



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

Facultad de Ingeniería Industrial

*Diseño de un Modelo Integral de Control en la Alimentación de los Pacientes con
Diabetes Mellitus a Través de Modelos Determinísticos Multiobjetivo*

Trabajo de Grado para optar por el título de Ingeniero Industrial

Énfasis en Métodos Cuantitativos

Autor

Diego Fernando Vivas Álvarez

Director

José Fernando Jiménez Gordillo

Bogotá, Junio de 2012

Bogotá, 23 de Abril de 2012

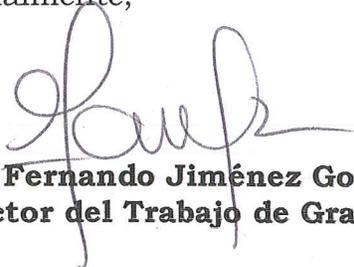
Señores
COMITÉ DE CARRERA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

Señores Comité de Carrera:

La presente comunicación con el fin de manifestar mi conocimiento y aprobación del trabajo de grado titulado "Diseño de un modelo integral de control en la alimentación de los pacientes con diabetes mellitus tipo 1 a través de modelos determinísticos multiobjetivo", elaborada por el estudiante Diego Fernando Vivas Álvarez, C.C. 80.186.921, en mi calidad de Director.

Declaro conocer y aceptar el reglamento y disposiciones de los trabajos de grado en la Carrera de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana.

Cordialmente,



José Fernando Jiménez Gordillo
Director del Trabajo de Grado

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES
(Licencia de uso)**

Bogotá, D.C., 02 de Julio de 2012

Señores
Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J.
Pontificia Universidad Javeriana
Ciudad

Los suscritos:

Diego Fernando Vivas Álvarez, con C.C. No 80186921
_____, con C.C. No _____
_____, con C.C. No _____

En mi (nuestra) calidad de autor (es) exclusivo (s) de la obra titulada:
Diseño de un Modelo Integral de Control en la Alimentación de los Pacientes con
Diabetes Mellitus a Través de Modelos Determinísticos Multiobjetivo

_____ (por favor señale con una "x" las opciones que apliquen)

Tesis doctoral Trabajo de grado Premio o distinción: **Si** **No**

cual: _____
presentado y aprobado en el año 2012, por medio del presente escrito autorizo (autorizamos) a la Pontificia Universidad Javeriana para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mi (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autorizan a la Pontificia Universidad Javeriana, a los usuarios de la Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J., así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado un convenio, son:

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La conservación de los ejemplares necesarios en la sala de tesis y trabajos de grado de la Biblioteca.	X	
2. La consulta física o electrónica según corresponda	X	
3. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer	X	
4. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet	X	
5. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previo convenio perfeccionado con la Pontificia Universidad Javeriana para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones	X	
6. La inclusión en la Biblioteca Digital PUJ (Sólo para la totalidad de las Tesis Doctorales y de Maestría y para aquellos trabajos de grado que hayan sido laureados o tengan mención de honor.)	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

De manera complementaria, garantizo (garantizamos) en mi (nuestra) calidad de estudiante (s) y por ende autor (es) exclusivo (s), que la Tesis o Trabajo de Grado en cuestión, es producto de mi (nuestra) plena autoría, de mi (nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy (somos) el (los) único (s) titular (es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Pontificia Universidad Javeriana por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Pontificia Universidad Javeriana está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: Información Confidencial:

Esta Tesis o Trabajo de Grado contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de una investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. Si No

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta, tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

NOMBRE COMPLETO	No. del documento de identidad	FIRMA
Diego Fernando Vivas Álvarez	80186921	

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO: Ingeniería Industrial

**BIBLIOTECA ALFONSO BORRERO CABAL, S.J.
DESCRIPCIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO
FORMULARIO**

TÍTULO COMPLETO DE LA TESIS O TRABAJO DE GRADO						
Diseño de un modelo de control en la alimentación de los pacientes con Diabetes Mellitus a través de modelos determinísticos multiobjetivo						
SUBTÍTULO, SI LO TIENE						
AUTOR O AUTORES						
Apellidos Completos		Nombres Completos				
Vivas Álvarez		Diego Fernando				
DIRECTOR (ES) TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO						
Apellidos Completos		Nombres Completos				
Jiménez Gordillo		José Fernando				
FACULTAD						
Ingeniería						
PROGRAMA ACADÉMICO						
Tipo de programa (seleccione con "x")						
Pregrado	Especialización	Maestría	Doctorado			
X						
Nombre del programa académico						
Ingeniería Industrial						
Nombres y apellidos del director del programa académico						
Ing. Joseph R. Voelkl P.						
TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:						
Ingeniero Industrial						
PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o tener una mención especial):						
CIUDAD	AÑO DE PRESENTACIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO		NÚMERO DE PÁGINAS			
Bogotá	2012		127			
TIPO DE ILUSTRACIONES (seleccione con "x")						
Dibujos	Pinturas	Tablas, gráficos y diagramas	Planos	Mapas	Fotografías	Partituras
		X				
SOFTWARE REQUERIDO O ESPECIALIZADO PARA LA LECTURA DEL DOCUMENTO						
Nota: En caso de que el software (programa especializado requerido) no se encuentre licenciado por la Universidad a través de la Biblioteca (previa consulta al estudiante), el texto de la Tesis o Trabajo de Grado quedará solamente en formato PDF.						
LP-SOLVE 5.5.2.0						

MATERIAL ACOMPAÑANTE					
TIPO	DURACIÓN (minutos)	CANTIDAD	FORMATO		
			CD	DVD	Otro ¿Cuál?
Vídeo					
Audio					
Multimedia					
Producción electrónica					
Otro ¿Cuál?					
DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVE EN ESPAÑOL E INGLÉS					
Son los términos que definen los temas que identifican el contenido. <i>(En caso de duda para designar estos descriptores, se recomienda consultar con la Sección de Desarrollo de Colecciones de la Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J en el correo biblioteca@javeriana.edu.co, donde se les orientará).</i>					
ESPAÑOL			INGLÉS		
Control nutricional en la Diabetes Mellitus (DM)			Nutritionalmanagement in diabetes		
La planificación de las comidas			DietaryMenuPlanning		
Diseño de dietas usando el problema de la mochila			DietsdesignedusingKnapsackProblem		
Programación lineal aplicada a la salud nutricional			Linear Programmingappliedtonutritionalhealth		
RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS (Máximo 250 palabras - 1530 caracteres)					
<p>El presente Trabajo de Grado fue realizado con el fin de crear un modelo de programación lineal multiobjetivo que permita a los pacientes con Diabetes Mellitus (DM) encontrar una combinación óptima en la que se garanticen unos niveles de alimentación balanceados, saludables y rentables, sin perder de vista las preferencias o el deleite personal hacia ciertos alimentos; lo que se espera constituya una herramienta de soporte para nutricionistas y profesionales médicos, quienes son responsables de brindar calidad asistencial y técnica por medio de todos los instrumentos disponibles para que las personas con esta enfermedad tomen las mejores decisiones.</p> <p>Se introdujeron tres funciones objetivo lineales dentro del modelo de optimización, estableciendo como restricciones aquellas necesidades nutricionales controladas y como conjuntos, diferentes alimentos y sus principales componentes nutricionales (Proteínas, carbohidratos, Grasas, fibra y calorías), el día de la semana y la hora de las comidas (desayuno, refrigerio, almuerzo, onces y cena).Para obtener la solución del planteamiento matemático, se utilizó el programa <i>LP-Solve</i>.</p> <p>El análisis es individual, a partir de la información de cada paciente, y por tanto, se identifica la caracterización y documentación para registrar los resultados del modelo matemático, dependiendo de las necesidades nutricionales, las cuales varían según características individuales como el peso corporal o el tipo de actividad física que la persona realiza normalmente.</p>					

This University Degree work was done in order to create a multi-objective linear programming model that allows patients with Diabetes Mellitus (*DM*) to find an optimal combination about feeding levels to ensure balanced, healthy and profitable nutrition, without losing view preferences or personal enjoyment to certain foods, which is expected to become a support tool for nutritionists and medical professionals who are responsible for providing technical quality of care and using all available tools for people with this disease to take the best decisions.

There were introduced three linear objective functions in the optimization model, establishing as those restrictions and controlled nutritional needs as sets, different foods and their main nutritional components (proteins, carbohydrates, fats, fiber and calories), day of week and time of meals (breakfast, snack, lunch, afternoon tea and dinner). For the solution of the mathematical approach, it was used the program LP-Solve.

The analysis is individual, based on the information for each patient, and thus identifies the characterization and documentation to record the results of the mathematical model, depending on nutritional needs, which vary according to individual characteristics such as body weight or physical activity that people perform generally.

AGRADECIMIENTOS

Cuando culmina una etapa, suele uno volver la mirada hacia atrás y recordar lo vivido, lo sufrido, lo disfrutado...y entre todo eso, también lo agradecido. Por eso quiero agradecer especialmente:

A mi madre, de quien he recibido su amor infinito e incondicional a lo largo de mi vida y gracias a esto entiendo que Dios verdaderamente existe.

Al director de este trabajo de grado, José Fernando Jiménez Gordillo, quien con su amabilidad y grandes conocimientos dentro de la Investigación de Operaciones, ha llevado este trabajo a buen término, gracias a su inmenso apoyo durante este tiempo.

RESUMEN

La presente Tesis fue realizada con el fin de crear un modelo de programación lineal multiobjetivo que permita a los pacientes con Diabetes Mellitus (*DM*) encontrar una combinación óptima en la que se garanticen unos niveles de alimentación balanceados, saludables y rentables, sin perder de vista las preferencias o el deleite personal hacia ciertos alimentos; lo que se espera constituya una herramienta de soporte para nutricionistas y profesionales médicos, quienes son responsables de brindar calidad asistencial y técnica por medio de todos los instrumentos disponibles para que las personas con esta enfermedad tomen las mejores decisiones.

Se introdujeron tres funciones objetivo lineales dentro del modelo de optimización, estableciendo como restricciones aquellas necesidades nutricionales controladas y como conjuntos, diferentes alimentos y sus principales componentes nutricionales (Proteínas, carbohidratos, Grasas, fibra y calorías), el día de la semana y la hora de las comidas (desayuno, refrigerio, almuerzo, onces y cena). La primera y la segunda función objetivo permite minimizar costos de adquisición y cantidad de carbohidratos en el consumo de alimentos, respectivamente, dado que la ingesta de carbohidratos constituye uno de los principales factores que afecta directamente la concentración de glucosa en la sangre y es precisamente dentro del tratamiento de la *DM 1* que se pretende normalizar estos niveles en la medida de lo posible para evitar complicaciones que surgen de padecer una *DM 1* mal controlada. La tercera función objetivo maximiza el beneficio que se genera por consumir alimentos según el gusto y las preferencias individuales, sin perder de vista las restricciones iniciales. Para obtener la solución del planteamiento matemático, se utilizó el programa *LP-Solve*.

Posteriormente se realiza un análisis de sensibilidad y se comprueba la mejor solución al modelo planteado por medio de una exploración de los resultados y cambios específicos a los parámetros del sistema.

El análisis es individual, a partir de la información de cada paciente, y por tanto, se identifica la caracterización y documentación para registrar los resultados del modelo matemático, dependiendo de las necesidades nutricionales, las cuales varían según características individuales como el peso corporal o el tipo de actividad física que la persona realiza normalmente.

Contenido

AGRADECIMIENTOS.....	2
RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	9
1. MARCO TEÓRICO.....	11
1.1 FUNDAMENTACIÓN CULTURAL GENERAL.....	11
1.2 LA ALIMENTACIÓN EN LA DIABETES.....	13
1.2.1 Proceso de absorción de nutrientes	13
1.2.2 Componentes nutricionales de los alimentos.....	14
1.2.3 Aporte calórico de los componentes nutricionales y unidades de medida	15
1.2.4 La pirámide alimenticia en la diabetes.....	16
1.3 EL PAPEL DEL EJERCICIO FÍSICO EN LAS PERSONAS CON DIABETES MELLITUS.....	17
1.3.1 Aspectos fisiológicos y metabólicos del ejercicio físico	18
1.4 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA MATEMÁTICA.....	19
1.3.1 Knapsack Problem (0-1)	20
2. ESTADO DEL ARTE: FUNDAMENTACIÓN CULTURAL ACERCA DEL TRATAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA <i>DIABETES MELLITUS (DM)</i>	21
2.1 ESTUDIO SOBRE LOS ESTÁNDARES EN EL CUIDADO MÉDICO DE LA DIABETES MELLITUS	21
2.1.1 Evaluación inicial:	21
2.1.2 Manejo:	21
2.1.3 Control de la glicemia:.....	22
2.1.4 Auto monitoreo de la glucosa:	22
2.1.5 Examen de Hemoglobina Glicosilada (HbA1C):.....	22
2.1.6 Terapia Médica Nutricional:.....	24
2.1.7 Formación para el autocontrol de la diabetes:	27
2.1.8 Actividad Física y ejercicio:.....	28
2.1.9 Evaluación psicológica de pacientes con DM:.....	29
2.2 TRATAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA <i>DM</i> -DIAGRAMA DE FLUJO-EXPLICACIÓN	30

2.3	LISTA DE INTERCAMBIO DE ALIMENTOS	32
2.3.1	Definición	32
2.3.2	Listas de intercambio de frutas y hortalizas.....	32
2.3.3	lista de intercambio de los principales carbohidratos	33
2.4	DOSIFICACIÓN DE LA INSULINA.....	34
2.4.1	Pauta convencional	34
2.4.2	Pauta intensiva	34
2.4.3	Elección de la dosis de insulina	34
2.4.4	Planificación del tratamiento insulínico en relación al horario de comida.....	35
3.	RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	36
3.1	OBTENCIÓN DE DATOS DE FUENTES PRIMARIAS (<i>FOCUS GROUP</i>) SOBRE DIFERENTES CUESTIONES PSICO-SOCIALES EN EL TRATAMIENTO DE LA DM 1	36
3.2	LAS EXPECTATIVAS Y LA SATISFACCIÓN DE LOS PACIENTES CON <i>DM 1 -MATRIZ DE CALIDAD QFD-</i> DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD APLICADA AL TRATAMIENTO DE LA <i>DM</i>	40
3.2.1	Matriz de Calidad:	41
3.2.2	Interpretación de los resultados de la matriz:	42
3.3	OBTENCIÓN DE DATOS CUANTITATIVOS DE FUENTES PRIMARIAS Y TERCARIAS ACERCA DE LA INFORMACIÓN NUTRICIONAL Y EL PLAN DE ALIMENTACIÓN EN LA DIABETES	44
4.	ESTUDIOS EXISTENTES.....	45
4.1	ARTICULOS CIENTÍFICOS Y TESIS SOBRE EL MODELAMIENTO MATEMÁTICO APLICADO A LA SALUD NUTRICIONAL Y EL MANEJO DE LA DIABETES.....	46
5.	ELABORACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO.....	51
5.1	METODOLOGÍA.....	51
5.2	DEFINICIÓN DE CONJUNTOS, PARÁMETROS, VARIABLES Y RESTRICCIONES	51
5.3	FORMULACIÓN COMPACTA DEL MODELO DE OPTIMIZACIÓN	53
6.	ESTUDIO EXPERIMENTAL	55
6.1	PLANTEAMIENTO DE UN CASO HIPOTÉTICO.....	55
6.2	SISTEMA DE REGISTRO DE INFORMACIÓN DENTRO DEL PROCESO DE VALORACIÓN	56
6.3	FORMULACIÓN DEL MODELO EN LP-SOLVE.....	59
6.4	RESULTADOS.....	59
6.4.1	Análisis e interpretación de resultados.....	67
6.4.2	Análisis de Sensibilidad	68
7.	CARACTERIZACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO TIPIFICADO DE EVALUACIÓN, VALORACIÓN Y RECOMENDACIÓN ALIMENTICIA	73

7.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PERSONALIZADO DE EVALUACIÓN, VALORACIÓN Y RECOMENDACIÓN ALIMENTICIA EN PACIENTES CON <i>DM</i>	73
7.2 POLÍTICAS DE CONTROL EN EL PROCESO TIPIFICADO DE EVALUACIÓN, VALORACIÓN Y RECOMENDACIÓN ALIMENTICIA MEDIANTE INDICADORES DE GESTIÓN	75
8. CONCLUSIONES	77
9. RECOMENDACIONES	79
BIBLIOGRAFÍA	80
GLOSARIO	83
ANEXO A. Formato Entrevista Periodística realizada a Expertos sobre la <i>DM</i>	86
ANEXO B. Tabla de reporte de precios de los principales productos alimenticios	90
ANEXO C. Tabla de Alimentos y sus Carbohidratos	94
ANEXO D. El índice de masa corporal en adultos.....	104
ANEXO E. Lista de Calificaciones del gusto de los Alimentos efectuada en el <i>Focus Group</i>	105

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. CORRELACIÓN DEL EXÁMEN MÉDICO <i>HbA1C</i> CON NIVELES DE GLUCOSA EN LA SANGRE.	23
TABLA 2. NIVELES DE REFERENCIA DE LA <i>HbA1C</i>	23
TABLA 3: TABLA COMPARATIVA DE LOS REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES EN ALGUNAS PATOLOGÍAS METABÓLICAS CON LOS DE UNA DIETA EQUILIBRADA DE UNA PERSONA SANA. DATOS EXPRESADOS EN PORCENTAJES.	25
TABLA 4: RECOMENDACIONES NUTRICIONALES SEGÚN LA ASOCIACIÓN AMERICANA DE DIABETES	25
TABLA 5: FORMATO DE REGISTRO DE INFORMACIÓN DENTRO DEL PROCESO DE VALORACIÓN DEL PACIENTE CON <i>DM</i>	57
TABLA 6: DIETA SEMANAL PLANIFICADA RESPECTO A LA MINIMIZACIÓN DEL COSTO DE LOS ALIMENTOS. LOS VALORES EXPRESAN UNIDADES EN GRAMOS DE ALIMENTO.	61
TABLA 7: DIETA SEMANAL PLANIFICADA RESPECTO A LA MINIMIZACIÓN EN EL CONSUMO DE CARBOHIDRATOS. LOS VALORES EXPRESAN UNIDADES EN GRAMOS DE ALIMENTO.	63
TABLA 8: DIETA SEMANAL PLANIFICADA RESPECTO A LA MAXIMIZACIÓN DEL DELEITE POR EL CONSUMO DE ALIMENTOS. LOS VALORES EXPRESAN UNIDADES EN GRAMOS DE ALIMENTO.	65
TABLA 9: LISTA DE CALIFICACIONES PROMEDIADAS DE LOS ALIMENTOS INCLUIDOS EN EL ESTUDIO EXPERIMENTAL	66
TABLA 10: HISTÓRICO DE PRECIOS, REPORTE DE PRODUCTOS, 13 DE ABRIL DE 2012.....	93
TABLA 11: TABLA DE ALIMENTOS Y SUS CARBOHIDRATOS.....	103
TABLA 12: ÍNDICE DE MASA CORPORAL (IMC): CÓDIGO DE COLORES PARA ADULTOS	104
TABLA 13: LISTA DE CALIFICACIONES INDIVIDUALES DEL NIVEL DE DELEITE DE LOS ALIMENTOS POR CADA UNO DE LOS 23 PARTICIPANTES DEL FOCUS GROUP	127

LISTA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: PIRÁMIDE ALIMENTICIA RECOMENDADA PARA PERSONAS DIABÉTICAS, 2011	16
ILUSTRACIÓN 2: TRATAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO POR UN EQUIPO DE SALUD MULTIDISCIPLINARIO EN UNIDAD ESPECIALIZADA.	30
ILUSTRACIÓN 3: METAS EN EL CUIDADO MÉDICO Y PERSONAL DE LA DM.....	31
ILUSTRACIÓN 4: GRÁFICO DESCRIPTIVO SOBRE EL ACCESO A MATERIAL EDUCATIVO DENTRO DE LA <i>ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE DIABETES</i>	36
ILUSTRACIÓN 5: GRÁFICO DESCRIPTIVO SOBRE LA CONSULTA DE FOLLETOS Y LIBROS ACERCA DEL MANEJO DE LA <i>DM</i>	37
ILUSTRACIÓN 6: GRÁFICO DESCRIPTIVO SOBRE LA DIFICULTAD DE REALIZAR ACTIVIDADES DE CONTROL PARA EL TRATAMIENTO DE LA <i>DM</i> POR PARTE DE LOS JÓVENES PARTICIPANTES DEL TALLER	37
ILUSTRACIÓN 7: GRÁFICO DESCRIPTIVO ACERCA DE LOS MOTIVOS POR LOS CUALES LOS JÓVENES PARTICIPANTES DEL TALLER CONSIDERAN COMPLICADO REALIZAR EL CONTEO DE CARBOHIDRATOS	38
ILUSTRACIÓN 8: GRÁFICO DESCRIPTIVO ACERCA DE LOS MOTIVOS POR LOS CUALES LOS JÓVENES PARTICIPANTES DEL TALLER CONSIDERAN COMPLICADO REALIZAR LOS EXÁMENES DE LABORATORIO.....	38
ILUSTRACIÓN 9: GRÁFICO DESCRIPTIVO ACERCA DEL NIVEL DE AUTOCONOCIMIENTO ADQUIRIDO DE LA <i>DM</i> POR PARTE DE LOS JÓVENES PARTICIPANTES DEL TALLER	39
ILUSTRACIÓN 10: GRÁFICO DESCRIPTIVO ACERCA DEL NIVEL DE CONOCIMIENTO ADQUIRIDO POR PARTE DE LOS JÓVENES PARTICIPANTES DEL TALLER SOBRE EL MANEJO DE HIPOGLUCEMIAS.....	39
ILUSTRACIÓN 11: TENDENCIA EN EL CONSUMO SEMANAL DE MACRONUTRIENTES (PROTEÍNAS, CARBOHIDRATOS Y GRASAS)	58
ILUSTRACIÓN 12: TABLA DE RESULTADOS EN LA PRIMERA FUNCIÓN OBJETIVO (MINIMIZAR COSTOS DE ALIMENTOS)	60
ILUSTRACIÓN 13: TABLA DE RESULTADOS EN LA SEGUNDA F.O.L (MINIMIZACIÓN DE CONSUMO DE CARBOHIDRATOS).....	62
ILUSTRACIÓN 14: TABLA DE RESULTADOS EN LA TERCERA F.O.L (MAXIMIZACIÓN DEL DELEITE POR EL CONSUMO DE ALIMENTOS)	64
ILUSTRACIÓN 15: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA DUAL CON RESPECTO A LA FUNCIÓN DE MINIMIZACIÓN DEL COSTO SEMANAL DE LOS ALIMENTOS CONSUMIDOS	68
ILUSTRACIÓN 16: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA DUAL CON RESPECTO A LA FUNCIÓN DE MINIMIZACIÓN DE CONSUMO SEMANAL DE CARBOHIDRATOS	69
ILUSTRACIÓN 17: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA DUAL CON RESPECTO A LA FUNCIÓN DE MAXIMIZACIÓN DEL DELEITE POR EL CONSUMO DE ALIMENTOS SEMANALMENTE	70
ILUSTRACIÓN 18: DIAGRAMA DE FLUJO DE BLOQUES PARA LA ELABORACIÓN DE DIETAS PERSONALIZADAS EN DIABÉTICOS ...	73

INTRODUCCIÓN

La *DM* constituye uno de los problemas de salud más importantes en el siglo XXI, tanto por su alta *morbilidad* y mortalidad asociada a sus complicaciones, como por el enorme costo que supone para los pacientes, los familiares y la sociedad, no sólo en países desarrollados, sino también en vías de desarrollo. La prevalencia global de diabetes en el 2006 fue estimada en 246 millones de personas y se espera que para el 2025 estas cifras asciendan a 300 millones. También se estima que anualmente siete millones de personas desarrollan la enfermedad. Con tales datos se justifica calificarla como “pandemia mundial”¹.

