"Diseño e Implementación de un Plan Nutricional Optimizado en un Centro de Cuidado Infantil de la Ciudad de Guayaquil"

Abate Morán Lucy(1), Coello O. Karín(2)
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción(1,2)
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
fabate@espol.edu.ec(1), kcoello@espol.edu.ec (2),

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo el Diseño e implementación de un plan nutricional optimizado en un Centro de Cuidado Infantil de la ciudad de Guayaquil, que cubrió el 60 % de los requerimientos nutricionales y energéticos de los infantes asistentes al mismo. Se inició con la selección de un grupo objetivo para el cual se calculó el gasto energético y requerimientos nutricionales. Se diseñó el plan nutricional en base a estos requerimientos y posteriormente se sometió a un proceso de optimización lineal por medio de la elaboración de un modelo matemático, con el fin de minimizar el costo manteniendo el balance nutricional. Posteriormente se procedió a la implementación de los menús en el Centro y a realizar un análisis comparativo de resultados para verificar el beneficio económico y nutricional del nuevo plan; finalmente se tomaron pruebas sensoriales afectivas a los infantes para comprobar su grado de aceptación a los nuevos menús implementados.

Palabras Claves: *diseño, plan nutricional, optimizado, Centro de cuidado infantil, balance nutricional, modelo matemático.*

Abstract

This study aimed to Design and implements an optimized nutritional plan in a Child Care Center located in Guayaquil, which covered 60% of the nutritional and energy requirements of the infants assistants at this center. The first was the selection of a target group for which was calculated the energy expenditure and nutritional requirements.Nutritional plan is designed based on these requirements and then subjected to a linear optimization process by developing a mathematical model to minimize the cost but maintaining the nutritional balance. Next the menus were implemented at the Centre and conducted a comparative analysis of results to verify the economic and nutritional benefits of the new nutrition plan; finally took affective sensory tests to infants to test its acceptability to the new menus in place.

Keywords*: design, nutrition plan, optimized, child care center, nutritional balance, mathematical model .*

1. Introducción

Según datos del Ministerio de Educación, en el Ecuador en el año 2009 existían 3.728 Centros de Cuidado Infantil Estatales registrados en el país, de los cuales 1.251 se ubicaban en la región Costa y específicamente 539 en la Ciudad de Guayaquil. La mayor cantidad de niños que asisten regularmente a estos Centros tienen entre 2 y 4 años de edad y el 26,05 % pertenece a las zonas de los suburbios.

El tema de la nutrición dentro de estos Centros es de vital importancia dado que uno de los grupos con mayor vulnerabilidad a problemas nutricionales son los niños, sin embargo los múltiples esfuerzos por mejorar o reducir el problema aún no generan cambios significativos.

La ingesta basada en las necesidades calóricas y nutricionales colectivas deben asegurar que la dieta ingerida proporcione combinaciones de alimentos óptimas y en raciones adecuadas que contribuyan al normal desarrollo fisiológico y funcional de los niños; de lo contrario podría acarrear consecuencias en la salud en la edad adulta.

Objetivo General
Diseñar e implementar un plan nutricional optimizado que cubra el 60% de los requerimientos nutricionales y energéticos de los niños y niñas asistentes a un Centro de Cuidado Infantil de la ciudad de Guayaquil.

Objetivos Específicos

- Seleccionar el grupo objetivo que representa al total de infantes asistentes al Centro.
- Calcular el gasto energético y requerimiento nutricional del grupo objetivo.
- Diseñar cinco menús que integren el plan nutricional.
- Optimizar los menus diseñados.
- Implementar el plan nutricional en el Centro de Cuidado Infantil.
- Realizar pruebas de aceptación al plan nutricional implementado

2. Materiales y Métodos

Antes de la implementación del plan en el Centro de Cuidado Infantil, se diseñaron y optimizaron los menús empleando la siguiente metodologìa de trabajo:

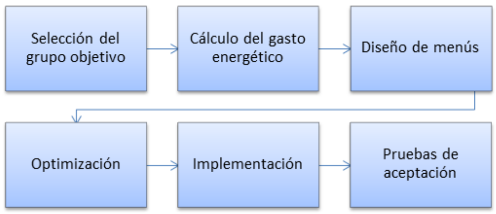

Figura 1. Metodología para la implementación de un plan nutricional optimizado.

