



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción

“Recomendaciones técnicas para el diseño de las minutas del
comedor de una Institución de educación media de la ciudad de
Guayaquil”

PROYECTO DE GRADUACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

INGENIEROS EN ALIMENTOS

Presentado por:

Luis Felipe Barriga Toala

Wendy Gisell Salinas Freire

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2014

AGRADECIMIENTO

A nuestra familia en general por todo su apoyo a lo largo de nuestras vidas, a todos los que de alguna forma nos ayudaron a lo largo de nuestra formación académica entre ellos a la Ing. Karin Coello, nuestra Directora de Proyecto, por su absoluta cooperación.

Luis Felipe Barriga Toala

Wendy Gisell Salinas Freire

DEDICATORIA

A mis padres por el apoyo brindado a lo largo de mi vida, por todo su sacrificio para que yo pudiera lograr mis sueños.

A mis hermanos que siempre han estado junto a mí brindándome su apoyo.

A mi esposo por siempre estar a mi lado en el cumplimiento de esta meta que tenemos juntos.

Y a mis hijos quienes son mi mayor motivación.

Wendy Gisell Salinas Freire

DEDICATORIA

Quiero dedicarle este proyecto a mis padres por haberme dado la oportunidad de crecer y formarme académicamente, a mi esposa porque sin ella esto nunca hubiese sido posible, a mis hijos por ser el factor que le dio una dirección más acertada a mi vida, a mis hermanos y amigos más cercanos por su apoyo incondicional en todo momento.

Luis Felipe Barriga Toala

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

PhD. Kleber Barcia V.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

MSc. Karín Coello O.
DIRECTORA DE PROYECTO

MSc. María Fernanda Morales
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Wendy Gisell Salinas Freire

Luis Felipe Barriga Toala

RESUMEN

Comer sano es, sin duda, el camino hacia una buena salud. Una alimentación balanceada no solo es importante para mantenerse en forma sino también para evitar ciertas enfermedades originadas por una mala nutrición como es el caso del aumento de los índices de obesidad en niños y adolescentes.

Los menús que algunos comedores escolares proporcionan carecen de equilibrio en las cantidades de grasas y proteínas debido a que muchas veces no se incluyen tales como el pescado, las frutas y las verduras ricos en proteínas, vitaminas y minerales y a la vez den mayor importancia a los lácteos, helados y dulces. Es por ello que la alimentación en los centros educativos del país debería cambiar y ser más variada y completa para que los jóvenes puedan disfrutar de una comida más equilibrada, saludable y obtener todos los nutrientes necesarios para un correcto desarrollo.

El presente proyecto tiene como objetivo el Diseño de un Plan Nutricional para estudiantes de un centro de educación media de la ciudad de Guayaquil, el cual consta de 5 menús que cubren el 35% de la ingesta diaria total de las necesidades calóricas y nutricionales del grupo objetivo.

Como parte de la metodología para el diseño de las minutas se debe calcular el gasto energético del grupo para lo cual se seleccionó una muestra representativa de los estudiantes eligiendo como nuestro grupo objetivo a los adolescentes de ambos sexos entre 15 y 17 años pertenecientes a la jornada matutina. A este grupo se les realizó la toma de las medidas antropométricas de peso y talla, encuesta de actividades diarias y la encuesta alimentaria por recordatorio. Con estos datos se determinó y calculó las necesidades nutricionales y gasto calórico del grupo objetivo.

En base a las kilocalorías requeridas se diseñó los menús tomando en cuenta las preferencias de los estudiantes, la disponibilidad y costos de los alimentos y para comprobar el grado de aceptación de los menús diseñados se realizó pruebas sensoriales afectivas. Los menús diseñados se sometieron a un proceso de optimización para mejorar el equilibrio nutricional de cada uno de sus componentes y de minimizar el costo de cada uno.

El resultado de este proyecto son 5 menús optimizados con equilibrio nutricional de bajo costo y con un alto nivel de aceptación órgano sensorial.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	II
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS	VII
SIMBOLOGÍA	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS	X
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES.....	3
1.1. Identificación del problema	3
1.2. Situación actual	4
1.3. Objetivos.....	8
1.4. Metodología	8
CAPÍTULO 2	
2. DISEÑO DEL PLAN NUTRICIONAL	11

2.1.	Identificación del grupo objetivo.....	11
2.2.	Mediciones antropométricas	14
2.3.	Cálculos de requerimientos del grupo objetivo	17
2.3.1.	Cálculo del gasto energético total	17
2.3.2.	Determinación de los requerimientos nutricionales.....	24
2.4.	Diseño de los menús	26
2.4.1.	Combinación de alimentos	28
2.5.	Distribución de las raciones	31
2.5.1.	Cálculo del aporte nutricional de las raciones	35
2.6.	Estimación de costos.....	39

CAPÍTULO 3

3.	OPTIMIZACIÓN	40
3.1.	Definición de las variables de decisión	40
3.2.	Determinación del modelo matemático y restricciones.....	43
3.3.	Ejecución del modelo matemático	44

CAPÍTULO 4

4.	RESULTADOS	48
4.1.	Análisis de resultados de la optimización	48
4.2.	Análisis comparativo de las minutas	52
4.3.	Nivel de aceptación de los menús	57

4.4. Etapas de producción de las minutas.	63
--	----

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
---	----

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

SECIAN	Sociedad Ecuatoriana de Ciencias de la Alimentación y Nutrición
Cmdt.	Comandante
min.	Minutos
Kcal	Kilocalorías
g.	Gramos
ANSI	American National Standards Institute
RDA	Recommended Dietary Allowance
FAO	Food and Agriculture Organization
Kg.	Kilogramos
m.	Metros
GEB	Gasto energético basal
ETA	Efecto térmico de los alimentos
TMB	Tasa metabólica basal
GET	Gasto energético total
mg.	Miligramos
ug.	Microgramos
etc.	Etcétera
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
ctvs.	Centavos

SIMBOLOGÍA

%	Porcentaje
\$	Dólares americanos

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Metodología de trabajo	9
Figura 2.1	Estudiantes por edad y sexo.....	12
Figura 2.2	Distribucion por sexo del grupo muestra.....	13
Figura 3.1	Datos de menú a optimizar	45
Figura 3.2	Cuadro de dialogo parámetros de solver	46
Figura 4.1	Porcentaje de macronutrientes en menus	56
Figura 4.2	Gráfica de cajas de nivel de aceptacion de los menús	58
Figura 4.3	Gráfica estadística para menu 1	59
Figura 4.4	Gráfica estadística para menu 2	59
Figura 4.5	Gráfica estadística para menu 3	60
Figura 4.6	Gráfica estadística para menu 4	60
Figura 4.7	Gráfica estadística para menu 5	61
Figura 4.8	Nivel de aceptación de los menús	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Menús originales del bar-comedor.....	7
Tabla 2	Estudiantes por edad y sexo.....	11
Tabla 3	Grupo objetivo	13
Tabla 4	Medidas antropométricas grupo objetivo	14
Tabla 5	Gasto energético total mujeres	19
Tabla 6	Gasto energetico total hombres.....	21
Tabla 7	Requerimientos nutricionales del grupo objetivo	25
Tabla 8	Menús diseñados.....	30
Tabla 9	Pesos por ingrediente de cada minuta diseñada	32
Tabla 10	Porcentajes de rendimientos y desperdicios.....	35
Tabla 11	Aporte energético por minuta.....	38
Tabla 12	Costo de los menús diseñados.....	39
Tabla 13	Comparación de costos y kcal de los menús.....	53
Tabla 14	Beneficio económico (\$) por menú	54
Tabla 15	Comparación de requerimientos nutricionales.....	55

INTRODUCCIÓN

La pubertad y adolescencia se caracterizan por un aumento en la velocidad de crecimiento, cambios en la composición corporal, aparición de caracteres sexuales secundarios, maduración emocional y psicosocial. Estas características influyen tanto en las recomendaciones alimentarias durante esta etapa de la vida, como en los hábitos alimentarios de los adolescentes.

La autonomía e independencia propias de la edad, se acompañan de un aumento de las actividades fuera del hogar; con horarios de comida desordenados, omisiones de algunos tiempos de alimentación y un aumento de la ingesta de comida rápida, golosinas y bebidas energéticas. Al mismo tiempo, disminuye el consumo de lácteos, frutas y verduras; la cena puede pasar a ser la principal alimentación del día. El sedentarismo, sumado a estos hábitos alimentarios, contribuye a un riesgo elevado de obesidad y otras enfermedades crónicas.

Los problemas nutricionales del adolescente, por lo tanto, además de aquellos ocasionados por sobrepeso o desnutrición, se relacionan con malnutrición asociada a malos hábitos y alimentación poco balanceada.

Por lo tanto los menús que se sirven en los comedores de los centros educativos constituyen otro elemento que incide de manera relevante en la alimentación del adolescente, en su estado nutricional y de salud.

Distintos análisis han evaluado la calidad dietética y nutricional de los menús en los centros educativos confirmando deficiencias que se repiten: falta fruta de postre; escasean las ensaladas y los pescados. Además, se detectan diferencias considerables en las características dietéticas de los menús según la región.

Por este problema, surge la necesidad de diseñar menús que ofrezcan a sus clientes alimentos preparados que cumplan con estándares de calidad y que sean seguros, que cubran los requerimientos nutricionales, con características organolépticas agradables, aceptables en el medio y a un precio asequible.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1. Identificación del problema

Se debe hacer frente a la alimentación del adolescente conociendo los requerimientos nutricionales, sabiendo elegir los alimentos que garantizan una dieta suficiente en energía y nutrientes, organizando y estructurando las comidas a lo largo del día.

Los resultados del primer estudio nacional realizado por la SECIAN para establecer la prevalencia de sobrepeso y obesidad en estudiantes adolescentes en Ecuador presentan datos que revelan que en el Ecuador 22 de cada 100 adolescentes presentan sobrepeso y obesidad siendo la Costa la que presenta mayor prevalencia a esta tendencia que la Sierra y con mayores porcentajes el sexo femenino que el masculino.

Hoy en día el hecho de que ambos progenitores trabajen fuera del hogar y que los adolescentes pasen en promedio más de medio día en un establecimiento educativo, la nutrición recae en los centros de distribución de alimentos de los diferentes planteles.

Los ecuatorianos estamos rodeados de variedad de alimentos que a más de ser deliciosos son saludables, lastimosamente debido al desconocimiento sobre nutrición de las autoridades de los planteles educativos y de los dueños de los locales con respecto a la comida que se les sirve a los alumnos son frecuentes las dietas que suelen ser desequilibradas en nutrientes, con elevada carga energética, ricas en grasa saturada y sal.

1.2. Situación actual

Para realizar nuestro proyecto se eligió la Unidad Educativa Liceo Naval "Cmdt. Rafael Andrade Lalama" ubicado en la Base Naval Norte Avenida Pedro Menéndez Gilbert, perteneciente a la ciudad de Guayaquil. Consta desde educación inicial hasta tercer año de bachillerato, siendo el grupo objetivo los adolescentes desde los 15 hasta los 17 años de ambos sexos de la jornada matutina.

Las actividades que se realizan en el colegio son tanto académicas como deportivas, tienen 8 horas de clases (45 min. cada hora) de lunes a viernes. A la semana tienen 4 horas de educación física. Y los días sábados asisten desde las 8 hasta las 12 para la realización de instrucción militar.

El mencionado colegio consta de 3 bares de comida, siendo solo uno de ellos bar-comedor. Los tres bares ofrecen alimentos para los dos descansos que tienen los estudiantes tanto de la jornada matutina como la vespertina. Por medio de preguntas a los dueños de los bares se supo que las preferencias de los estudiantes son las salchipapas, empanadas, tostadas y pasteles de chorizo.

Nuestro proyecto se centró en el bar comedor que hay ya que este ofrece almuerzos para los estudiantes, profesores y visitantes del centro. El personal del bar incluye 2 encargados del área del bar, 2 encargadas del área de cocina (una cocinera y una ayudante), quienes tienen bajo su responsabilidad la preparación diaria de los alimentos.

Normalmente al día se preparan 2 platos distintos de segundos, en la Tabla 1 se presentan los menús durante una semana de clases con su respectivo aporte calórico.

Se realizó un análisis proximal de los menús originales siendo su principal característica menús calóricamente sobrecargados, ya que las calorías a cubrir diarias para un adolescente entre 15 a 17 años son 2.200 Kcal en mujeres y 3.000 Kcal en hombres, las cuales deben ser cubiertas por las tres comidas del día y 2 refrigerios [6].

También existen combinaciones poco adecuadas, exceso de frituras, mucho carbohidrato y los jugos en vez de ser hechos con frutas en su mayoría son de sobres que aportan más calorías al menú.

TABLA 1
MENÚS ORIGINALES DEL BAR-COMEDOR

COMPONENTES	CANTIDAD (g)	TOTAL (Kcal)
Sopa de camarón Arroz Pollo rostizado Papas Fritas Quaker	428,9 228,6 210,0 165,1 225 ml	1.528,10
Sopa de Pollo Puré Arroz Carne Frita Gelatina	415,7 246,2 236,1 110,2 225 ml	1.119,24
Chupe de pescado Arroz Churrasco huevo frito Jugo de Sobre sabor frutilla	415,5 192,57 188,96 104,47 225 ml	1.145,74
Menestrón de carne Arroz Ensalada de Atún con huevo Maduro Frito Jugo de Sobre sabor Mora	348,9 212,8 156,0 85,0 225 ml	1.276,59
Sopa de queso Arroz Menestra de Fréjol Chuleta Frita Jugo Naranja	476,1 138,0 100,0 185,2 225 ml	1.106,30

Elaborado por: Luis Barriga y Wendy Salinas, 2013

1.3. Objetivos

Objetivo General

Diseñar un plan nutricional que cumpla con las kilocalorías necesarias para cubrir el 35% de la ingesta total diaria, al mínimo costo y con buen grado de aceptación sensorial.

Objetivos Específicos

- Seleccionar muestra representativa del grupo objetivo
- Calcular el consumo energético y requerimiento nutricional del grupo objetivo.
- Revisar las opciones de menú que el comedor ofrece durante 1 semana laboral.
- Realizar pruebas de aceptación de los menús reformados.
- Optimizar los menús diseñados para cubrir los requerimientos calórico-nutricionales al mínimo costo.

1.4. Metodología

Nuestra metodología de trabajo se muestra a continuación:

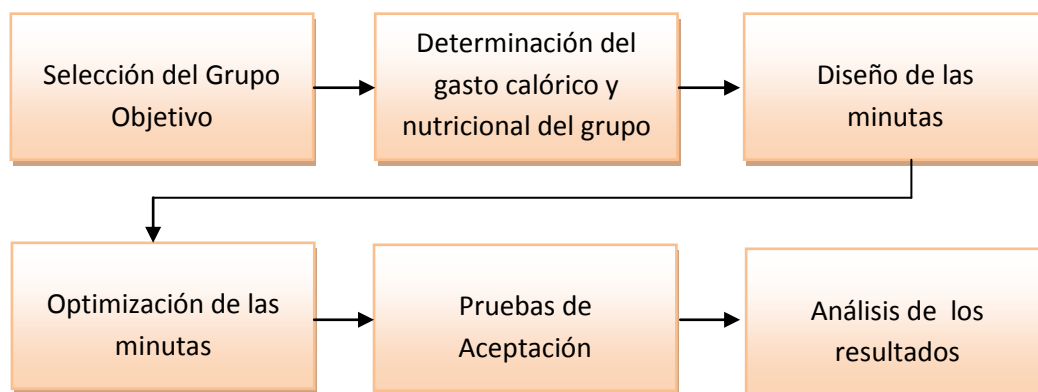


FIGURA 1.1 METODOLOGÍA DE TRABAJO

En base al número total de la población se procedió mediante las Sampling Tables ANSI Z1.4.2003. (Apéndice A) a calcular el grupo objetivo. Para la elaboración de los menús se necesita conocer el gasto calórico diario, es decir cuántas calorías emplea el cuerpo en su mantenimiento, para ello se debe realizar el cálculo del gasto energético basal y el gasto energético diario.

Para obtener el gasto calórico diario se usó la formula Harris-Bénédict que calcula el gasto energético basal y se lo multiplicó por el factor de actividad, este se lo sacó tomando en consideración la encuesta realizada de actividades diarias (apéndice F) a los estudiantes del grupo objetivo.

En el proceso de diseño de los menús se tomó en cuenta la encuesta por recordatorio de 24 horas (apéndice E) para ver los hábitos de consumo de los estudiantes, los valores nutricionales de la guía de RDA de la FAO (apéndices B, C, D) para que las minutas cubran con el 35% de las necesidades nutricionales y calóricas del grupo, usando alimentos locales de mayor disponibilidad y de bajo costo.

Una vez diseñado los menús se realizó su optimización mediante la aplicación SOLVER del programa EXCEL.

Después para comprobar el agrado de los menús se efectuó una evaluación sensorial y los resultados serán analizados mediante MINITAB versión 15.

CAPÍTULO 2

2. DISEÑO DEL PLAN NUTRICIONAL

2.1. Identificación del grupo objetivo

El grupo objetivo está conformado por adolescentes de ambos sexos, asistentes del colegio, en condiciones físicas y de salud normal entre 15 a 17 años de la jornada matutina, en la Tabla 2 se muestran la cantidad de estudiantes separados por sexo.

TABLA 2

ESTUDIANTES POR EDAD Y SEXO

<i>EDAD</i>	<i>HOMBRES</i>	<i>MUJERES</i>
<i>15 años</i>	97	56
<i>16 años</i>	120	51
<i>17 años</i>	108	38

Elaborado por: Luis Barriga y Wendy Salinas, 2013

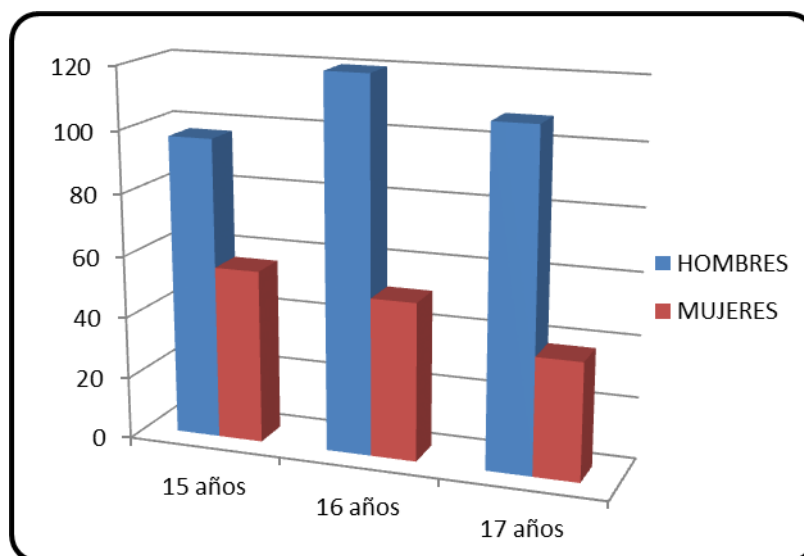


FIGURA 2.1 ESTUDIANTES POR EDAD Y SEXO

La cantidad de adolescentes que conformaron el grupo objetivo fue elegida en base a la Normativa para la Selección de Muestras de acuerdo al Conjunto Universo y su División en Rangos específicos: Sampling Tables ANSI Z1.4.2003. (Apéndice A) [8].