La *DM* constituye una enfermedad crónica, de diferentes etiologías, que se caracteriza por hiperglicemia o niveles elevados de glucosa en la sangre que resulta de un déficit en la secreción o acción de la insulina en los tejidos insulino-dependientes. Es considerada la alteración metabólica más frecuente entre los seres humanos, siendo un padecimiento extremadamente serio que es causa importante de incapacidad y muerte.

La hiperglicemia crónica origina, a largo plazo, el desarrollo de complicaciones como ceguera, nefropatía, retinopatía, neuropatía y complicaciones cardiovasculares, lo que determina alta *morbilidad* y mortalidad de los pacientes diabéticos respecto a la población general.

La diabetes es una de las principales causas de enfermedad y muerte prematuras en la mayoría de los países. La enfermedad cardiovascular, resultado de las lesiones de los grandes vasos sanguíneos, causa la muerte del 50% o más de las personas con diabetes, dependiendo de los recursos y la atención sanitaria de la población en cuestión.² Con respecto a la *morbilidad*, las complicaciones diabéticas como las cardiopatías, enfermedades cerebrovasculares, o la insuficiencia renal son la causa de muerte de las personas con diabetes, además, esta enfermedad es la causa más importante de amputación de miembros inferiores de origen no traumático y la principal causa de ceguera.³

Actualmente, la medicina reconoce como tratamiento integral de la *diabetes mellitus* tipo 1 (*DM 1*) los siguientes pilares fundamentales: *terapia insulínica*, **plan de alimentación** según el esquema insulínico utilizado, auto-monitoreo, ejercicio físico moderado y educación continua⁴. Con lo anterior se podría evidenciar que la terapia sólo con insulina no es suficiente para tratar correctamente la diabetes tipo 1. Cuanta más información se tenga

¹ Samad A, Etu-Seppala L. El aumento de la prevalencia de la diabetes. *Diabetes Voice* 1999;44:6-9.

² International Diabetes Federation, *The Diabetes Atlas. Third Edition*. Brussels: International Diabetes Federation; 2006.

³ Vázquez García, José Antonio, Coordinador Científico, Estrategia en diabetes del Sistema Nacional de Salud, Sanidad 2007, Ministerio de Sanidad y Consumo, Madrid, España.

⁴ Consenso en el diagnóstico y tratamiento de la diabetes tipo 1 del niño y del adolescente, *Revista Chile Pediatría*, 2007; 78 (5): 534-541,

sobre la diabetes, más fácil será tomar las decisiones correctas que permitirán gestionar adecuadamente la enfermedad y de manera más autónoma.⁵

El éxito y la motivación en el tratamiento de la *DM* dependen de los esfuerzos de todo un equipo profesional de la salud. No de sólo un miembro del mismo. De esta manera, la persona con *DM* termina siendo el participante más importante en el equipo, pero como tal, debe apoyarse en un equipo adecuado que incluya médicos especialistas como endocrinólogo/internista, educador en diabetes certificado y nutricionistas.⁶ Estos últimos constituyen una parte fundamental en el tratamiento, debido a que ellos podrán ayudar a descubrir planes de alimentación acordes con las necesidades y los gustos personalizados de los pacientes con *DM*.

Este trabajo de grado busca definir un modelo matemático de optimización que permita la planificación semanal de dietas personalizadas, balanceadas y saludables, sin perder de vista la variedad en cuanto al gusto del paciente en particular. Lo anterior se espera que constituya una mejora en la calidad asistencial y técnica dentro del tratamiento de la *DM*, lo que se traduciría como una mejora en la calidad de vida de los pacientes diabéticos dada la variedad de posibilidades como la minimización del costo de adquisición de los alimentos o incluso la maximización por el deleite en el consumo de ciertos alimentos saludables según las preferencias particulares de los pacientes.

La presente investigación no pretende hacer un análisis estadístico exhaustivo de la aplicación del modelo determinístico multiobjetivo en alguna población objetivo, dado el limitado tiempo disponible para la misma.

El capítulo 1 describe la fundamentación teórica sobre la diabetes, la alimentación, el papel del ejercicio físico y el modelo matemático de optimización Knapsack Problem, sobre el cual se fundamenta la elaboración del modelo multiobjetivo que se pretende establecer. Luego, el capítulo 2 presenta un estado del Arte con una teoría mucho más profunda sobre el tratamiento, control y seguimiento de la *DM*. En el capítulo 3 se realiza un análisis de datos obtenidos de fuentes primarias y terciarias, fundamentales para el desarrollo del modelo cuantitativo. El capítulo 4 presenta una recolección de estudios realizados en el mismo contexto y similares al enfoque del trabajo de grado presente. Más adelante, en el capítulo 5 se elabora el modelo matemático en formulación compacta. El capítulo 6 muestra un estudio experimental sobre la aplicación de este modelo matemático, así que se presenta la formulación explícita con su análisis de sensibilidad correspondiente. Finalmente, en el capítulo 7 se presentará la caracterización y documentación del proceso de evaluación, valoración y recomendación alimenticia basada en el modelo construido, y se presentarán las conclusiones de toda la investigación en el capítulo 8.

^{5 - 13} Generalitat de Catalunya, Convivir con la diabetes, sección 1.9 ¿Basta con la insulina para tratar la diabetes? Documento descargado de www.gencat.cat, 12 de Noviembre de 2008.

⁶ Dr. Stan de Loach, Especialista en Diabetes Mellitus, Tipo 1, Diplomado de Educación en Diabetes, México, Distrito Federal, 2004. Información extraída de la página web: <http://www.continents.com>

1. MARCO TEÓRICO

1.1 FUNDAMENTACIÓN CULTURAL GENERAL

La Diabetes Mellitus (*DM*) es un trastorno metabólico de carácter crónico caracterizado por un elemento común: la hiperglicemia o niveles elevados de azúcar en la sangre, que contribuye al desarrollo de complicaciones macro vasculares, micro vascular y neuropáticas, lo que la sitúa como una de las principales causas de morbi-mortalidad en las sociedades desarrolladas o en vías de desarrollo⁷. Afecta a gran número de personas, con un aumento de la llamada prevalencia de la *DM 1* y de la *DM 2*. Esto último lo relaciona la *Organización mundial de la salud* (OMS) y la *Organización Panamericana de la Salud* (OPS) con el aumento de la prevalencia de la obesidad, las malas costumbres en los hábitos alimenticios y hábitos de vida sedentarios, junto con el crecimiento y el envejecimiento de la población en muchos países.⁸

La *DM 1* es una enfermedad del metabolismo que actualmente es diagnosticada por lo general en personas jóvenes donde se refleja la deficiencia del páncreas en la producción de insulina, necesaria para utilizar el azúcar de los alimentos. Por tanto, la merma en la producción de insulina hace que el cuerpo no pueda sintetizar y utilizar el azúcar, privando a las células de su principal fuente de energía. Así mismo, al no metabolizar los alimentos, se producen altos niveles de azúcar en la sangre y orina, causando estragos y alteraciones en órganos y sistemas del organismo.

La *DM 1* se conoce también como diabetes juvenil, puesto que acostumbra a presentarse en personas de menos de 30 años. Se caracteriza por una destrucción progresiva de las células productoras de insulina –*células beta del páncreas*– que hace necesaria la administración inmediata de insulina para normalizar los niveles de glucosa en la sangre. Por este motivo también se denomina diabetes insulino dependiente.⁹

A su vez, la insulina es una hormona que fabrican las *células beta del páncreas*, las cuales sintetizan y segregan esta hormona en etapas. La insulina sirve para introducir el azúcar en las células del organismo, para que se pueda quemar y producir energía. Por ello, la carencia de insulina provoca un cansancio anormal. Esta hormona resulta indispensable en el metabolismo de carbohidratos, proteínas y grasas, ya que es el regulador metabólico de los depósitos energéticos. El principal estímulo para su síntesis y liberación es la llegada de glucosa a través de las comidas.

⁷ Sharim Marrero, Aura Martínez , Correlación entre grados de pie diabético y tipos de amputación en un centro público asistencial, Universidad de Carabobo, UTM, Valencia, Venezuela. Informe Médico, 2006; 8(4): 169-177

⁸ Iniciativa de Diabetes Para las Américas (DIA): Plan de Acción para América Latina y el Caribe 2001-2006, Programa de Enfermedades no Transmisibles, Consejo Directivo (OPS), Comité Regional (OMS), Julio de 2001.

⁹ Generalitat de Catalunya, Convivir con la diabetes, Sección 1.1.1 Diabetes Mellitus Tipo 1(DM1), Documento descargado de www.gencat.cat, 12 de Noviembre de 2008.

La insulina sirve también para aprovechar correctamente todos los alimentos. Hace que se puedan almacenar en nuestro cuerpo para ser utilizados cuando se necesita energía al hacer un esfuerzo o en periodos de ayuno. Los azúcares se guardan fundamentalmente en el hígado en forma de glucógeno; las proteínas, en el músculo; y las grasas, en las células del tejido graso (*adipositos*). En determinadas situaciones de necesidad, tanto las proteínas como las grasas se pueden transformar en glucosa para aportar energía.¹⁰

Inicialmente las insulinas exógenas utilizadas para suministrar a pacientes diabéticos eran de origen animal: bovino y porcino, que si bien tienen algunas diferencias en la secuencia aminoacídica con la humana, tienen un perfil de acción biológico similar. Posteriormente con el uso de la ingeniería genética ha sido posible sintetizar insulina humana, dando lugar a la insulina semi-sintética y a la insulina bio-sintética (obtenida por biotecnología con ADN recombinante de origen bacteriano o de levadura)¹¹.

Los últimos avances han conducido al desarrollo de los análogos de insulina, logrados mediante modificación de la estructura primaria de la insulina, cuyo objetivo es mejorar el perfil fármaco-cinético de las insulinas convencionales y superar así las limitaciones que éstas presentaban en algunos pacientes para mantener un control glicémico adecuado.

Las dosis de insulina se miden en Unidades de Insulina (U ó IU) que es una medida de peso, así 24 unidades equivalen a 1 mg de peso. Se suele presentar de forma comercial con diferentes concentraciones, la más habitual en Europa es la insulina U-40 que presenta 40U en 1cc de disolución, pero existen otras concentraciones disponibles como la U-100 (100U en 1cc), más habitual en los EEUU.¹²

Durante el padecimiento de la *DM 1*, El páncreas se altera por la sobrecarga de ciertos alimentos que le imponen un mayor trabajo, sobre todo para la producción de insulina. Se presenta un exceso de trabajo cuando se producen aumentos súbitos de azúcar en la sangre, al buscar el mantenimiento de niveles estables de la relación insulina-azúcar para realizar la transformación.

En el momento de ser diagnosticada este tipo de diabetes, hay una importante pérdida de *células beta* productoras de insulina quedando una masa remanente del 10-20%¹³.

Al inicio de la diabetes, tras el diagnóstico, el páncreas casi no segrega insulina y se necesitan cantidades elevadas para controlar los niveles altos de glucemia. Una vez iniciado el tratamiento con insulina, la sensibilidad se recupera rápidamente y, tras un corto periodo de tiempo, las dosis se pueden reducir considerablemente. Además, el hecho de haber normalizado los niveles de glucemia hace que las *células beta* vuelvan a producir insulina, lo cual todavía contribuye a hacer que se necesite menos cantidad de insulina. Cuando las dosis

¹⁰ Generalitat de Catalunya, Convivir con la diabetes, Sección 1.5 ¿Qué es y para qué sirve la insulina?, Documento descargado de www.gencat.cat, 12 de Noviembre de 2008.

¹¹ Dr. Andrés Kusmanic V., Insulinoterapia; Departamento de Medicina Interna. Unidad de Diabetes. Clínica Las Condes. Revista Clínica Condes-2009; 20(5) 605-613.

¹² Agustín Rodríguez Herrero, Ingeniero de Telecomunicación, Propuesta de un Algoritmo de Control en Lazo Cerrado Para la Diabetes Tipo 1, Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid 2010

¹³ Devasenani Devendra Post Doctoral Fellow, Diabetes de Tipo 1. Progresos recientes, Revisión Clínica, BJM (Ed Esp) 2008; 2(Suppl. 2): 117-121

de insulina son muy bajas (<0,5 unidades por kg de peso y día) se llama que se ha entrado en *la fase de remisión* o “*luna de miel*”.

En resumen, la terapia recomendada para el tratamiento de la *DM 1* contempla los siguientes pilares fundamentales:

- Terapia insulínica por medio del uso de múltiples dosis de inyecciones de insulina (3 a 4 inyecciones por día de *insulina basal y prandial*, es decir, insulina de rápida acción e insulina de larga duración) o la terapia con infusión subcutánea continua de insulina (ISCI).
- Adecuación de la insulina prandial a la ingesta de carbohidratos, la glucosa en la sangre antes de las comidas y la actividad física prevista en el día.
- Autoanálisis por medio de Auto monitoreo de la glucosa mediante glucometrías. Las glucometrías son exámenes caseros con los cuales se toma una pequeña muestra de sangre por medio de un instrumento llamado glucómetro, el cual determina el nivel de glucosa o azúcar en la sangre en el momento inmediato de realizar la medición.
- Autocontrol de la diabetes, por medio del autoanálisis y un programa de educación en diabetes específico y estructurado.
- Terapia Nutricional que incluya una alimentación sana y equilibrada reducida en carbohidratos y baja en grasas.
- Actividad física frecuente para lograr la mejoría del control metabólico, así como el retraso en la aparición de enfermedades cardiovasculares.

1.2 LA ALIMENTACIÓN EN LA DIABETES

De acuerdo con el doctor Rodolfo Lashen, “la terapia nutricional ha sido reconocida por milenios como uno de los pilares fundamentales en el tratamiento de la diabetes, y lo sigue siendo en nuestros días, pues el alimento es la fuente de glucosa, y al ser digerido por el organismo, se convierten en el factor determinante del nivel de glucosa en la sangre.”¹⁴

Según el Estudio sobre el Control y las Complicaciones de la Diabetes Mellitus (*DCCT*), las personas diabéticas que siguen un cuidadoso programa de nutrición pueden reducir la hemoglobina glicosilada HbA1c (Véase el numeral 2.1.5) hasta en un uno por ciento (1%), en comparación con personas diabéticas que no cuidan su dieta. El resultado de esa reducción es una disminución muy notable de las complicaciones a corto y largo plazo de la enfermedad.¹⁵

1.2.1 Proceso de absorción de nutrientes

La asimilación de los alimentos es un proceso biológico de varias horas. El proceso de absorción de nutrientes es el proceso mediante el cual los nutrientes en forma de glucosa (de los carbohidratos), aminoácidos (proteínas) y ácidos grasos (grasas) pasan del intestino delgado al sistema circulatorio y después al hígado. La sangre, en un proceso final de digestión,

¹⁴ Dr. Rodolfo Lahsen M. y Nut. Soledad Reyes, Enfoque nutricional en la Diabetes Mellitus, Revista Médica Clínica Condes-2009; 20(5) 588-593.

¹⁵ Intensive Diabetes Management Implications of the DCCT and UKPDS. *Diabetes Educator* 2002; 28 (5): 735-740.

transporta los nutrientes a todos los lugares del organismo, en donde cada célula recibe su ración necesaria, para seguir manteniendo la salud y la vida.

Los ácidos grasos que pasan a la pared intestinal son transformados inmediatamente en triglicéridos que serán transportados hasta la sangre por la *linfa*, un líquido que circula por los capilares y proviene del plasma sanguíneo. La grasa puede ser transformada posteriormente en el hígado y finalmente se deposita en el tejido adiposo, una importante reserva de grasa y energía.¹⁶

Los hidratos de carbono en forma de azúcares simples pasan a la sangre y posteriormente al hígado desde donde pueden ser transportados como glucosa a todas las células del organismo para ser metabolizada y producir energía. La insulina es necesaria para la incorporación de la glucosa a las células. Los *monosacáridos* o azúcares simples también pueden ser transformados en glucógeno, una fuente de energía fácilmente utilizable que se almacena en el hígado y en los músculos esqueléticos.

1.2.2 Componentes nutricionales de los alimentos

Los alimentos están formados por distintos nutrientes los cuales cumplen diferentes funciones en el organismo. Estos nutrientes son sustancias necesarias para el crecimiento, el metabolismo, para mantener la vida, la salud y la reproducción.

Existen tres grandes categorías de nutrientes o macronutrientes que aportan calorías (energía) y son indispensables para la supervivencia. Esta clasificación comprende tres grandes grupos: Carbohidratos, Proteínas y grasas.¹⁷

Los carbohidratos son la fuente de energía de utilización más fácil y rápida. Entre ellos se cuentan la glucosa, un azúcar simple presente en la sangre, conformada por una sola molécula de azúcar, y sustancias que contienen muchas moléculas de azúcar, conocidas como carbohidratos complejos, almidones y celulosa. Algunas de las fuentes comunes de carbohidratos son el pan, la papa, los granos, los cereales y el arroz.¹⁸

A propósito del efecto del consumo de carbohidratos, el Dr. Alan L. Rubin dice:

Los médicos conocen bastante sobre el papel de los carbohidratos en el organismo:

- ✓ Los carbohidratos son la principal fuente de energía para los músculos
- ✓ La glucosa es el carbohidrato que hace que el páncreas segregue insulina
- ✓ Cuando en el organismo no hay insulina o cuando ésta no es efectiva, la presencia de más carbohidratos eleva el nivel de glucosa en la sangre.

¹⁶ Ángeles Carbajal, Universidad Complutense de Madrid, (2008), Nutrición K-ABC de la Nutrición, Documento descargado de <http://www.kelloggs.es/nutricion/abcnutricion/pdf/capitulo13.pdf>, 06/04/2012.

¹⁷ Your guide to Diet and Diabetes, University of Illinois Extension, document. P.1. descargado de http://urbanext.illinois.edu/diabetes2_sp/pdf/10.pdf, 06/04/2012.