Se mantuvo un período de observación de los infantes y se realizaron encuestas por recordatorio con el fin de obtener datos tales como: actividades físicas realizadas por los niños, dieta llevada en el centro, hábitos alimenticios e infraestructura en general. Esta observación contribuyó con la selección del grupo objetivo compuesto de niños saludables; al cual se le calculó el gasto energético y requerimiento nutricional mediante las tablas de gasto energético bruto de la FAO y guía de RDA de la USDA, que fue la base para el diseño de los menús que conformaron el plan nutricional [3,6]

En el proceso de diseño de los cinco menús se seleccionaron los alimentos que los conformarían en base a los hábitos de consumo del centro, las restricciones impuestas por el mismo y necesidades. Una vez culminada la etapa de diseño se procedió a la optimización de los menús por medio del programa de Solver de Microsoft Excel para su posterior implementación.

Cada uno de los cinco menús optimizados e implementados en el Centro fue evaluado por los niños mediante la aplicación de pruebas sensoriales de aceptación.

2.1 Selección del Grupo Objetivo

El grupo objetivo estuvo conformado por una muestra representativa de todos los infantes de ambos sexos asistentes regularmente al Centro de Cuidado Infantil, en condiciones físicas y de salud normales, sin ningún tipo de indicación que requiera dietas especiales o específicas.

La cantidad total de infantes asistentes al centro al momento de la elaboración del plan nutricional era de 150, divididos en 87 niños y 63 niñas, es decir el 58 % y 42% respectivamente y el grupo objetivo fue seleccionado mediante las Sampling Tables ANSI Z1.4 [6].

El desglose del grupo objetivo por rango de edades se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 1. Desglose del grupo objetivo por rango de edades.

	Edades	Cantidad	Número de Muestra
Niños	2 a 3	23	5
	3 a 4	34	8
Niñas	2 a 3	12	5
	3 a 4	30	8
Muestra Total			26

El grupo objetivo seleccionado fue de 26 infantes, a los cuales les fueron recolectadas sus medidas antropométricas y las actividades físicas realizadas durante el día mediante una encuesta por recordatorio tomada a sus representantes.

2.2 Cálculo de Requerimientos del Grupo Objetivo

2.2.1 Requerimiento Energético

El cálculo del requerimiento energético del grupo objetivo se llevó a cabo en dos etapas: Primero se efectuó el cálculo del Gasto Energético Basal, mediante las fórmulas obtenidas para niños y niñas de entre 2 a 4 años de la FAO, generando un promedio de gasto basal de 35,74 Kcal/horas y 33,75 Kcal/horas, para niños y niñas respectivamente[7].

Como segunda etapa, se calculó el Gasto Energético Diario por actividades físicas realizadas, en base a los datos recolectados de las diversas actividades diarias realizadas por los niños y el tiempo invertido en ellas, obteniendo un promedio ponderado del gasto energético total de todo el grupo objetivo de 1264,90 Kcal/día, el porcentaje a cubrir por el plan nutricional elaborado fue del 60 % de este valor, por lo tanto, los menús se elaboraron para compensar 758,94

Kilocalorías diarias con un rango de +/- 5% de error: [720,99 – 796,89] Kilocalorías.

2.2.2 Requerimiento Nutricional

Las raciones nutricionales recomendadas son las cantidades aproximadas que una persona sana requiere de nutrientes para compensar el consumo o gasto energético diario [7].

Los valores estándares de requerimientos nutricionales de la tabla de RDA de la FAO se consideraron como guía para obtener los valores de requerimientos nutricionales de la niñez ecuatoriana, debido a la similitud de las medidas antropométricas y edades estandarizadas en dicha tabla con las características recolectadas de la muestra.

La tabla 2 muestra el 60% de las necesidades de macro y micronutrientes que fueron cubiertas por el plan nutricional.

