGACION DE OPERACIONES
CECSA; México; 1979.
- 37.-Kloos Chip
NET CONTENT CONTROL
Food Technology, Septiembre 1984 ,pp51.
- 38.-Kragt Martin
QUALITY CONTROL OF RAW MATERIALS AND VENDOR RELATIONS
Food Technology, Abril 1981, pp54.

- 39.-Krammer Amihud
APPLICATION OF STATISTICS TO QUALITY CONTROL
Food Technology, Abril 1981, pp56
- 40.-Krammer A., Twigg .QUALITY CONTROL FOR THE FOOD INDUSTRY
Avi Publishing Co., E.U.A., 1980.
vol I y
vol II
- 41.-Kramlich W.e., Pearson A.M., Tauber F.W.
PROCESSED MEATS
Avi Publishing Co., E.U.A.,1983.
- 42.-Lah Carol L., Cheryar Munir, Devor Richard
A RESPONSE SURFACE METHODOLOGY APPROACH TO THE
OPTIMIZATION OF WHIPPING PROPERTIES OF AN ULTRAFILTRED
SOY PRODUCT
Journal of Food Science, vol 45, 1980, pp 59.
- 43.-Lawrence Harry
A QUALITY ASSURANCE / QUALITY CONTROL OPTION IN FOOD
SCIENCE EDUCATION
Food Technology, Enero 1980, pp 59.
- 44.-Lund Daryl B.
APPLICATIONS OF OPTIMIZATION IN HEAT PROCESSING
Food Technology, Julio 1982, pp101.
- 45.-Lyons Robert
A COMMERCIAL APPLICATION OF QUALITY CONTROL
Food Technology, Abril 1981, pp 56.
- 46.-Mandujano Manuel
FENOMENO DE LA MICROINDUSTRIA
Excelsior , 24 de Marzo de 1988, p 1f y 14f
- 47.-Manev Georgui
LA CARNE Y SU ELABORACION
Ed. Científico-Técnica: Cuba; 1983
vol I y II.
- 48.-Marín Pinillos Benito
APUNTES DE PROGRAMACION LINEAL
Fac. de Ingeniería - UNAM; 1980
- 49.-Mc. Lellan Mark R.
THE MICROCOMPUTER: A VERSATILE TOOL FOR THE FOOD
SCIENTIST
Food Technology, ABRIL 1985, PP 64.
- 50.-Mc. Lellan Mark R.
AN INTRODUCTION TO COMPUTER - BASED PROCESS CONTROL IN A
FOOD ENGINEERING COURSE
Food Technology, Abril 1985, pp 96

- 51.-Mc. Lellan Mark R.
AN INTRODUCTION TO MICROCOMPUTERS: WHAT THEY ARE AND
HOW THEY OPERATE
Food Technology, Octubre 1981, pp 79
- 52.-Mishkin Martin, Karel Marcus, Saguy Israel
APPLICATIONS OF OPTIMIZATION IN FOOD DESHIDRACION
Food Technology, Julio 1982, pp 101
- 53.-Mora José Luis
INVESTIGACION DE OPERACIONES E INFORMATICA
Ed. Trillas - UAM ; México; 1980
- 54.-Mulvaney S.J., HOUGHTON G.E., Rizvi S.S.H.
DEVELOPMENT OF COMPUTER - BASED PROCESS CONTROL
EXPERIMENTS FOR A
FOOD ENGINEERING COURSE
Food Technology, Abril 1985, pp98
- 55.-Murty Katta G.
LINEAR AND COMBINATORIAL PROGRAMMING
Ed. Wiley, USA, 1976
- 56.-Nakai S.
COMPARISON OF OPTIMIZATION TECHNIQUES FOR APPLICATION
TO FOOD
PRODUCT AND PROCESS DEVELOPMENT
Food Technology
- 57.-Norback John
TECHNIQUES FOR OPTIMIZATION FOR FOOD PROCESSES
Food Technology, Febrero 1980, pp86
- 58.-Norback John
POTENTIAL APPLICATIONS OF OPTIMIZATION IN THE FOOD
SERVICE INDUSTRY
Food Technology, Julio 1982, PP 110
- 59.-Norback J.P., Evans Steven R.
OPTIMIZATION IN FOOD FORMULATION
Food Technology, Abril 1983, pp 73
- 60.-Norback J.P., Matthews M.E.
COMPUTER IMPLEMENTATION OF MATRIX DATA STRUCTURES FOR
CONTROLLING FOOD FORMULATION AND MANUFACTURES
Food Technology,
- 61.-NORMA OFICIAL MEXICANA ALIMENTOS - SALCHICHA
SECOFI, Secretaría de Salud
- 62.-Okas M.R., Reklaitis G.V.
COMPUTER - AIDED DESIGN AND OPERATION OF FOOD PROCESS
INDUSTRY AND ACAMMDEMIA
Food Technology, Abril 1985, p 10