¹⁸ Dr. Alan L. Rubin, endocrinólogo. Diabetes para Dummies, 2ª Edición, Wiley Publishing, Inc. 2007. p. 164

- ✓ Si la cantidad de glucosa disponible es superior a la que necesita el organismo en un momento dado, ésta se almacena en el hígado y en los músculos en forma de glucógeno, o también puede ser transformada en grasa.¹⁹

Las proteínas por lo general no son utilizadas por el organismo inmediatamente para obtener energía, sino más bien para fabricar enzimas, mantener el buen funcionamiento del sistema inmunológico, así como construir y regenerar tejidos. Se encuentran principalmente en las carnes, pescado, huevos, leche y quesos.

Por su parte, las grasas son importantes para muchas funciones vitales, como la protección de los órganos y fuente de reserva energética, por ejemplo cuando hay deficiencia en el consumo de alimentos por periodos prolongados. Las grasas están constituidas esencialmente por ácidos grasos y colesterol. Los ácidos grasos pueden ser saturados, insaturados o poli-insaturados. Las grasas de origen animal (carne de vaca, cordero, cerdo y piel de pollo) son ricas en ácidos grasos saturados, mientras que las de origen vegetal (aceites o margarina) tienen más insaturados, los cuales reducen el colesterol perjudicial ó LDL y controla los niveles de colesterol total. Alimentos como el pescado de mar, es especialmente rico en ácidos grasos poli-insaturados, los cuales contienen omega 3 y 6, que son esenciales para el ser humano.²⁰

Los macronutrientes no constituyen lo único que el ser humano necesita para la salud. El cuerpo también necesita agua y micronutrientes. Según el Informe de Ingestas Nutricionales de Referencia 2004, los hombres adultos necesitan aproximadamente 3,7 litros de agua por día y las mujeres adultas necesitan aproximadamente 2,7 litros de agua por día. Los micronutrientes son nutrientes que el cuerpo necesita en cantidades más pequeñas y entre estos se incluyen las vitaminas y los minerales.²¹

1.2.3 Aporte calórico de los componentes nutricionales y unidades de medida

Mientras que cada uno de estos macro-nutrientes aporta calorías, la cantidad de calorías que cada uno provee varía. Un gramo de carbohidratos o proteínas, aporta 4 kilocalorías por gramo. Las grasas constituyen los nutrientes con mayor aporte calórico en relación con las proteínas y los carbohidratos, pues un gramo de grasa aporta 9 kilocalorías por gramo. Otra sustancia que aporta calorías es el alcohol, que aporta 7 kilocalorías por gramo. El alcohol, sin embargo, no es un macro nutriente porque no es necesario para la supervivencia.²²

Por otra parte, es importante aclarar que, mientras los carbohidratos y las proteínas constituyen unidades de medidas de peso expresadas en gramos, las calorías constituyen una unidad de medida de energía calórica, las cuales se definen en función de la unidad SI (Sistema Internacional de Unidades) de la energía, el julio, según la siguiente equivalencia:

$$1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$$

¹⁹ Ibid., p.165.

²⁰ Scardino, Swaim, Sartin, Hoffman, Oglivie, Hanson, Coolman, Davenport (1999). The effects of omega-3 fatty acid diet enrichment on wound healing. *Veterinary Dermatology* 10 (4), 283–290.

²¹ Food and Nutrition Board (FNB), Institute of Medicine (IOM). Dietary Reference Intakes Research Synthesis Workshop Summary. National Academy Press, Washington D.C., 2006b.

²² Your guide to Diet and Diabetes, University of Illinois, Op. cit., p.1.

1.2.4 La pirámide alimenticia en la diabetes

A propósito de la alimentación en la diabetes, la Asociación Americana de Diabetes (ADA) manifiesta lo siguiente:

La pirámide alimenticia es una forma sencilla de recordar cuál es la manera más saludable de alimentarse. Los alimentos que más necesita el organismo se encuentran en la parte inferior de la pirámide. Más arriba se encuentran los alimentos que necesita menos. En el extremo superior de la pirámide están los alimentos que no son muy buenos para los diabéticos, así que es recomendable consumirlos muy de vez en cuando.

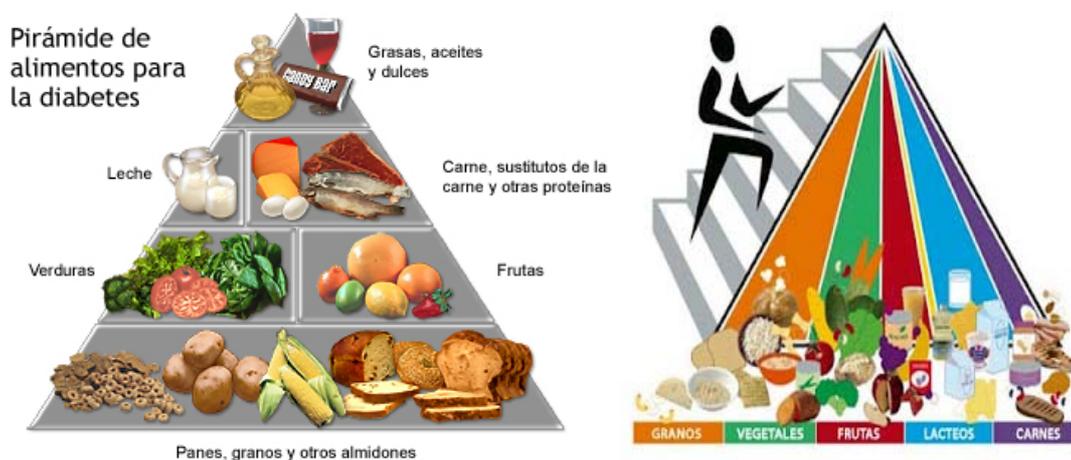


Ilustración 1: Pirámide alimenticia recomendada para personas diabéticas, 2011

Fuente: A.D.A.M., Inc. Health Solutions. ©, 1997-2012

En la parte inferior de la pirámide (primer piso), se encuentran el pan, los cereales, legumbres o granos como garbanzos, lentejas, el arroz y las pastas. Estos son alimentos ricos en hidratos de carbono que contienen azúcares que el organismo absorbe poco a poco, por tanto, para la planificación de las comidas se recomienda consumir estos alimentos entre 6 (seis) y 10 (diez) porciones por día.

En la siguiente capa (segundo piso) se encuentran las frutas y los vegetales, también compuestos por carbohidratos. Contienen grandes cantidades de fibra, vitaminas y minerales. Se recomienda consumir entre tres y cinco porciones de vegetales, y entre dos y cuatro porciones de fruta por día.

Cerca de la punta de la pirámide (tercer piso) se encuentran los lácteos y la carne. Por lo general estos alimentos contienen gran cantidad de proteínas. La leche también es la mejor fuente de calcio, elemento que ayuda a que los huesos y dientes se mantengan fuertes durante la etapa de crecimiento. Se recomienda consumir entre dos y tres porciones de lácteos y carnes al día.

En la punta de la pirámide (el ático) hay un pequeño triángulo. Allí se encuentran las grasas, los aceites y los dulces. Los alimentos como los caramelos y las frituras contienen mucha grasa y azúcar. No son tan nutritivos como los vegetales y los cereales. Y por tanto, se recomienda no comer estos alimentos todos los días. Dado que el páncreas del diabético no reacciona adecuadamente ante el estímulo de los carbohidratos, su dieta o plan alimenticio debe incluir sólo la cantidad necesaria de carbohidratos y debería excluir el azúcar, la miel, la panela, y cualquier alimento elaborado con estas sustancias, tales como postres, helados, chocolates, gaseosas corrientes, bocadillos, arequipes, etc.

La pirámide de la derecha muestra un área adicional. Esa capa muestra gente subiendo las escaleras, significando que ser activo diariamente es parte de un plan alimenticio saludable. Es muy importante para todas las personas realizar actividad física todos los días, pero es aún más importante para las personas con diabetes.²³

1.3 EL PAPEL DEL EJERCICIO FÍSICO EN LAS PERSONAS CON DIABETES MELLITUS

Los términos “actividad física” y “ejercicio físico”, con frecuencia se usan como sinónimos, cuando en realidad no lo son. La actividad física está definida como el movimiento corporal producido por la contracción de los músculos esqueléticos, lo cual requiere un gasto de energía. Muchas de las actividades físicas forman parte de la rutina diaria de una persona como caminar, subir y bajar escaleras, tareas domésticas, etc. El ejercicio físico supone un gasto de energía aún mayor, y a diferencia de la actividad física, es el conjunto de movimientos planificados y diseñados específicamente para gozar de buena salud o tratar alguna enfermedad. Incluye actividades como andar a paso ligero, trotar, correr, practicar ciclismo o asistir a un gimnasio. El ejercicio aerobio consta de movimientos rítmicos, repetidos y continuos de grupos musculares grandes, al menos 10 min; ejemplo, caminar, montar en bicicleta, trotar, nadar, entre otros deportes. El ejercicio de resistencia consta de actividades que usan la fuerza muscular para mover un peso en contra de una carga resistente; ejemplo, el levantamiento de pesas y los ejercicios en los cuales se utilizan máquinas de peso²⁴.

El individuo joven con buen control metabólico de su *DM*, con toda seguridad puede participar en la mayoría de las actividades físicas. Aquellos de mediana edad y los ancianos con *DM*, deben también mantener una actividad física sistemática, siempre con asesoría médica. El proceso de envejecimiento facilita la degeneración de los músculos, los ligamentos, los huesos, y las articulaciones, y el desuso de estos órganos y la *DM* pueden exacerbar estas alteraciones.²⁵

²³ American Diabetes Association. La Pirámide Alimenticia. Descargado de <http://www.diabetes.org/espanol/padres-y-jovenes/bienvenido-a-la-zona-juvenil/alimentacionsaludable/la-irmide-alimenticia.html>, 06/04/2012.

²⁴ US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion: Physical Activity and Health: A Report of the Surgeon General. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention; 1996.

²⁵ American Diabetes Association. Physical Activity/Exercise and Diabetes. *Diabetes Care*. 2004; 27:S47-S54.

1.3.1 Aspectos fisiológicos y metabólicos del ejercicio físico

José Enrique Campillo Álvarez, miembro del Grupo de Trabajo de Diabetes y Ejercicio de la Sociedad Española de Diabetes (*SED*), cita lo siguiente:

Durante muchos siglos, el ejercicio ha estado proscrito por la sociedad en general y por la medicina en particular: el ejercicio como maldición divina. Quien tenía salud era quien vivía bien sin esforzarse mucho, al resguardo siempre de las inclemencias del tiempo. Hoy las cosas han dado un vuelco en los países desarrollados y se considera todo lo contrario. Una justificación de esta paradoja y de la razón de las ventajas de la actividad física la proporciona la moderna “medicina darwiniana o evolucionista”. Según sus principios, muchas de las enfermedades que hoy afligen al ser humano derivan de la incompatibilidad entre el diseño evolutivo de su organismo y el uso que hoy él mismo le da. En lo que concierne al ejercicio y la salud, la medicina darwiniana señala que es una regla general en zoología que todos los animales deben gastar energía muscular para conseguir la energía de los alimentos. El ser humano habitante de países desarrollados es el único mamífero que es capaz de ingerir grandes cantidades de alimentos muy calóricos sin realizar el más pequeño esfuerzo muscular para lograrlos. Este alejamiento del diseño evolutivo (sedentarismo) favorece la enfermedad.

El sistema cardiovascular y el aparato respiratorio son los encargados de llevar al músculo el oxígeno y los sustratos energéticos necesarios y de retirar los productos de desecho. Hay un músculo que siempre hace ejercicio cuando la persona se mueve: el corazón. El ejercicio físico habitual produce una adaptación beneficiosa tanto en la anatomía como en la función del corazón, de las arterias y de los pulmones. El ejercicio físico aumenta la capacidad de las arterias para conducir la sangre, por eso mejora la presión arterial y previene o trata la enfermedad vascular coronaria o periférica; también actúa positivamente sobre la elasticidad y la contractilidad cardíacas y por eso se usa en el tratamiento de la insuficiencia cardíaca. El sedentarismo se considera un factor de riesgo cardiovascular. Sobre el aparato respiratorio, el ejercicio físico favorece la fortaleza de los músculos respiratorios y esto permite aumentar el volumen pulmonar admisible, es decir que hace trabajar a secciones de los pulmones que no están trabajando en caso de llevar una vida sedentaria.

Ya que el ejercicio físico requiere un gasto energético, uno de los efectos beneficiosos del ejercicio físico se ejerce sobre el metabolismo de las grasas y de la glucosa. Es de destacar que la práctica habitual del ejercicio físico es la única medida no farmacológica capaz de elevar los niveles de colesterol HDL, el colesterol “bueno”. También los triglicéridos se reducen con el ejercicio físico continuado. Igualmente son bien conocidos los efectos beneficiosos del ejercicio físico sobre la hiperglicemia, que actúa en dos niveles fundamentales: por una parte, el ejercicio físico favorece el consumo de glucosa por el músculo; por otra, es la única medida no farmacológica capaz de reducir la resistencia del músculo a la acción de la insulina. Ambas acciones son muy beneficiosas para la diabetes, por eso el ejercicio físico es uno de los pies del trípode que, junto con la dieta y la medicación, debe sustentar un correcto tratamiento de la diabetes.

Aquellas personas quienes practican un deporte o una actividad física regulada aumentan la producción de endorfinas y encefalinas, en principio para compensar las molestias musculares

y articulares que desencadena la propia actividad física, pero el efecto colateral de estas hormonas del placer es proporcionar al practicante una percepción de bienestar y de alegría, lo que permite que quienes practican un deporte tengan una mejor actitud ante los problemas de la vida y una mayor resistencia a la frustración y a la ansiedad.

La realización habitual de ejercicio físico o la práctica de algún deporte pone en sintonía al organismo con su diseño evolutivo. Este ajuste ejerce acciones favorables sobre el organismo tanto de índole física como psíquica. En conjunto, estas influencias favorables previenen numerosas enfermedades y ayudan a su tratamiento. Una de las enfermedades más sensibles al ejercicio físico en sus aspectos preventivos y terapéuticos es la *DM*.²⁶

1.4 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA MATEMÁTICA

A continuación se muestra un cuadro descriptivo de algunas de las metodologías a utilizar en la presente investigación:

Método	Descripción	Bibliografía
Modelos Determinísticos	Es un modelo matemático donde se conoce con certeza el valor de la función objetivo y si las restricciones se cumplen o no, para cualquier valor de las variables de decisión.	Wayne L. Winston. Investigación de operaciones, 2005
Modelos Multiobjetivo	Es un método para evaluar preferencias entre diferentes objetivos. En este caso, después de seleccionar las diversas soluciones aceptables de acuerdo con el criterio óptimo de Pareto, la solución es escogida con base en la introducción de variables de preferencia.	CORTÉS, et. Al. 2005. Revista investigación operacional, Vol. 29 N°1 , 5-9, 2008
Optimización	Consiste en la selección de una alternativa mejor, en algún sentido, que las demás alternativas posibles. Los problemas de optimización se componen generalmente de una función objetivo, de unas variables y de unas restricciones.	Gass, S.L. and Harris, C.M. (2001). Encyclopedia of operations Research and management science.
Problema de la Dieta	Este problema representa una de las primeras aplicaciones de la programación lineal, y comenzó a utilizarse en los hospitales para determinar la dieta más económica con la que alimentar a los pacientes a partir de unas especificaciones nutritivas mínimas.	Aplicaciones de la PL, Javier Faulin, UOC, 2010
Programación matemática lineal	La programación lineal utiliza un modelo matemático para describir el problema. El adjetivo lineal significa que todas las funciones matemáticas del modelo deben ser funciones lineales. La programación lineal trata la planeación de las actividades para obtener un resultado óptimo.	Hillier-Lieberman, investigación de operaciones, séptima edición.

²⁶ Anna Novials, Coordinadora los Grupos de Trabajo (SED). Diabetes y Ejercicio, Aspectos fisiológicos y metabólicos Biblioteca de la Sociedad Española de Diabetes (SED). España, Ediciones Mayo, 2006. p.3-24.

1.3.1 Knapsack Problem (0-1)

El 0-1 Knapsack Problem o *problema de la mochila con variables dicotómicas o binarias (0-1)*, constituye un problema clásico de la optimización vinculado a la programación lineal entera.²⁷ Originalmente, la representación del problema se asocia a una mochila con una capacidad de almacenamiento limitada y un conjunto de elementos indivisibles cada uno con un peso y un valor o beneficio específico para el excursionista. El problema consiste en elegir un subconjunto de objetos de tal forma que se maximice la utilidad que el excursionista obtiene, pero sin rebasar su capacidad de acarrear objetos.

En general, el Knapsack Problem plantea una situación que se presenta con cierta frecuencia en los ámbitos económico e industrial, donde la mochila suele representar la restricción presupuestaria (cantidad máxima de recursos económicos de los que se dispone) y en el cual la utilidad de los objetos seleccionados se compara al beneficio económico por adquirir o llevar a cabo ciertas acciones referentes a la asignación de recursos.

La siguiente constituye la formulación compacta del 0-1 Knapsack Problem:

Conjunto:

I : Número de objetos ($i = 1, \dots, n$)

Variable de decisión:

$$x_i = \begin{cases} 1 & \text{si el objeto } i \text{ es incluido en la mochila,} \\ 0 & \text{si no sucede así.} \end{cases}$$

Parámetros:

c_i : Peso de cada objeto i

a_i : Utilidad de cada objeto i

w : La capacidad máxima de la mochila (del excursionista)

Luego, la *función objetivo lineal* a maximizar es:

$$\text{Max } z = \sum_{i=1}^n a_i * x_i$$

Sujeto a la restricción:

$$\sum_{i=1}^n c_i * x_i \leq w$$

Donde: $x_i = 0$ o 1 (variable binaria)

²⁷ S. Martello, P. Toth (1990). *Knapsack Problems: Algorithms and Computer Implementations*, John Wiley & Sons, Chichester–New York, XII + 296 pages.

2. ESTADO DEL ARTE: FUNDAMENTACIÓN CULTURAL ACERCA DEL TRATAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA *DIABETES MELLITUS (DM)*

2.1 ESTUDIO SOBRE LOS ESTÁNDARES EN EL CUIDADO MÉDICO DE LA *DIABETES MELLITUS*

Con respecto al cuidado de la *Diabetes Mellitus (DM)*, la medicina tradicional ha establecido unos estándares que tienen como objetivo presentar recomendaciones y opiniones oficiales de la *Asociación Americana de Diabetes (American Diabetes Association)* en lo referente a la evaluación inicial, al manejo y control de la glicemia, terapia nutricional médica, educación sobre el automanejo de la diabetes, actividad física, asesoría psicológica, manejo de la hipoglicemia, entre otros. Estos estándares son actualizados anualmente y se resumen en los siguientes puntos²⁸:

2.1.1 Evaluación inicial:

Una completa valoración médica debe ser realizada para clasificar el tipo de diabetes que tenga el paciente, detectar la presencia de complicaciones de la diabetes, revisión de tratamientos previos y control de la glucemia en pacientes con una diabetes establecida desde hace tiempo, ayudar en la formulación de un plan de manejo y proporcionar una base para el cuidado continuo. De igual forma, pruebas de laboratorio pertinentes para la evaluación de cada condición médica de cada paciente son necesarias realizarlas periódicamente.

2.1.2 Manejo:

Si la persona con diabetes decide tomar un tratamiento con medicina tradicional, deberá recibir el cuidado de un equipo médico coordinado. Este equipo debe incluir: médicos especialistas como endocrinólogos, profesionales de enfermería, dietistas, farmacéutas e incluso profesionales en psicología con experiencia e interés en el manejo de la diabetes. Es primordial que aparte de contar con este equipo médico, la persona con diabetes asuma un papel activo en el cuidado continuo de su enfermedad. El plan de manejo debe ser formulado como una terapia individualizada que consiste en una alianza entre el paciente y su familia, los médicos especialistas y otras personas relacionadas con el cuidado de la salud, pueden ser aquellas personas que realicen tratamientos alternativos de la diabetes con medicina alternativa como medicina homeopática, medicina bioenergética, entre otros que puedan ayudar de alguna manera en el cuidado y control adecuado de la enfermedad. Cualquier plan de manejo debe reconocer la educación del autocontrol de la diabetes como un componente integral en el cuidado que la persona debe llevar. En el desarrollo de dicho plan se deben considerar aspectos como la edad del paciente, condiciones y horario de trabajo, universidad o colegio, actividad física, patrones en la alimentación diaria, la situación social y la personalidad, factores culturales y la presencia de complicaciones de la diabetes u otras condiciones médicas.

²⁸ Standars of Medical Care in Diabetes,

2.1.3 Control de la glicemia:

En cuanto a la *evaluación del control de la glicemia* existen dos técnicas principales que se usan para evaluar la eficacia en el plan de gestión del control de la glucemia: *auto monitoreo de la glucosa* en la sangre por parte del paciente (Glucometrías) y la medición o el *examen médico de la hemoglobina glicosilada A1C*, la cual será explicada más adelante.