Tabla 2. Requerimientos nutricionales para infantes de 2 a 4 años

Nutriente	Necesidad
Proteínas (g/Kg)	0,833
Lípidos (g/Kg)	1,386
Carbohidratos (g/ Kg)	3,332
Calcio (mg)	560
Fósforo (mg)	560
Hierro (mg)	10,5
Vitamina A (µg)	280
Ácido Ascórbico (ug)	0,28
Niacina (mg)	31,5
Riboflavina (mg)	0,455
Tiamina (mg)	0,42

El 40 % del requerimiento restante corresponde al valor de nutrientes recibidos en las comidas de los niños en sus hogares.

2.3 Diseño de Menús

Los componentes alimentarios de los menús diseñados fueron seleccionados en base a los diversos criterios de diseño que incluyeron costumbres alimenticias, presupuesto, disponibilidad, preferencias y la función que ejercen en el organismo. El almuerzo diario se conformó de sopa o crema, segundo plato y jugo de fruta natural, además de una porción de fruta servida a media tarde como colación que debían cubrir los requerimientos nutricionales y energéticos del grupo estudiado.La tabla 3 muestra los cinco menús diseñados para cada día de la semana que conformaron el plan nutricional [5]:

Tabla 3. Menús diseñados

Menú	Primer Plato	Segundo Plato	Bebida	Fruta
1	Crema de lentejas	Puré de papas con carne hornada	Jugo de limón	Melón
2	Crema de zanahoria	Pollo al jugo con arroz y ensalada	Jugo de Toronja	Banano
3	Sopa de pollo	Ensalada de atún con arroz	Jugo de Manzana	Papaya
4	Sopa de queso con fideos	pescado frito arroz y menestra de frejol	Jugo de sandía	Uvas
5	Crema de Zapallo	Estofado de pollo con arroz	Jugo de Naranja	Manzana

Los menús elaborados se sirvieron en raciones que compensaron los requerimientos nutricionales anteriormente establecidos. El equilibrio de raciones para los menús se obtuvo desde dos niveles: cualitativo y cuantitativo. Seleccionar cualitativamente consistió en elegir los alimentos en las porciones adecuadas a cada comida, en número de veces suficiente para conseguir un aporte completo y de forma que estén representados todos los grupos de alimentos.

Para cuantificar el aporte calórico y nutricional de los alimentos seleccionados se utilizó la Tabla deComposición de los Alimentos Ecuatorianos del Instituto Nacional de Nutrición del Ministerio de Previsión Social y Nacional en lacual se expresa la cantidad de energía y nutrientes contenida en 100 gramos de cada alimento [3, 5].

2.3.1 Cálculo de Aporte Nutricional y Costos de las Raciones

Se realizó el cálculo de los aportes nutricionales de cada uno de los cinco menús diseñados para conocer si estos se encontraban dentro de los requerimientos previamente establecidos para los miembros del grupo objetivo. Además, se calcularon los costos que implicaría la elaboración de cada uno de los menús que compondrían el plan nutricional.

El aporte nutricional y costos por menú se presentan a continuación:

Tabla 4. Aporte nutricional y costos de los menús

Menú	AT (Kcal)	Costo por ración($)
Menú 1	737,4	1,48
Menú 2	739,46	1,29
Menú 3	766,65	1,17
Menú 4	767,68	1,49
Menú 5	738,15	1,27

Se observa que el aporte nutricional de cada uno de los menús elaborados osciló dentro del rango previamente establecido de requerimientos energéticos de los niños asistentes al centro de cuidado infantil; [720,99 – 796,89]Kilocalorías.

Los costos totales de los menús se obtuvieron en base a un sondeo de los precios actualizados del año 2010 realizado en varios supermercados del país.

2.4 Optimización del Plan Nutricional

Una vez diseñados los menús, se procedió a optimizarlos.La optimización se realizó a través de la opción Solver del programa Excel.

La optimización tuvo como objetivo minimizar el costo de los menús diseñados, manteniendo el balance nutricional del plan.

Para ingresar al proceso de optimización se formuló un modelo matemático compuesto de función objetivo y las respectivas restricciones de disponibilidad, necesidad, signo y Pesos[2, 4].