Se ha escogido como nivel de inspección el II por lo que es el más usado para muestras menores de 1.000 personas.

Siendo las muestras del grupo objetivo (Tabla 3):

TABLA 3
GRUPO OBJETIVO

EDAD ESTUDIANTES	HOMBRES	% HOMBRES	MUJERES	% MUJERES
15 años	20	21, 28%	13	13,83%
16 años	20	21, 28%	13	13,83%
17 años	20	21, 28%	8	8,51%
TOTAL	60	63,8%	34	36,2%

Elaborado por: Luis Barriga y Wendy Salinas, 2013

En la figura 2.2 se evidencia la distribución por sexo del grupo muestra.

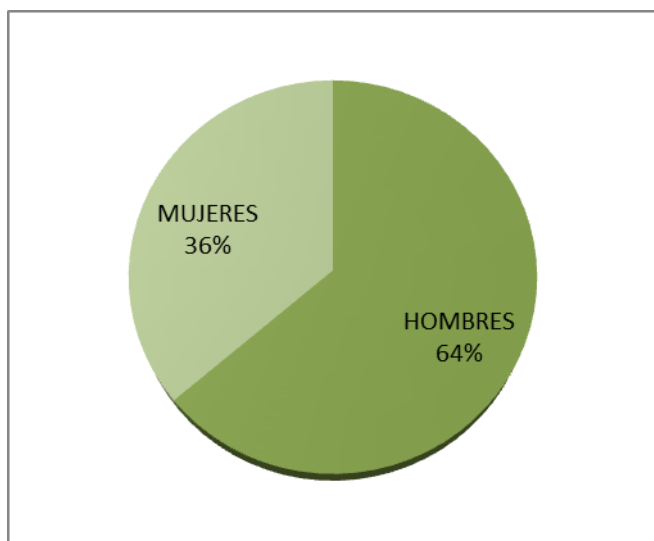


FIGURA 2.2 DISTRIBUCIÓN POR SEXO DEL GRUPO MUESTRA

2.2. Mediciones antropométricas

Una vez seleccionado el grupo objetivo se procedió a tomarles las medidas antropométricas de peso y talla. Estas son las medidas básicas para la realización de fórmulas más completas para la valoración del estado nutricional de un individuo.

TABLA 4

MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS GRUPO OBJETIVO

	Sexo	Edad (años)	Peso (kg)	Talla (m)
1	F	15	60,3	1,64
2	F	15	50,6	1,5
3	F	15	48,5	1,5
4	F	15	65	1,7
5	F	15	60,7	1,68
6	F	15	51,1	1,56
7	F	15	52,5	1,5
8	F	15	63,5	1,72
9	F	15	62,9	1,69
10	F	15	54,7	1,58
11	F	15	46,1	1,48
12	F	15	63,2	1,69
13	F	15	65	1,73
14	F	16	58,2	1,67
15	F	16	57	1,64
16	F	16	49,9	1,55
17	F	16	59,3	1,68
18	F	16	68,5	1,73
19	F	16	47,4	1,52
20	F	16	53,8	1,63
21	F	16	56,8	1,6

TABLA 4
MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS GRUPO OBJETIVO
(Continuación)

22	F	16	62,8	1,7
23	F	16	53,8	1,62
24	F	16	56	1,64
25	F	16	48,9	1,55
26	F	16	53,6	1,59
27	F	17	52,4	1,6
28	F	17	54	1,61
29	F	17	52,2	1,6
30	F	17	68,7	1,74
31	F	17	52,3	1,57
32	F	17	55,2	1,56
33	F	17	47,1	1,49
34	F	17	53	1,58
35	M	15	66,4	1,81
36	M	15	68,6	1,77
37	M	15	62,9	1,68
38	M	15	6,7	1,72
39	M	15	61,5	1,66
40	M	15	66,8	1,75
41	M	15	79,3	1,83
42	M	15	64,5	1,76
43	M	15	65	1,7
44	M	15	65,6	1,73
45	M	15	68,3	1,77
46	M	15	66,2	1,78
47	M	15	72	1,79
48	M	15	71,3	1,78
49	M	15	69,7	1,76
50	M	15	58,6	1,62
51	M	15	70,3	1,81

TABLA 4
MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS GRUPO OBJETIVO
(Continuación)

52	M	15	67,5	1,74
53	M	15	62,7	1,71
54	M	15	69,1	1,75
55	M	16	69,7	1,76
56	M	16	66,4	1,72
57	M	16	65,4	1,73
58	M	16	74,9	1,8
59	M	16	74,1	1,82
60	M	16	71,2	1,7
61	M	16	58,4	1,62
62	M	16	74,5	1,79
63	M	16	59,5	1,62
64	M	16	58	1,62
65	M	16	57,6	1,65
66	M	16	70	1,8
67	M	16	63,6	1,72
68	M	16	56,8	1,63
69	M	16	58,2	1,7
70	M	16	60,5	1,69
71	M	16	59,4	1,65
72	M	16	74,3	1,78
73	M	16	73,9	1,81
74	M	16	63,3	1,66
75	M	17	62,6	1,65
76	M	17	63,8	1,67
77	M	17	72,3	1,73
78	M	17	55,3	1,62
79	M	17	66,2	1,71
80	M	17	64,4	1,69
81	M	17	65,1	1,71

TABLA 4
MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS GRUPO OBJETIVO
(Continuación)

82	M	17	69,7	1,8
83	M	17	71,2	1,81
84	M	17	62,2	1,7
85	M	17	59,8	1,65
86	M	17	64,1	1,68
87	M	17	71,6	1,72
88	M	17	72,9	1,78
89	M	17	75,6	1,79
90	M	17	69,3	1,75
91	M	17	59,2	1,66
92	M	17	58,4	1,65
93	M	17	63	1,7
94	M	17	59,9	1,72

Elaborado por: Luis Barriga y Wendy Salinas, 2013

2.3. Cálculos de requerimientos del grupo objetivo

Para la elaboración del plan nutricional se necesitó conocer los requerimientos energéticos (Kcal/día) y nutricionales (macronutrientes y micronutrientes) del grupo objetivo, ya que nuestras minutas deben cubrir el 35% de estos requerimientos.

2.3.1. Cálculo del gasto energético total

El gasto energético total es la relación entre el consumo de energía y la energía necesaria por el organismo. Para que el organismo mantenga su equilibrio, la energía consumida debe

de ser igual a la utilizada, o sea que las necesidades energéticas diarias han de ser igual al gasto energético total diario.

El cuerpo humano gasta la energía a través de varias maneras: en la forma de gasto energético basal (GEB), actividad voluntaria (física) y el efecto térmico de los alimentos [5].

El Gasto Energético Total, se puede calcular por diferentes métodos. En este proyecto se utilizó la ecuación Harris-Bénédict, esta es una ecuación empírica para calcular el metabolismo basal de una persona en función de su peso corporal, estatura y edad [5].

Las ecuaciones Harris-Bénédict son las siguientes:

$$\mathbf{TMB\ Mujer = 655 + (9,6 * P) + (1,8 * A) - (4,7 * E)} \quad \text{Ec. 1}$$

$$\mathbf{TMB\ Hombre = 66 + (13,7 * P) + (5 * A) - (6,8 * E)} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

P: Peso en Kilogramos

A: Altura en centímetros

E: Edad en años

Luego se multiplican por el índice de Actividad (apéndice G), para obtener el gasto de calorías totales.

Gasto Energético Total = TMB x índice de actividad Ec. 3

Aplicando las formulas, los resultados del Gasto Energético Total del grupo objetivo se puede apreciar en la tabla 5 y 6.

TABLA 5
GASTO ENERGÉTICO TOTAL MUJERES

	TMB	Índice de Actividad	Gasto Energético Total
1	1458,58	1,64	2392,07
2	1340,26		2198,03
3	1320,1		2164,96
4	1514,5		2483,78
5	1469,62		2410,18
6	1355,86		2223,61
7	1358,5		2227,94
8	1503,7		2466,07
9	1492,54		2447,77
10	1394,02		2286,19
11	1293,46		2121,27
12	1495,42		2452,49
13	1519,9		2492,64
14	1439,12		2360,16
15	1422,2		2332,41
16	1337,84		2194,06
17	1451,48		2380,43
18	1548,8		2540,03
19	1308,44		2145,84

TABLA 5
GASTO ENERGÉTICO TOTAL MUJERES
(Continuación)

20	1389,68	1,64	2279,08
21	1413,08		2317,45
22	1488,68		2441,44
23	1387,88		2276,12
24	1412,6		2316,66
25	1328,24		2178,31
26	1380,56		2264,12
27	1366,14		2240,47
28	1383,3		2268,61
29	1364,22		2237,32
30	1547,82		2538,42
31	1359,78		2230,04
32	1385,82		2272,74
33	1295,46		2124,55
34	1368,3		2244,01
Mujeres	1408,7	1,64	2310,27

Elaborado por: Luis Barriga y Wendy Salinas, 2013

TABLA 6
GASTO ENERGETICO TOTAL HOMBRES

	TMB	Índice de Actividad	Gasto Energético Total
1	1778,68	1,78	3166,05
2	1788,82		3184,1
3	1665,73		2965
4	915,79		1630,11
5	1636,55		2913,06
6	1754,16		3122,4
7	1965,41		3498,43
8	1727,65		3075,22
9	1704,5		3034,01
10	1727,72		3075,34
11	1784,71		3176,78
12	1760,94		3134,47
13	1845,4		3284,81
14	1830,81		3258,84
15	1798,89		3202,02
16	1576,82		2806,74
17	1832,11		3261,16
18	1758,75		3130,58
19	1677,99		2986,82
20	1785,67		3178,49
21	1792,09		3189,92
22	1726,88		3073,85
23	1718,18		3058,36
24	1883,33		3352,33
25	1882,37		3350,62
26	1782,64		3173,1
27	1567,28		2789,76
28	1872,85		3333,67
29	1582,35		2816,58
30	1561,8		2780

31	1571,32		2796,95
----	---------	--	---------

TABLA 6
GASTO ENERGÉTICO TOTAL HOMBRES
(Continuación)

32	1816,2		3232,84
33	1688,52		3005,57
34	1550,36		2759,64
35	1604,54		2856,08
36	1631,05		2903,27
37	1595,98		2840,84
38	1865,11		3319,9
39	1874,63		3336,84
40	1654,41		2944,85
41	1633,02		2906,78
42	1659,46		2953,84
43	1805,91		3214,52
44	1518,01		2702,06
45	1712,34		3047,97
46	1677,68	1,78	2986,27
47	1697,27		3021,14
48	1805,29		3213,42
49	1830,84		3258,9
50	1652,54		2941,52
51	1594,66		2838,49
52	1668,57		2970,05
53	1791,32		3188,55
54	1839,13		3273,65
55	1881,12		3348,39
56	1774,81		3159,16
57	1591,44		2832,76
58	1575,48		2804,35
59	1663,5		2961,03
60	1631,03		2903,23
Hombres	1709,04	1,78	3042,09

Elaborado por: Luis Barriga y Wendy Salinas, 2013

Para obtener el GET que representa a todos los miembros de la muestra, se tomó el promedio de las muestras por sexo:

Hombres: 3.042,09 Kcal/día Mujeres: 2.310,27 Kcal/día

$$\mathbf{GET}_{promediado} = 2.676,18 \text{ Kcal/día}$$

Como se va a realizar un plan nutricional para ambas muestras, se procedió a calcular un GET Ponderado ya que es más preciso, usando la ecuación 4 [4].

$$\mathbf{GET}_{Ponderado} = \% \text{ mujeres(Kcal/día)} + \% \text{ hombres(Kcal/día)} \text{ Ec. 4}$$

Aplicando la fórmula:

$$\mathbf{GET}_{Ponderado} = (0,36^* 2.310,27) + (0,64^* 3.042,09)$$

$$\mathbf{GET}_{Ponderado} = 2.778,63 \text{ Kcal/día}$$

Los dos valores GET obtenidos por los dos métodos empleados son:

$$\mathbf{GET}_{promediado} = 2.676,18 \text{ Kcal/día}$$

$$\mathbf{GET}_{Ponderado} = 2.778,63 \text{ Kcal/día}$$

Ambos GET son muy similares, sin embargo, el GET ponderado sigue siendo el más preciso ya que se lo obtuvo a partir de las distribuciones porcentuales de la población estudiada.

Se ha tomado como base para la elaboración del plan el 35 % del valor del GET ponderado por lo tanto, los menús se elaborarán para compensar 972,52 kilocalorías.

2.3.2. Determinación de los requerimientos nutricionales

Según la Food and Nutrition Board de la Academia Nacional de Ciencias establece que las Raciones Diarias Recomendadas (RDAs) son los niveles de ingestión de nutrimentos esenciales juzgados adecuados para cubrir las necesidades nutricionales de las personas sanas [3].

Las RDAs no corresponden a las exigencias nutricionales de ningún individuo en particular. Estas, están calculadas de modo que excedan a las necesidades de la mayor parte de los individuos (excepto la referente a la energía).

Las RDAs sirven como punto de referencia para estimar el aporte de nutrimentos. Estas recomendaciones ayudan a planear las dietas de grupos numerosos, más aún, asisten en la evaluación del estado nutricional de una población.

La tabla 7 muestra los requerimientos nutricionales diarios totales de los estudiantes así como las necesidades de macronutrientes y micronutrientes que vamos a cubrir con nuestro plan nutricional (35%).

TABLA 7
REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL GRUPO
OBJETIVO

	TOTAL (100%)	PARCIAL (35%)
KILOCALORIAS	2.778,63	972,52
PROTEINAS (g)	104,20	36,47
LÍPIDOS (g)	92,62	32,42
CARBOHIDRATOS (g)	347,33	133,72
CALCIO (mg)	1.200	420
HIERRO (mg)	15	5,25
FÓSFORO (mg)	1.000	420
CAROTENO (ug)	1.000	350
TIAMINA(mg)	1,5	0,525
RIBOFLAVINA(mg)	1,8	0,63
NIACINA(mg)	20	7
ÁCIDO ASCÓRBICO (mg)	60	21

Elaborado por: Luis Barriga y Wendy Salinas, 2013

Los valores estándares de requerimientos de micronutrientes de la tabla de RDA de la FAO se consideraron como guía debido a la similitud de las medidas antropométricas y edades estandarizadas con nuestro grupo objetivo.

El requerimiento de nutrientes energéticos fue calculado en base a las kilocalorías requeridas: El 15% proteínas, el 30% grasas y el 55% carbohidratos [6].

2.4. Diseño de los menús

Para alimentarse bien lo más importante no es sólo que la comida guste, sino que también satisfaga las necesidades que tiene el organismo.

Un menú balanceado y saludable debe incluir las porciones adecuadas de alimentos de acuerdo al sexo, la edad, el peso, la actividad física de la persona y muchos factores más. Pero algo que no puede faltar en todo menú balanceado son los macronutrientes: proteína, carbohidratos y grasa. Además, debe ser rico en vitaminas, minerales y fibra [7].

El valor nutritivo de los alimentos viene dado por la cantidad de nutrientes que aportan a nuestro organismo cuando son consumidos. Es diferente en cada grupo de alimentos, algunos poseen más o menos nutrientes que otros. Es por eso, que para clasificarlos se debe tomar en cuenta el nutriente que más abunda en su composición. Los alimentos también cumplen distintas funciones en el organismo.

De acuerdo a su función los alimentos se clasifican en:

Alimentos energéticos

Son aquellos que nos dan la energía necesaria para realizar distintas actividades y también nos proporcionan calor. El valor energético o valor calórico de un alimento va a depender de la cantidad de energía que puede proporcionar al quemarse en presencia de oxígeno. Estos alimentos son los glúcidos que se encuentran en el maíz, arroz, plátano, legumbres, dulces, etc. y los lípidos que se obtienen del aceite, embutidos, mantequilla, etc. [7].

Alimentos reparadores

No todos los alimentos que ingerimos se queman para producir energía. Hay un tipo de alimentos llamados reparadores, plásticos o constructores. Son los que nos ayudan a crecer, reconstruir, reparar los tejidos dañados de nuestro cuerpo y facilitar las reacciones químicas necesarias para el mantenimiento de la vida. Los alimentos más importantes de este grupo son las proteínas que se encuentran en todo tipo de carnes, pescado, huevos, leche, frutos secos, granos, legumbres, cereales completos, etc. [7].

Alimentos reguladores

Estos alimentos contienen sustancias que utiliza el organismo en cantidades muy pequeñas para asimilar correctamente los mismos y así contribuir a coordinar el funcionamiento del cuerpo. Se considera que estos alimentos no aportan calorías al organismo. En este grupo están las vitaminas A, C, D, E, K y el complejo B que se encuentran en las verduras, hortalizas, frutas, leche, huevos, pescado, etc.; también se incluyen los minerales como el hierro, fósforo, calcio, zinc, yodo, etc., y el agua [7].

2.4.1. Combinación de alimentos

Nuestro plan de menú semanal debe cubrir el 35% de las necesidades calóricas nutricionales diarias del individuo.

Siendo nuestro resultado de 972,52 Kilocalorías diarias a este valor se dispuso un margen de error de $\pm 10\%$ ya que según la FAO como promedio una adolescente de 15 a 17 años requiere 2.200 Kcal diarias y un adolescente de 15 a 17 años requiere 3.000 Kcal diarias, además existen factores externos a considerar como causantes de pérdidas de nutrientes en los alimentos en el momento de su preparación (sobre todo

cocción). Por lo tanto, el rango de kilocalorías diarias a cubrir por los menús está entre 875,27 – 1.069,77 kilocalorías.

En los hábitos alimentarios ecuatorianos, la comida del almuerzo es la más consistente. Solemos tomar sopas o caldos, segundo y bebida por lo general jugo. El segundo suele estar formado por arroz o pasta, servido con un alimento proteico como carne, pescado o huevos en ocasiones, acompañado por una guarnición lo que permite incorporar a la comida numerosos alimentos que deben estar presentes en nuestra alimentación diaria. Los alimentos han sido seleccionados en base a las costumbres alimenticias, presupuesto, disponibilidad, y preferencias.