- 63.-Pérez del Castillo Carlos
LAS NEGOCIACIONES INTERNACIONALES DE LA CARNE.
PROBLEMAS Y PERSPECTIVAS.
Rev. Comercio Exterior, vol 29 # 2, Febrero 1979, México DF
- 64.-Pineda Miguel
PROGRAMA ENPRENDEDOR
Excelsior, 27 de Junio de 1988, p 1, 13f
- 65.-Pineda Miguel
EL ITESM SE TRANSFORMA EN "SEMILLERO DE EMPRESARIOS"
Excelsior, 27 de Junio de 1988, p 1,6f
- 66.-Poole
ALGUNOS PROGRAMAS DE USO COMUN EN BASIC
Osborne Mc. Graw Hill México 198
- 67.-Reuter, Gunter, Heinz
NUEVOS METODOS DE TRANSFORMACION INDUSTRIAL DE LA CARNE
Ed. Acribia; España; 1971
- 68.-Ruiz Guzmán José Luis
SISTEMAS DE PLANEACION PARA LA PEQUEÑA EMPRESA
Tesis de Maestria; ULSA, México 1984.
- 69.-Saguy Israel
OPTIMIZATON THEORY, TECHNIQUES, AND THEIR IMPLEMENTATION
IN THE FOOD INDUSTRY: INTRODUCTION
Food Technology, Julio 1962, pp 87.
- 70.-Saguy Israel, Karel M.
MODELING OF QUALITY DETERIORATION DURING FOOD
PROCESSING AND STORAGE
Food Technology, Febrero 1980, pp 78
- 71.-Sanders Donald H:
INFORMATICA PRESENTE Y FUTURO
Mc Graw Hill; México; 1983
- 72.-Schutz Howard G.
MUTIPLE REGRESSION APPROACH TO OPTIMIZATION
Food Technology, Noviembre, 1983, pp 46
- 73.-Schutz Howard W.
HOW TO DESIGN A STATICAL SAMPLING PLAN
Food Technology, Septiembre 1984, pp47
- 74.-Secretaría de Comercio y Fomento Industrial
REGIMEN ESPECIAL DE FOMENTO A LA MICROINDUSTRIA
Universal, 27 de Enero de 1988, p
- 75.-Shamblin James E., Steven G.T.
INVESTIGACION DE OPERACIONES
Mc Graw Hill; México ; 1979