2.1.4 Auto monitoreo de la glucosa:

Las recomendaciones para llevar a cabo este control incluyen realizar pruebas de glucometrías por lo menos tres veces al día para pacientes con *DM 1* que requieran inyecciones con insulina o que sigan una terapia con una bomba de insulina.

De igual forma, para los pacientes que necesiten menos inyecciones de insulina o para pacientes con terapia no insulínica, o terapia nutricional médica y que sólo requieran de actividad física, el auto monitoreo de la glucosa sería útil como una guía y un complemento para el éxito de la terapia.

El monitoreo continuo de la glucosa puede utilizarse como herramienta complementaria al autoexamen en aquellos casos en los que se desconoce la presencia de hipoglicemia y/o existen episodios frecuentes de hipoglicemia.

2.1.5 Examen de Hemoglobina Glicosilada (HbA1C):

La prueba de *hemoglobilna glicosilada* (HbA1C) mide la cantidad de glucosa que se le adhiere a la proteína de las células rojas de la sangre. Como las células rojas de la sangre viven cerca de tres meses, la prueba *HbA1C muestra el promedio de glucosa durante este tiempo*. Entre mayor sea la cantidad de glucosa en la sangre, más se une a las proteínas y su porcentaje de unión indica cual ha sido la cantidad media de glucosa circulante durante el tiempo de vida del glóbulo rojo. El porcentaje de glicosilación es proporcional al tiempo y a la concentración de glucosa.

Este examen se debe realizar de forma rutinaria en aquellos pacientes con un diagnóstico reciente y a medida que pase el tiempo como parte de una atención integral. La medición cada tres meses determina si los objetivos de control de la glicemia del paciente se han alcanzado y mantenido.

Con respecto a los pacientes que hayan cambiado de tratamiento o que no cumplan con los objetivos en el control de la glucemia, se recomienda realizar el examen HbA1C cuatro veces al año o trimestralmente.

Las recomendaciones incluyen llevar a cabo este examen por lo menos dos veces al año a los pacientes diabéticos que cumplan con los objetivos terapéuticos y con control estable de la glicemia.

Este examen se utiliza para medir el control de la glucosa sanguínea en un período prolongado en individuos con diabetes. En general, cuanto más alto sea el nivel de HbA1c, mayor será el riesgo para el paciente de desarrollar complicaciones tardías de la diabetes (enfermedad ocular, enfermedad renal, daño al nervio óptico, enfermedad cardíaca y accidente cerebro

vascular). Esto sucede especialmente si el nivel de HbA1c permanece elevado en más de una ocasión.

Lograr mantener un estricto control de la glucemia con varias alternativas medicamentosas, fijando como meta conservar un nivel de HbA1c en promedio 7% (es decir, un nivel de glicemia menor o igual a 150mg/dL) reduce significativamente la posibilidad de desarrollar complicaciones crónicas de la diabetes como problemas oculares, en un 76%, daño severo ocular, en un 47%, complicaciones en los nervios, en un 60% y problemas severos de riñón, en un 56%.²⁹

El valor de la glucosa en la sangre proporcionado por el laboratorio presenta la concentración de la glucosa en la sangre, en miligramos por decilitro (mg/dl) ó en mili moles por litro (mmol/L). El factor de conversión de una medida a la otra es 18 (es decir, el número de milimoles de glucosa por litro de sangre multiplicado por 18 es igual al número de miligramos de glucosa por decilitro de sangre).³⁰

La tabla 1, relaciona los resultados de la prueba HbA1C con los resultados diarios de la glucosa en la sangre o glucometrías. Una persona saludable obtendrá niveles de HbA1C de 4 a 6%, es decir, promedio de glicemia de 68 a 120mg/dL. Sin embargo, para una persona diabética, un nivel aceptable lo constituyen valores de HbA1c entre 6,5 y 7,5% (glicemia promedio entre 135 y 155mg/dL) Según la tabla2.

<i>Correlación de HbA1C con niveles de glicemia</i>		
<i>Glicemia Promedio en Plasma</i>		
HbA1c (%)	mg/dL (Glucometría)	mmol/L
4.0	68	3.77
5.0	97	5.38
6.0	126	7.0
7.0	154	8.6
8.0	183	10.2
9.0	212	11.8
10.0	240	13.4
11.0	269	14.9
12.0	298	16.5
13.0	330	18.33

Tabla 1. Correlación del examen médico HbA1C con niveles de glucosa en la sangre.

Fuente: *Standars of medical care in Diabetes, 2009.*

Parámetro	BUEN CONTROL	CONTROL ACEPTABLE	CONTROL DEFICIENTE
HbA1c (la más usada)	menos de 6.5%	entre 6.5 y 7.5%	más de 7.5%

Tabla 2. Niveles de referencia de la HbA1C.

Fuente: *The Diabetes Control and Complications Trial (DCCT)*

²⁹ 5 Preguntas y Respuestas Acerca del Examen de Hemoglobina Glicosilada HbA1c, Diabetes al Día, órgano de difusión de la Asociación Colombiana de Diabetes. Boletín 007, Enero de 2008

³⁰ Diabetes Care, 1997, 20, págs. 1183-1197 http://care.diabetesjournals.org/cgi/content/full/26/suppl_1/s5#T3

2.1.6 Terapia Médica Nutricional:

La terapia médica nutricional en un diabético no resulta muy diferente de la dieta que es recomendable para una persona sana. Los requerimientos energéticos oscilan alrededor de 35 Kcal/Kg/día para los adultos, es decir igual al de un adulto sano de igual edad, talla y actividad física.³¹

Las recomendaciones generales indican que los individuos pre-diabéticos o diabéticos deberán someterse a una terapia médica nutricional (*TMN*) individualizada, según las necesidades para alcanzar los objetivos en el tratamiento de la diabetes y preferiblemente esta *TMN* sea llevada a cabo por un profesional en nutrición quien se encuentre acreditado y familiarizado con el tratamiento de la diabetes.

En personas insulino-resistentes obesos y que presenten sobrepeso, se ha demostrado que una ligera pérdida de peso reduce la resistencia a la insulina. De esta manera, se recomienda perder peso a todos los sujetos con sobrepeso u obesos con riesgo de padecer diabetes.

Para la reducción de peso a corto plazo, es decir hasta un año, las dietas hipocalóricas bajas en grasas o bajas en hidratos de carbono pueden ser eficaces.

La actividad física y la modificación de los hábitos son elementos importantes en los programas de pérdida de peso y los más útiles para mantenerse en forma.

Con respecto al consumo de grasas en el control de la diabetes, se debe limitar el consumo de grasas saturadas a menos de 7% de las calorías totales consumidas durante el día. El consumo de *grasas "Trans"* debe ser minimizado con el objetivo de evitar una cantidad anormal de células de grasa que reaccionen de manera anormal al tratamiento con insulina exógena.

En general, los objetivos de la *TMN*, son lograr y mantener un nivel de glicemia y hemoglobina glicosilada (HbA1C) normales o dentro del rango aceptado, mantener parámetros lipídicos que reduzcan el riesgo cardiovascular y lograr presiones arteriales en rangos aceptables y seguros. Para mejorar el perfil lipídico de los pacientes diabéticos deberá recomendarse la modificación del estilo de vida, poniendo énfasis en la reducción del consumo de grasas saturadas, grasas "Trans", y colesterol; el aumento en el consumo de fibra y vegetales; la pérdida de peso, en caso de estar indicada, y el aumento de la actividad física.

Alcanzar los objetivos nutricionales requiere de un equipo de profesionales coordinado que enfoque sus esfuerzos en la participación activa del paciente. Debido a la complejidad desde el punto de vista práctico que representan los aspectos nutricionales, es recomendable que la información y educación sea otorgada por un profesional nutricionista capacitado y con habilidad en implementar terapias de cambio de estilo de vida.

Como soporte teórico para la presente investigación, resulta muy importante visualizar los diferentes requerimientos nutricionales en la diabetes comparados con los de una dieta equilibrada de una persona sana. La tabla 3 presenta esta información según un estudio farmacoterapéutico sobre diabetes realizado por un grupo de investigación en atención

³¹ DOLORES M., María, FERNANDEZ L. Fernando, TUNEU I., Laura. Guía de Seguimiento Farmacoterapéutico sobre Diabetes. Universidad de Granada, España: María José Faus. 2004, p. 17,23.

farmacéutica³² y es interesante destacar en dicha tabla que los requerimientos nutricionales no sufren muchas variaciones.

	EQUILIBRADA	OBESIDAD*	DIABETES
Hidratos de Carbono	55-60	45-50	55-60
Simples	<10	<10	<10
Complejos	>50	>35	>50
Proteínas	10-13	20-25	10-15
Grasa	30-35	30	30
Monoinsaturada	15-19	15-19	15
Polinsaturada	7-9	7-9	7-8
Saturada	7-9	7-9	7-8
Fibra (g/día)	25-35	25-35	30
Colesterol (mg/día)	300	300	200-300
Sal (g/día)	5	5	3-6
Alcohol			125-250ml/día

Tabla 3: Tabla Comparativa de los requerimientos de nutrientes en algunas patologías metabólicas con los de una dieta equilibrada de una persona sana. Datos expresados en porcentajes.

Fuente: Grupo de Investigación en Atención Farmacéutica, Universidad de Granada, CTS-131, 2004.

Respecto del aporte calórico y de macro-nutrientes, La American Diabetes Association (ADA) establece las directrices que se describen en los siguientes párrafos y se resumen en la tabla 4.³³

Componente Nutricional	Recomendación
Calorías	20 a 35 Kcal por Kg de peso/día. Las suficientes para lograr y mantener un peso corporal saludable.
Carbohidratos	No < 130 g/día y según requerimientos fisiológicos. Preferir carbohidratos complejos. Reemplazar aquellos simples por edulcorantes. Distribuir considerando terapia farmacológica.
Grasas	< 7% de las calorías totales deben provenir de grasas saturadas. Reducir grasas "Trans" y colesterol a menos de 200mg/día
Proteínas	1,0 a 1,2 g/Kg de peso al día. Adecuar según función renal y excreción de albúmina
Vitaminas y minerales	Cubrir necesidades fisiológicas
Fibra	25 a 30 g/día.

Tabla 4: recomendaciones nutricionales según la Asociación Americana de Diabetes

Fuente: American Diabetes Association. Executive Summary. Standards of Medical Care in Diabetes, 2009.

³² DOLORES M., María, FERNANDEZ L. Fernando, TUNEU I., Op. Cit., p. 19.

³³ American Diabetes Association (ADA). Executive Summary: Standards of Medical Care in Diabetes – 2009. Diabetes Care 2009; 32: S13-S61.

- **Aporte calórico:** La disminución de peso es un objetivo terapéutico primordial especialmente en pacientes con pre-diabetes y diabetes tipo 2. El aporte calórico debe considerarse en el paciente ambulatorio tanto el estado nutricional como el nivel de actividad física que realiza la persona.
- **Composición de la dieta:** aún no está definido cuál es la distribución óptima de macronutrientes para el paciente diabético, especialmente cuando éste debe bajar de peso. Tanto dietas bajas en grasas como bajas en carbohidratos han demostrado ser efectivas sin diferencias significativas en términos de resultados al año de tratamiento. El enfoque debe ser individualizado: las dietas bajas en carbohidratos ayudan a mejorar el perfil lipídico y niveles de *HbA1C*.

A propósito de la variación en la distribución de macronutrientes para una persona con sobrepeso u obesidad, el Grupo de Investigación en Atención Farmacéutica de la Universidad de Granada señala lo siguiente:

El aumento de las recomendaciones nutricionales de proteínas en las dietas de personas con sobrepeso u obesidad de hasta un 20-25%, en detrimento de los carbohidratos (véase la tabla 2) se debe a que aunque ambos nutrientes aportan la misma cantidad de calorías (4Kcal/g), en la termogénesis de la proteína el 20% de la energía se pierde en forma de calor después de la digestión de los aminoácidos que las componen, mientras que la termogénesis de los carbohidratos es de un 9% y la de las grasas es sólo del 2-3%, por tanto consumiendo igual cantidad de calorías una persona gasta más energía con las proteínas que con los carbohidratos y las grasas.³⁴

- **Aporte de carbohidratos:** en cuanto a la restricción de carbohidratos, lo ideal es proveer cantidades adecuadas de glucosa al sistema nervioso central, lo que puede conseguirse con aportes reducidos. Sin embargo, los efectos metabólicos a largo plazo de dietas muy bajas en carbohidratos no son del todo conocidos y estos esquemas restringen muchos alimentos que son fuente importante de energía, fibra y minerales, a la vez que contribuyen a un mayor gusto de las comidas.
- **Distribución de los carbohidratos:** la distribución de la dieta y sus carbohidratos a lo largo del día debe ser idealmente de 3 comidas principales y 3 colaciones; sin embargo, es cada vez más común observar que nuestra población realiza sólo 2 ó 3 comidas al día, siendo la cena en muchos casos la más abundante. Esta situación genera un conflicto al paciente diabético ya que implica un cambio radical en sus hábitos de alimentación. La respuesta a esta situación de acuerdo a la experiencia de los autores es la individualización de la prescripción dietética.
- **Alcohol:** Las personas con diabetes pueden ingerir alcohol sin sobrepasar 1 trago al día las mujeres y 2 tragos al día los hombres. Para las situaciones donde hay hábito de consumo, se sugiere limitar en 15mL de etanol en mujeres y 30mL de etanol en hombres. Se deben incluir conjuntamente con alimentos que contengan carbohidratos y vigilar especialmente cuando se asocie insulina, debido al mayor riesgo de hipoglicemia.

³⁴ DOLORES M., María, FERNANDEZ L. Fernando, TUNEU I., Op. Cit., p. 20.

Algunas recomendaciones prácticas: si bien la terapia nutricional debe ser individualizada, existen recomendaciones que pueden ser de utilidad para la mayoría de las personas con diabetes:

- ✓ *Aumentar la ingesta de fibra:* favorecer consumo de vegetales. Precaución con el consumo de zanahoria. Moderar el consumo de frutas. Evitar plátano o banano y uvas.
- ✓ *Mejorar la calidad de las grasas:* consumir carnes rojas no más de dos a tres veces por semana. Evitar frituras, manteca, mantequilla, mayonesa y salsas. Preferir margarinas dietéticas. Consumir pescado 2 ó más veces por semana. Preferir aceites vegetales como el de oliva o aquellos enriquecidos con omega 3
- ✓ *Eliminar el azúcar de mesa y reemplazarla por edulcorantes.*
- ✓ *Leer las etiquetas de los alimentos, prefiriendo aquellos reducidos en calorías y carbohidratos y sin azúcar (sacarosa)*
- ✓ *Moderar el consumo de carbohidratos como arroz, papas, fideos y legumbres, y disminuir el consumo de pan.*
- ✓ *Reducir el consumo de sal*
- ✓ *Controlar el peso, aumentar la actividad física, evitar el tabaco y reducir el nivel de stress.*

2.1.7 Formación para el autocontrol de la diabetes:

Las personas con diabetes deberán recibir formación para el autocontrol de la diabetes (Diabetes Self-Management Education, *DSME*) según los estándares nacionales cuando la enfermedad sea diagnosticada, y a partir de entonces, cada vez que sea necesario.

El autocontrol eficaz y una buena calidad de vida son los resultados más importantes de la *DSME* y deberán determinarse y vigilarse como parte del tratamiento.

La *DSME* deberá centrarse en aspectos psicosociales, ya que el bienestar emocional se asocia con resultados positivos en la diabetes.³⁵

La formación para el autocontrol de la diabetes es un elemento esencial del cuidado de la diabetes, dado que, en primera instancia, la educación constituye un factor muy importante cuando la persona es diagnosticada, pues ayuda a los pacientes a optimizar el control metabólico, prevenir y manejar las complicaciones y maximizar la calidad de vida de una manera rentable.

Entre controles médicos, se requiere que el propio paciente controle su nivel de glicemia para hacer las modificaciones que corresponda al tratamiento y así mantener la diabetes bajo control. El método más indicado para hacer el autocontrol es el autoanálisis o glucometrías. Es una técnica simple, rápida y confiable que le permite a la persona con diabetes determinar por sí misma la glicemia en pequeñas muestras de sangre. Sobre la base de los resultados

³⁵ Norris SL, Engelgau MM, Narayan KM: Effectiveness of self-management training in type 2 diabetes: a systematic review of randomized controlled trials. *Diabetes Care* 24:561–587, 2001

obtenidos a través del autocontrol, se pueden hacer ajustes en el tratamiento, variando la dosis de insulina, haciendo cambios en la alimentación o en la actividad física.³⁶

El objetivo de la educación de las personas con diabetes es mejorar el conocimiento y las habilidades, capacitándolas para asumir el control de la enfermedad e integrar el autocontrol de la enfermedad en la vida cotidiana.³⁷

2.1.8 Actividad Física y ejercicio:

Las personas con diabetes deberían realizar al menos 150 minutos por semana de actividad física aeróbica de intensidad moderada, es decir, 50-70% de la frecuencia máxima cardíaca.

El ejercicio físico constituye uno de los métodos más antiguos empleado en el tratamiento de la *DM*, y es uno de sus pilares fundamentales junto con la dieta terapia, la educación diabetológica y el empleo de fármacos normoglucemiantes o hipoglucemiantes.³⁸

El ejercicio regular ha demostrado mejorar el control de la glucosa en la sangre, reduce el riesgo de complicaciones cardiovasculares, contribuye a la pérdida de peso, y mejora el bienestar de la persona en general.³⁹

Es claro que la actividad física resulta beneficiosa y necesaria para todas las personas, sin embargo, para el paciente diabético resulta indispensable por las siguientes razones:

- Aumento de la utilización de glucosa por el músculo, lo que contribuye a evitar la hiperglucemia.
- Mejoría de la sensibilidad a la insulina, lo que podría reducir las necesidades diarias de insulina
- Mejoría de la respuesta anormal de las *catecolaminas* al estrés.
- Aumento del gasto energético y de la pérdida de grasa, que contribuye a controlar el peso corporal y evita la obesidad
- Mejoría en general de la presión arterial y función cardíaca
- Aumenta la sensación de bienestar, alivia el estrés y las tensiones
- Contribuye a mejorar los niveles de las lipoproteínas de alta densidad (HDL-Colesterol) y a disminuir los niveles de colesterol total y de los triglicéridos en la sangre.
- Aumento de la elasticidad corporal

Sin embargo, así como existen muchos beneficios asociados al ejercicio o la actividad física, existen ciertos riesgos asociados a ciertos tipos de ejercicio, por ejemplo:

³⁶ Elena Carrasco, Graciela Flores, Cecilia Gálvez. Manual Para Educadores en Diabetes Mellitus, Organización Panamericana de la Salud, Gobierno de Chile, Ministerio de Salud, Santiago, 2001

³⁷ NICE. Guidance on the use of patient-education models for diabetes. Technology appraisal 60. London: National Institute for Clinical Excellence; 2003.

³⁸ José Hernandez Rodríguez; Manuel Emiliano Licea Puig, Papel del Ejercicio Físico en las Personas con Diabetes mellitus, Revista Cubana de Endocrinología, 2010;21(2), 182-201

³⁹ Ibid., p.182.

- En personas que usan insulina y/o secretagogos de insulina, la actividad física puede causar hipoglicemia, si la dosis de medicación o el consumo de carbohidratos no es el adecuado. En estos casos se debe prescribir la ingestión de carbohidratos de absorción rápida, si los niveles de glucemia pre ejercicio son < 100 mg/dL.
- En las personas con *DM* no se recomienda la práctica de ejercicios de alto riesgo donde el paciente no puede recibir auxilio de inmediato (alpinismo, aladeltismo, y buceo entre otros). Tampoco se debe indicar la realización de ejercicios físicos en aquellos con un mal control de su *DM*, porque el ejercicio podría llegar a empeorar el estado metabólico.
- Las personas con *DM* son vulnerables a la ulceración plantar, favorecida por la presencia de deformidades óseas y puede afectarse la articulación del tobillo, y con la debilidad muscular se asocian a un aumento de la incidencia de caídas, ulceración y amputación en las personas con neuropatía periférica diabética. Por tanto, cada protocolo de ejercicio para este tipo de personas, debe limitar todas las acciones durante el ejercicio que se acompañen de: presiones plantares altas, de incremento de dolor neuropático, y el estrés o fuerzas secundarias para la musculatura debilitada.
- En las personas que no tengan conservada la sensación protectora (sensitiva) de los pies, está contraindicado realizar caminatas prolongadas, trotar y los ejercicios de escaleras. Es recomendable en estos casos: nadar, montar bicicleta, remar, ejercicio sentado y ejercicio de brazos, entre otros.
- Cuando las personas con *DM* tipo 1 dejan de administrarse insulina por 12 a 48 horas y presentan *cetosis*, el ejercicio puede empeorar la hiperglucemia y la cetosis.