La combinación de las comidas está regida por la búsqueda del equilibrio nutricional, aunque siempre desde el respeto a la tradición gastronómica de nuestro país.

TABLA 8
MENÚS DISEÑADOS

MENÚ	PRIMER PLATO	SEGUNDO PLATO	BEBIDA
1	Crema de Zapallo	Arroz Pollo al jugo Ensalada de Fideo con Mayonesa	Jugo de naranjilla
2	Menestrón de queso	Arroz Puré Carne asada	Jugo de Limón
3	Sopa de Pollo	Arroz Ensalada Rusa Pescado a la plancha	Jugo de Naranja
4	Locro de Habas	Moro de lenteja Aguacate con salsa criolla Carne Frita	Jugo de Maracuyá
5	Caldo de Carne	Arroz Estofado de pollo Maduro cocinado	Jugo de Papaya

Elaborado por: Luis Barriga y Wendy Salinas, 2013

2.5. Distribución de las raciones

Una ración es la cantidad habitual de alimento que se suele consumir en un plato expresada en gramos o en medidas caseras. Permite pasar del equilibrio nutricional al equilibrio alimentario de una manera fácilmente comprensible [2].

Las minutas se han diseñado en base a las raciones necesarias para que cumplan con los requerimientos nutricionales ya establecidos y que además estén en proporción razonable para una buena presentación de los platos (Tabla 9).

TABLA 9
PESOS POR INGREDIENTE DE CADA MINUTA DISEÑADA

MENÚ	COMPONENTES	CANTIDAD (g.)
1	Crema de zapallo	305,28
	Arroz	120
	Pollo al jugo	100,4
	Ensalada de Fideo con Mayonesa	110
	Jugo de naranjilla	248
2	Menestrón de queso	275
	Arroz	115
	Puré	110
	Carne cerdo asada	95
	Jugo de Limón	240
3	Sopa de Pollo	290,5
	Arroz	115
	Ensalada Rusa	110
	Pescado a la plancha	95
	Jugo de Naranja	248
4	Locro de Habas	300
	Moros de lentejas	115
	Aguacate con salsa criolla	115
	carne Frita	100
	Jugo de Maracuyá	230
5	Caldo de Carne	320
	Arroz	100
	Estofado de pollo	190
	Maduro cocinado	78
	Jugo de Papaya	230

Elaborado por: Luis Barriga y Wendy Salinas, 2013

Balance de Materia y Cálculos de Rendimiento

Para determinar los rendimientos y la cantidad de desperdicios de materia prima en la etapa preliminar del proceso (antes de la cocción) se emplearon las fórmulas de balance de materia. Se pesó un valor estándar de 200 gramos de cada ingrediente antes y después de las operaciones previas al proceso.

Para la obtención de los rendimientos se utilizó la siguiente fórmula matemática:

$$\% R = \frac{Pf}{Pi} \times 100 \quad \text{Ec. 5}$$

Donde:

% R: Porcentaje de rendimiento

Pf: Peso final de materia prima al culminar las operaciones previas al proceso.

Pi: Peso inicial de materia prima al entrar al proceso.

El porcentaje de desperdicios de cada ingrediente se calcula por diferencia entre el cien por ciento correspondiente al peso inicial de la materia prima menos su porcentaje de rendimiento:

$$\%D = 100 - \%R \quad \text{Ec. 6}$$

Donde:

% D: Porcentaje de merma o desperdicios.

Los porcentajes de desperdicios en ciertos ingredientes de los menús como: queso, leche, aceite, sal, azúcar se consideraron como despreciables.

Para el balance general y el cálculo de rendimientos de los menús las especias no serán consideradas, ya que se encuentran en cantidades muy pequeñas y no afectan los cálculos de manera significativa.

La tabla 10 muestra el porcentaje de rendimientos y desperdicios en la etapa preliminar.

TABLA 10
PORCENTAJES DE RENDIMIENTOS Y DESPERDICIOS

MATERIA PRIMA	% RENDIMIENTOS	% DESPERDICIOS
Aguacate	90	10
Arroz	94	6
Alverja	92	8
Carne de Cerdo	72	28
Carne de Res	74	26
Cebolla Colorada	81	19
Choclo	91	9
Fideo	95	5
Frejol Canario	94	6
Habas	91	9
Lentejas	91	9
Limón	84	16
Maduro	95	5
Maracuyá	73	27
Naranja	85	15
Naranjilla	92	8
Papa	88	12
Papaya	86	14
Pescado	92	8
Pimiento	87	13
Pollo	88	12
Tomate	82	18
Zanahoria	80	20
Zapallo	75	25

Elaborado por: Luis Barriga y Wendy Salinas, 2013

2.5.1. Cálculo del aporte nutricional de las raciones

Para el cálculo se tomó como referencia la tabla de Composición de Alimentos Ecuatorianos que está compuesta por una lista de alimentos seleccionados, con cifras

correspondientes al contenido de nutrientes para cada uno de los alimentos [10].

Esta tabla establece el contenido de los nutrientes por 100 g. de porción comestible de cada uno de los alimentos. Los nutrientes incluidos, los cuales han sido seleccionados como los más importantes son: energía, proteína, grasa, carbohidratos, calcio, hierro, caroteno, tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico.

Se calcula el aporte nutricional para asegurar que los menús cumplan el rango de calorías a cubrir (875,27 – 1.069,77 Kcal.) y todos los requerimientos nutricionales de nuestro grupo objetivo.

Para el cálculo del aporte nutricional de los macronutrientes se emplea la siguiente fórmula:

$$A = \left(\frac{C \times P}{100} \right) \times V_s \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

A: Aporte Nutricional.

C: Peso de la porción del alimento (gramos).

P: Peso en gramos del macronutriente (Proteínas, carbohidratos o lípidos).

Ve: Valor energético del macro-nutriente (Kcal):

Ve de 1 gramo de proteínas = 4 Kcal.

Ve de 1 gramo de carbohidratos = 4 Kcal.

Ve de 1 gramo de lípidos = 9 Kcal.

Una vez aplicada la fórmula de cálculo de Aporte Nutricional para cada uno de los macronutrientes; se realizó la sumatoria de estos valores obteniendo el aporte nutricional total del menú en kilocalorías.

$$AT = \sum_{i=1}^n \left(\left(\frac{Ci \times Pi}{100} \right) \times V_{ei} \right) \quad \text{Ec. 8}$$

La tabla 11 muestra las kilocalorías por minuta.

TABLA 11
APORTE ENERGÉTICO POR MINUTA

MENÚ	COMPONENTES	TOTAL (Kcal)
1	Crema de Zapallo	1.018,44
	Arroz	
	Pollo al jugo	
	Ensalada de Fideo con Mayonesa	
	Jugo de naranjilla	
2	Menestrón de queso	967,61
	Arroz	
	Puré	
	Carne cerdo asada	
	Jugo de Limón	
3	Sopa de Pollo	1.049,07
	Arroz	
	Ensalada Rusa	
	Pescado a la plancha	
	Jugo de Naranja	
4	Locro de Habas	983,06
	Moros de lentejas	
	Aguacate con salsa criolla	
	Carne Frita	
	Jugo de Maracuyá	
5	Caldo de Carne	978,87
	Arroz	
	Estofado de pollo	
	Maduro cocinado	
	Jugo de Papaya	

Elaborado por: Luis Barriga y Wendy Salinas, 2013

2.6. Estimación de costos

Esta estimación corresponde solamente a los costos de los alimentos utilizados para la elaboración de los menús.

Como referencia de los precios de los productos se tomo en consideración la lista publicada por el MAGAP en el mes de julio así como los datos recogidos de los diferentes mercados de la ciudad de Guayaquil.

TABLA 12

COSTO DE LOS MENÚS DISEÑADOS

MENÚ	KCAL	COSTO \$
1	1.018,44	1,02
2	1.057,1	1,05
3	1.049,07	1,12
4	983,06	1,09
5	978,87	1,08

Elaborado por: Luis Barriga y Wendy Salinas, 2013

CAPÍTULO 3

3. OPTIMIZACIÓN

Una vez diseñados los menús, se desarrolló un modelo matemático que será verificado con un programa de optimización para minimizar su costo controlando las cantidades de alimentos utilizados en las porciones y conservando el valor nutricional requerido. La optimización se realizó a través de la opción Solver del programa Excel.

La herramienta Solver de Excel realiza cálculos para la resolución de problemas de programación lineal, a partir de una función lineal a optimizar (encontrar el máximo o mínimo) conocida como función objetivo (Z), cuyas variables de decisión están sujetas a unas restricciones expresadas como inecuaciones lineales [11].

3.1. Definición de las variables de decisión

Se definió a la variable de decisión X_i , que será la cantidad de gramos del alimento que conforma parte del menú.

Por ejemplo, para la minuta 4, las variables de decisión se establecieron en base a sus componentes de la siguiente forma:

X1: Cantidad en gramos de Locro de habas

X2: Cantidad en gramos del Segundo

X3: Cantidad en gramos de Jugo de maracuyá

Función Objetivo

Es la expresión que tendremos que minimizar, se encuentra representada como una función lineal:

$$Z = f(x_1, x_2) = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n \quad \text{Ec. 9}$$

Donde a_n representa el costo de la variable x_n por gramo.

Para la optimización de los menús la finalidad de la función objetivo es minimizar los costos, manteniendo el equilibrio de las minutas diseñadas tanto nutricionalmente como por presentación del plato.

Restricciones

Las minutas diseñadas se encuentran limitadas por las siguientes restricciones:

- Restricción de no negatividad.
- Las Kcal totales aportadas por la minuta, deben encontrarse dentro de los valores establecidos como gasto calórico del grupo objetivo, es decir, dentro de un rango de 875,27 – 1069,77 kilocalorías.
- La suma de kilocalorías de carbohidratos de los alimentos que conforman el menú debe ser del 55% de las kilocalorías totales del mismo, con rango de error de 10%.
- La suma de kilocalorías totales de proteínas de las raciones que conforman la minuta debe ser del 15% de las kilocalorías totales de la misma, con rango de error de 10%.
- La suma de kilocalorías totales de lípidos las raciones que conforman la minuta debe ser del 30% de las kilocalorías totales del mismo, con rango de error de 10%.
- La cantidad de calcio debe ser mayor o igual a 420 mg.
- La cantidad de fósforo debe ser mayor o igual a 420 mg.
- La cantidad de hierro debe ser mayor igual a 5,25 mg.
- La cantidad de caroteno debe ser mayor o igual a 0,350 mg.
- La cantidad de tiamina debe ser mayor igual a 0,525 mg.

- La cantidad de riboflavina debe ser mayor igual a 0,630 mg.
- La cantidad de niacina debe ser mayor o igual a 7 mg.
- La cantidad de ácido ascórbico debe ser mayor o igual a 21 mg.
- Cantidades mínimas de peso en que los alimentos deben encontrarse para mantener el equilibrio de la minuta con una presentación agradable.

3.2. Determinación del modelo matemático y restricciones.

Se realizó 1 modelo matemático basado en los costos de producción y componentes de cada una de las minutas diseñadas.

A continuación, el modelo matemático aplicado a la minuta 4:

Función Objetivo

$$\text{Minimizar } Z = 0,0012X_1 + 0,0018X_2 + 0,0005 X_3$$

Restricciones

$$1) X_1, X_2, X_3 \geq 0$$

$$2) 1,1728X_1 + 1,6404X_2 + 0,5851X_3 \geq 875,27$$

$$3) 1,1728X_1 + 1,6404X_2 + 0,5851X_3 \leq 1.069,77$$

$$4) 0,6827X_1 + 0,7871X_2 + 0,5044X_3 \geq 481,40$$

$$5) 0,6827X_1 + 0,7871X_2 + 0,5044X_3 \leq 588,37$$

$$6) 0,0865X_1 + 0,3513X_2 + 0,0364X_3 \geq 131,29$$

$$7) 0,0865X_1 + 0,3513X_2 + 0,0364X_3 \leq 160,47$$

$$8) 0,4036X_1 + 0,5020X_2 + 0,0443X_3 \geq 262,58$$

$$9) 0,4036X_1 + 0,5020X_2 + 0,0443X_3 \leq 320,93$$

$$10) 0,6980X_1 + 0,5226X_2 + 0,3996X_3 \geq 420$$

$$11) 0,8730X_1 + 0,8112X_2 + 0,3238X_3 \geq 420$$

$$12) 0,0078X_1 + 0,0143X_2 + 0,0038X_3 \geq 5,25$$

$$13) 0,0021X_1 + 0,0019X_2 + 0,0001X_3 \geq 0,350$$

$$14) 0,0012X_1 + 0,0008X_2 + 0,0001X_3 \geq 0,525$$

$$15) 0,0303X_1 + 0,0017X_2 + 0,0003X_3 \geq 0,630$$

$$16) 0,0062X_1 + 0,0275X_2 + 0,0074X_3 \geq 7$$

$$17) 0,0551X_1 + 0,1474X_2 + 0,0983X_3 \geq 21$$

$$18) X_1 \geq 270$$

$$19) X_2 \geq 320$$

$$20) X_3 \geq 225$$

3.3. Ejecución del modelo matemático

Nos ubicamos en la hoja electrónica de Microsoft Excel que contiene todos los datos del menú a optimizar.

La figura 3.1 muestra el formato donde se ingresan tanto la función objetivo para el menú en cuestión (Z4), las celdas cambiantes y las restricciones antes mencionadas para el mismo.

Las cantidades mostradas en las columnas respectivas a cada plato representan la relación entre el costo, las Kcal Totales, las Kcal de los macronutrientes y los mg de micronutrientes contenidos en 1 gramo de cada uno de dichos platos respectivamente, excepto en las 3 últimas filas las cuales son exclusivas para determinar la presentación mínima de cada uno de ellos.

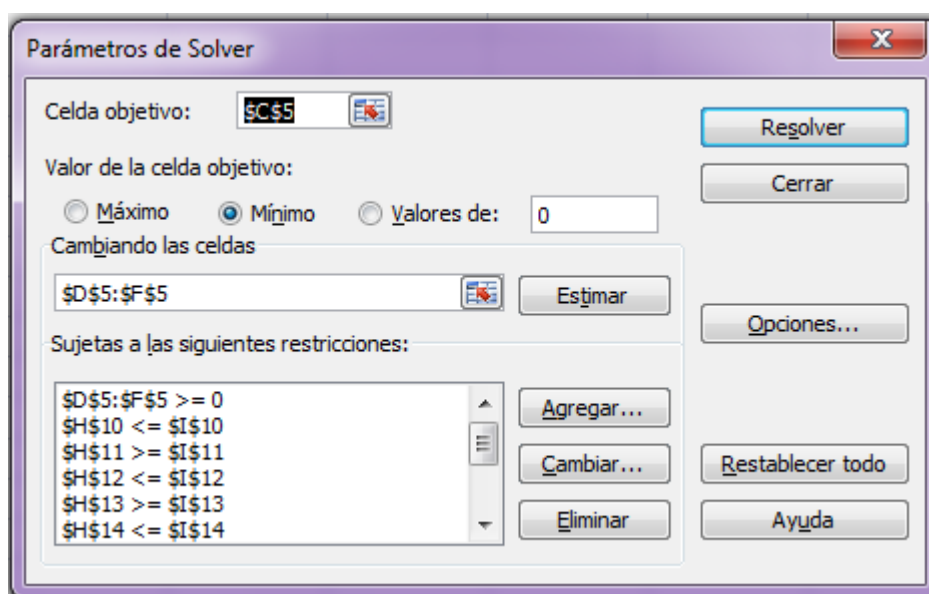
La columna LIE guarda la suma producto entre las celdas cambiantes de los platos con sus respectivos factores, es decir las formulas de las restricciones. La columna LDE contiene las cantidades límite para cada una de las restricciones planteadas.

Z4	Locro de habas	Segundo 4	Jugo de Maracuyá		
-	-	-	-		
	\$ 0,0012	\$ 0,0018	\$ 0,0005	LIE	LDE
Kcal Min	1,1728	1,6404	0,5851	-	875,27
Kcal MAX	1,1728	1,6404	0,5851	-	1069,77
Carb min	0,6827	0,7871	0,5044	-	481,40
Carb max	0,6827	0,7871	0,5044	-	588,37
Prot min	0,0865	0,3513	0,0364	-	131,29
Prot max	0,0865	0,3513	0,0364	-	160,47
Lip min	0,4036	0,5020	0,0443	-	262,58
Lip max	0,4036	0,5020	0,0443	-	320,93
CALCIO min	0,6980	0,5226	0,3996	-	420
FOSFORO min	0,8730	0,8112	0,3238	-	420
HIERRO min	0,0078	0,0143	0,0038	-	5,250
CAROTENO min	0,0021	0,0019	0,0001	-	0,350
TIAMINA min	0,0012	0,0008	0,0001	-	0,525
RIBOFLAVINA min	0,0303	0,0017	0,0003	-	0,630
NIACINA min	0,0062	0,0275	0,0074	-	7
ACIDO ASCORBICO min	0,0551	0,1474	0,0983	-	21
Locro de habas	1			-	270,00
Segundo 4		1		-	320,00
Jugo de Maracuyá			1	-	225,00

Elaborado por: Luis Barriga y Wendy Salinas

FIGURA 3.1 DATOS DE MENÚ A OPTIMIZAR

Para instalar Solver, seleccione Complementos en el menú Herramientas y, a continuación, active la casilla de verificación Solver. Acepte y Excel instalará Solver. Una vez instalado el complemento, puede ejecutar Solver haciendo clic en Solver en el menú Herramientas.



Fuente: Microsoft Excel 2010.

FIGURA 3.2 CUADRO DE DIÁLOGO PARÁMETROS DE SOLVER

En la figura 3.2 se muestra el cuadro de diálogo Parámetros de Solver, en el que se especifica la celda objetivo, las celdas cambiantes y las restricciones que se aplican al modelo de optimización.

Con los datos ingresados en la hoja de cálculo, se procede a optimizar la celda objetivo para obtener el costo mínimo del menú diseñado, en el ejemplo (menú 4), cubriendo los niveles de nutrientes requeridos y el peso adecuado de cada plato.

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados de la optimización

Una vez que se obtiene la solución óptima se puede requerir varios informes, sin embargo, nos concentraremos en el informe de Sensibilidad y el informe de respuestas.

Se tomó como ejemplo el Menú 4 para la explicación de los informes respectivos.