Función Objetivo:

$$\boldsymbol{Min\ Z} = 0{,}0019X_1 + 0{,}0015X_2 + 0{,}0047X_3 + 0{,}0010X_4 + 0{,}0009X_5$$

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

2.5 Implementación del Plan nutricional Optimizado

La implementación del plan nutricional se realizó mediante la producción de raciones y la capacitación al personal. La producción de raciones se basó en:

a. Factores previos a la producción de raciones
   - Características de menú
   - Distribución de área de cocina
   - Recursos técnicos y humanos
b. Factores circunstanciales
   - Volumen a producir
   - Facilidad de producción
   - Prevención contra accidentes

La capacitación tuvo como objetivo general familiarizar al personal docente del centro con el papel fundamental de la buena nutrición infantil y concientizarlo en mantener el plan nutricional implementado.

El período de capacitación debió ser realizado en horarios laborables y por petición del Centro de Cuidado Infantil en el tiempo más corto posible, por lo cual únicamente se realizaron dos charlas al personal docente con una duración de 15 minutos en dos días diferentes con el fin de proporcionar la información básica acerca de nutrición y un foro de 25 minutos al finalizar los dos días de capacitación para conocer los resultados obtenidos.

Además, se capacitó al personal de cocina, a quienes se les informó acerca de los cambios realizados en los menús diarios, la metodología de preparación de las raciones, la planificación de la producción y las normas básicas de higiene: Uso de redes, mandiles, higiene en operaciones previas a la cocción, durante la cocción y al momento de servir las raciones.

3. Resultados y Discusión

3.1 Informes de resultados de la optimización

Dentro de los informes de resultados se encontraron los informes de respuestas y los informes de sensibilidad.

Informe de respuestas menú 1:

Celda objetivo (Mínimo)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
C2	Costo menú 1	1,48	1,29

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
C6	g. Crema de lentejas	231,980	224,070
D6	g. puré de papa	152,150	157,870
E6	g. carne hornada	73,090	68,140
F6	ml. Jugo de limón	200,000	183,333
G6	g. Melón	140,000	137,000

En el informe de respuestas se puede encontrar el costo inicial de cada menú al ingresar al proceso de optimización y el costo final optimizado; para el caso del menú 1 el costo final fue de $1,29.

Informe de sensibilidad:
Dentro de los informes de sensibilidad obtenidos se encontraba el precio sombra, el cual representó el incremento que tendría cada menú en relación directa a los gramos de aumento de cada componente.

De acuerdo al precio sombra se pudo detectar que los componentes que pueden ser sujetos a mas variaciones sin que el costo final de los menús se vea afectado son: carne, atún y pollo; y que los alimentos que menos influyen el costo de los menús son: jugos, frutas y arroz.

3.2 Aporte Nutricional y Costos

Los resultados obtenidos fueron analizados a nivel de aporte nutricional y costos de cada menú.

Tabla 4. Análisis comparativo de Resultados

Menú	Costo ($)		Kcal Totales	
	Original	Optimizado	Original	Optimizado
1	*1,55	1,29	1331,13	775,35
2	1,55	1,17	1409,44	759,89
3	1,55	1,13	1213,64	782,07
4	1,55	1,26	1005,16	777,12
5	1,55	1,19	947,51	749,69

*Costo proporcionado por el Centro

En la tabla 4 se puede observar que los costos de los menús optimizados implementados en el centro son menores a los originales; y sus aportes nutricionales se encuentran dentro del rango requerido por los niños de 2 a 4 años, a diferencia de los menús originales.

Los costos calculados permitieron cuantificar el ahorro generado con la implementación:

Tabla 5. Análisis comparativo de Resultados

Menú	Costo Original ($)	Costo optimizado ($)	Ahorro c/porción ($)
Menú 1	1,55	1,29	0,26
Menú 2	1,55	1,17	0,38
Menú 3	1,55	1,13	0,42
Menú 4	1,55	1,26	0,29
Menú 5	1,55	1,19	0,36
Total	7,75	6,04	1,71

El ahorro semanal obtenido fue de $ 1, 71 por ración, lo que se traduce en un ahorro mensual para los 150 niños asistentes al centro de $ 1026, 63 en el costo original de los menús.