2.1.9 Evaluación psicológica de pacientes con DM:

Los aspectos psicológicos resultan cada vez más relevantes en las enfermedades crónicas como la diabetes. Por ello, es importante disponer de instrumentos de evaluación psicológica para optimizar tanto la adhesión al tratamiento como el manejo de la enfermedad y su repercusión en la calidad de vida del paciente con diabetes.

El impacto del diagnóstico, el pronóstico y el tratamiento de la *DM* provoca una serie de respuestas psicológicas y sociales en el paciente, que varían en grado e importancia, y que están relacionadas con determinadas variables personales y clínicas. Entre ellas, la ansiedad, la depresión, la falta de energía, las disfunciones sexuales, las dificultades laborales y los sentimientos de soledad forman parte de los problemas que los pacientes con *DM* refieren con mayor frecuencia. En la actualidad, incluso la medicina tradicional, está considerando que el cuidado del paciente debe responder a una visión multidimensional que conjuntamente valore los resultados clínicos y psicológicos.⁴⁰

⁴⁰ E. Martín, M.T Querol, C. Larsson, M. Renovell, C. Leal; Servicio de Psiquiatría. Hospital Clínico Universitario de Valencia. Evaluación Psicológica de Pacientes con Diabetes Mellitus. Seminarios de diabetes, transtornos psicológicos y diabetes. Av. Diabetol. 2007;23(2): 88-93.

El estrés que se genera por el diagnóstico de la *DM*, en particular la *DM* tipo 1, es un hecho imprevisto y de manifestación dramática en los años infantojuveniles; las consecuencias de un mal control de la *DM* producidas por las hiper/hipoglicemias severas y complicaciones a largo plazo son eventos que aumentan la probabilidad de desarrollar trastornos emocionales que pueden influir negativamente en el curso de la enfermedad, en concreto, en el autocuidado del paciente. Por lo anterior, resulta importante disponer de instrumentos y valoraciones clínicas que manifiesten de modo precoz las alteraciones emocionales y conductuales para procurar que la persona con *DM* reciba una atención integral dentro de su tratamiento.

Una característica que diferencia la *DM* del resto de enfermedades crónicas es la necesidad de que el paciente adopte un papel activo en su auto-cuidado, tomando el máximo de responsabilidades que, con seguridad, van a implicar decisiones sobre determinados aspectos del tratamiento. Muchos pacientes informan de sentimientos de rabia, culpa, y preocupación acerca de la enfermedad, y frecuentemente están poco motivados para completar las tareas de auto-cuidado. Estos hallazgos son consistentes en toda la bibliografía científica, y están asociados con el deterioro en la calidad de vida.⁴¹

2.2 TRATAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA *DM*-DIAGRAMA DE FLUJO-EXPLICACIÓN

Tratamiento, control y seguimiento por un equipo de salud multidisciplinario en Unidad Especializada

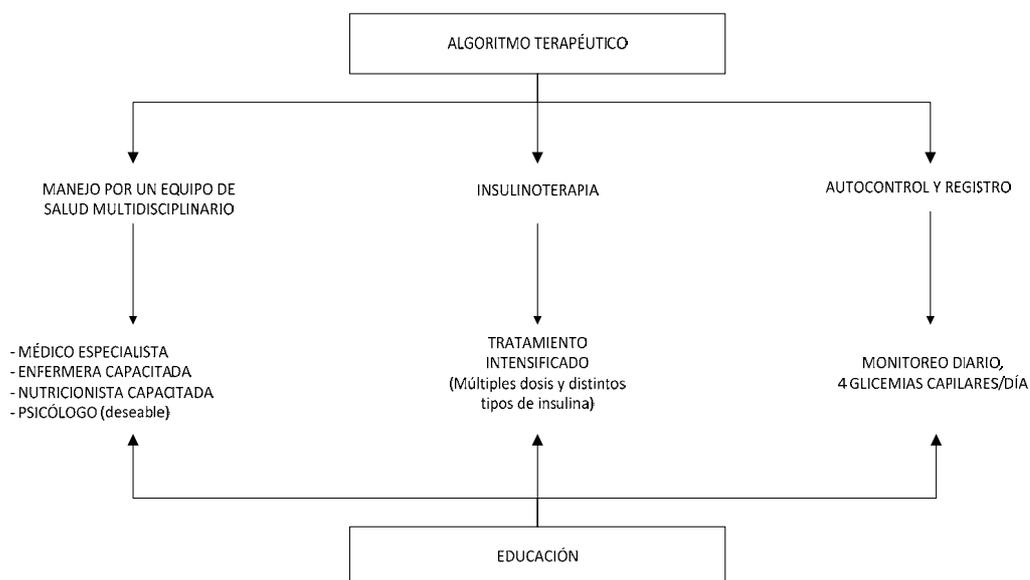


Ilustración 2: Tratamiento, control y seguimiento por un equipo de salud multidisciplinario en Unidad Especializada.

Fuente: Ministerio de Salud. Guía Clínica-Diabetes Mellitus Tipo 1. 1st Ed. Santiago: Minsal, Gobierno de Chile 2005.

⁴¹ *Ibid.*, p.90.

El tratamiento, control y seguimiento de las personas con *DM* tipo 1 será efectuado por un equipo multidisciplinario integrado donde se incluya al menos un médico especialista o endocrinólogo, una enfermera y un nutricionista. Además de lo anterior, sería recomendable disponer de apoyo psicológico para lograr un tratamiento realmente integral.

Como se observa en la Ilustración 2, en resumidas cuentas, el manejo de los pacientes con *DM* 1 incluye la administración de insulina, el autocontrol, un plan de alimentación y de ejercicio, educación al paciente y grupo familiar y apoyo psicológico.

Finalmente, el objetivo del tratamiento es lograr y mantener un buen control metabólico ($HbA1c < 7\%$), permitir en niños y adolescentes un desarrollo físico, ponderal y mental normal y evitar las complicaciones agudas y crónicas de la enfermedad.

El control periódico de las personas con diabetes puede mejorar la calidad del cuidado y los resultados.⁴² Particularmente, el control de la presión arterial (*PA*) en las personas con diabetes e hipertensión reduce el riesgo de complicaciones microvasculares y de enfermedades cardiovasculares.⁴³ La persona con *DM* debe mantener una *PA* inferior a 130/80 mm Hg.

Finalmente, el estudio sobre los estándares en el cuidado médico de la *DM* pretende dar unos lineamientos claros para lograr metas de control y prevención de complicaciones a corto y largo plazo, considerando tres aspectos cruciales para ser tenidos en cuenta a lo largo de la vida del paciente con *DM* 1:

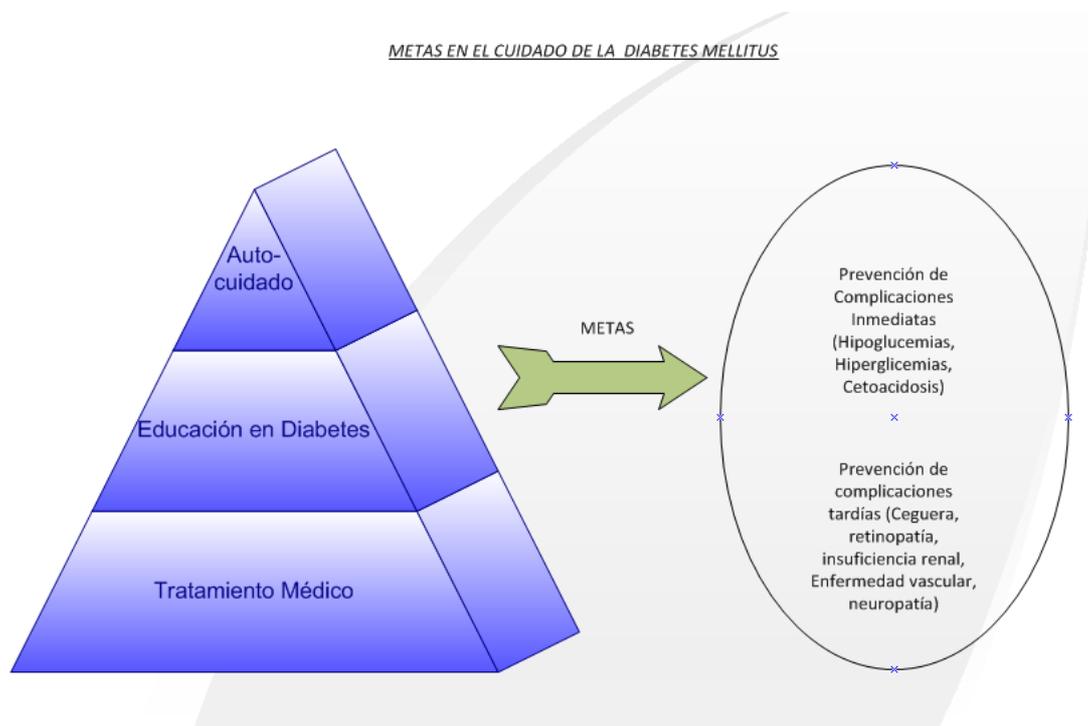


Ilustración 3: Metas en el cuidado médico y personal de la *DM*.

Fuente: Educación en Diabetes, Dr. Stan de Loach, 2004.

⁴² American Diabetes Association. Treatment of Hypertension in Adults with Diabetes. *Diabetes Care* 26; S80-S82, 2003.

⁴³ National Service Framework for Diabetes: Standards, 2001.

2.3 LISTA DE INTERCAMBIO DE ALIMENTOS

2.3.1 Definición

De acuerdo con el doctor Pablo Aschner Montoya, “las listas de intercambio son listas de alimentos divididos en grupos. Los alimentos que figuran dentro de cada grupo son semejantes, por lo cual se pueden reemplazar entre sí, siempre y cuando se haga en las cantidades específicas.”⁴⁴ Por ejemplo en el grupo de los lácteos, un pocillo de leche es una porción que se puede reemplazar por dos onzas de leche en polvo, o por un pocillo de yogurt, o de kumis sin dulce. Al reemplazar una porción de alimento por una porción de otro alimento dentro del mismo grupo, es posible variar las comidas y evitar la monotonía. Cuando se elabora una dieta para una persona, se debe determinar cuántas porciones o qué cantidad de cada grupo de alimentos se puede consumir diariamente. En el caso de las personas diabéticas, es posible ajustar un plan de alimentación, elaborando varios menús que conserven la misma cantidad consumida de calorías diarias, basándose en la lista de intercambios.⁴⁵

Debido a la importancia que constituye el consumo de frutas dentro de la pirámide alimenticia (véase el numeral 1.2.4), además de la fácil y ágil asimilación para el organismo de azúcares simples en forma de fructuosa, lo que afecta directamente niveles de glucosa en la sangre, a continuación se expondrá brevemente el concepto de las listas de intercambio para este grupo alimenticio.

2.3.2 Listas de intercambio de frutas y hortalizas

Según la Asociación para la Promoción del Consumo de Frutas y Hortalizas “5 al día”, “El establecimiento de los intercambios de frutas y hortalizas permite obtener cantidades en gramos de frutas y hortalizas intercambiables entre sí (dentro del mismo grupo) manteniendo constantes los valores de energía, macronutrientes y fibra según criterios estadísticos de variabilidad y homogeneidad”.⁴⁶ De esta manera, con la metodología de las listas de intercambio se obtienen cantidades de frutas y hortalizas expresadas en gramos con valores constantes en cuanto a energía, macronutrientes y fibra. La siguiente lista de intercambio es una muestra breve de algunas frutas comúnmente consumidas:

Fruta	Tamaño por porción
Mandarina	1 unidad
Melocotón	1 unidad
Durazno	1 unidad
Guayaba	2 unidades
Naranja	1 unidad
Pera	1 unidad

⁴⁴ Aschner Montoya, Pablo, M.D., M.Sc, La Cartilla del Diabético, 5ª Edición, Bogotá: Asociación Colombiana de Diabetes, 1989.85 p.

⁴⁵ GOMEZ ARBELAEZ, Luis Javier. Cálculo de la Dosis de Insulina en el Paciente Diabético. Bogotá, D.C. 2003, 192 p. Trabajo de Grado (Ingeniero Industrial, Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería)

⁴⁶ SECRETARÍA DEL COMITÉ CIENTÍFICO Asociación para la Promoción del Consumo de Frutas y Hortalizas “5 al día”, Raciones de Frutas y Hortalizas en España, Comité científico “5 al Día”, Barcelona, España, Marzo de 2010. Disponible en: http://www.5aldia.org/datos/60/Documento_Raciones_de_Frutas_y_Hortalizas_8944.pdf

2.3.3 lista de intercambio de los principales carbohidratos

Teniendo en cuenta que dentro de los grupos de macronutrientes, los carbohidratos afectan casi de forma inmediata los niveles de glucosa sanguínea, dado que del 90 al 100% de los carbohidratos que se consumen, éstos se transforman en glucosa a las 2 horas después de una comida⁴⁷, a continuación se muestra la lista de intercambio de este grupo presente en alimentos comúnmente conocidos como los cereales (arroz, maíz, harina, etc.), productos elaborados (pan, almojábanas, arepas, etc.) y leguminosas o granos (lenteja, frijol, arveja verde, garbanzo, arveja seca cocida, entre otros).

Como el Doctor Pablo Aschner Montoya plantea, la siguiente es una lista de intercambio de cereales, leguminosas y productos elaborados. El tamaño por porción está definido con la siguiente relación de equivalencia: 1 Porción = 70 calorías⁴⁸

Cereales:

Alimento	Tamaño por porción
Arroz Blanco cocido	Medio Pocillo
Harina de Maíz	2 cucharadas rasas
Harina de Trigo	2 cucharadas rasas
Maíz Pira	2 cucharadas rasas
Maíz pira preparado	1 Pocillo

Productos elaborados:

Alimento	Tamaño por porción
Almojábana	Media unidad
Arepa Redonda plana	1 unidad
Buñuelo	Media unidad
Pan Blanco Tajado	Media unidad
Pan de yuca	Media unidad
Pastas Preparadas	Medio Pocillo
Tostadas	1 unidad
Pan Integral	1 unidad

Leguminosas (Granos)

Alimento	Tamaño por porción
Arveja verde cocida	5 cucharadas
Arveja seca cocida	2 cucharadas
Frijol Cocido	2 cucharadas
Lentejas	2 cucharadas

⁴⁷ Dr. Antuña de Alaiz , Clínica Diabetológica, A.Menarini diagnostics, 2012©. Documento descargado de www.clinidiabet.com/es/infodiabetes. Información actualizada el 4 de mayo de 2012.

⁴⁸ GOMEZ ARBELAEZ, Op. Cit., p. 23.

2.4 DOSIFICACIÓN DE LA INSULINA

Según María José Faus, Doctora en Farmacia, los esquemas de administración de insulina son variables y deben de adaptarse a las condiciones de cada paciente, tanto en tipo utilizado de insulina, como en cantidad, así como en frecuencia. Aunque no existe una pauta patrón, sí existen esquemas más frecuentemente utilizados, como se muestran a continuación:⁴⁹

2.4.1 Pauta convencional

Dentro de las pautas convencionales, se conoce la dosis única de insulina intermedia o prolongada en el desayuno, el cual es un patrón indicado para cuando sólo se pretende mantener al paciente asintomático, evitando las descompensaciones extremas. También puede ser útil en personas mayores a 65 años que mantengan una glicemia basal aceptable (140 mg/dL), pero que no tengan buen control a lo largo del día. Este tipo de dosis por lo general, no suele controlar bien la hiperglicemia basal.

Otro tipo de dosis conocida dentro de la pauta convencional, es la aplicación de 2 dosis de insulinas. Éste tipo de aplicación constituye la mezcla de insulinas de acción rápida con insulinas de acción intermedia. Es la más comúnmente indicada para los pacientes con diabetes tipo 1, y aquellos con diabetes tipo 2 sin reserva pancreática.

2.4.2 Pauta intensiva

Dentro de las pautas intensivas, son conocidas las múltiples inyecciones de insulina, las cuales son administradas entre 3 y 4 dosis de insulina de rápida acción antes de las comidas, y además, para mantener el nivel basal, de 1 a 2 dosis de insulina de acción intermedia antes de desayuno y/o cena o una dosis de insulina prolongada antes de acostarse. Es la más indicada en pacientes jóvenes con diabetes tipo 1, donde el objetivo es conseguir el más estricto control metabólico.

Las bombas de infusión continua de insulina son administradas con indicaciones similares al régimen de múltiples inyecciones.

2.4.3 Elección de la dosis de insulina

Los requerimientos de insulina son muy variables, dependiendo del tipo de diabetes, tiempo de evolución, nivel de actividad física, etc. El criterio más común es el de "tanteo y ajuste progresivo". En general:

- *Diabetes tipo 1:* 0,4-0,6 UI/Kg de peso/día, se repartirán en 60 % antes del desayuno y 40 % antes de la cena. Por término medio, para un individuo sobre unos 70 Kg de peso, se comienza con 30 UI/día (20 antes del desayuno y 10 antes de la cena).
- *Diabetes tipo 2:* 0.2-0.3 UI/kg. Repartir 60 % antes del desayuno y 40% antes de la cena.

⁴⁹ DOLORES M., María, FERNANDEZ L. Fernando, TUNEU I., Op. Cit., p. 27.

2.4.4 Planificación del tratamiento insulínico en relación al horario de comida

Es indispensable establecer 2 constantes que interaccionan: el horario de comidas y el de insulina. Dada la recomendación de los expertos⁵⁰ acerca de aplicar las inyecciones de insulina de 20 a 30 minutos antes de las comidas principales (desayuno, almuerzo o cena), es fundamental que los horarios de comidas sean estables y que se hagan tomas intermedias entre las comidas principales. En caso de glicemias preprandiales elevadas (>180mg/dL) conviene recomendar que la ingesta se realice 45-60 minutos después de la inyección. El siguiente es un posible horario de alimentación recomendable:

Desayuno: 8:00 AM – 8:30 AM

Refrigerio: 11:00AM – 11:30 AM

Almuerzo: 2:00PM – 2:30PM

Onces o Merienda: 5:00PM – 5:30PM

Cena: 8:00PM – 8:30PM

Resulta pertinente mencionar que, a partir de la dieta, se determina la cantidad de insulina que debe proveerse al paciente. Dado que no sólo la dieta afecta directamente el nivel de glucosa en la sangre, la dosis debe cubrir también los efectos de factores como el estrés, enfermedad, o el nivel de actividad física que realice el paciente.⁵¹

⁵⁰ DOLORES M., María, FERNANDEZ L. Fernando, TUNEU I., Op. Cit., p. 29.

⁵¹ GOMEZ ARBELAEZ, Op. Cit., p. 24.

3. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

3.1 OBTENCIÓN DE DATOS DE FUENTES PRIMARIAS (*FOCUS GROUP*) SOBRE DIFERENTES CUESTIONES PSICO-SOCIALES EN EL TRATAMIENTO DE LA DM 1

Con relación a la información suministrada en el *Focus Group* (Véase el ANEXO F en CD-ROM) del cual participaron 23 jóvenes entre 10 y 14 años de edad provenientes de un taller sobre manejo de la Diabetes, dictado en la *Asociación Colombiana de Diabetes (ACD)* por la nutricionista Patricia Barrera, se procede a analizar los datos recolectados correspondientes a diversas preguntas formuladas en el cuestionario sobre el manejo de la *DM* (Véase el ANEXO F en CD-ROM) y que tienen directa relación con el enfoque socio-cultural del presente trabajo de investigación.

❖ ¿Ha tenido acceso a algún libro o folleto ilustrado dentro de la *ACD* sobre información y tratamiento acerca de la *DM 1*?

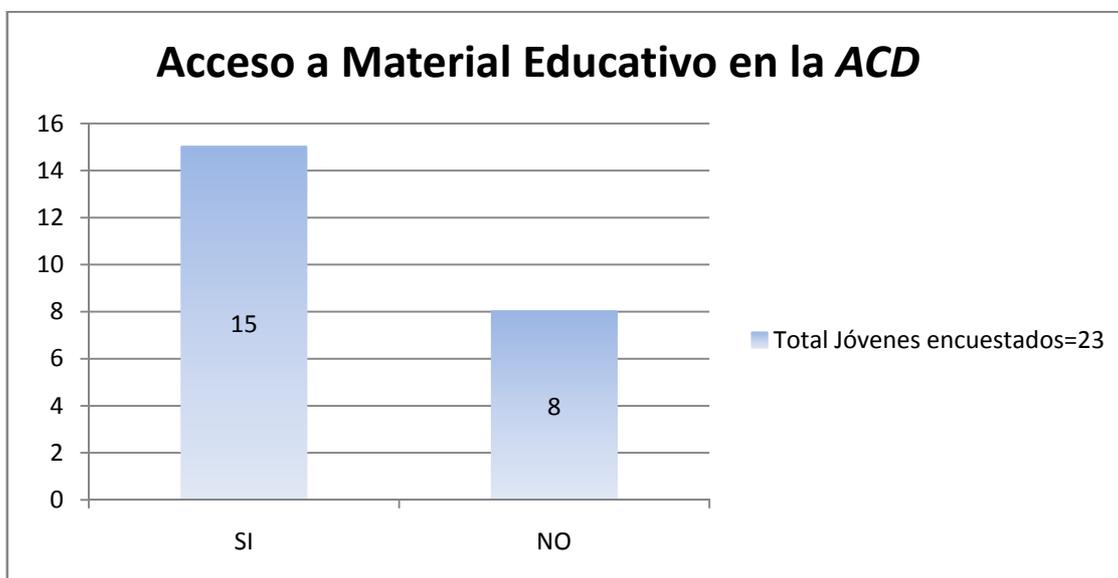


Ilustración 4: Gráfico descriptivo sobre el acceso a material educativo dentro de la *Asociación Colombiana de Diabetes*

Fuente: Cuestionario sobre el manejo de la *DM*. Elaboración propia del autor.