El informe de Respuestas se encuentra dividido en tres secciones: Celda objetivo, celdas de variables y restricciones.

En el informe de respuesta de la celda objetivo se encuentra la celda de ubicación de la función objetivo, el nombre, el valor inicial del menú diseñado y el valor final (menú optimizado).

Se aprecia una reducción de 8 centavos en el menú optimizado.

Celda objetivo (Mín)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$B\$2	<i>Costo Menú 4</i>	\$ 1,09	\$ 1,01

En el informe de respuesta de las celdas de variables se encuentra una columna que representa las variables de decisión con los valores que toman al minimizar la función Z.

Celdas de variables

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$C\$3	<i>Locro de Habas</i>	300	270
\$D\$3	<i>Segundo</i>	340	320
\$E\$3	<i>Jugo de Maracuyá</i>	235	225

Las variables de decisión en el menú optimizado han disminuido los gramos en comparación del menú diseñado.

Este informe también incluye información sobre el estado del valor de holgura (divergencia o en este caso demora) para cada restricción. El valor de holgura es la diferencia entre el valor de la solución de las celdas de restricción y el número que aparece en el lado derecho de la fórmula de restricción. Una restricción obligatoria (vinculante) es una para la cual el valor de holgura es 0.

En la sección de restricciones se muestra que para el menú diseñado las kilocalorías totales debieron ser mayores o iguales a 973,23 con un rango de divergencia de [97,96 – 96,55], es decir, que las

kilocalorías totales del menú 4 pueden variar dentro de ese rango sin que exista una modificación de los resultados arrojados de la optimización.

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Demora
\$H\$7	Kcal Min LIE	973,23	\$H\$7>=\$I\$7	No vinculante	97,96
\$H\$8	Kcal MAX LIE	973,23	\$H\$8<=\$I\$8	No vinculante	96,55
\$H\$9	Carb min LIE	549,70	\$H\$9>=\$I\$9	No vinculante	68,30
\$H\$10	Carb max LIE	549,70	\$H\$10<=\$I\$10	No vinculante	38,67
\$H\$11	Prot min LIE	143,96	\$H\$11>=\$I\$11	No vinculante	12,67
\$H\$12	Prot max LIE	143,96	\$H\$12<=\$I\$12	No vinculante	16,51
\$H\$13	Lip min LIE	279,57	\$H\$13>=\$I\$13	No vinculante	16,99
\$H\$14	Lip max LIE	279,57	\$H\$14<=\$I\$14	No vinculante	41,37
\$H\$15	CALCIO min LIE	445,61	\$H\$15>=\$I\$15	No vinculante	25,61
\$H\$16	FOSFORO min LIE	568,15	\$H\$16>=\$I\$16	No vinculante	148,15
\$H\$17	HIERRO min LIE	7,54	\$H\$17>=\$I\$17	No vinculante	2,29
\$H\$18	CAROTENO min LIE	1,20	\$H\$18>=\$I\$18	No vinculante	0,85
\$H\$19	TIAMINA min LIE	0,59	\$H\$19>=\$I\$19	No vinculante	0,07
\$H\$20	RIBOFLAVINA min LIE	8,78	\$H\$20>=\$I\$20	No vinculante	8,15
\$H\$21	NIACINA min LIE	12,12	\$H\$21>=\$I\$21	No vinculante	5,12
\$H\$22	ACIDO ASCORBICO min LIE	84,15	\$H\$22>=\$I\$22	No vinculante	63,15
\$H\$23	Locro de habas	270,00	\$H\$23>=\$I\$23	Vinculante	0,00
\$H\$24	Segundo 4	320,00	\$H\$24>=\$I\$24	Vinculante	0,00
\$H\$25	Jugo de Maracuya	225,00	\$H\$25>=\$I\$25	Vinculante	0,00

Informe de Sensibilidad

Proporciona información sobre cuán sensible es la celda objetivo a los cambios en sus restricciones. Este informe tiene dos secciones: para las celdas de variables y una para las restricciones.

En el informe de las celdas variables se encuentra la opción de aumento y disminución permisible que muestran la cantidad que cada coeficiente de la función objetivo debe cambiar antes de que las celdas variables sean afectadas (en la solución óptima).

La columna del Costo Reducido muestra la degradación o empeoramiento del óptimo por la introducción de 1 unidad de variable no-óptima en la respuesta.

Celdas de variables

Celda	Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
§C§3	<i>Locro de habas</i>	270	0	0,00117	1E+30	0,00117
§D§3	<i>Segundo 4</i>	320	0	0,00182	1E+30	0,00182
§E§3	<i>Jugo de Maracuya</i>	225	0	0,00050	1E+30	0,00050

En el informe de las restricciones el aumento y la disminución permisible muestran la cantidad que el valor de la Restricción del Lado Derecho debe cambiar antes de las celdas cambiantes sean afectadas.

La columna de Precio Sombra indica el aumento en el valor de la función objetivo por cada unidad que se incrementa el Lado Derecho de la Restricción.

<i>Restricciones</i>						
Celda	Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$H\$7	Kcal Min LIE	973,23	0	875,27	97,96	1E+30
\$H\$8	Kcal MAX LIE	973,23	0	1069,77	1E+30	96,55
\$H\$9	Carb min LIE	549,70	0	481,40	68,30	1E+30
\$H\$10	Carb max LIE	549,70	0	588,37	1E+30	38,67
\$H\$11	Prot min LIE	143,96	0	131,29	12,67	1E+30
\$H\$12	Prot max LIE	143,96	0	160,47	1E+30	16,51
\$H\$13	Lip min LIE	279,57	0	262,58	16,99	1E+30
\$H\$14	Lip max LIE	279,57	0	320,93	1E+30	41,37
\$H\$15	CALCIO min LIE	445,61	0	420	25,61	1E+30
\$H\$16	FOSFORO min LIE	568,15	0	420	148,15	1E+30
\$H\$17	HIERRO min LIE	7,54	0	5,25	2,29	1E+30
\$H\$18	CAROTENO min LIE	1,20	0	0,35	0,85	1E+30
\$H\$19	TIAMINA min LIE	0,59	0	0,525	0,07	1E+30
\$H\$20	RIBOFLAVINA min LIE	8,78	0	0,63	8,15	1E+30
\$H\$21	NIACINA min LIE	12,12	0	7	5,12	1E+30
\$H\$22	ACIDO ASCORBICO min LIE	84,15	0	21	63,15	1E+30
\$H\$23	Locro de habas LIE	270	0,0012	270	56,65	36,69
\$H\$24	Segundo 4	320	0,0018	320	46,99	33,84
\$H\$25	Jugo de Maracuya LIE	225	0,0005	225	76,67	64,10

En el informe de restricciones del menú 4 se puede observar que por cada gramo que se aumente de locro de habas el precio aumentará 0,0012 ctvs.

Así mismo al aumentar un gramo del Segundo y al jugo de naranja el precio se verá afectado con 0,0018 ctvs. y 0,0005 ctvs. respectivamente.

4.2. Análisis comparativo de las minutas

La tabla 13 muestra el costo y las Kilocalorías de los menús originales y optimizados, se puede observar que en los menús optimizados a más de encontrarse en el rango de las Kilocalorías necesarias para nuestro grupo objetivo (875,27 – 1.069,77 kilocalorías) se consiguió una disminución en el costo del plato.

TABLA 13
COMPARACIÓN DE COSTOS Y KCAL DE LOS MENÚS

Menús	Costo (\$)		Kilocalorías Totales	
	<i>Original</i>	<i>Optimizado</i>	<i>Original</i>	<i>Optimizado</i>
Menú 1	1,50	1,00	1.528,10	975,70
Menú 2	1,50	0,99	1.119,24	987,20
Menú 3	1,50	1,04	1.145,74	970,55
Menú 4	1,50	1,01	1.276,59	973,22
Menú 5	1,50	1,03	1.106,30	875,27

Elaborado por: Luis Barriga y Wendy Salinas, 2013

Lo cual es muy importante ya que representa un beneficio económico para el bar – comedor.

En el primer menú el costo original del plato es de \$1,50 después de realizar la optimización de nuestro menú diseñado 1 su costo es de \$1,00 se produce una reducción de 0,50 ctvs. de dólar por plato.

Del mismo modo se calcula el beneficio económico por plato de los 4 menús restantes como se muestra en la tabla 14:

TABLA 14
BENEFICIO ECONÓMICO (\$) POR MENÚ

Menús	Costo Original (\$)	Costo Optimizado (\$)	Ahorro por plato (\$)
Menú 1	1,50	1,00	0,50
Menú 2	1,50	0,99	0,51
Menú 3	1,50	1,04	0,46
Menú 4	1,50	1,01	0,49
Menú 5	1,50	1,03	0,47
TOTAL	7,50	5,08	2,43

Elaborado por: Luis Barriga y Wendy Salinas, 2013

En promedio el bar-comedor vende 110 almuerzos diarios entre los comensales se encuentran los alumnos, profesores y personal administrativo.

Si cada semana por persona se produce un beneficio económico de \$ 2,43 al multiplicar esto por el promedio de comensales obtenemos un ahorro semanal de \$267,30.

Para realizar la respectiva comparación nutricional de los menús en la Tabla 15 se indican las kilocalorías totales, kilocalorías de macronutrientes y aportes nutricionales de los micronutrientes del

mejor menú original #1, el menú mejor menú propuesto y el optimizado de este.

TABLA 15
COMPARACIÓN DE REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

	PARCIAL (35%)	Menú Original	Menú Propuesto	Menú Óptimo
KILOCALORÍAS	875,27-1.069,77	1.106,30	983,06	973,22
PROTEÍNAS (Kcal)	131,29-160,46	193,06	133,12	143,96
GRASAS (Kcal)	262,58-320,93	343,89	336,62	279,56
CARBOHIDRATOS (Kcal)	481,40-588,37	569,35	513,32	549,70
CALCIO (mg)	420,00	324,75	427,50	445,61
HIERRO (mg)	5,25	3,82	8,09	7,53
FÓSFORO (mg)	420,00	346,47	613,80	568,14
CAROTENO (mg)	0,35	5,14	1,30	1,19
TIAMINA(mg)	0,525	0,75	0,65	0,59
RIBOFLAVINA(mg)	0,63	3,63	9,73	8,78
NIACINA(mg)	7,00	17,04	12,93	12,11
ÁCIDO ASCÓRBICO (mg)	21,00	1,03	89,73	84,14

Elaborado por: Luis Barriga y Wendy Salinas, 2013

En el mejor menú original tanto los macronutrientes como los micronutrientes se encontraban fuera de los límites recomendados para una dieta saludable algunos en exceso como el caso de las Kilocalorías totales que aportaba más de las necesarias a ingerir en la hora del almuerzo que son un 35% de las kilocalorías totales diarias, siendo estas de 2.778,63 kilocalorías.

Al tener 1.106,30 Kcal en el almuerzo se consumía un total del 40% de la ingesta diaria, habiendo un exceso del 5%.

Otros en cambio se encontraban por debajo del límite de lo recomendado como es el caso del Calcio que tenía 324,75 mg. cuando el almuerzo debe aportar 420 mg.

Se puede observar que al momento de optimizar el menú propuesto (4), las cantidades del aporte calórico y nutritivo se encuentran dentro de los rangos permitidos es decir los datos obtenidos fueron cantidades que cubren el 35% de una dieta base para 2.778,63 Kcal/día.

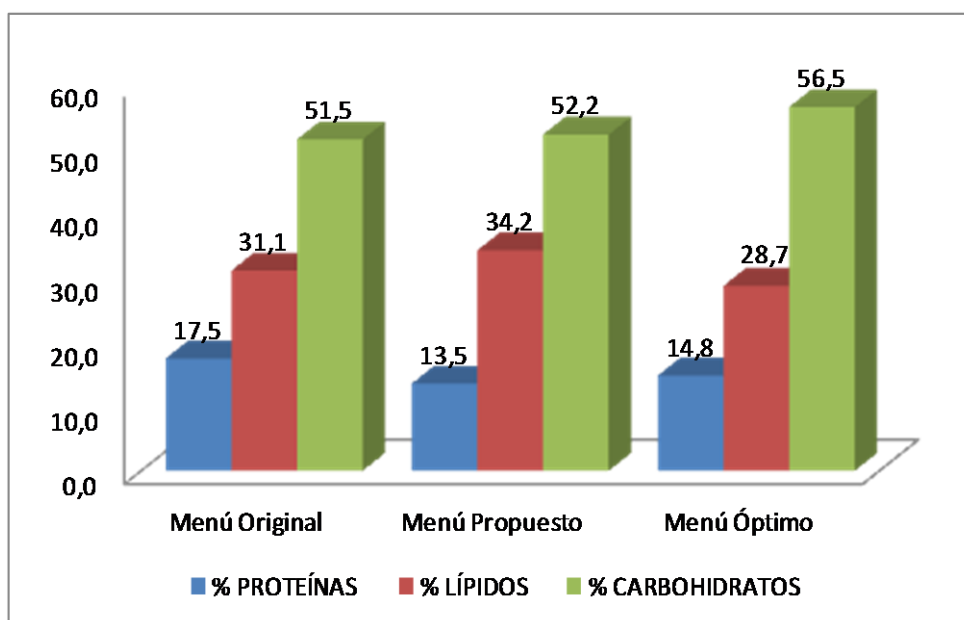


FIGURA 4.1 PORCENTAJE DE MACRONUTRIENTES EN MENÚS

En la figura 4.1 se observan del mejor menú original, mejor menú propuesto y su optimizado los porcentajes de lípidos, carbohidratos y proteínas. En el menú original los porcentajes están fuera del rango recomendado ya que sus valores son del 31%, 52% y 17% respectivamente, del total de las Kilocorías de este son 1.106,30.

El mejor menú optimizado tiene estos porcentajes dentro del rango adecuado cubriendo los requerimientos establecidos, con 15%, 29% y 56% para proteínas, lípidos y carbohidratos respectivamente.

4.3. Nivel de aceptación de los menús

Para medir el grado de aceptación de las minutas diseñadas se realizó pruebas de escala hedónica verbal que constó de 5 puntos siendo el quinto me gusta mucho hasta el primero que es me disgusta mucho.

Se solicitó a las 34 mujeres y los 60 hombres que conformaban nuestro grupo objetivo que evalúen el grado de satisfacción que tienen de cada uno de los platos mediante la ficha de evaluación (apéndice L).

Para la interpretación de los resultados de las pruebas sensoriales, se usó el programa MINITAB versión 15 y se evaluó con un nivel de significancia de 5% ($p < 0,05$).

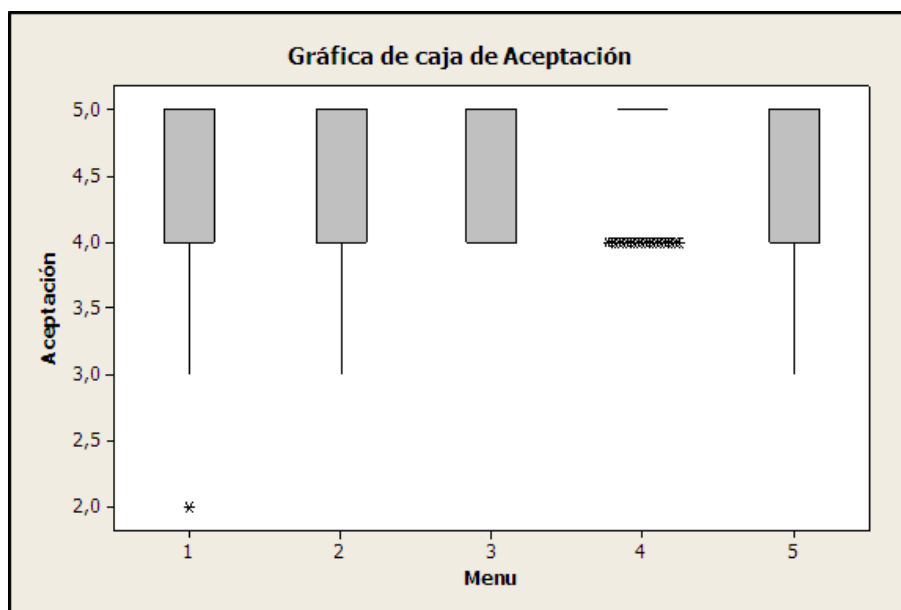


FIGURA 4.2 GRÁFICA DE CAJAS NIVEL DE ACEPTACIÓN DE MENÚS

En la figura 4.2 se observa que para todos los menús, se concentran los datos entre los grados 4 y 5 de aceptación. Por otra parte notamos una forma de cajas diferente para el menú 4, lo cual se debe a que sus datos se concentran en los valores más significativos de aceptación. Por lo que para poder inferir sobre cuál es el mejor menú se puede optar por la comparación entre las medias de la aceptación del menú.