- 76.-Shoemaker Charles F.
COMMUNICATION BETWEEN THE PHYSICAL WORLD AND THE DIGITAL
DOMAIN OF THE COMPUTER
Food Technology, Octubre 1981, pp 84
- 77.-Shoemaker Charles F., Russel G.
A COURSE IN COMPUTER TECHNOLOGY FOR FOOD SCIENCE STUDENTS
Food Technology, Abril 1985, pp 92
- 78.-Sidel Joel, Stone Herbert
AN INTRODUCTION TO OPTIMIZATION RESEARCH
Food Technology, Noviembre 1984, pp
- 79.-Sidney R. Daniel
HOW TO DEVELOP A CUSTOMER COMPLAINT FEEDBACK SYSTEM
Food Technology, Septiembre 1984, pp 41
- 80.-Slavin J.L., Wilson A., Down W.
TAKE THE PROPER "BYTE" WHEN SELECTING MICROCOMPUTER
NUTRIENT
ANALYSIS SOFTWARE
Food Technology, Abril 1985, pp 74
- 81.-Steffe James F.
COMPUTER IN UNDERGRADUATE FOOD SCIENCE EDUCATION: A SURVEY
Food Technology, Octubre 1981, pp 99
- 82.-Suárez Blanca
LAS MODALIDADES DE PENETRACION TRANSNACIONAL EN AMERICA
LATINA: EL CASO COMPLEJO DE LAS CARNES.
Rev. Comercio Exterior, Julio 1982,
vol 32, # 7 México DF
- 83.-Sze Melanie C.
MEETING THE INFORMATION NEEDS OF FOOD SCIENTIST THROUGH
COMPUTERIZED LITERATURE
Food Technology, Octubre 1981, pp 92
- 84.-Tapia Sánchez V., García Osornio A.
APLICACIONES DE UN MODELO DE PROGRAMACION LINEAL
EN LA OPTIMIZACION DEL SISTEMA PRODUCCION--DISTRIBUCION
Y PROCESAMIENTO DE LA TUNA.
Tesis Profesional , FES - Cuautitlán - UNAM , 1985

- La bibliografía recomendada es una investigación bibliográfica retrospectiva del CICH. De las 18 citas solo, se citaron las del idioma inglés. No se lograron conseguir las otras, además que tenemos limitaciones en el lenguaje, sin embargo, se creyó oportuno mencionarlas por si alguien profundizar en el tema.

DIALOG File #: FSTA - 00-00/SEP

334820 85-09-0147

[Models for planning raw material balances.]
Modelle fuer die Rohstoffbilanzplanung.

Lorenz, G.

Bundesanstalt fuer Milchforschung, Postfach 60 09, D-3300

Kiel 14, Federal Republic of Germany

Fischerei, 1985, 37, 111, 38, 39-41

Language: De

Note: 23 ref.

Methods for optimization of costs, etc. of meat product formulations by linear programming techniques are described, with reference to single and multiple recipe optimization, simultaneous multi-recipe optimization on the basis of the compact matrix technique, and current developments. (ADM)

337005 86-08-0277

[Principles of linear programming in cured meats manufacture.]

Mariveau, P.

ASFO D'ARCIS, La Prunelle, BP 30, 22190 Pléneuf, France

Viandes et Produits Carnés, 1985, 6, (5), 204-205

Language: Fr

Basic principles of linear programming are discussed, together with its application to optimization of the formulation of meat products (with respect to ingredients and costs) while maintaining chemical composition, sensory quality, etc. at specified levels. Practical aspects of application of the technique to product optimization are discussed, together with examples. (ADM)

326231 86-02-0003

[Formal generalization of the amino acid composition of combined meat products.]

Lidatov, N. M.

Rybn., I. A.; Mishkailov, N. A.; Makhovoy

An, M. L.

Moshkovskii Ordena Trudovogo Krasnogo Znameni Inst. Myslnoi i Molochnoi Promyshlennosti, Moscow, USSR

Izvestiia Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Pishchevaya

Tekhnologiya, 1985, No. 1, 73-75

Language: Ru

A mathematical method was used for detn. of the degree to which essential amino acid concn. in food proteins corresponds to FAO/WHO recommended values. Meat products with soiled soy protein isolate, blood plasma or with protein derived as model materials. An example of optimization calculation is given. The results show that linear algebraic techniques allow protein additive concn. to be calculated with an accuracy sufficient to ensure that limiting amino A. are reach FAO/WHO recommended values. (511)

387072 85-11-0061

[Improvement of the functional properties of sausages by optimizing their formulations.]

Gornatov, V. M.; Salavattilina, S. M.; Lyudchenko, V. I.;

Gornatova, G. P.

Vses. Nauchno-Issled. Inst. Myslnoi Promyshlennosti, USSR Myslnoy Industriya 55SR, 1984, No. 12, 20-21

Language: Ru

Note: 5 ref.