❖ Si la respuesta a la pregunta anterior fue afirmativa, mencione cuáles folletos o libros le han sido de utilidad para adquirir conocimientos sobre la *DM 1*?

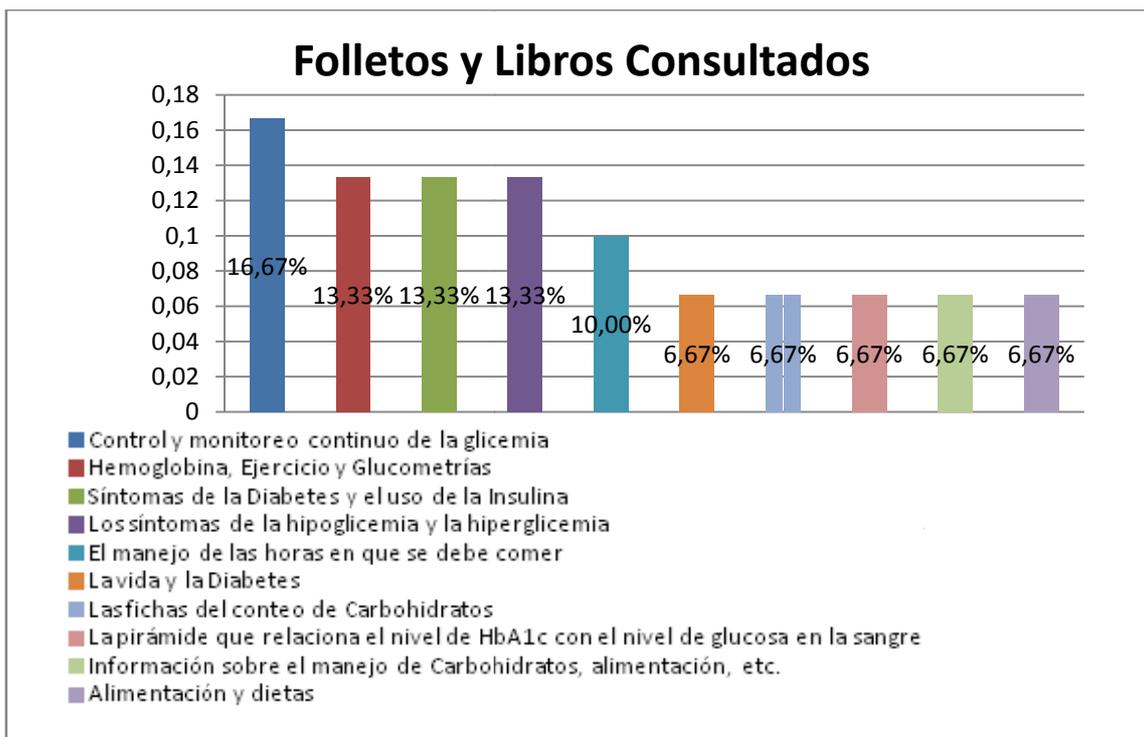


Ilustración 5: Gráfico Descriptivo sobre la consulta de Folletos y Libros acerca del manejo de la DM
Fuente: Cuestionario sobre el manejo de la DM. Elaboración Propia del autor

❖ De los siguientes aspectos para el manejo de la DM1, ¿cuáles considera los más complicados de realizar?

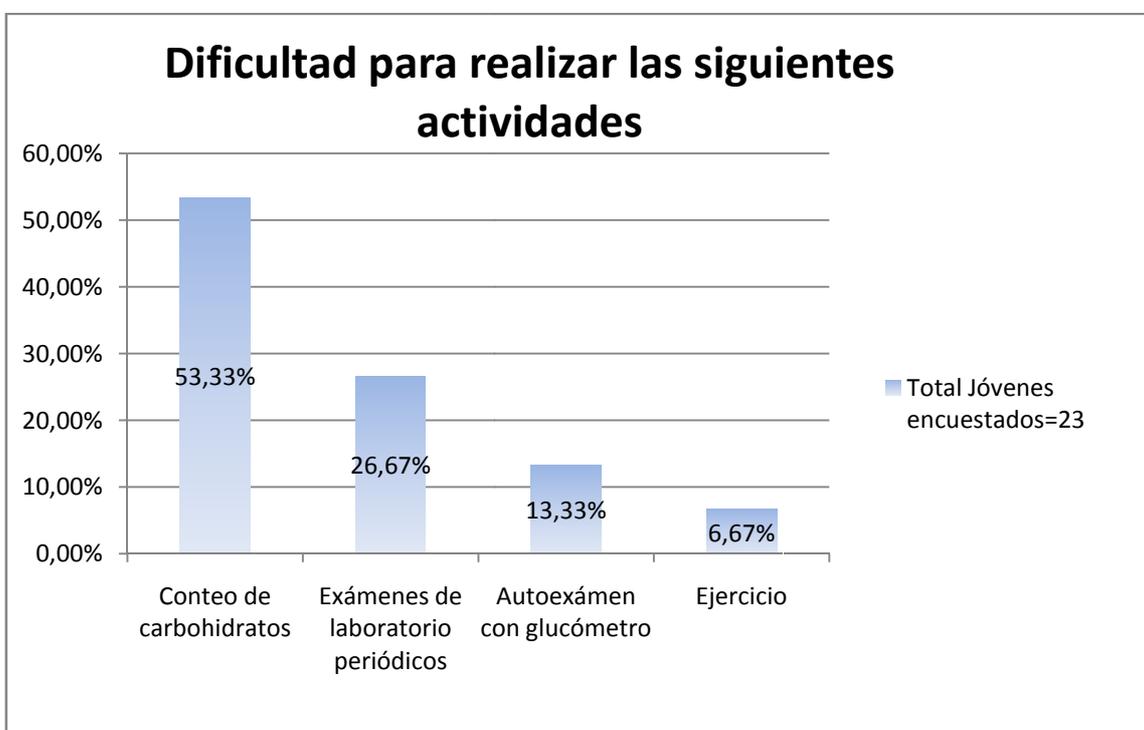


Ilustración 6: Gráfico descriptivo sobre la dificultad de realizar actividades de control para el tratamiento de la DM por parte de los jóvenes participantes del taller
Fuente: Cuestionario sobre el manejo de la DM. Elaboración propia del autor

- ❖ Mencione las razones del por qué es complicado realizar el conteo de carbohidratos.

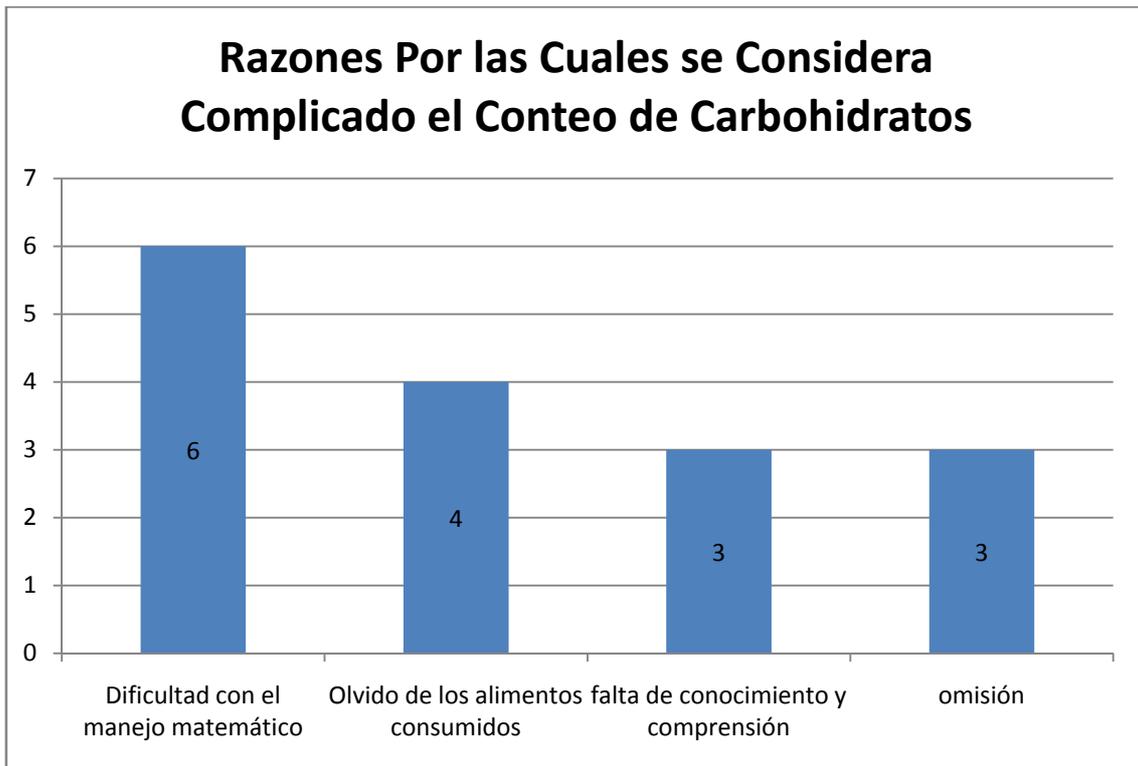


Ilustración 7: Gráfico descriptivo acerca de los motivos por los cuales los jóvenes participantes del taller consideran complicado realizar el conteo de carbohidratos

Fuente: Cuestionario sobre el manejo de la DM. Elaboración propia del autor

- ❖ Mencione las razones del por qué es complicado realizar los exámenes de laboratorio periódicos.

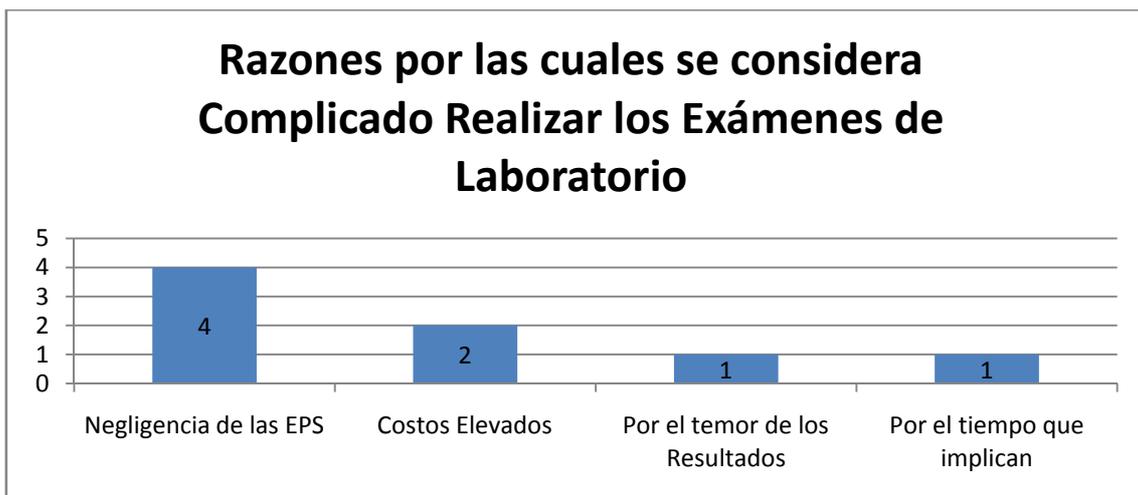


Ilustración 8: Gráfico descriptivo acerca de los motivos por los cuales los jóvenes participantes del taller consideran complicado realizar los exámenes de laboratorio

Fuente: Cuestionario sobre el manejo de la DM. Elaboración propia del autor

❖ ¿Cómo considera el nivel de autoconocimiento que ha adquirido acerca de la *DM 1* hasta el momento?

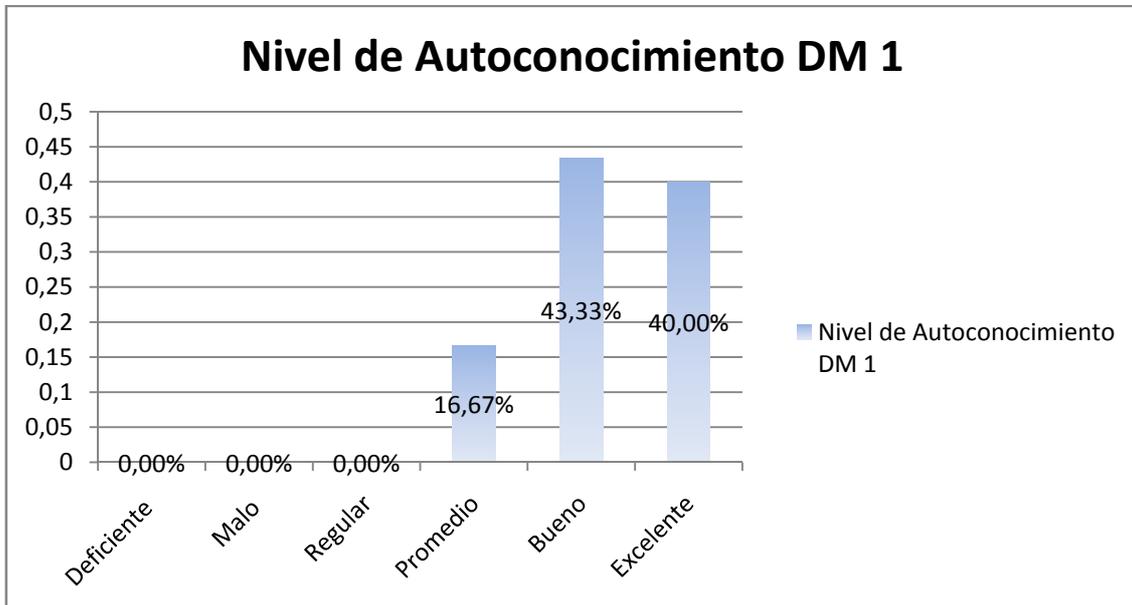


Ilustración 9: Gráfico descriptivo acerca del nivel de autoconocimiento adquirido de la *DM* por parte de los jóvenes participantes del taller
Fuente: Cuestionario sobre el manejo de la *DM*. Elaboración propia del autor

❖ ¿Cómo califica el conocimiento adquirido sobre el manejo de las hipoglicemias?

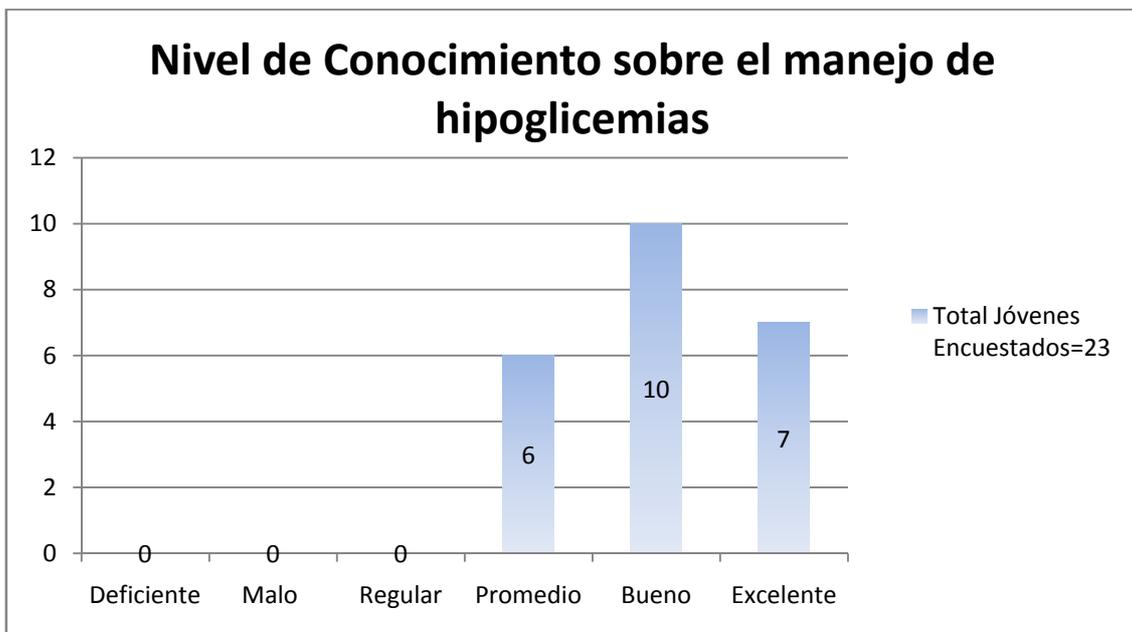


Ilustración 10: Gráfico descriptivo acerca del nivel de conocimiento adquirido por parte de los jóvenes participantes del taller sobre el manejo de hipoglicemias
Fuente: Cuestionario sobre el manejo de la *DM*. Elaboración propia del autor

3.2 LAS EXPECTATIVAS Y LA SATISFACCIÓN DE LOS PACIENTES CON DM 1 -MATRIZ DE CALIDAD QFD- DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD APLICADA AL TRATAMIENTO DE LA DM

Complementando la información obtenida de la *DM 1* en el marco teórico y en el numeral 3.1 con respecto al estudio realizado del *Focus Group* en la *Asociación Colombiana de Diabetes*, donde se conocieron diversas experiencias con la asistencia y el tratamiento que reciben diversas personas con *DM 1*, se procede a construir una matriz de despliegue de la función de calidad *QFD* con la cual se pretende identificar a grandes rasgos, aquellas necesidades y expectativas de los pacientes, priorizando la satisfacción de estas expectativas en función de su importancia.

A propósito, un aspecto clave que resaltaron los jóvenes participantes en el *focus group* es la importancia de recibir una atención donde se percibiera la confianza, como elemento clave además de la enseñanza, la educación y el apoyo. Lo anterior representa las bases para discutir un término que surgió a partir de los 80's y se denomina "Empowerment". Esta palabra, en el contexto propio de la presente investigación, hace referencia a una filosofía que establece que una persona con diabetes es totalmente responsable de su cuidado; es decir, que el equipo de salud no es responsable de las decisiones que tome la persona, pero si responsable de darle todas las herramientas para que tomen las mejores decisiones y apoyarlo en ellas.⁵²

La esencia del "Empowerment" consiste en crear escenarios de confianza para lograr que el paciente aumente la responsabilidad, la autoridad y el compromiso para tomar las decisiones relacionadas con su enfermedad.

Luego de esta breve explicación, se procede a establecer la matriz de calidad *QFD*, mediante las siguientes etapas:

- **Fijación del objetivo:** Análisis de los aspectos psico-sociales más relevantes para lograr el buen control glicémico.
- **Requerimientos de los Pacientes (RP):** Asesoría y orientación con el manejo nutricional en términos cuali-cuantitativos, Atención oportuna y diligente de las EPS, Escucha activa de la opinión del paciente adoptando la filosofía del "Empowerment" y fácil acceso al profesional y demás equipos médicos tales como especialistas, endocrinólogos, enfermeras, nutricionistas, psicólogos, etc. Estos requerimientos se fijaron en una escala de 1 a 5, con base en la retroalimentación y la obtención de datos de fuentes primarias (*focus group*), donde 5 es la más alta prioridad. (ver Matriz de Calidad).
- **Medidas Para Responder a las Necesidades (RN):** Actitud activa y receptiva por parte del paciente, Educación nutricional y adaptación de un plan de alimentación saludable, generar cambios de comportamiento mediante aspectos educativos y psicosociales, cumplimiento terapéutico e historia clínica informatizada apropiadamente⁵³. Estas medidas están fundamentadas en un estudio sobre la mejora asistencial del diabético,

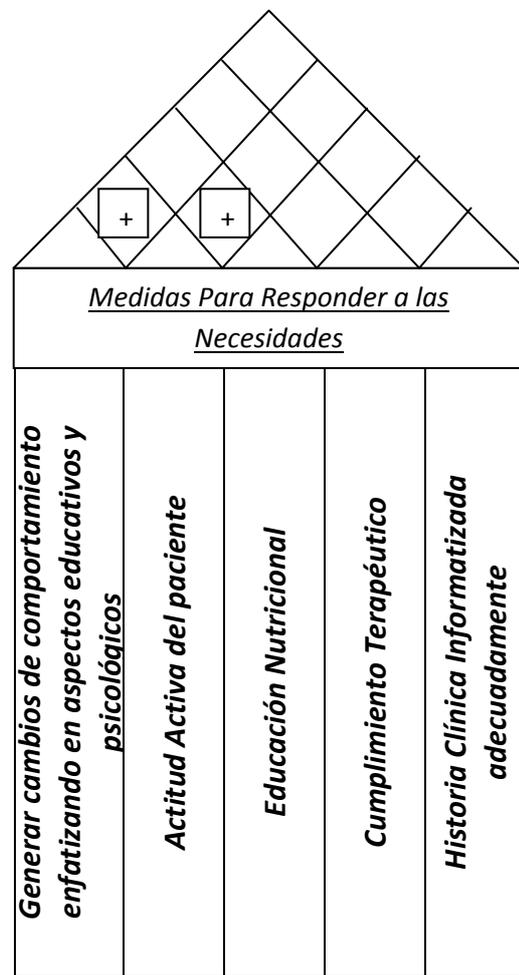
⁵²⁻³¹ Mateu Seguí Díaz. Coordinador. La Mejor asistencia al Diabético. La calidad Asistencial y los programas de mejora en Diabetes. Sociedad Española de Diabetes (SED). Grupo de Trabajo de Diabetes y Atención Primaria. 2009.

realizado por la Sociedad Española de Diabetes, donde se profundiza acerca de la calidad asistencial y los programas de mejora en Diabetes.