Las figuras a continuación muestran los resultados de la evaluación sensorial:

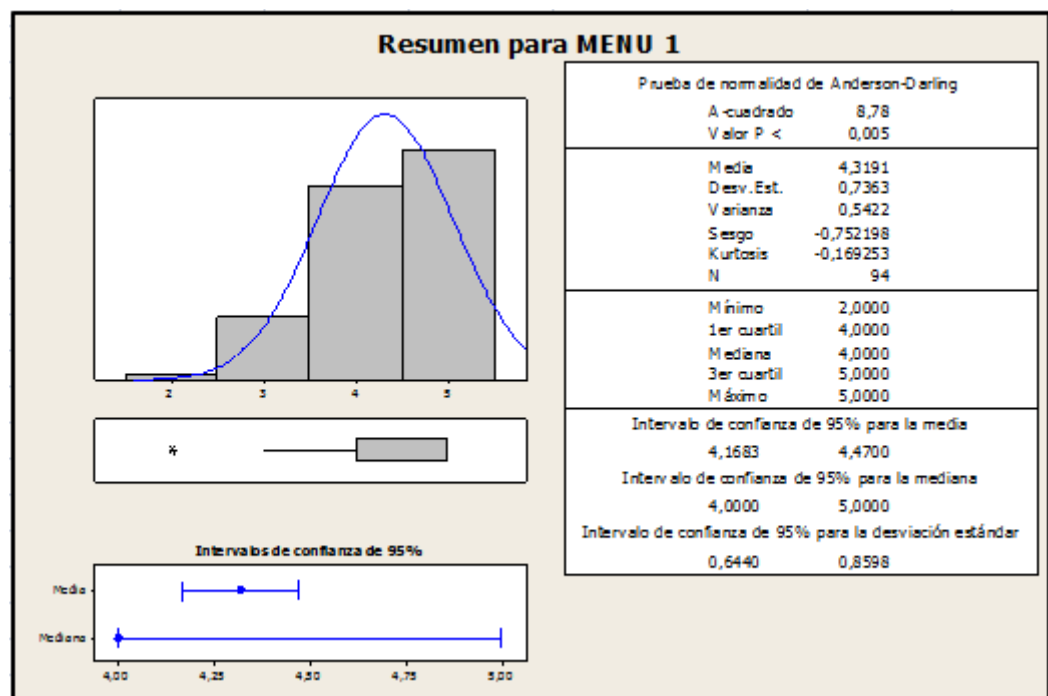


FIGURA 4.3 GRÁFICA ESTADÍSTICA PARA MENU 1

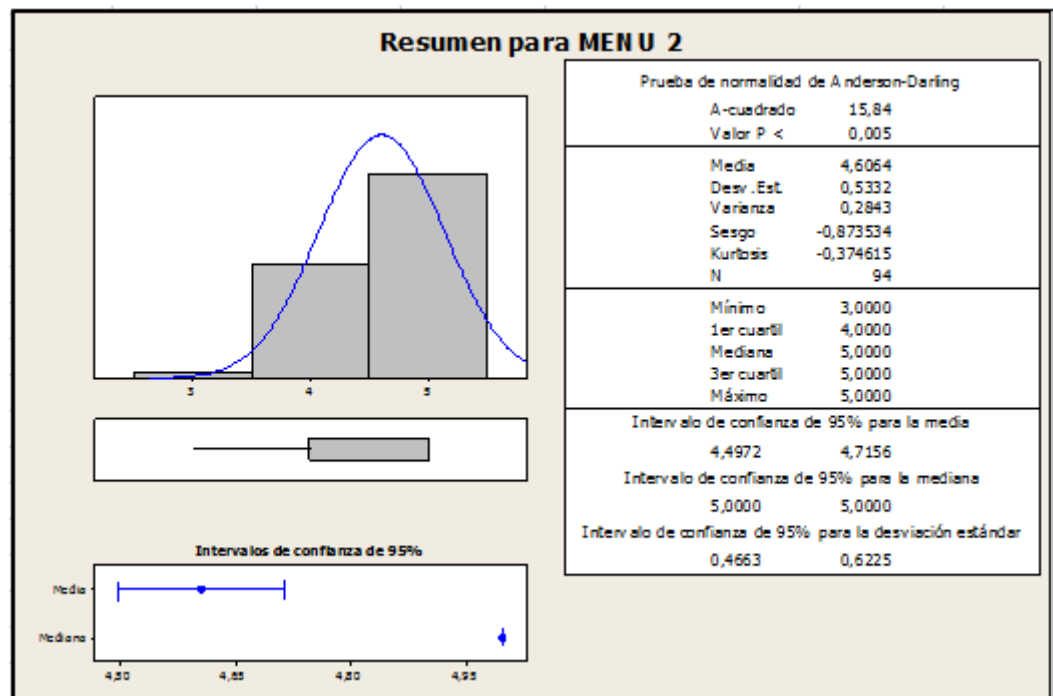


FIGURA 4.4 GRÁFICA ESTADÍSTICA PARA MENU 2

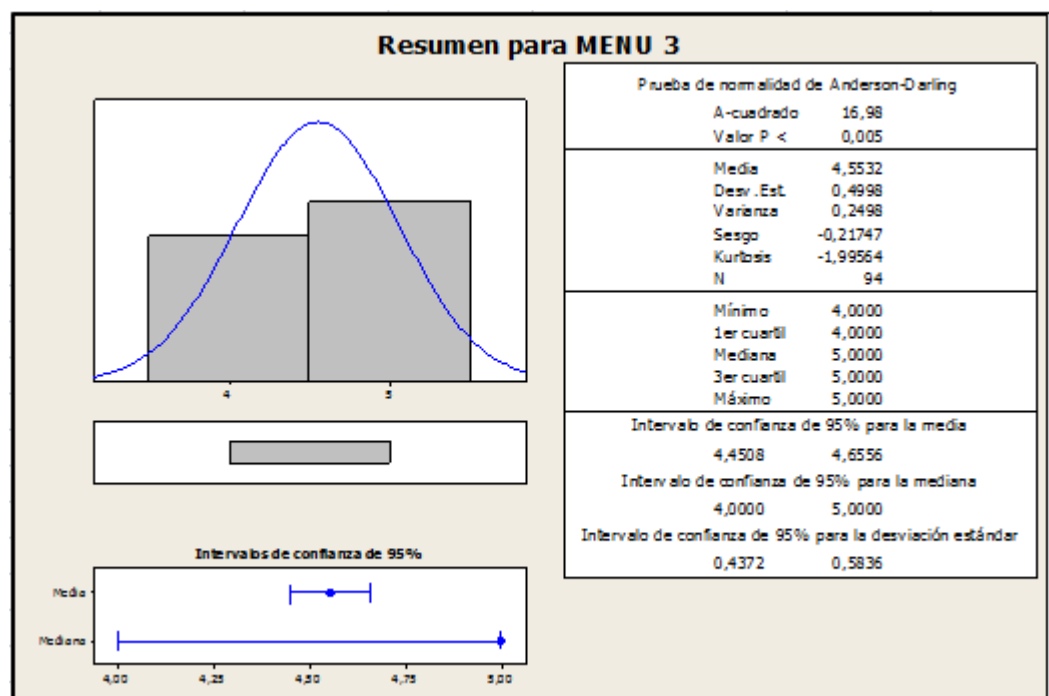


FIGURA 4.5 GRÁFICA ESTADÍSTICA PARA MENU 3

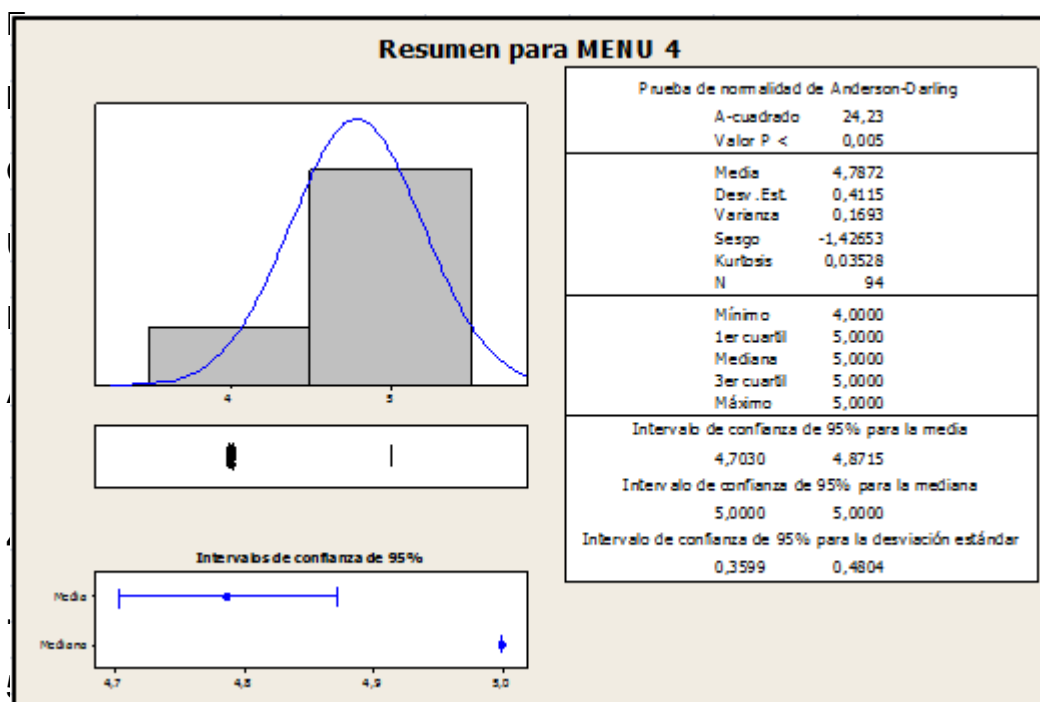


FIGURA 4.6 GRÁFICA ESTADÍSTICA PARA MENU 4

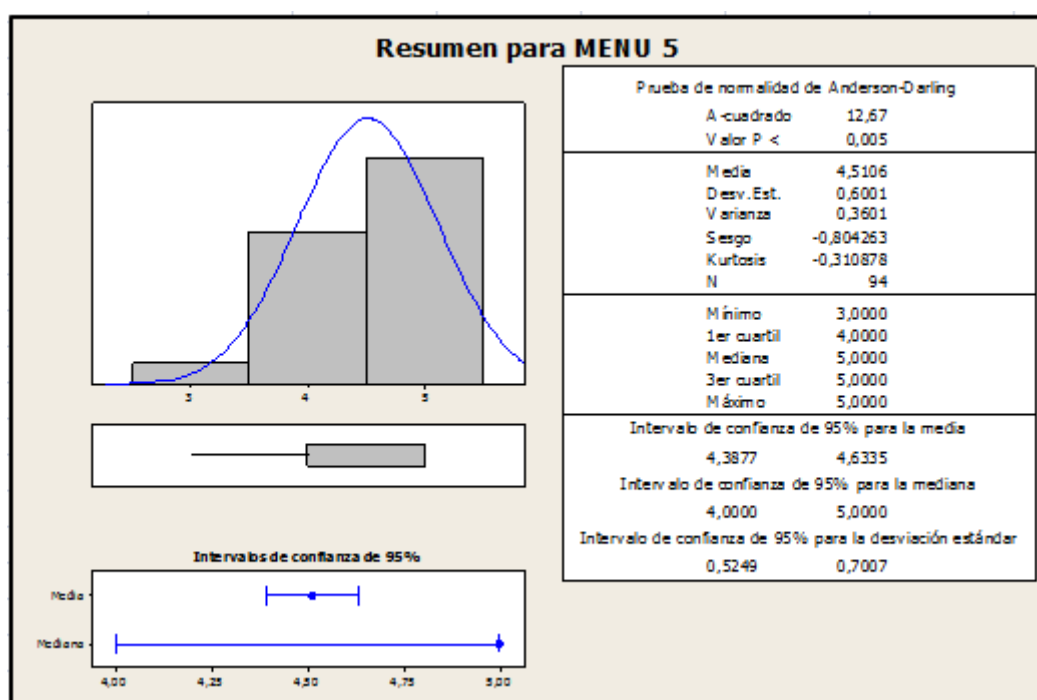
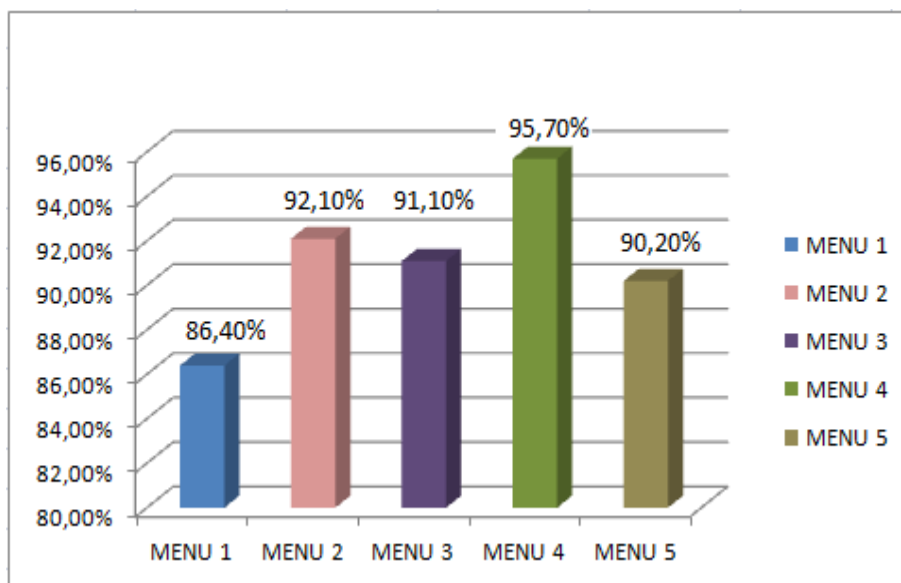


FIGURA 4.7 GRÁFICA ESTADÍSTICA PARA MENU 5

El menú 4 por estadística tiene el mejor grado de aceptación, esta inferencia está basada en que el intervalo de confianza de la mediana tiene la menor variación de los menús, además de que la media es la mayor de todo el muestreo.

La figura 4.8 muestra los resultados en el grado de aceptación de la prueba sensorial en porcentaje, como se mencionó anteriormente el menú de mayor aceptación o agrado es el menú 4 con el 95,70%, seguido de los menús 2, 3, 5 y en último lugar el menú 1 con 86,40%.



Elaborado por: Luis Barriga y Wendy Salinas, 2013

FIGURA 4.8 NIVEL DE ACEPTACIÓN DE LOS MENÚS

4.4. Etapas de producción de las minutas.

A continuación se detalla las etapas de producción de las 5 minutas mediante diagrama de proceso.

El diagrama de proceso es una forma gráfica de presentar las actividades involucradas en la elaboración de un bien y/o servicio terminado.

MENÚ 1

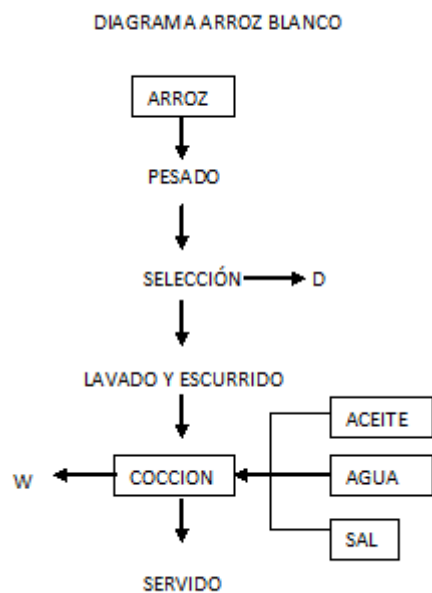
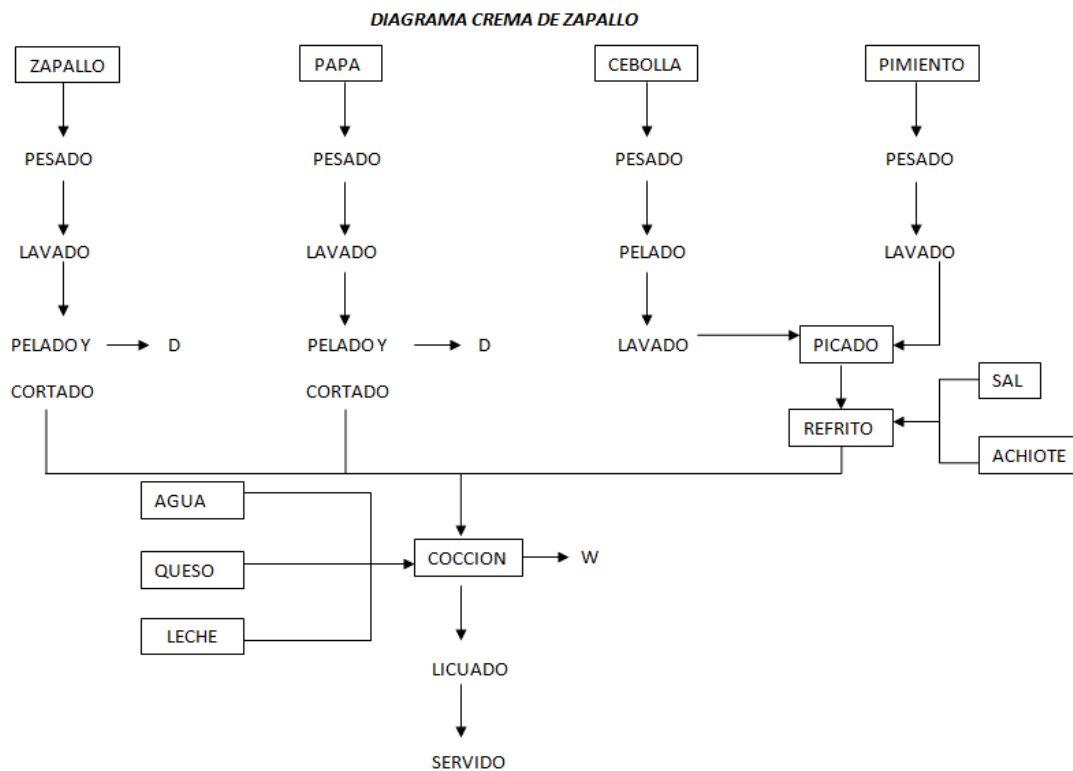


DIAGRAMA POLLO AL JUGO

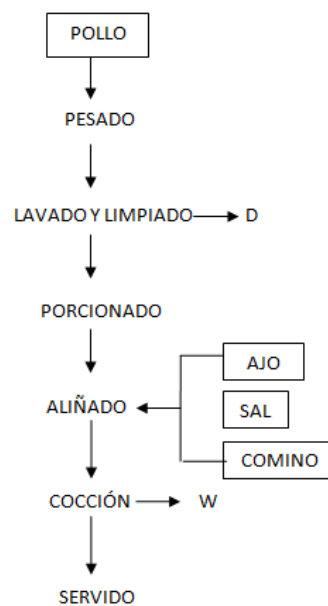


DIAGRAMA FIDEO CON MAYONESA

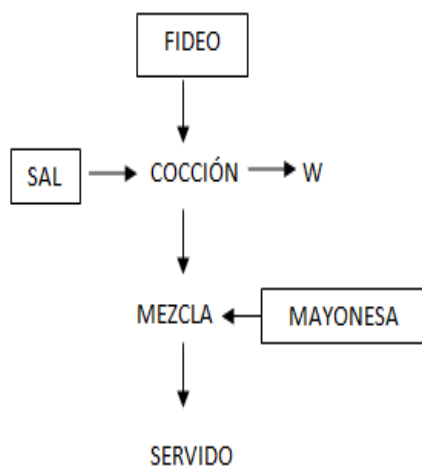
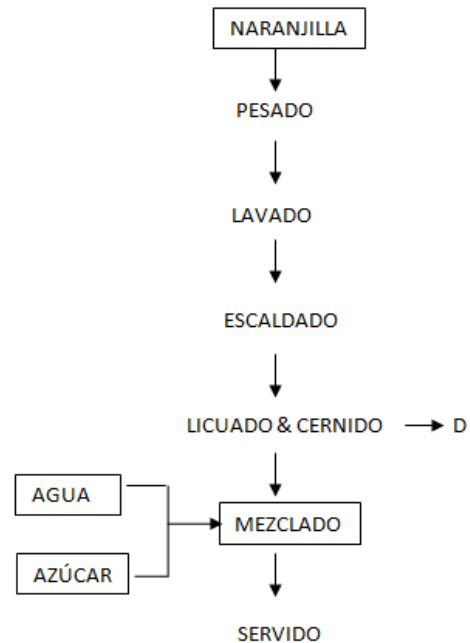