The water and fat-binding capacity of meat is discussed in relation to manufacture of boiled smoked meat products. Optimization of formulation of products for max. utilization of proteins and max. finished product yield is considered; 10 optimization equations are given. Linear programming techniques for formulation of boiled smoked meat products of specified composition is considered. (511)

261310 84-07-0451

[Calculation of the optimum parameters for high frequency processing of minced fish products.]

Simov'yan, S. V.;

Potanov, V. A.;

Khar'kovskii Inst. Obshchestvennogo Pitaniya, Khar'kov, USSR

Izvestiia Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Pishchevaya

Tekhnologiya, 1983, No. 3, 78-81

Language: Ru

Note: 2 ref.

Optimum vol. load of the resonator was calculated as well as the duration of high frequency treatment of minced fish in order to assure uniform heating. Limits for the working chamber and pipeline for producing fish sausages and dampings are given for the frequency 2375 MHz, and wave values are given for dielectric characteristics of minced fish. Optimum velocity of flow of mince in the pipeline was established to be 0.45 cm/s. The output of the equipment for producing fish sausages is 8 kg/h. Optimum dimensions of the resonator are 448 TIMES 448 TIMES 448 mm and diam. of pipeline 2.6 cm. (511)

258213 84-05-1062

[Optimization of Recipes.]

Gullimoto, F.

Salomon Aulret, 29000 Quimper, France

Viandes et Produits Carnés, 1983, 4, (2), 65-68

Language: Fr

Application of meat standardization and linear programming in optimization of the manufacture of meat products is discussed, with reference to costs, raw material utilization and compliance with requirements. Concentration composition of the products. Raw material cost reductions of 0.9-17.2% have been achieved. (ADM)

258092 84-05-0042

[Establishment of optimal sausage recipes using a generalized criterion.]

Vishn'in, M. P.;

Gornatov, V. M.;

Gornatova, G. P.;

Salava, I. I. (see page)

DIALOG

DIALOG File 51: FSTA - 88-88/SEP

Lutina, R. M.
Vses. Nauchno-Issled. Inst. Myasnoj Promyshlennosti,
Moscow, USSR
Proceedings of the European Meeting of Meat Research
Workers, 1982, No. 29, vol. 11, 4, 6, pp. 531-543
Language: Ru Summary Language: en, de, fr, es
Document Type: Lecture
A generalized criterion of optimization of sausage recipes
is suggested reflecting the approximation of the total
complex of partial quality characteristics to their desired
values; and an algorithm for its calculation is presented.
This approach was based on preparation of 16 variants of
cooked sausage from beef, pork, backfat, and connective
tissues; proportions of constituents and added water were
tabulated, 18 compositional, physicochemical, and quality
characteristics of the raw materials, mixes and finished
sausages were determined and are tabulated in detail, and
results of computerized calculation of the generalized
criterion are presented. (See FSTA (1984) 10 55816.) (SK)

256505 84-04-s0074
[Meat factory calculations using a programmable calculator.
IV. Optimization of sausage recipes.]
Betriebswirtschaftliche Berechnungen unter Verwendung
programmierbarer Kleinrechner. IV.
Wurst-Rezeptur-Optimierung.
Eisenmann, J.
Daniel-Schuerman-Weg 15, D-5600 Mupperlat 21, Federal
Republic of Germany
Fleischwirtsch., 1983, 24, (3), 183-189
Language: De
Note: 5 ref.

A procedure is described for use of a programmable pocket
calculator for optimization of sausage formulations (i.e.
determ. of the lowest-cost formulation fulfilling all quality
requirements) by means of a linear optimization method; an
example is given, the importance of consideration of sensory
quality in addition to analytical data and costs in
formulation of recipes is stressed. (See preceding abstr. for
part III.) (AUW)

256588 82-12-41004
Optimization theory, techniques, and their implementation
in the food industry.
United States of America, Institute of Food Technologists
Food Technology, 1982, 28, (7), 84-115
Language: En