3.3 Grado de Aceptación del Plan Nutricional

El grado de aceptación del nuevo plan nutricional implementado se midió mediante una prueba sensorial afectiva. Las pruebas sensoriales afectivas son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante un determinado producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si lo prefiere a otro; se eligió este tipo de prueba debido a que por lo general se realizan con paneles inexpertos o solamente con consumidores [1].

Se aplicó la prueba afectiva a los 150 niños para cada uno de los cinco menús. La medición se realizó mediante una escala hedónica facial equivalente a una escala gráfica de tres puntos: Me gusta, Ni me gusta ni me disgusta, Me disgusta; obteniendo los siguientes resultados:

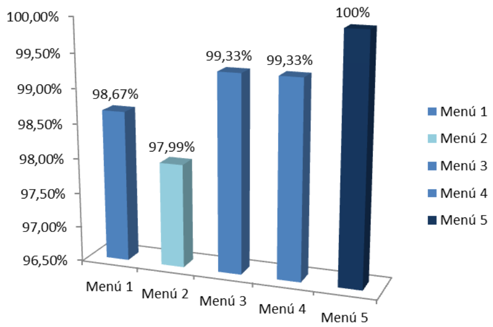

Figura 2. Porcentaje de agrado de los menús

La figura 2 muestra el grado de aceptación de los niños hacia cada uno de los cincos menús, con un rango de [97,99 - 100]%, correspondientes al menú 2 y al menú 5 respectivamente.

4. Conclusiones y Recomendaciones

- Se diseñó e implementó un plan nutricional optimizado integrado por cinco menús, cada uno compuesto de sopa o crema, segundo plato, jugo de fruta natural y porción de fruta, que cubren el 60% de los requerimientos nutricionales y calóricos diarios del grupo objetivo seleccionado.

- El proceso de optimización se llevó a cabo incluyendo una serie de restricciones de acuerdo a las necesidades, disponibilidad, balance y capacidad, que aseguraron que cada uno de los cinco menús contenga dentro de su composición las cantidades de macro y micronutrientes necesarios para mantener la dieta equilibrada, con adecuada presentación de cada ración y al mínimo costo.

- El beneficio económico generado por la implementación del nuevo plan nutricional optimizado representó un ahorro del 22% mensual, con una reducción de $ 4.650,63 a $3.624,00 en el valor del presupuesto original.

- Además de compensar los requerimientos nutricionales necesarios, con buena presentación de la ración y al mínimo costo, la composición de los menús resultó del agrado de los infantes, con un rango de aceptación entre 97.99% y 100%.

- El plan nutricional optimizado fue diseñado bajo una metodología aplicable para el diseño de nuevos planes que puedan ser implementados en otros centros de restauración colectiva tales como comedores industriales, comedores universitarios, etc.

- Se podría complementar la presente investigación con estudios microbiológicos y de buenas prácticas de higiene que permitan asegurar la inocuidad de las raciones y además llevar a cabo estudios longitudinales para evaluar el crecimiento y desarrollo de los infantes a través del tiempo.

5. Agradecimientos

A Dios, a mi madre, mi padre, mi hermano y mi familia; por compartir conmigo este largo camino. A mis amigos, simplemente por estar ahí. Un agradecimiento especial a la Ing. Karín Coello, por su disposición, por su tiempo.

6. Referencias

[1] ANZALDÚA Morales, Antonio; La Evaluación Sensorial de los Alimentos, Editorial Acribia S.A., Zaragoza – España, 1994.

[2] BARBOLLA R., CERDÁ E., SANZ P.; Optimización Matemática: Teoría, Ejemplos y Contra Ejemplos, Espasa Calpe, Tercera Edición, 2002.

[3] 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).

[4] RAO S.;*Engineering optimization. Theory and practice,* Wiley-Interscience, CuartaEdición, 2007.

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

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

[7] VEGA F., Leopoldo; Alimentación y Nutrición en la Infancia, Editorial Francisco Méndez Cervantes, Segunda Edición, México, D.F., 1999.