DIAGRAMA JUGO DE NARANJILLA



MENÚ 2

DIAGRAMA MENESTRON DE QUESO

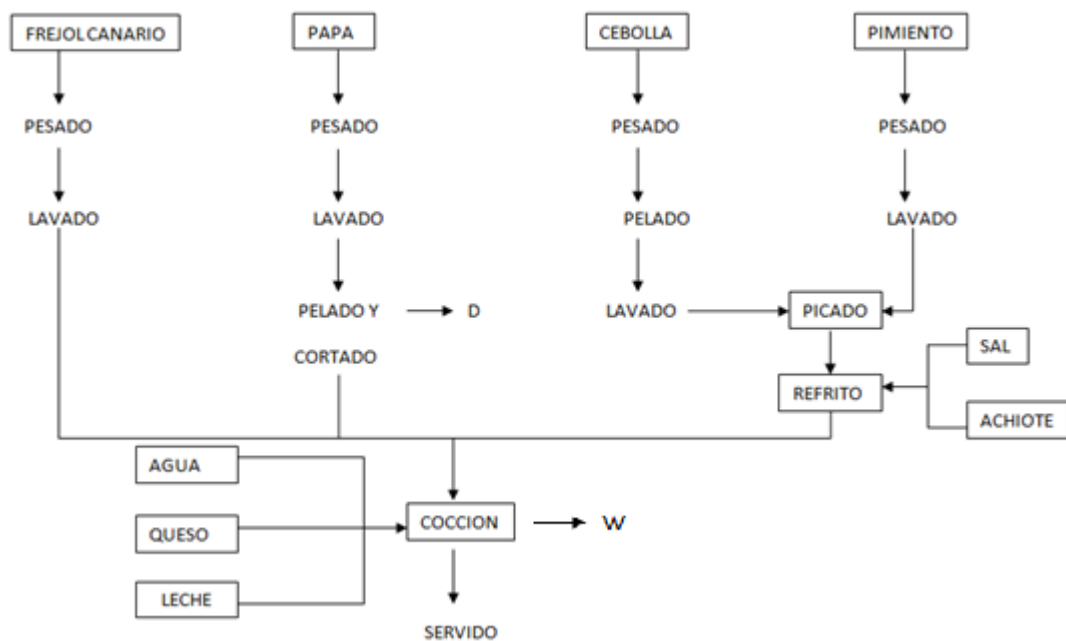
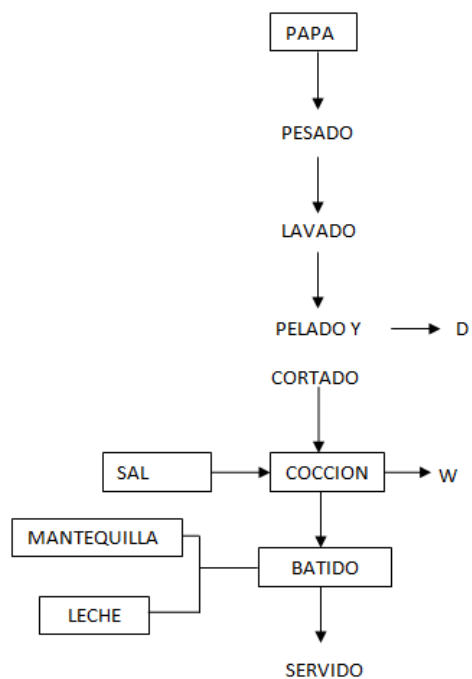
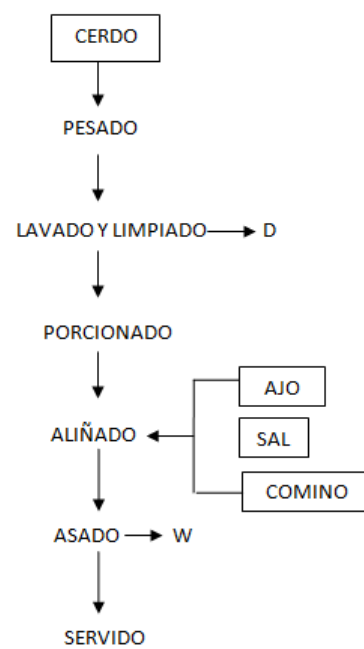
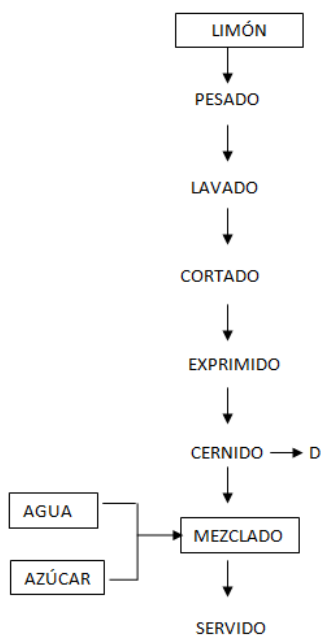


DIAGRAMA PURÉ DE PAPAS**DIAGRAMA CERDO ASADO****DIAGRAMA JUGO DE LIMÓN**

MENÚ 3

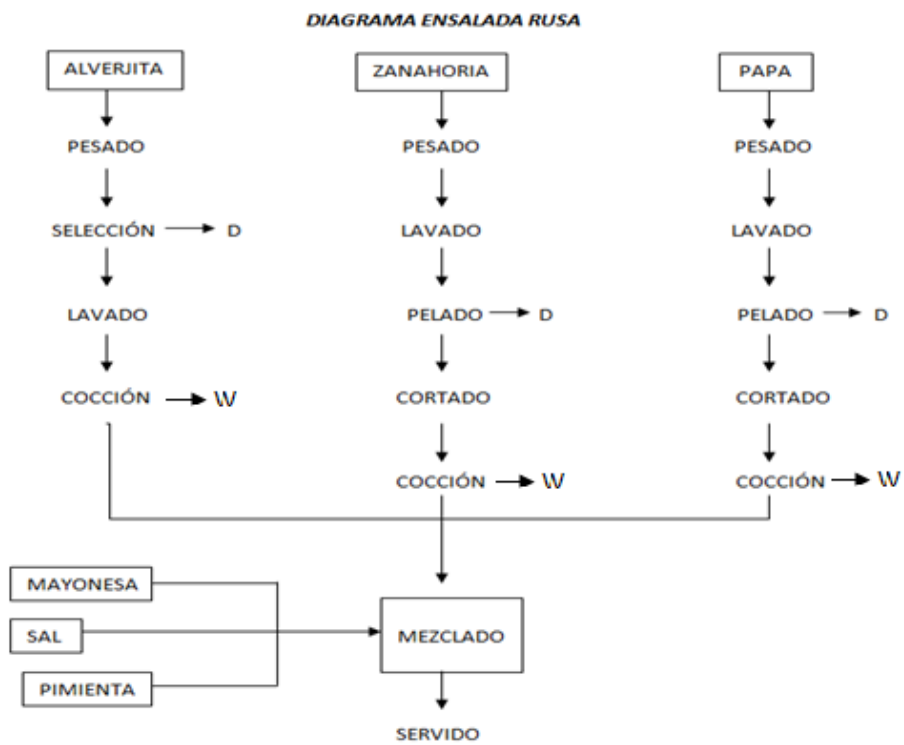
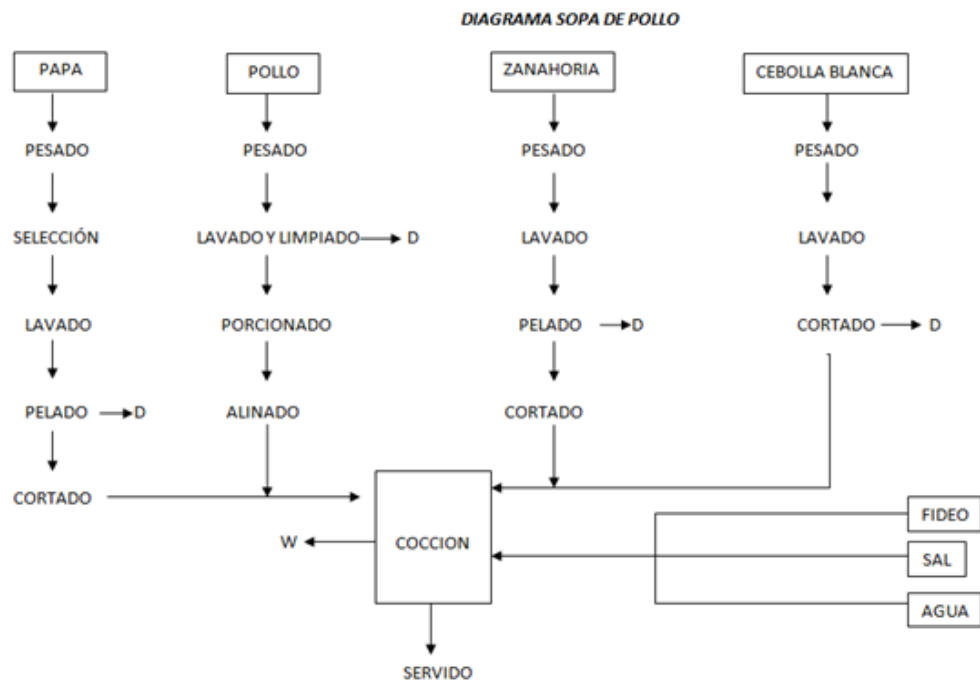
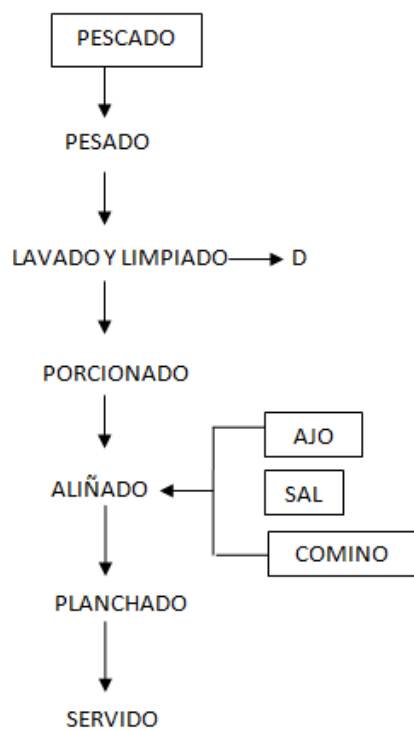
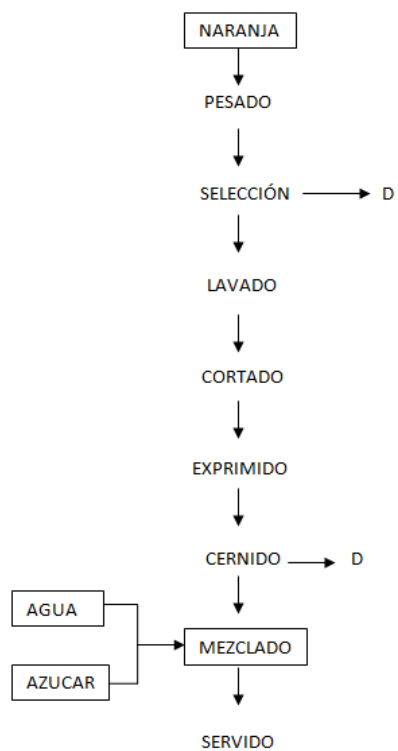


DIAGRAMA PESCADO A LA PLANCHA**DIAGRAMA JUGO DE NARANJA**

MENÚ 4

DIAGRAMA LOCRO DE HABAS

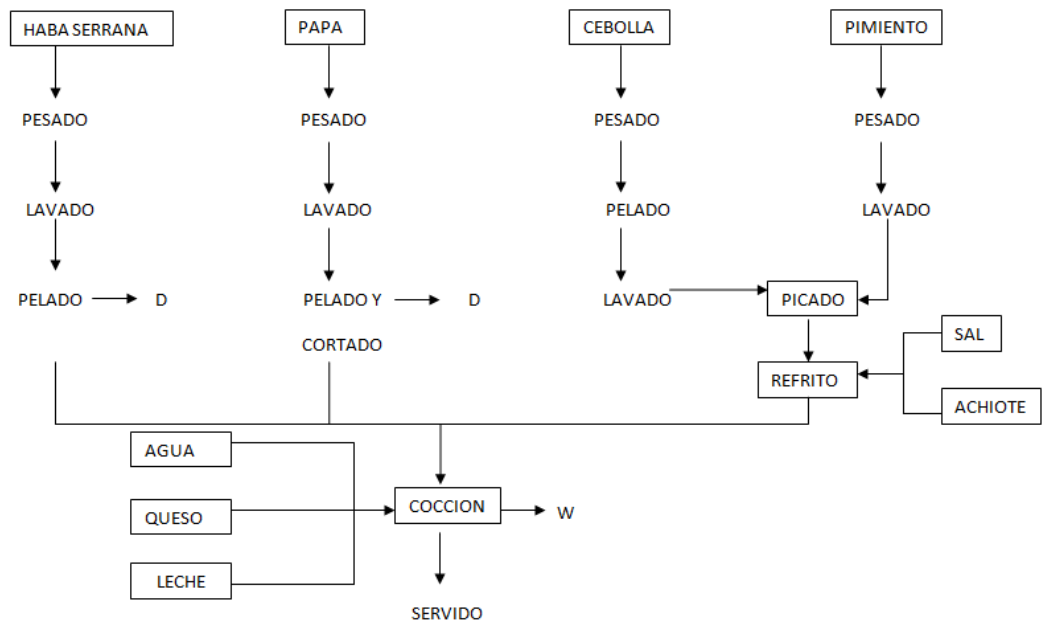


DIAGRAMA MORO DE LENTEJAS

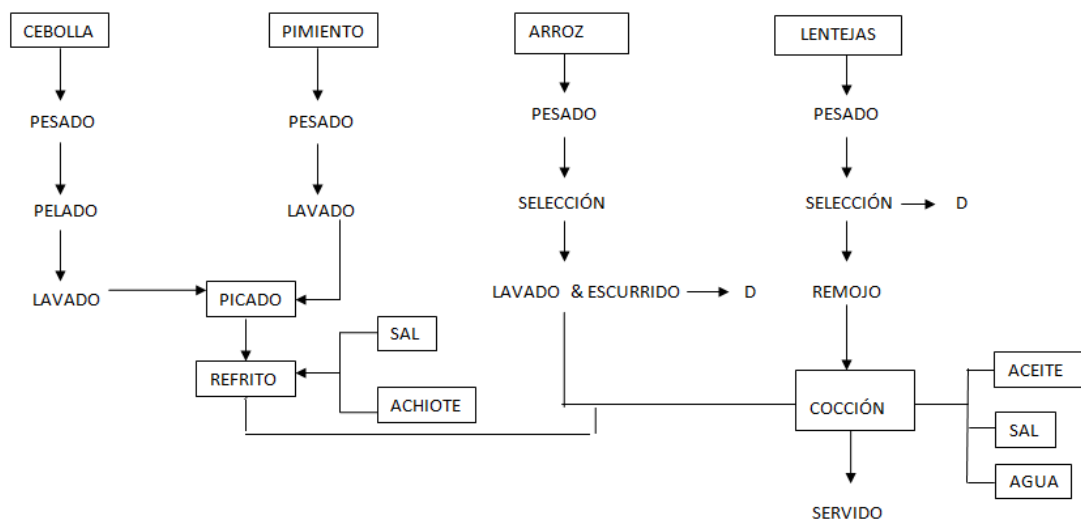


DIAGRAMA SALSA CRIOLLA CON AGUACATE

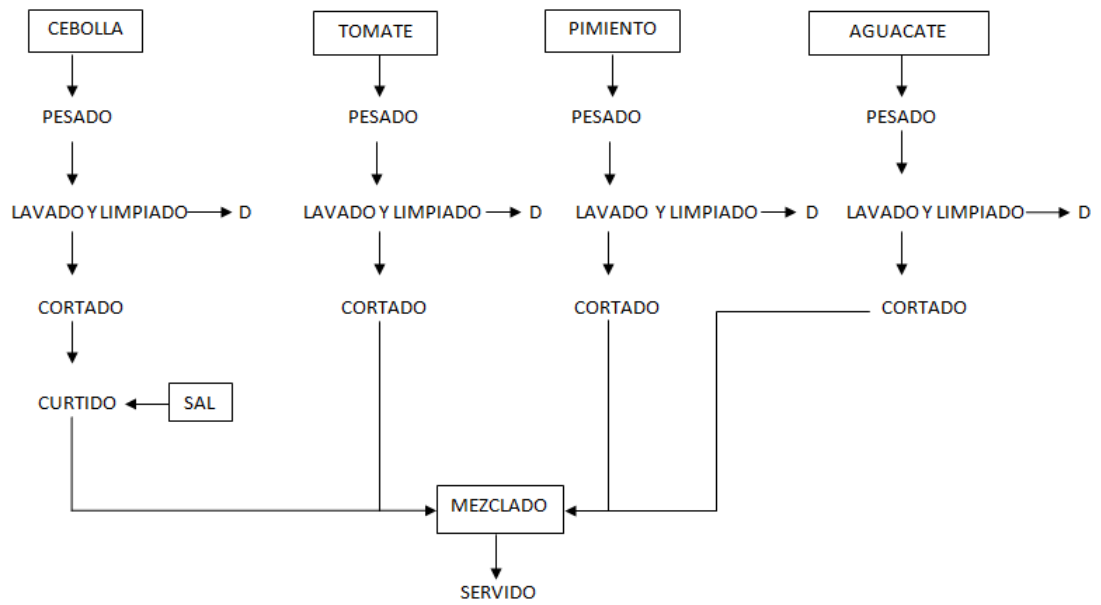
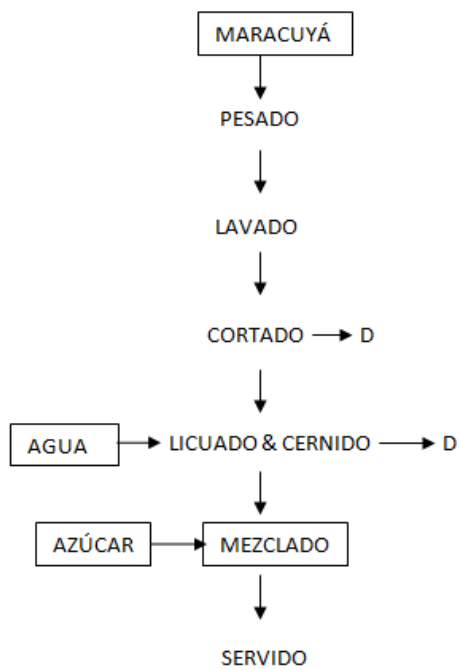