Abstracts of the Conference proceedings. Note: 63 ref.
Abstracts are published that were presented at a symposium
held during the 41st Annual Meeting of the Institute of Food
Technologists, held in Atlanta, Georgia, 7-10 June 1981.
Titles of the papers are as follows: Introduction, by J.
Saguy (p. 87). Optimization theory and its application in
food processing, by L. B. Evans (pp. 88-93, 94, 26 ref.).
Food programming and its applications in the food industry,

by F. E. Bender, A. Krewer + G. Kahhan (pp. 94-98, 5 ref.).
Applications of optimization in meat processing, by D. B.
Lund (pp. 97-100, 15 ref.). Applications of optimization in
food dehydration, by M. Kishkin, H. Karol + J. Saguy (pp.
101-109, 12 ref.). Potential applications of optimization in
the foodservice industry, by J. P. Norback (pp. 110-112, 6
ref.). (DHH)

259545 82-11-s2008
[Determination of recipes. Considerations on material costs
and reliability of production.]
Rezepturoptimierung - Überlegungen zu den Materialkosten
und zur Produktions-Sicherheit.
Ehrlich, K.
W. Foss Electric A/S GmbH, Waldhausstrasse 12b, D-2000
Hamburg 50, Federal Republic of Germany
Fleischwirtsch., 1982, 23, (2), 84-87, 103
Language: De
Note: 16 ref.

Data and optimization of recipes for meat products is
discussed with reference to: establishment of the target
value for meat protein content; calculation of costs; sensory
testing of sausages made by alternative recipes; problems
with variability of raw materials; standardization methods;
rapid detm. of meat protein, fat and water contents with the
rapid Super Scan system; and application of linear
programming techniques. (AUW)

220599 82-05-s0949
[Optimizing the cost of raw materials in sausage recipes by
linear programming, taking Stuttgarter Schinkenwurst as an
example.]
Kostenoptimierung Rohstoffpreise in Wurstrezepturen durch
lineare Programmierung, aufgeführt an Beispiel einer
Stuttgarter Schinkenwurst.
Lorenz, G.
Bundesanstalt fuer Milchforschung, D-2300 Kiel 1, Federal
Republic of Germany
Fleischwirtsch., 1981, 51, (8), 1114, 1116-1119,
1120, 1122, 1174
Language: De Summary Language: en
Note: 25 ref.

The application of linear programming to producing recipes
meeting all legal, technological and quality requirements at
min. cost was demonstrated with Stuttgarter Schinkenwurst.
For identical product quality, savings of LESS THAN 50 PERCENT
on cost of raw materials could be achieved. (EM)

219073 82-04-s0732
[Food optimization by computer: basic principles and
application.]
Rezepturoptimierung per Computer - Grundlagen und
Anwendung.
(Cont. next page)

DIALOG File #: FATA - 69-68/SEP

Erfahrungen,

Ruber, G.

Weis EDV-Beratung GmbH, Marchenrstieg 5-7, D-2000 Hamburg
76, Federal Republic of Germany
Fleischwirtsch. 1981, 32, (7), 550-552, 555-556

Language: De

Application of computer techniques to optimization of recipes for meat products is discussed, with reference to: presentation of the problem; aims of recipe optimization (reduction of raw material costs while complying with legal requirements, and without impairing quality); repeated calculation of test recipes, and its disadvantages; linear optimization calculations; establishment of restrictions on ingredients, final composition, etc.; preconditions for practical application of computerized optimization calculations; required data; and advantages of optimization calculations. (ADW)

216058 82-02-50763

(Application of linear optimization in the meat industry.)
Ernting, O.; Lynde, G.
Inst. fuer Fleischwirtschaft der DDR, Magdeburg, German Democratic Republic
Fleisch, 1981, 35, (1), 15-17

Language: De

Note: 9 ref.

The suitability of mathematical modeling for optimization of the recipe of meat products is discussed, with reference to composition, nutritional value, cost and organoleptic properties of the finished product. Calculation of the optimum concn. of pork, fat trimmings, stomach, liver, other offal, poultry meat and collagenous material is presented, using finely comminuted liver sausage as an example. Calculated optimum formulations are also given for: country-style liver sausage, liver sausage with onions, and apradaella sausage. (ADW)

215058 82-07-50186

(Multi-criterion optimization in production planning as exemplified by the meat industry.)
Janasz, S.
Inst. Przetwarzania Dniwy i Pachynkownici, Szkoła Główna
Pielęgniarstwa i Dietetyki, ul. Żwirki i Wigury, 103-218
Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Turzyczojowni, 1979, 18, 203-218

Language: Pl

Summary Language: Ru, en

Note: 2 ref.