- **Correlación entre los requerimientos de los pacientes-medidas para responder a las necesidades:**

Grado de Correlación entre RP y RN	Símbolo Utilizado	Valor Numérico Asignado
Muy correlacionados		9
Correlacionados		3
Poco Correlacionados		1
Sin Correlación	En Blanco	0

3.2.1 Matriz de Calidad:



<i>Requerimientos de los Pacientes</i>	Asesoría y orientación con el manejo nutricional en términos cuali-cuantitativos	4					
	Atención Oportuna y Diligente de las EPS	3					
	Escucha Activa de la Opinión del Paciente, adoptando la filosofía del "Empowerment"	5					
	Fácil acceso al profesional y demás equipo médico.	3					
Prioridad Final			54	27	36	11	9
Importancia Relativa			10	5	7	2	2

- **Prioridad final de Medidas Para Responder a las Necesidades:**

- **Generar Cambios de Comportamiento enfatizando en aspectos educativos y psicosociales:**

$$5 \textcircled{\circ} + 3 \textcircled{\circ} = 54$$

- **Actitud Activa del Paciente:**

$$4 \textcircled{\circ} + 5 \textcircled{\circ} = 27$$

- **Educación Nutricional:**

$$4 \textcircled{\circ} = 36$$

- **Cumplimiento Terapéutico:**

$$3 \triangle + 3 \triangle + 5 \triangle = 11$$

- **Historia Clínica Informatizada Adecuadamente:**

$$3 \textcircled{\circ} = 9$$

- **Importancia Relativa de las medidas para responder a las necesidades:**

Para ello se toma la prioridad más alta (Generar cambios de comportamiento enfatizando en aspectos educativos y psicosociales) y se le asigna una importancia relativa de 10, y a partir de ahí por regla de tres se calcula la importancia relativa de las demás medidas. (Ver matriz de calidad).

3.2.2 Interpretación de los resultados de la matriz:

Teniendo en cuenta la prioridad final de las medidas para responder a las necesidades en la matriz de calidad, se observa que **generar cambios de comportamiento enfatizando en aspectos educativos y psicológicos** constituye el elemento que tiene la mayor importancia (54).

Este elemento en específico, puede llevarse a cabo con éxito interiorizando dos conceptos cruciales: *Auto eficacia* y *Empowerment*, este último abordado anteriormente.

Con respecto a la *autoeficacia*, este fue un término introducido por el psicólogo Albert Bandura en 1977 y hace referencia a un auto sistema que es propio de las personas y con el cual se planifican estrategias alternativas, se regulan las propias conductas o la auto reflexión durante diferentes situaciones de aprendizaje dentro de un núcleo social. La *autoeficacia* ha sido ampliamente discutida en la literatura de la psicología social para explicar la teoría de la motivación y el aprendizaje. La *autoeficacia* influye en cómo la gente siente, piensa y actúa. Respecto a los sentimientos, un bajo sentido de *autoeficacia* está asociado con depresión, ansiedad y desamparo.⁵⁴

Consecuentemente, la relación tradicional médico-Paciente estaba centrada en modelos tomados a partir del cuidado de las enfermedades agudas, donde se definían los siguientes roles precisos: el papel del paciente se limitaba a ser cuidado y el papel del cuerpo médico

⁵⁴ Bandura, A. Self- efficacy mechanism in human agency. American Psychologist 1982; V.2: P.122-47.

consistía tomar decisiones y ser responsable de los resultados. Sin embargo, este modelo tradicional no es recomendable para el caso de las enfermedades crónicas como la diabetes, debido a que en este tipo de enfermedades, los pacientes son los encargados del cuidado de su padecimiento crónico a lo largo de su vida, y por tanto, la actitud que asuman los pacientes es de suma importancia para aprender y adaptarse de la mejor manera a su enfermedad.

La segunda medida que resultó más relevante dentro de la matriz de calidad tiene que ver con el enfoque de la presente investigación: **la educación nutricional** en los pacientes con *DM* la cual ha sido tenida en cuenta por muchos expertos como uno de los aspectos fundamentales en el tratamiento de la diabetes. Resulta lógico que esta medida sea considerada tan importante para lograr un adecuado nivel de Hemoglobina Glicosilada (HbA1c) ó nivel de glicemia, dado que la alimentación se convierte en fuente de producción de glucosa para el organismo, y por tanto, influye directamente en el nivel de glucosa presente en la sangre.

Justamente, uno de los objetivos principales que persigue este trabajo de grado es la oportunidad para que los pacientes con *DM 1* implementen un plan alimenticio individualizado o personalizado, basado en la capacidad de elegir de cada individuo, es decir, que se buscan ofrecer diferentes opciones para distribuir los carbohidratos a lo largo del día, teniendo en cuenta el costo de los alimentos, el aporte nutricional e incluso el gusto o las preferencias de cada individuo.

Dentro de la matriz de calidad, es interesante observar la matriz de correlaciones (Parte superior triangular dentro de la matriz de calidad), la cual muestra una correlación positiva entre las siguientes medidas: *generar cambios de comportamiento enfatizando en aspectos educativos y psicológicos y la actitud activa del paciente, educación nutricional y actitud activa del paciente*. Lo anterior es fundamental, pues por más avances científico-técnicos que la medicina logre implantar día a día, el objetivo es establecer un plan educativo en los pacientes con *DM* que permita generar la autorresponsabilidad y el criterio para la toma de decisiones.

Como conclusión sobre la matriz de calidad, es preciso indicar que a pesar de la calidad y los avances científico-técnicos alcanzados en la medicina en los últimos tiempos, esto no es suficiente para generar la confianza necesaria en el diabético; más aún, la percepción que el paciente construya sobre el servicio médico está influido por aspectos relacionales (calidad humana, empatía, comunicabilidad, etc.) y estructurales del centro sanitario, es decir la organización⁵⁵. De modo que en la calidad y la satisfacción de los pacientes con *DM* existirán muchos imponderables que serán difíciles de controlar⁵⁶. Por lo anterior resulta indispensable que el diabético construya una opinión, y un pensamiento crítico que le permita ser más consciente, responsable y copartícipe en las decisiones sobre el tratamiento médico de la *DM*, asumiendo una actitud positiva y de aprendizaje continuo que le permita lograr un buen control sobre la *DM*.

⁵⁵ Peyrot M, Rubin R. Behavioral and psychosocial interventions in diabetes. *Diabetes Care* 2007; 30: 2433-40.

⁵⁶ Mateu Seguí Díaz. La Mejor asistencia al Diabético. La calidad Asistencial y los programas de mejora en Diabetes. Sociedad Española de Diabetes

3.3 OBTENCIÓN DE DATOS CUANTITATIVOS DE FUENTES PRIMARIAS Y TERCARIAS ACERCA DE LA INFORMACIÓN NUTRICIONAL Y EL PLAN DE ALIMENTACIÓN EN LA DIABETES

Por medio de la entrevista realizada a las Doctoras Dilcia María Lujan Torres, Médica Internista, endocrinóloga y Patricia Barrera, nutricionista-Dietista, educadora en diabetes, se consiguió un valioso aporte en el entendimiento del autor sobre el tratamiento de la diabetes (véase el ANEXO A) y particularmente, gracias a su colaboración, se obtuvo un material didáctico de información nutricional respaldado por la *Asociación Americana de Diabetes*, el cual constituye una lista de más de 70 alimentos comúnmente identificados dentro de la cultura colombiana, con sus respectivas unidades de medida concernientes al peso, calorías totales, proteínas, Grasa total, carbohidratos y fibra de cada uno de estos (véase el ANEXO C). Lo anterior resultará indispensable como parámetro de medición dentro de la construcción del modelo matemático, el cual se elaborará más adelante.

Por otra parte, teniendo en cuenta la opinión del Dr. Alan L. Rubin sobre las recomendaciones en el consumo de calorías diarias en un diabético, se deben apreciar los siguientes parámetros o características particulares, según la condición de cada paciente:

Para tener una idea aproximada de cuántas kilocalorías necesita cada persona diariamente, hay que determinar como primera medida cuál es su peso adecuado (ver ANEXO D) y de acuerdo a esto se podrán tomar las siguientes decisiones.

- Una persona adulta con un control adecuado de su diabetes, podría consumir hasta 35 Kcal/Kg/día (véase el numeral 2.1.6). Es decir, se relaciona su peso corporal con la cantidad de calorías que podría consumir diariamente.
- Para un control mucho más estricto, primero se multiplica el peso de la persona (expresado no en Kilogramos sino en libras) por 10. Este resultado expresaría la cantidad de calorías diarias. Luego, se añaden calorías adicionales según el régimen de ejercicios de la siguiente manera: una persona sedentaria añade 10% de kilocalorías basales. Una persona moderadamente activa añade 20% y una persona muy activa añade 40% o más, de acuerdo con la duración y la intensidad del ejercicio.⁵⁷

Adicionalmente, las recomendaciones de los expertos (véase las tablas 3 y 4 en 2.1.6) sobre el consumo de macronutrientes (proteínas, carbohidratos y grasas) diarios, para un diabético, se resume así:

- El porcentaje de consumo diario de carbohidratos debería estar entre un 50% y un 60% del total de calorías diarias.
- El porcentaje de consumo diario de proteínas debería estar entre un 15 a 20% del total de calorías diarias.
- El porcentaje de consumo diario de grasas no debe rebasar el 30% del total de calorías diarias.

⁵⁷ Dr. Alan L. Rubin, endocrinólogo, Op. Cit., p. 163

4. ESTUDIOS EXISTENTES

Vale la pena mencionar aquellas investigaciones y artículos científicos relativos al tema de la presente investigación, que han hecho posible, por medio de la modelación matemática, realizar combinaciones de alimentos en diferentes tipos de dietas mediante un enfoque cuantitativo.

Precisamente, dentro de los estudios encontrados, el factor cuantitativo supone un aspecto muy importante en el establecimiento de dietas y balance alimenticio, teniendo en cuenta como factores o restricciones la cantidad de componentes nutricionales permitidos durante el día así como calidad y horario de los alimentos que el organismo necesita. Por otra parte, estos estudios hacen énfasis en lograr un enfoque individualizado para el paciente, así como la comunicación efectiva para lograr un plan exitoso de nutrición, dado el compromiso, la honestidad y el rol activo que debe asumir el paciente o la persona que busca incorporar cierto plan de nutrición en su diario vivir.

La ventaja de incorporar modelos matemáticos de optimización y diversos métodos heurísticos aplicados en el campo de la nutrición, radica en la capacidad de generar relaciones combinatorias y soluciones factibles, respectivamente, con relación a diferentes alimentos que pueden ser incorporados en determinado plan alimenticio, según preferencias individuales o personales.

Es pertinente señalar los siguientes diez estudios y artículos científicos indicados a continuación, debido a que presentan gran similitud, en su mayoría, con el tema de la presente investigación, respecto al uso de modelos matemáticos lineales y su aplicabilidad para hallar diversas combinaciones de requerimientos nutricionales en la construcción de dietas personalizadas. La búsqueda de tales publicaciones científicas y los artículos hallados en inglés se obtuvieron con el apoyo de bases de datos como EBSCO Host, Science Direct, BioMed Central, ISI Web of Science, y revistas científicas como *“Latindex”* ó *“The Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics”*, disponibles en la web.

4.1 ARTICULOS CIENTÍFICOS Y TESIS SOBRE EL MODELAMIENTO MATEMÁTICO APLICADO A LA SALUD NUTRICIONAL Y EL MANEJO DE LA DIABETES

<u>Título del Estudio y Referencia Bibliográfica</u>	<u>Autor</u>	<u>Resumen</u>
<p>Computer-based dietary menu planning</p> <p>7th International Food Data Conference: Food Composition and Biodiversity. Journal of Food Composition and Analysis, Artículo original Volumen 22, 5ª Edición. Agosto de 2009.</p>	<p>Korousic Seljac, Barbara</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ En este artículo se emplea el uso de modelos multiobjetivo, programación matemática lineal, y el modelo de optimización Knapsack Problem en un plano multidimensional, planteando el problema de requerimientos de alimentación para <i>n-días</i>, destinado a lograr una dieta diaria balanceada y definiendo un algoritmo evolutivo, el cual encuentra rápidamente un conjunto diverso de soluciones factibles, es decir, los menús óptimos, por medio de los valores óptimos de la función objetivo. ❖ La parte experimental del estudio muestra como la planificación de la dieta sistematizada, mediante este algoritmo evolutivo, encuentra <i>soluciones óptimas de Pareto</i> en la alimentación requerida durante veintiún (21) días.
<p>Evolutionary Balancing of Healthy Meals</p> <p>(International Conference on Bioinspired Optimizacion Methods and Their Applications, 11-12 de Octubre de 2004, Ljubljana, Slovenia)</p>	<p>Korousic Seljac, Barbara</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ En este artículo se expone un método heurístico para lograr el balance en cuanto a comidas saludables, donde se consideran muchas restricciones así como la calidad en cuanto a comidas y bebidas. ❖ El problema se formula como un modelo multiobjetivo de optimización knapsack problem, en el cual se establecen parámetros relacionados con el consumo energético por medio de calorías, el consumo de nutrientes, número de comidas que la persona consuma en el día, etc. ❖ Usando este método, el software genera un balanceo de comidas saludables que consideran múltiples correlaciones semanales para una dieta que tiene en cuenta características nutricionales de los alimentos.

<u>Título del Estudio y Referencia Bibliográfica</u>	<u>Autor</u>	<u>Resumen</u>
<p><i>Cálculo de la Dosis de Insulina en el Paciente Diabético</i></p> <p>Tesis de Pregrado, Facultad de Ingeniería Industrial, 2003, Universidad de los Andes.</p>	<p>Gómez Arbeláez, Luis Javier</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ En esta tesis se definió un modelo matemático, usando herramientas como regresión lineal, series de tiempo y auto correlación, para estimar la dosis de insulina del paciente diabético, bajo diferentes condiciones, con el fin de mantener la glucemia en niveles normales. ❖ Dentro de los resultados de esta investigación, se evidencia que el efecto real de los carbohidratos, medidos en porciones, sobre la glucometria, resulta cuadrático. De esta forma, a medida que aumenta el número de porciones de carbohidratos dentro de la misma comida, el efecto positivo con relación al aumento de la glucosa en la sangre, aumenta exponencialmente.
<p><i>Meta-Raps: Un Enfoque de Solución Eficaz para Problemas Combinatorios</i></p> <p>Este artículo es un extracto de la tesis doctoral titulada: “<i>Meta-RaPS: An Effective Solution Approach for Combinatorial Problems</i>” (Moraga, 2002).</p>	<p>Moraga, Reinaldo J. Whitehouse, Gary E. Depuy, Gail W.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Este artículo introduce una meta heurística denominada Meta-Raps (Meta-Heuristic for Randomized Priority Search) para problemas de optimización combinatoria. ❖ Meta-Raps es un sistema de múltiples iteraciones que balancea el uso de heurísticas de construcción y mejoramiento de soluciones en cada iteración. ❖ Una de las características principales de Meta-RaPS es la dosificación del uso de aleatoriedad como mecanismo para mejorar heurísticas de construcción. ❖ La tesis representa la culminación de una investigación desarrollada por las Universidades de Central Florida y Louisville en un esfuerzo por extender un enfoque heurístico clásico denominado COMSOAL a problemas combinatorios.

<u>Título del Estudio y Referencia Bibliográfica</u>	<u>Autor</u>	<u>Resumen</u>
<p style="text-align: center;"><i>Modifying diets to satisfy nutritional requirements using linear programming</i></p> <p>British Journal of Nutrition (1992), 68, 565-512. Departamento de Matemáticas y Sistemas, Universidad de Salford. Artículo recibido el 8 de mayo de 1991, y aceptado el 13 de diciembre de 1991.</p>	<p>P.M. Soden and L.R. Fletcher</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Este artículo menciona como punto de partida, la comunicación entre un paciente y su nutricionista acerca de la ingesta alimentaria en un día típico. Luego, el nutricionista usando un software de programación lineal, introduce estas cantidades expresadas en gramos. ❖ El modelo establece como restricciones, cantidades variables de nutrientes presentes en cien (100) gramos de cada alimento, los cuales aportan energía, fibra, sodio y grasas requeridos durante el día. ❖ Como resultado, el programa es ejecutado en pocos segundos y muestra varias combinaciones de dietas que se ajustan a las preferencias del individuo y al mismo tiempo, se fija un balance adecuado de nutrientes, de acuerdo a las prescripciones médicas de cada paciente.
<p style="text-align: center;"><i>Computer-assisted diabetic management: a complex approach</i></p> <p>Computer Methods and Programs in Biomedicine. Volumen 32, 4ª Edición, July-August 1990, Pages 195-214. Models and computers in diabetes research and diabetes care Disponibile en la web desde el 2 de Julio de 2003</p>	<p>E.R. Carson, E.D. Lehmann, G. Whitney, C.D. Williams.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Este artículo describe la arquitectura de un sistema computacional desarrollado para apoyar el control de la diabetes. ❖ El sistema comprende varios módulos: un módulo de base de datos utilizado para el monitoreo de la glucosa en la sangre, un módulo de interpretación usado para analizar la adecuación de la dieta y el tratamiento con insulina para los diabéticos tipo 1 y un módulo de asesoramiento sugiriendo modificaciones en la dieta o en la dosis de insulina con el fin de mejorar el control de la glicemia. ❖ Durante la secuencia de las consultas con el sistema, un modelo dinámico enfocado en el metabolismo de los carbohidratos se ajusta gradualmente construyendo una simulación apropiada para un paciente específico.

<u>Título del Estudio y Referencia Bibliográfica</u>	<u>Autor</u>	<u>Resumen</u>
<p>Modelo Matemático y Simulación de un Control de Glucosa Retroalimentado</p> <p>Tesis de Pregrado, Facultad de Ingeniería mecánica, 1987, Universidad de los Andes</p>	<p>Thriez Botero, Felipe</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Con esta tesis se propuso un sistema electro-mecánico de control con retroalimentación, en el cual la falta de insulina se suple con infusiones de la misma en cantidades determinadas por un control automático. ❖ La regulación por medio del control automático, requirió del desarrollo de un sistema de control, el cual se llevó a cabo en tres partes: simulación, identificación-predicción y control. El objetivo al establecer estos programas consistió en predecir el comportamiento de la dinámica del paciente, para compensar el tiempo que toma medir la concentración y regular la infusión de insulina. ❖ Se establecieron criterios de diseño, en los cuales el control debía ser tal que la concentración de glucosa se acercara al valor de referencia.
<p>Using goal programming to improve the calculation of diabetic diets</p> <p>Computers & Operation Research. Volumen 10, 4ª Edición, páginas 365-373. 1983. Disponible en línea el 20 de mayo de 2003.</p>	<p>Mc Cann-Rugg, Mary White, Gregory P. Endres, Jeanette M.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ En este artículo se discute el uso de la programación lineal por metas para apoyar profesionalmente a los nutricionistas con respecto al cálculo de la dieta en la diabetes. Lo anterior considera preferencias en cuanto a dietas para diversos conjuntos de pacientes sin dejar a un lado las exigencias y restricciones médicas nutricionales. ❖ Los resultados presentados indican aquellas dietas más completas que pueden ser calculadas en menos tiempo usando este enfoque matemático en comparación con los métodos manuales clásicos como el conteo de carbohidratos.