DIAGRAMA JUGO DE MARACUYÁ



MENÚ 5

DIAGRAMA CALDO DE CARNE

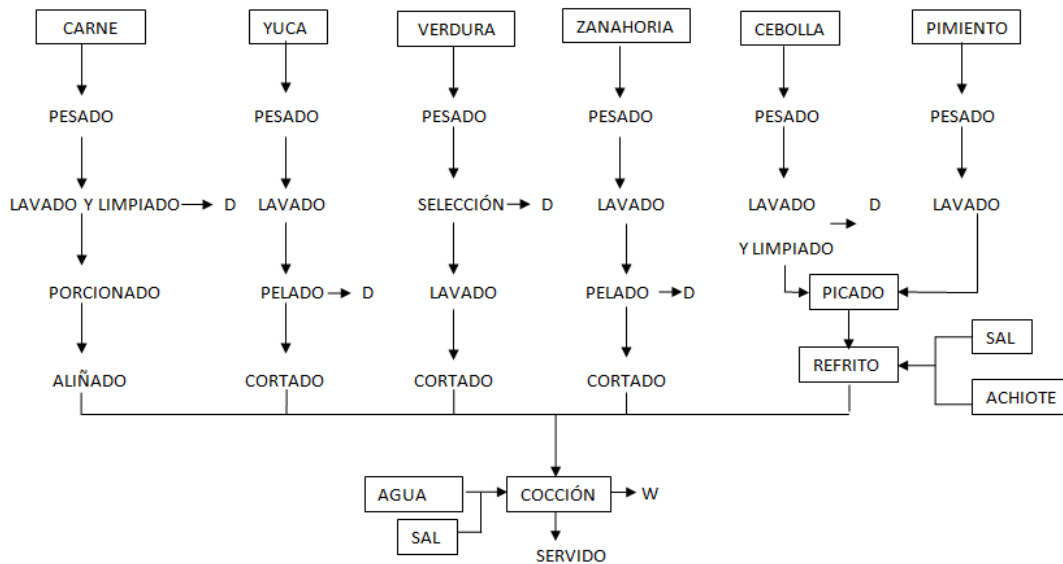


DIAGRAMA ESTOFADO DE POLLO

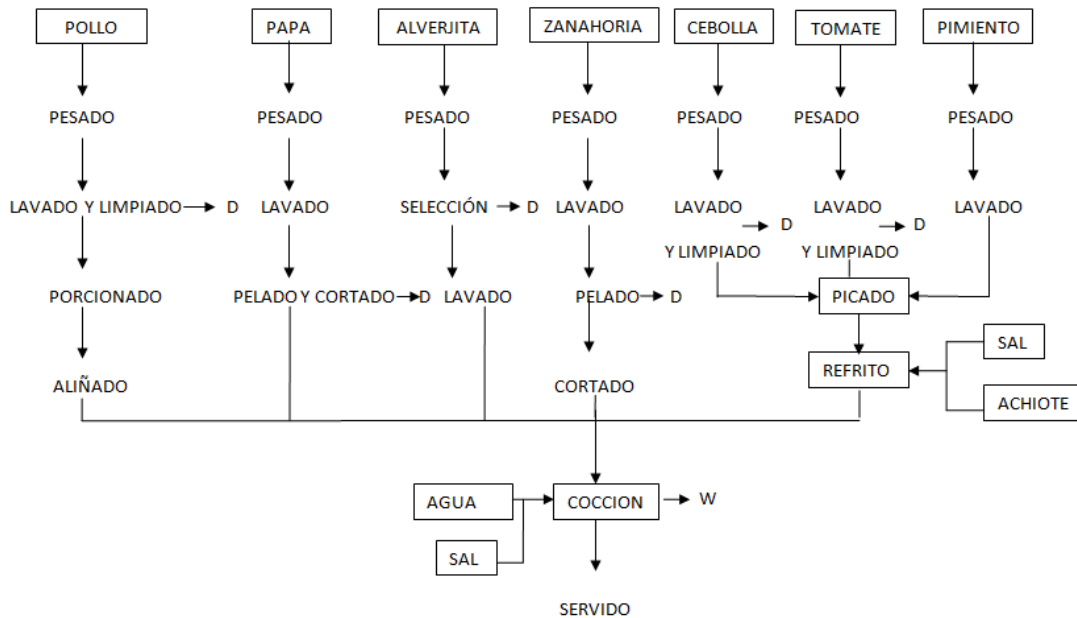
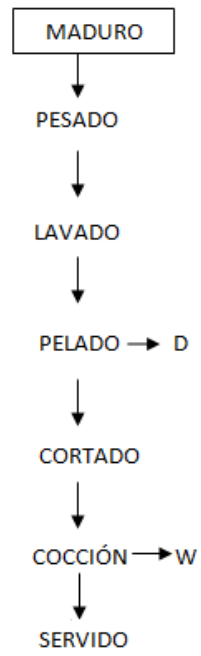
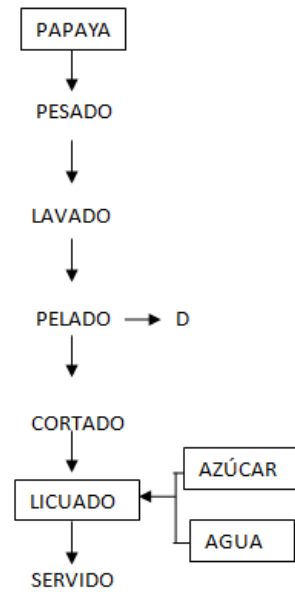


DIAGRAMA MADURO COCINADO**DIAGRAMA JUGO DE PAPAYA**

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La necesidad energética del grupo objetivo seleccionado compuesto por el 64% del sexo masculino y 36% del sexo femenino con edad que fluctúa entre 15 a 17 años, es de 2.778,63 Kcal.
2. Los cinco menús diseñados cubren el 35% del total de las necesidades energéticas y de requerimientos nutricionales del grupo objetivo, constan de una sopa, crema o caldo, un segundo conformado de carbohidratos, proteínas y una guarnición, jugo de fruta natural.
3. Al efectuar el proceso de optimización los menús se encontraron dentro del rango de carbohidratos, lípidos, proteínas y micronutrientes necesarios para conservar una dieta balanceada, manteniendo menús con buena presentación y a un costo menor del diseñado.
4. En comparación con los menús originales cada plato representa un ahorro a la semana de \$ 2,43 siendo este un ahorro significativo para los dueños del bar comedor que atienden en promedio a 110 comensales

diarios en la institución de \$ 267,30 semanal, \$1.069,2 mensuales y \$8.553,6 anualmente.

5. Los resultados de la evaluación sensorial mostraron que todos los menús fueron del agrado del grupo objetivo con una aceptación de más del 85% siendo el menú con más aceptación el conformado por: locro de habas, moro de lenteja, carne frita, salsa criolla con aguacate y jugo de maracuyá con 95,70% de aceptación.
6. Se recomienda implementar los menús en el bar-comedor ya que a más del beneficio económico que representaría para ellos ofrecerían a los comensales en su mayoría estudiantes un plato de buena presentación con todos los requerimientos energéticos y nutricionales que necesitan.
7. El plan nutricional optimizado está diseñado bajo una metodología aplicable para poder ser implementados en otros centros de educación media con características similares al mencionado en este proyecto.
8. Se sugieren estudios longitudinales para conocer el impacto de los menús sobre el crecimiento, desarrollo y/o la salud de los estudiantes, así como la implementación de las Buenas Prácticas de Manufactura en la elaboración de los menús.

APÉNDICES

APÉNDICE A

Sample Size Code Letters (18)

Lot or batch size	Special inspection levels				General inspection levels		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 to 8	A	A	A	A	A	A	B
9 to 15	A	A	A	A	A	B	C
16 to 25	A	A	B	B	B	C	D
26 to 50	A	B	B	C	C	D	E
51 to 90	B	B	C	C	C	E	F
91 to 150	B	B	C	D	D	F	G
151 to 280	B	C	D	E	E	G	H
281 to 500	B	C	D	E	F	H	J
501 to 1200	C	C	E	F	G	J	K
1201 to 3200	C	D	E	G	H	K	L
3201 to 10000	C	D	F	G	J	L	M
10001 to 35000	C	D	F	H	K	M	N
35001 to 150000	D	E	G	J	L	N	P
150001 to 500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001 and over	D	E	H	K	N	Q	R

A Single Sampling Plans for Normal Inspection (Master Table)

Sample size code letter	Sample size	Acceptance Quality Limits, AQLs, in Percent Nonconforming Items and Nonconformities per 100 Items (Normal Inspection)																											
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000		
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
L	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
M	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
N	500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
P	800	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
Q	1250	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
R	2000	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑		

- ↓ = Use the first sampling plan below the arrow. If sample size equals, or exceeds, lot size, carry out 100 percent inspection.
- ↑ = Use the first sampling plan above the arrow.
- Ac = Acceptance number.
- Re = Rejection number.

APÉNDICE B

RDA DEL COMITÉ DE LA ORGANIZACIÓN PARA LA AGRICULTURA Y

LA ALIMENTACIÓN (FAO): Ingesta de calorías recomendadas

Categoría	Edad (años) o condición	Peso (kg)	Altura (cm)	T.M.B.a (kcal/día)	Ración media de kcal b		
					Múltiplo-TMB	Por kg	Por día c
Lactantes	0,0 - 0,5	6	60	320	-	108	650
	0,5 - 1,0	9	71	500	-	98	850
Niños	1 - 3	13	90	740	-	102	1300
	4 - 6	20	112	950	-	90	1800
	7 - 10	28	132	1130	-	70	2000
Varones	11 - 14	45	157	1440	1,70	55	2500
	15 - 18	66	176	1760	1,67	45	3000
	19 - 24	72	177	1780	1,67	40	2900
	25 - 50	79	176	1800	1,60	37	2900
	51 +	77	173	1530	1,50	30	2300
Mujeres	11 - 14	46	157	1310	1,67	47	2200
	15 - 18	55	163	1370	1,60	40	2200
	19 - 24	58	164	1350	1,60	38	2200
	25 - 50	63	163	1380	1,55	36	2200
	51 +	65	160	1280	1,50	30	1900
Embarazo	1er trimestre						+ 0
	2º trimestre						+ 300
	3er trimestre						+ 300
Lactantes	1er semestre						+ 500
	2º semestre						+ 500

APÉNDICE C

RDA DEL COMITÉ DE LA ORGANIZACIÓN PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO): Ingesta de vitaminas recomendadas

Categoría	Edad. (años) o condición	Vitaminas Liposolubles						Vitaminas Hidrosolubles						
		Peso (kg)	Altura (cm)	Vit.A (µg-ER) a	Vit.D (µg) b	Vit.E (mg- ET) c	Vit.K (µg)	Vit.C (mg)	Tiamina (mg)	Riboflavina (mg)	Niacina (mg-EN) d	Vit.B6 (mg)	Vit.B12 (µg)	A.fólico (µg)
Lactantes	0,0 - 0,5	6	60	375	7,5	3	5	30	0,3	0,4	5	0,3	0,3	25
	0,5 - 1,0	9	71	375	10	4	10	35	0,4	0,5	6	0,6	0,5	35
Niños	1 - 3	13	90	400	10	6	15	40	0,7	0,8	9	1,0	0,7	50
	4 - 6	20	112	500	10	7	20	45	0,9	1,1	12	1,1	1,0	75
	7 - 10	28	132	700	10	7	30	45	1,0	1,2	13	1,4	1,4	100
Varones	11 - 14	45	157	1000	10	10	45	50	1,3	1,5	17	1,7	2,0	150
	15 - 18	66	176	1000	10	10	65	60	1,5	1,8	20	2,0	2,0	200
	19 - 24	72	177	1000	10	10	70	60	1,5	1,7	19	2,0	2,0	200
	25 - 50	79	176	1000	5	10	80	60	1,5	1,7	19	2,0	2,0	200
	51 +	77	173	1000	5	10	80	60	1,2	1,4	15	2,0	2,0	200
Mujeres	11 - 14	46	157	800	10	8	45	50	1,1	1,3	15	1,4	2,0	150
	15 - 18	55	163	800	10	8	55	60	1,1	1,3	15	1,5	2,0	180
	19 - 24	58	164	800	10	8	60	60	1,1	1,3	15	1,6	2,0	180
	25 - 50	63	163	800	5	8	65	60	1,1	1,3	15	1,6	2,0	180
	51 +	65	160	800	5	8	65	60	1,0	1,2	13	1,6	2,0	180
Embarazo	1er trimestre			800	10	10	65	70	1,5	1,6	17	2,2	2,2	400
Lactantes	1er semestre			1300	10	12	65	95	1,6	1,8	20	2,1	2,6	280
	2º semestre			1200	10	11	65	90	1,6	1,7	20	2,1	2,6	260

APÉNDICE D

RDA DEL COMITÉ DE LA ORGANIZACIÓN PARA LA AGRICULTURA Y

LA ALIMENTACIÓN (FAO): Ingesta de minerales recomendadas

Categoría	Edad. (años) o condición	Peso (kg)	Altura (cm)	Calcio (mg)	Fósforo (mg)	Magnesio (mg)	Hierro (mg)	Zinc (mg)	Yodo (µg)	Selenio (µg)
Lactantes	0,0 - 0,5	6	60	400	300	40	6	5	40	10
	0,5 - 1,0	9	71	600	500	60	10	5	50	15
Niños	1 - 3	13	90	800	800	80	10	10	70	20
	4 - 6	20	112	800	800	120	10	10	90	20
	7 - 10	28	132	800	800	170	10	10	120	30
Varones	11 - 14	45	157	1200	1200	270	12	15	150	40
	15 - 18	66	176	1200	1200	400	12	15	150	50
	19 - 24	72	177	1200	1200	350	10	15	150	70
	25 - 50	79	176	800	800	350	10	15	150	70
	51 +	77	173	800	800	350	10	15	150	70
Mujeres	11 - 14	46	157	1200	1200	280	15	12	150	45
	15 - 18	55	163	1200	1200	300	15	12	150	50
	19 - 24	58	164	1200	1200	280	15	12	150	55
	25 - 50	63	163	800	800	280	15	12	150	55
	51 +	65	160	800	800	280	10	12	150	55
Embarazo	1er trimestre			1200	1200	320	30	15	175	65
Lactantes	1er semestre			1200	1200	355	15	19	200	75
	2º semestre			1200	1200	340	15	16	200	75

APÉNDICE E

ENCUESTA ALIMENTARIA POR RECORDATORIO

Esta encuesta tiene como objetivo que usted escriba en la tabla detalladamente los alimentos, bebidas consumidos el día anterior y en el receso.

Nombre:

Edad:

Peso:

Talla:

ENCUESTA POR RECORDATORIO DE 24 HRS.	
COMIDA	ALIMENTO Y CANTIDADES CONSUMIDAS
Desayuno	
Almuerzo	
Cena	

¿Qué alimentos consume en el recreo?

APÉNDICE F

ENCUESTA DE ACTIVIDADES FISICAS DIARIAS

Esta encuesta tiene como objetivo que usted escriba en la tabla Detalladamente las actividades físicas que realiza diariamente.

Nombre:

Edad:

Peso:

Talla:

	ACTIVIDADES REALIZADAS	TIEMPO DE REALIZACION
MAÑANA		
TARDE		
NOCHE		

APÉNDICE G

ÍNDICE DE ACTIVIDAD HOMBRES Y MUJERES

Hombres	1.60 = Actividad ligera 1.78 = Actividad moderada 2.10 = Actividad intensa
Mujeres	1.50 = Actividad ligera 1.64 = Actividad moderada 1.90 = Actividad intensa

Fuente: (WWW1, 2012)

APÉNDICE H

INFORMES DE RESULTADOS DE LA OPTIMIZACIÓN PARA EL MENÚ 1

Celda objetivo (Mín)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$C\$3		\$ 1,02	\$ 1,00

Celdas de variables

Celda	Nombre	Valor original	Valor final	Entero
\$D\$4		295,28	321,03	Continuar
\$E\$4		330,40	300,00	Continuar
\$F\$4		248,00	230,00	Continuar

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Demora
\$H\$17	Kcal MAX LIE	975,70	\$H\$17<=\$I\$17	No vinculante	94,07
\$H\$16	Kcal Min LIE	975,70	\$H\$16>=\$I\$16	No vinculante	100,43
\$H\$18	Carb min LIE	560,13	\$H\$18>=\$I\$18	No vinculante	68,65
\$H\$19	Carb max LIE	560,13	\$H\$19<=\$I\$19	No vinculante	38,33
\$H\$20	Prot min LIE	142,12	\$H\$20>=\$I\$20	No vinculante	10,33
\$H\$21	Prot max LIE	142,12	\$H\$21<=\$I\$21	No vinculante	18,84
\$H\$22	Lip min LIE	273,45	\$H\$22>=\$I\$22	No vinculante	11,57
\$H\$23	Lip max LIE	273,45	\$H\$23<=\$I\$23	No vinculante	46,78
\$H\$24	CALCIO min LIE	440,64	\$H\$24>=\$I\$24	No vinculante	20,64
\$H\$25	HIERRO min LIE	5,72	\$H\$25>=\$I\$25	No vinculante	0,47
\$H\$26	FOSFORO min LIE	420,0	\$H\$26>=\$I\$26	Vinculante	0,0
\$H\$27	CAROTENO min LIE	3,18	\$H\$27>=\$I\$27	No vinculante	2,83
\$H\$28	TIAMINA min LIE	0,54	\$H\$28>=\$I\$28	No vinculante	0,01
\$H\$29	RIBOFLAVINA min LIE	0,88	\$H\$29>=\$I\$29	No vinculante	0,25
\$H\$30	NIACINA min LIE	7,08	\$H\$30>=\$I\$30	No vinculante	0,08
\$H\$31	ACIDO ASCORBICO min LIE	21,99	\$H\$31>=\$I\$31	No vinculante	0,99
\$H\$32	Pres crem LIE	321,03	\$H\$32>=\$I\$32	No vinculante	56,03
\$H\$33	Pres S1 LIE	300,00	\$H\$33>=\$I\$33	Vinculante	0,00
\$H\$34	Pres Naranja min LIE	230,000	\$H\$34<=\$I\$34	Vinculante	0