This report from the 1978 doctorate thesis of the author in the field of Linear and Statistical Methods in Warsaw, Poland, describes the application of multi-criterion methods of linear programming in production planning, using as an example production of sausages and smoked meat products in the Słuzewiec (Poland) meat factory. The advantages of the methods proposed, making use of numerical techniques of linear programming for which standard computer programs

are available, is pointed out. (SKK)

140485 77-11-E0392

(TECHNICAL OPTIMIZATION OF PRODUCTION IN FOOD INDUSTRY FACTORIES AS EXEMPLIFIED BY OLSTYN PROVINCE.)
MICHALSKI, R.; KATIEWICZ, Z.; ZALEWSKI, H.; CYDZIK, R.
PRZEMISŁ SPOŻYWCZY, 1977, 31, (5), 104-106
Language: Pl
Note: 5 ref.

A LINEAR PROGRAMMING MODEL WAS USED TO STUDY OPERATING CONDITIONS (INCLUDING SIZE AND EFFICIENCY OF TECHNICAL EQUIPMENT), LEVEL OF ELECTRIFICATION, VALUE OF MACHINERY AND INSTALLATIONS, NUMBER OF WORKERS, AND VALUE OF TOTAL ANNUAL PRODUCTION) IN 12 DAIRY FACTORIES, 5 MEAT AND ALLIED FACILITIES, 1 POULTRY AND EGGS ESTABLISHMENT, 1 WINERY AND 1 BREWERY IN OLSTYN PROVINCE, POLAND. FORMULAE ARE PRESENTED FOR OPTIMIZING AND MAXIMIZING PRODUCTION UNDER SET LIMITATIONS. (SKK)

070409 73-10-E0313

(GENERALIZATION OF LINEAR PROGRAMMING FOR OPTIMIZATION OF FORMULATION OF FOOD BLENDS. I. LINEAR PROGRAMMING.)
-BEN RAHIB, M.; BRUSSEI, M.
DPR, DE GENIE IND. ALIMENTAIRE, ECULE NAJ, SUPERIEUR DES ING. AGRIC. ET ALIMENTAIRES, GARDIA, 01305 MASSY, FRANCE
LEBENSMITTEL-WISSENSCHAFT & TECHNOLOGIE, 1973, 6 (3) 97-101

Language: FR

Summary Language: EN

Note: 24 ref.

THE PRINCIPLES OF LINEAR PROGRAMMING IS EXPLAINED WITH REFERENCE TO A THEORETICAL EXAMPLE (DETERMINING OF OPTIMUM FORMULA FOR A FOOD BLEND). APPLICATION OF LINEAR PROGRAMMING TO ICE CREAM MANUFACTURE AND MEAT BLENDING IS THEN DISCUSSED. (JA)

047121 72-04-50495

(ELECTRONIC CALCULATION TECHNIQUES APPLIED TO THE OPTIMIZATION OF MANUFACTURE OF CURED MEAT PRODUCTS.)
PIZAKI, M.
GOSPODARNA MIESNA, 1971, 23 (11) 4-5

Language: PL

Note: 3 ref.

THE APPLICATION OF THE MATHEMATICAL APPROACH DESCRIBED IN PR 149704 TO SOLUTION OF CURRENT MEAT MARKET PROBLEMS IN POLAND IS OUTLINED WITH PARTICULAR REFERENCE TO LINEAR PROGRAMMING. (SKK)

111623 70-08-E0696

(PROCESS MODELLING AND OPTIMIZATION. III. OPTIMIZATION.)
HAMPER, J. M.; WANNINGER, L. A., JR.
GENERAL MILLS, INC., JAMES FORD BELL TECHNICAL CENTER, 9000
PLYMOUTH AVENUE NORTH, MINNEAPOLIS 55427, USA
FOOD TECHNOLOGY, 1970, 24 (5) 530-91 & 543-95
(From: 1971 page)