Celdas de variables

Celda	Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$D\$4		321,03	0	0,0013	0,00062	0,00055
\$E\$4		300,00	0	0,0018	1E+30	0,00056
\$F\$4		230,00	0	0,0002	0,00014	1E+30

Restricciones

Celda	Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$H\$16	Kcal Min LIE	975,699	0	875,268	100,4312873	1E+30
\$H\$17	Kcal MAX LIE	975,6992873	0,000	1069,772	1E+30	94,07271274
\$H\$18	Carb min LIE	560,133	0	481,3974	68,64515044	1E+30
\$H\$19	Carb max LIE	560,133	0	588,3746	1E+30	38,33204956
\$H\$20	Prot min LIE	142,124	0	131,2902	10,33374686	1E+30
\$H\$21	Prot max LIE	142,124	0	160,4658	1E+30	18,84185314
\$H\$22	Lip min LIE	273,450	0	262,5804	11,57069459	1E+30
\$H\$23	Lip max LIE	273,450	0	320,9316	1E+30	46,78050541
\$H\$24	CALCIO min LIE	440,637	0	420	20,637193	1E+30
\$H\$25	HIERRO min LIE	5,717	0	5,25	0,467311508	1E+30
\$H\$26	FOSFORO min LIE	420,000	0,002050926	420	39,54843368	8,033199812
\$H\$27	CAROTENO min LIE	3,176	0	0,35	2,825972789	1E+30
\$H\$28	TIAMINA min LIE	0,539	0	0,525	0,014403388	1E+30
\$H\$29	RIBOFLAVINA min LIE	0,875055624	0,000	0,63	0,245055624	1E+30
\$H\$30	NIACINA min LIE	7,083	0	7	0,083312404	1E+30
\$H\$31	ACIDO ASCORBICO min LIE	21,988	0	21	0,988024023	1E+30
\$H\$32	Pres crem LIE	321,025	0	265	56,02510369	1E+30
\$H\$33	Pres S1 LIE	300,000	0,000560299	300	28,05881636	7,194090687
\$H\$34	Pres Naranja min LIE	230,00	-0,000142786	230,0000	55,53620	15,67706225

APÉNDICE I

INFORMES DE RESULTADOS DE LA OPTIMIZACIÓN PARA EL MENÚ 2

Celda objetivo (Mínimo)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$B\$4		\$ 1,05	\$ 0,99

Celdas de variables

Celda	Nombre	Valor original	Valor final	Entero
\$C\$5		275,0000	292,3135	Continuar
\$D\$5		320,0000	275,0000	Continuar
\$E\$5		240,0000	230,0000	Continuar

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$H\$10	Kcal Min LIE	987,20	\$H\$10>=\$I\$10	No vinculante	111,94
\$H\$11	Kcal MAX LIE	987,20	\$H\$11<=\$I\$11	No vinculante	82,56881792
\$H\$12	Carb min LIE	588,00	\$H\$12>=\$I\$12	No vinculante	106,61
\$H\$13	Carb max LIE	588,00	\$H\$13<=\$I\$13	No vinculante	0,370921068
\$H\$14	Prot min LIE	133,43	\$H\$14>=\$I\$14	No vinculante	2,14
\$H\$15	Prot max LIE	133,43	\$H\$15<=\$I\$15	No vinculante	27,0403991
\$H\$16	Lip min LIE	265,77	\$H\$16>=\$I\$16	No vinculante	3,19
\$H\$17	Lip max LIE	265,77	\$H\$17<=\$I\$17	No vinculante	55,15749775
\$H\$18	CALCIO min LIE	420,00	\$H\$18>=\$I\$18	Vinculante	0,00
\$H\$19	FOSFORO min LIE	439,62	\$H\$19>=\$I\$19	No vinculante	19,62
\$H\$20	HIERRO min LIE	6,09	\$H\$20>=\$I\$20	No vinculante	0,84
\$H\$21	CAROTENO min LIE	0,36	\$H\$21>=\$I\$21	No vinculante	0,01
\$H\$22	TIAMINA min LIE	0,56	\$H\$22>=\$I\$22	No vinculante	0,04
\$H\$23	RIBOFLAVINA min LIE	0,64	\$H\$23>=\$I\$23	No vinculante	0,01
\$H\$24	NIACINA min LIE	7,89	\$H\$24>=\$I\$24	No vinculante	0,89
\$H\$25	ACIDO ASCORBICO min LIE	26,82	\$H\$25>=\$I\$25	No vinculante	5,82
\$H\$26	Pres Menst LIE	292,31	\$H\$26>=\$I\$26	No vinculante	42,31
\$H\$27	Pres S2 LIE	275,00	\$H\$27>=\$I\$27	Vinculante	0,00
\$H\$28	Pres Limon LIE	230,0000	\$H\$28>=\$I\$28	Vinculante	0

Celdas de variables

Celda	Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$C\$5		292,3135	-	0,001490909	0,002079931	0,001490909
\$D\$5		275,0000	-	0,00178125	1E+30	0,001438918
\$E\$5		230,0000	-	0,000291667	1E+30	0,000169889

Restricciones

Celda	Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$H\$18	CALCIO min LIE	420,00	0,00	420	0,5425842	7,578754057
\$H\$19	FOSFORO min LIE	439,62	0,00	420	19,62271898	1E+30
\$H\$20	HIERRO min LIE	6,09	0,00	5,25	0,84044806	1E+30
\$H\$21	CAROTENO min LIE	0,36	0,00	0,35	0,005835692	1E+30
\$H\$22	TIAMINA min LIE	0,56	0,00	0,525	0,039922379	1E+30
\$H\$23	RIBOFLAVINA min LIE	0,64	0,00	0,63	0,014396694	1E+30
\$H\$24	NIACINA min LIE	7,89	0,00	7	0,893367833	1E+30
\$H\$25	ACIDO ASCORBICO min LIE	26,82	0,00	21	5,817678518	1E+30
\$H\$10	Kcal Min LIE	987,20	0,00	875,268	111,9351821	1E+30
\$H\$12	Carb min LIE	588,00	0,00	481,3974	106,6062789	1E+30
\$H\$13	Carb max LIE	588,00	0,00	588,3746	1E+30	0,370921068
\$H\$14	Prot min LIE	133,43	0,00	131,2902	2,135200896	1E+30
\$H\$15	Prot max LIE	133,43	0,00	160,4658	1E+30	27,0403991
\$H\$16	Lip min LIE	265,77	0,00	262,5804	3,19370225	1E+30
\$H\$17	Lip max LIE	265,77	0,00	320,9316	1E+30	55,15749775
\$H\$11	Kcal MAX LIE	987,20	0,00	1069,772	1E+30	82,56881792
\$H\$26	Pres Menst LIE	292,31	0,00	250	42,31348369	1E+30
\$H\$27	Pres S2 LIE	275,00	0,00	275	0,455685296	5,411328693
\$H\$28	Pres Limon LIE	230,00	0,00	230	1,107404911	56,72884934

APÉNDICE J

INFORMES DE RESULTADOS DE LA OPTIMIZACIÓN PARA EL MENÚ 3

Celda objetivo (Mín)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$B\$2		\$ 1,12	\$ 1,04

Celdas de variables

Celda	Nombre	Valor original	Valor final	Entero
\$C\$3	Pres. grs. Sopa Pollo	290,0000	264,0000	Continuar
\$D\$3	Pres. grs. Segundo	320,0000	300,0000	Continuar
\$E\$3	Pres. grs. Jugo Naranja	248,0000	225,0000	Continuar

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Demora
\$H\$7	Kcal Min LIE	970,558	\$H\$7>=\$I\$7	No vinculante	95,29026994
\$H\$8	Kcal MAX LIE	970,558	\$H\$8<=\$I\$8	No vinculante	99,21373006
\$H\$9	Carb min LIE	506,803	\$H\$9>=\$I\$9	No vinculante	12,26224343
\$H\$10	Carb max LIE	506,803	\$H\$10<=\$I\$10	No vinculante	94,71495657
\$H\$11	Prot min LIE	152,617	\$H\$11>=\$I\$11	No vinculante	21,32692641
\$H\$12	Prot max LIE	152,617	\$H\$12<=\$I\$12	No vinculante	7,84867359
\$H\$13	Lip min LIE	311,135	\$H\$13>=\$I\$13	No vinculante	48,55505171
\$H\$14	Lip max LIE	311,135	\$H\$14<=\$I\$14	No vinculante	9,79614829
\$H\$15	CALCIO min LIE	423,341	\$H\$15>=\$I\$15	No vinculante	3,341179835
\$H\$16	FÓSFORO min LIE	435,112	\$H\$16>=\$I\$16	No vinculante	15,11229127
\$H\$17	HIERRO min LIE	5,491	\$H\$17>=\$I\$17	No vinculante	0,241139699
\$H\$18	CAROTENO min LIE	12,405	\$H\$18>=\$I\$18	No vinculante	12,05504262
\$H\$19	TIAMINA min LIE	0,610	\$H\$19>=\$I\$19	No vinculante	0,085306269
\$H\$20	RIBOFLAVINA min LIE	0,693	\$H\$20>=\$I\$20	No vinculante	0,063134443
\$H\$21	NIACINA min LIE	7,475	\$H\$21>=\$I\$21	No vinculante	0,474835637
\$H\$22	ÁCIDO ASCÓRBICO min LIE	79,380	\$H\$22>=\$I\$22	No vinculante	58,38031609
\$H\$23	Pres. Sopa Pollo LIE	264,000	\$H\$23>=\$I\$23	Vinculante	0
\$H\$24	Pres. S3 LIE	300,000	\$H\$24>=\$I\$24	Vinculante	0
\$H\$25	Pres. Jugo de Naranja LIE	225,000	\$H\$25>=\$I\$25	Vinculante	0

Celdas de variables

Celda	Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$C\$3		264	0	0,001204819	1E+30	0,001204819
\$D\$3		300	0	0,00225	1E+30	0,00225
\$E\$3		225	0	0,000201613	1E+30	0,000201613

Restricciones

Celda	Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$H\$7	Kcal Min LIE	970,558	0	875,268	95,29026994	1E+30
\$H\$8	Kcal MAX LIE	970,558	0	1069,772	1E+30	99,21373006
\$H\$9	Carb min LIE	506,803	0	481,3974	12,26224343	1E+30
\$H\$10	Carb max LIE	506,803	0	588,3746	1E+30	94,71495657
\$H\$11	Prot min LIE	152,617	0	131,2902	21,32692641	1E+30
\$H\$12	Prot max LIE	152,617	0	160,4658	1E+30	7,84867359
\$H\$13	Lip min LIE	311,135	0	262,5804	48,55505171	1E+30
\$H\$14	Lip max LIE	311,135	0	320,9316	1E+30	9,79614829
\$H\$15	CALCIO min LIE	423,341	0	420	3,341179835	1E+30
\$H\$16	FÓSFORO min LIE	435,112	0	420	15,11229127	1E+30
\$H\$17	HIERRO min LIE	5,491	0	5,25	0,241139699	1E+30
\$H\$18	CAROTENO min LIE	12,405	0	0,35	12,05504262	1E+30
\$H\$19	TIAMINA min LIE	0,610	0	0,525	0,085306269	1E+30
\$H\$20	RIBOFLAVINA min LIE	0,693	0	0,63	0,063134443	1E+30
\$H\$21	NIACINA min LIE	7,475	0	7	0,474835637	1E+30
\$H\$22	ÁCIDO ASCÓRBICO min LIE	79,380	0	21	58,38031609	1E+30
\$H\$23	Pres. Sopa Pollo LIE	264,000	0,001204819	264	15,44488086	5,255646209
\$H\$24	Pres. S3 LIE	300,000	0,00225	300	21,62541371	5,071999749
\$H\$25	Pres. Jugo de Naranja LIE	225	0,000201613	225	122,6385312	12,98765829

APÉNDICE K

INFORMES DE RESULTADOS DE LA OPTIMIZACIÓN PARA EL MENÚ 5

Celda objetivo (Mín)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$B\$2		\$ 1,08	\$ 1,03

Celdas de variables

Celda	Nombre	Valor original	Valor final	Entero
\$C\$3		320,0000	311,3758	Continuar
\$D\$3		368,0000	352,1176	Continuar
\$E\$3		248,0000	214,7629	Continuar

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Demora
\$H\$7	Kcal Min LIE	875,268	\$H\$7>=\$I\$7	Vinculante	0
\$H\$8	Kcal MAX LIE	875,268	\$H\$8<=\$I\$8	No vinculante	194,504
\$H\$9	Carb min LIE	514,5516352	\$H\$9>=\$I\$9	No vinculante	33,1542352
\$H\$10	Carb max LIE	514,5516352	\$H\$10<=\$I\$10	No vinculante	73,8229648
\$H\$11	Prot min LIE	136,5409028	\$H\$11>=\$I\$11	No vinculante	5,250702796
\$H\$12	Prot max LIE	136,5409028	\$H\$12<=\$I\$12	No vinculante	23,9248972
\$H\$13	Lip min LIE	262,5804	\$H\$13>=\$I\$13	Vinculante	0
\$H\$14	Lip max LIE	262,5804	\$H\$14<=\$I\$14	No vinculante	58,3512
\$H\$15	CALCIO min LIE	420	\$H\$15>=\$I\$15	Vinculante	0
\$H\$16	FOSFORO min LIE	479,9479062	\$H\$16>=\$I\$16	No vinculante	59,9479062
\$H\$17	HIERRO min LIE	7,729060631	\$H\$17>=\$I\$17	No vinculante	2,479060631
\$H\$18	CAROTENO min LIE	6,952015547	\$H\$18>=\$I\$18	No vinculante	6,602015547
\$H\$19	TIAMINA min LIE	0,600594451	\$H\$19>=\$I\$19	No vinculante	0,075594451
\$H\$20	RIBOFLAVINA min LIE	0,642092737	\$H\$20>=\$I\$20	No vinculante	0,012092737
\$H\$21	NIACINA min LIE	9,841385467	\$H\$21>=\$I\$21	No vinculante	2,841385467
\$H\$22	ACIDO ASCORBICO min LIE	81,6015552	\$H\$22>=\$I\$22	No vinculante	60,6015552
\$H\$23	Pres caldo carne LIE	311,3758341	\$H\$23>=\$I\$23	No vinculante	23,3758341
\$H\$24	Pres S5 LIE	352,1176122	\$H\$24>=\$I\$24	No vinculante	20,91761219
\$H\$25	Pres Papaya LIE	214,762883	\$H\$25>=\$I\$25	No vinculante	4,762882999

Celdas de variables

Celda	Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$C\$3		311,3758341	0	0,0013125	7,7896E-05	0,000322769
\$D\$3		352,1176122	0	0,001521739	0,000682588	8,8659E-05
\$E\$3		214,762883	0	0,000403226	0,000481746	0,000110013

Restricciones

Celda	Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$H\$7	Kcal Min LIE	875,27	0,000860891	875,268	2,665264506	8,764171793
\$H\$8	Kcal MAX LIE	875,27	0	1069,772	1E+30	194,504
\$H\$9	Carb min LIE	480,54	0	481,3974	33,1542352	1E+30
\$H\$10	Carb max LIE	480,54	0	588,3746	1E+30	73,8229648
\$H\$11	Prot min LIE	132,15	0	131,2902	5,250702796	1E+30
\$H\$12	Prot max LIE	132,15	0	160,4658	1E+30	23,9248972
\$H\$13	Lip min LIE	262,58	0,000383648	262,5804	4,746228118	3,350360446
\$H\$14	Lip max LIE	262,58	0	320,9316	1E+30	58,3512
\$H\$15	CALCIO min LIE	420,00	0,000421098	420	13,45099939	1,244314752
\$H\$16	FOSFORO min LIE	479,95	0	420	59,9479062	1E+30
\$H\$17	HIERRO min LIE	7,73	0	5,25	2,479060631	1E+30
\$H\$18	CAROTENO min LIE	6,95	0	0,35	6,602015547	1E+30
\$H\$19	TIAMINA min LIE	0,60	0	0,525	0,075594451	1E+30
\$H\$20	RIBOFLAVINA min LIE	0,64	0	0,63	0,012092737	1E+30
\$H\$21	NIACINA min LIE	9,84	0	7	2,841385467	1E+30
\$H\$22	ACIDO ASCORBICO min LIE	81,60	0	21	60,6015552	1E+30
\$H\$23	Pres caldo carne LIE	311,38	0	288	23,3758341	1E+30
\$H\$24	Pres S5 LIE	352,12	0	331,2	20,91761219	1E+30
\$H\$25	Pres Papaya LIE	214,76	0	210	4,762882999	1E+30

APÉNDICE L

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL. ESCALA HEDÓNICA ESTRUCTURADA

Nombre:

Fecha:

Pruebe por favor las muestra en el orden aquí presentado y marcar con una X la sensación que le produce.

SENSACIÓN	MUESTRAS				
	<i>4589E</i>	<i>9853T</i>	<i>7854Q</i>	<i>1235Y</i>	<i>7820C</i>
Me gusta mucho					
Me gusta moderadamente					
No me gusta ni me disgusta					
Me disgusta moderadamente					
Me disgusta mucho					

¡Muchas gracias por su colaboración!

BIBLIOGRAFÍA

[1] ABATE M., LUCY; “Diseño e Implementación de un Plan Nutricional Optimizado en un Centro de Cuidado Infantil de la Ciudad de Guayaquil” (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2010).

[2] ÁVILA P. RICARDO, Las Mezclas y la Recreación del Gusto, Fundación Machado, Sevilla, 1996.

[3] BENDER ARNOLD, Nutrición y Alimentos Dietéticos, Editorial Acribia, Sexta Edición, Zaragoza-España, 2000.

[4] COELLO O. KARÍN, “Diseño y Optimización de un Menú Modelo” (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1999).

[5] MATAIX VERDÚ J, Nutrición y Alimentación Humana, Editorial Océano, Madrid, 1993.

[6] SARRÍA A, MORENO LA, BUENO M, Requerimientos nutricionales recomendados durante la niñez y la adolescencia. Tratado de Nutrición Pediátrica, Doyma, Barcelona, 2000. Páginas. 33-44

[7] SHELTON H. M., La Combinación de los Alimentos, Obelisco, Barcelona. 2001.

[8] STEPHENS KENNETH S., Applied Acceptance Sampling plans, producers and principles, American Society for Quality, United States, 2001.

[9]www1,(2012).http://es.wikipedia.org/wiki/Ecuaci%C3%B3n_de_Harris-Benedict.

[10]www2,(2008).<http://blog.espol.edu.ec/kcoello/tabla-de-composicion-de-alimentos-ecuatorianos/>

[11]www3,(2007).http://hojasdecalculo.about.com/od/Excel_avanzado/a/Solver-En-Excel.htm.