<u>Título del Estudio y Referencia Bibliográfica</u>	<u>Autor</u>	<u>Resumen</u>
<p><i>Pladiet: Un sistema de cómputo para el diseño de dietas individualizadas utilizando Algoritmos Genéticos</i></p> <p>Departamento de Matemáticas, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora. CP 83000 México. 2007 <i>Disponible en el sitio web:</i> http://www.iiisci.org/Journal/CV\$/risci/pdfs/C560PL.pdf</p>	<p>FLORES, Pedro. COTA, Ma. de Gpe. RAMÍREZ, Desiderio JIMÉNEZ, Ivo José RAYGOZA, Juan Antonio MORALES, Lluvia Carolina</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ En este trabajo se presentan las bases de funcionamiento del sistema de cómputo <i>Pladiet</i> que calcula dietas individualizadas que cumplen con todos los requerimientos nutricionales establecidos por un experto. Para resolver el problema de calcular las dietas, se construye un modelo de <i>Programación Entera no lineal</i> que se resuelve utilizando Algoritmos Genéticos. Aquí se presenta la construcción del modelo, las características específicas del Algoritmo Genético con que se resuelve, y los resultados de las pruebas para ajuste de parámetros correspondientes. ❖ La principal conclusión de este trabajo es que el algoritmo aquí propuesto resuelve, en forma robusta, el problema de diseñar dietas para 28 días que cumplan con diversos requerimientos respecto a calorías.
<p><i>Modelo de Programación Lineal Para Optimización de Costos de Menú de Comedor Industrial</i></p> <p>Maestría en Ingeniería Industrial. División de Posgrado Instituto Tecnológico de Querétaro, Gral. Mariano Escobedo y Av. Tecnológico S/N, Col. Centro, CP 76000 Santiago de Querétaro, México. Disponible en la revista científica TecnoINTELECTO 2010, 7 (2): 26-32. <i>Disponible en el sitio web:</i> http://issuu.com/satmex7/docs/tecnointellecto_vol_7_no_2</p>	<p>AB Orozco Martínez & C. de Santiago Guerrero</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ En este artículo se presenta un modelo de <i>programación lineal</i> para la optimización de costos de un menú de comedor industrial que cumple con la Ingesta Diaria de energía (kj-kcal), proteínas, vitaminas y nutrimentos inorgánicos recomendados para la población adulta mexicana entre 20 y 64.9 años con actividad moderada. ❖ Considerando que un usuario come una vez al día en un comedor industrial, el modelo diseñado corresponde al 45% del gasto energético y nutricional total diario. Una vez definido el modelo matemático se obtienen una solución óptima conformada por 5 platillos considerados en el menú, al menor costo posible, con los nutrientes y energía recomendados.

5. ELABORACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO

Partiendo de la alimentación balanceada que se pretende incentivar en los pacientes diabéticos, es posible, gracias a los métodos cuantitativos, construir una dieta equilibrada y diversificada a lo largo de la semana, que aparte de incluir todos los macronutrientes y grupos de alimentos en las proporciones adecuadas, tenga en cuenta el costo de adquisición e incluso el factor apetecible de estos mismos.

5.1 METODOLOGÍA

De los aspectos a tener en cuenta sobre la dieta equilibrada planteada en el párrafo anterior se deduce el siguiente planteamiento: la elaboración de un modelo de optimización determinístico multiobjetivo que integre las siguientes funciones objetivo:

- ✓ La minimización del costo de adquisición de los alimentos, dada la restricción presupuestaria o la cantidad máxima de recursos económicos de los que dispone la persona
- ✓ La minimización de los carbohidratos consumidos en las diferentes comidas durante la semana
- ✓ La maximización del beneficio por el deleite personal hacia el consumo de ciertos alimentos

El orden en la priorización de estas funciones objetivo dependería exclusivamente del criterio del cuerpo médico que realiza las valoraciones o prescripciones individuales a los pacientes, y toma decisiones en cuanto a la adaptación de la dosificación de la insulina (véase el numeral 2.4) de acuerdo a un plan particular de alimentación.

5.2 DEFINICIÓN DE CONJUNTOS, PARÁMETROS, VARIABLES Y RESTRICCIONES

Como se observa en el numeral anterior, las tres funciones objetivo están orientadas hacia un elemento común: los alimentos. De esta manera, se plantea como variable de decisión la siguiente hipótesis:

$$x_{ijt} = \begin{cases} 1 & \text{si el alimento } i \text{ es consumido en la hora } j \text{ en el día } t \\ 0 & \text{si no sucede así.} \end{cases}$$

En este caso, las letras en cursiva i, j, t hacen parte de los siguientes conjuntos de elementos:

- **Conjunto I:** Alimentos..... $i = (1, 2, 3, \dots, n)$, lo cual quiere decir que existe una disponibilidad cuantiosa, no obstante, limitada de alimentos en el mercado
- **Conjunto J:** Hora fraccionada de comida..... $j=(1:\text{Desayuno}, 2:\text{Refrigerio}, 3:\text{Almuerzo}, 4:\text{Onces}, 5:\text{Cena})$
- **Conjunto T:** Día de la semana $t=(1:\text{Lunes}, 2:\text{Martes}, \dots, 7:\text{Domingo})$

Adicionalmente, otro conjunto que es indispensable plantear en este modelo lo constituye aquellos componentes nutricionales en los alimentos de los que se discutió anteriormente (véase el numeral 1.2.2 y 1.2.3).

- **Conjunto K:** Componente Nutricional..... $k=(1:\text{Proteinas}, 2:\text{Carbohidratos}, 3:\text{Grasas}, 4:\text{Fibra}, 5:\text{Calorías})$

Debido al tipo de variable de decisión, la cual contiene dicha hipótesis que plantea si cierto alimento es consumido o no en la hora señalada y el día señalado, es pertinente plantear este modelo como un problema de programación entera lineal multiobjetivo, pues los valores permitidos en la variable decisión de alimentos x_{ijt} violarían la suposición de divisibilidad, la cual requiere que todas las variables de decisión puedan asumir valores fraccionarios.

En cuanto a las restricciones o limitaciones del modelo determinístico, se establecería la siguiente: El consumo máximo y mínimo de componentes nutricionales recomendado en cada fracción de comida según la opinión de expertos (véase el numeral 3.3) basándose en información nutricional de los alimentos.

Por otra parte, existen ciertos valores determinísticos o conocidos que relacionan la variable de decisión con las restricciones y la función objetivo: estos son los parámetros, y en este caso en específico se definen los siguientes, según la función objetivo y las restricciones planteadas:

C_i : Costo de adquisición de cada alimento i

B_i : Beneficio al degustar cada alimento i

A_{ik} : Aporte nutricional del componente k presente en cada alimento i

$R_{Min_{jk}}$: Requerimiento mínimo diario del componente k distribuido en las horas de comida j

$R_{Max_{jk}}$: Requerimiento máximo diario del componente k distribuido en las horas de comida j

S_{ij} : Sensatez al consumir el tipo de alimento i en la hora de comida j

Para determinar el parámetro B_i , el paciente calificaría el nivel de deleite por el consumo de los alimentos que hacen parte de su plan alimenticio, en una escala de 1 a 100, donde 1 sería la peor calificación obtenida y 100 la más alta calificación o valoración.

Con relación al parámetro S_{ij} , dentro del modelo se pretende organizar de forma sensata el consumo de los alimentos en las diferentes horas fraccionadas de comidas. Es decir, aparte de las recomendaciones de expertos sobre el consumo de una dieta fraccionada a lo largo del día (véase el numeral 2.1.6), se debe asegurar que los resultados del modelo arrojen grupos de alimentos adecuados, según las prescripciones y menús modelos diseñados por nutricionistas, para cada hora o fracción de comida (Desayuno, Refrigerio, Almuerzo, Onces y Cena).

5.3 FORMULACIÓN COMPACTA DEL MODELO DE OPTIMIZACIÓN

Ahora con todos los elementos definidos, es posible formular el modelo determinístico multiobjetivo. Adicionalmente, como se mencionó al principio del capítulo, se pretende diversificar el consumo de los alimentos a lo largo de la semana, por tanto, se agregará una restricción adicional que no permita que un mismo alimento sea consumido más de una vez, en la misma hora, dos o más días en la semana.

Éste modelo constituye una herramienta de optimización personalizada, debido a que cuenta con parámetros particulares tales como requerimientos de componentes nutricionales según la condición de cada paciente y su gusto o deleite personal hacia ciertos alimentos.

Así pues, la formulación compacta del modelo de optimización sería la siguiente:

$$\text{Variable de decisión: } x_{ijt} = \begin{cases} 1 & \text{si el alimento } i \text{ es consumido en la hora } j \text{ en el día } t \\ 0 & \text{si no sucede así.} \end{cases}$$

$$\text{Conjuntos: } \begin{cases} I: \text{Alimentos.....}i= (1, 2, 3, \dots, n) \\ K: \text{Componente Nutricional}k=(1:\text{Proteínas}, 2:\text{Carbohidratos}, 3:\text{Grasas}, 4:\text{Fibra}, 5: \text{Calorías}) \\ J: \text{Hora Fracción Comida}j=(1:\text{Desayuno}, 2:\text{Refrigerio}, 3:\text{Almuerzo}, 4:\text{Onces}, 5:\text{Cena}) \\ T: \text{Día de la semana}t=(1:\text{Lunes}, 2:\text{Martes}, \dots, 6:\text{Sábado}, 7:\text{Domingo}) \end{cases}$$

Parámetros:

C_i : Costo de adquisición de cada alimento i

B_i : Beneficio al degustar cada alimento i

A_{ik} : Aporte nutricional del componente k presente en cada alimento i

R_{Min}_{jk} : Requerimiento mínimo diario del componente k distribuido en las horas de comida j

R_{Max}_{jk} : Requerimiento máximo diario del componente k distribuido en las horas de comida j

S_{ij} : Sensatez al consumir el tipo de alimento i en la hora de comida j

Función objetivo lineal 1: Minimizar el costo semanal de adquisición de los alimentos

$$\text{Min } Z_1 = \sum_{\forall i \in I} * \sum_{\forall j \in J} * \sum_{\forall t \in T} C_i * x_{ijt} \quad [1]$$

Función objetivo lineal 2: Minimizar el consumo semanal de carbohidratos

$$\text{Min } Z_2 = \sum_{\forall i \in I} * \sum_{\forall j \in J} * \sum_{\forall t \in T} A_{ik=2} * x_{ijt} \quad [2]$$

Función objetivo lineal 3: Maximizar el deleite semanalmente en el consumo de los alimentos

$$\text{Max } Z_3 = \sum_{\forall i \in I} * \sum_{\forall j \in J} * \sum_{\forall t \in T} B_i * x_{ijt} \quad [3]$$

Sujeto a las restricciones:

- ❖ Consumo máximo de componentes nutricionales recomendado en cada fracción de comida

$$\sum_{\forall i \in I} S_{ij} * A_{ik} * x_{ijt} \leq R_Max_{jk}; \quad \forall j \in J, \forall k \in K, \forall t \in T \quad [4]$$

- ❖ Consumo mínimo de componentes nutricionales recomendado en cada fracción de comida

$$\sum_{\forall i \in I} S_{ij} * A_{ik} * x_{ijt} \geq R_Min_{jk}; \quad \forall j \in J, \forall k \in K, \forall t \in T \quad [5]$$

- ❖ Diversificación del consumo de alimentos durante la semana

$$\sum_{\forall t \in T} x_{ijt} \leq 1; \quad \forall i \in I, \forall j \in J \quad [6]$$

- ❖ El valor de la variable de decisión debe ser 0 ó 1

$$0 \leq x_{ijt} \leq 1; \quad \forall i \in I; j \in J; t \in T \quad [7]$$

6. ESTUDIO EXPERIMENTAL

6.1 PLANTEAMIENTO DE UN CASO HIPOTÉTICO

Se formuló explícitamente el modelo de optimización, basándose en las siguientes características particulares de un paciente con diabetes. (Los datos aquí mostrados son supuestos, simplemente se ilustran con el fin de hacer explícito el modelo matemático)

- Un hombre con una altura en metros de 1,70 y un peso de 68Kg. (según estos datos se obtiene un índice de masa corporal de 24,2, lo cual indica un peso adecuado o normal para la estatura, véase el ANEXO D)

Para determinar la cantidad de kilocalorías prescritas diariamente, se realizan los siguientes cálculos basándose en la opinión de los expertos (véase el numeral 3.3).

- Si la persona tiene un control adecuado de su diabetes, podría consumir hasta:

$$35 \text{ Kcal/Kg/día} * 68\text{Kg} = \mathbf{2.380} \text{ Kcal/día}$$

- Si se pretende un control mucho más estricto de la diabetes, primero se multiplica el peso en libras por 10:

$$\text{En este caso: } 68\text{Kg} * 2,205\text{lb/Kg} \approx 150\text{lb} * 10 = 1.500 \text{ Kcal/día}$$

Luego, se va a suponer que ésta persona realiza una actividad física moderadamente activa durante el día. Por tanto se adiciona 20% más de calorías:

$$1.500\text{Kcal/día} * (1+0,2) = \mathbf{1.800} \text{ Kcal/día}$$

La distribución porcentual de las calorías en las 5 comidas diarias será establecida de la siguiente forma, de acuerdo nuevamente a la opinión de expertos.

- Desayuno..... 25% de las kilocalorías diarias consumidas
- Refrigerio:..... 15% de las Kilocalorías diarias consumidas
- Almuerzo..... 30% de las Kilocalorías diarias consumidas
- Onces..... 10% de las Kilocalorías diarias consumidas
- Cena..... 20% de las Kilocalorías diarias consumidas

Con respecto a la distribución de macronutrientes consumidos durante el día, serán distribuirlos así, según las recomendaciones en el numeral 3.3:

- El porcentaje de consumo diario de carbohidratos se va a fijar en un 50% del total de calorías diarias.
- El porcentaje de consumo diario de proteínas se va a fijar en un 20% del total de calorías diarias.
- El porcentaje de consumo diario de grasas va a ser el 30% del total de calorías diarias.

Dentro de los parámetros establecidos, el beneficio por el deleite en el consumo de diferentes alimentos, va a ser tomada en cuenta la calificación promedio obtenida de los 23 jóvenes, quienes participaron en el *Focus Group* y quienes evaluaron en una escala de 1 a 100 (véase ANEXO E en CD ROM) el nivel de agrado por el consumo de alimentos propuestos dentro del ANEXO C.

Además, el parámetro C_i , relacionado con el costo de adquisición de cada alimento i , se obtuvo gracias a información actualizada de la Central de Abastos de Bogotá (véase ANEXO B).

Precisamente el parámetro A_{ik} , que relaciona la cantidad de componente nutricional K presente en cada alimento i , fue elaborado a partir de la información de los principales componentes nutricionales presentes en cada alimento típico (véase ANEXO C).

6.2 SISTEMA DE REGISTRO DE INFORMACIÓN DENTRO DEL PROCESO DE VALORACIÓN

Teniendo como referencia la valoración particular descrita en el numeral anterior, es posible realizar una simulación que exprese la tendencia en el consumo semanal de macronutrientes (Carbohidratos, Proteínas y Grasas), mediante un sistema de registro de información, en el cual, el cuerpo médico tenga la posibilidad de analizar, distribuir o modificar cantidades de kilocalorías, en cada hora o fracción de comida a lo largo de los días de la semana, de acuerdo al nivel de control nutricional que una persona con diabetes requiera, dada una evaluación médica individual.

El siguiente formato (véase la tabla 5) muestra una simulación del registro de información dentro del proceso de valoración de la persona descrita en el numeral anterior. En la Ilustración 11 se visualiza claramente la tendencia en el consumo semanal de macronutrientes en este caso particular, siendo creciente y alcanzando su pico el fin de semana, más específicamente el día Domingo.

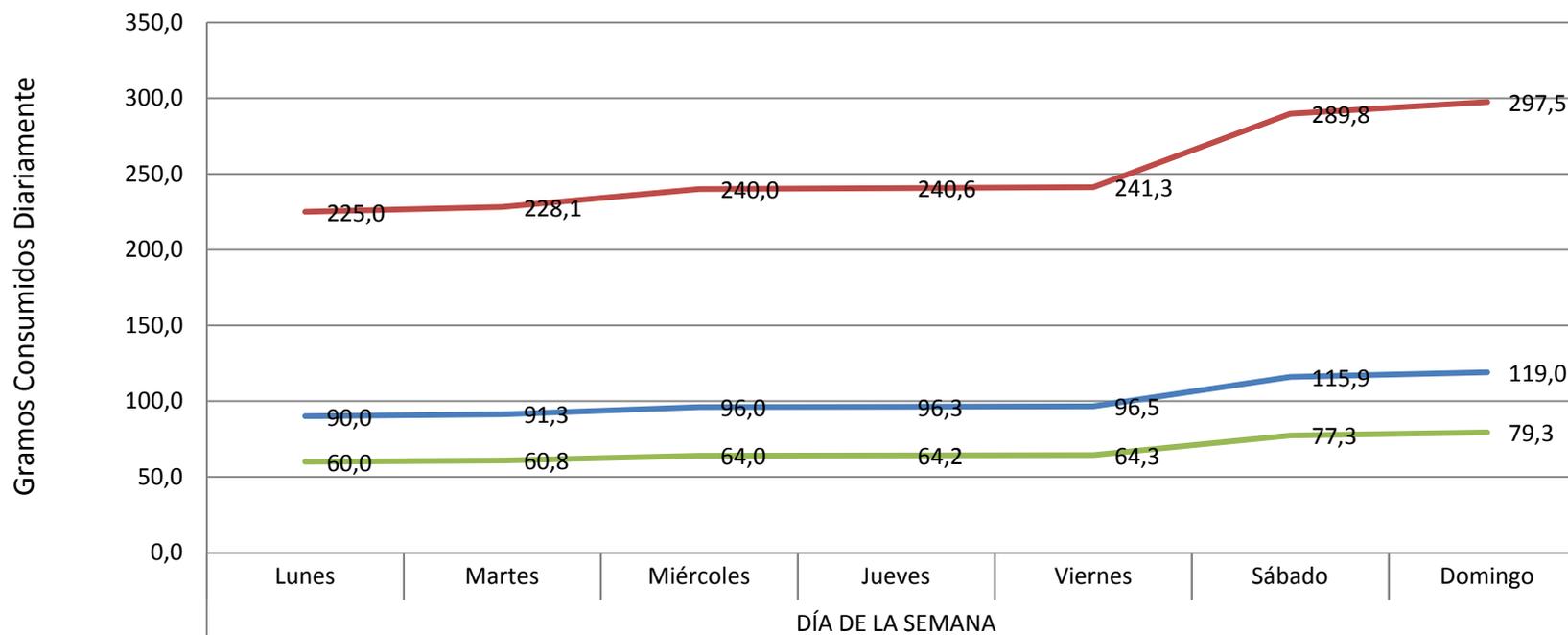
Generalmente, con el diseño de este formato (véase ANEXO J en CD-ROM) mediante la formulación necesaria en Excel y la creación de listas desplegables para escoger entre un rango, cantidades de Kilocalorías determinadas por el cuerpo médico, se registran automáticamente las cantidades prescritas de macronutrientes (Carbohidratos, Proteínas y Grasas), de acuerdo a las relaciones de aporte calórico de los componentes nutricionales (véase el numeral 1.2.3).

		COMPONENTE	DÍA DE LA SEMANA						
			Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
H O R A F R A C C I Ó N C O M I D A	Desayuno	Calorías	450,0 Kcal	475,0 Kcal	475,0 Kcal	450,0 Kcal	475,0 Kcal	575,0 Kcal	595,0 Kcal
		Proteínas	22,5 gr	23,8 gr	23,8 gr	22,5 gr	23,8 gr	28,8 gr	29,8 gr
		Carbohidratos	56,3 gr	59,4 gr	59,4 gr	56,3 gr	59,4 gr	71,9 gr	74,4 gr
		Grasas	15,0 gr	15,8 gr	15,8 gr	15,0 gr	15,8 gr	19,2 gr	19,8 gr
		Fibra	6 gr	5 gr	5 gr	7 gr	6 gr	6 gr	5 gr
	Refrigerio	Calorías	270,0 Kcal	270,0 Kcal	285,0 Kcal	285,0 Kcal	285,0 Kcal	357,0 Kcal	357,0 Kcal
		Proteínas	13,5 gr	13,5 gr	14,25 gr	14,25 gr	14,25 gr	17,85 gr	17,85 gr
		Carbohidratos	33,75 gr	33,75 gr	35,63 gr	35,63 gr	35,63 gr	44,63 gr	44,63 gr
		Grasas	9 gr	9 gr	9,5 gr	9,5 gr	9,5 gr	11,9 gr	11,9 gr
		Fibra	6 gr	5 gr	6 gr	7 gr	6 gr	6 gr	6 gr
	Almuerzo	Calorías	540,0 Kcal	540,0 Kcal	570,0 Kcal	600,0 Kcal	570,0 Kcal	690,0 Kcal	714,0 Kcal
		Proteínas	27 gr	27 gr	28,5 gr	30 gr	28,5 gr	34,5 gr	35,7 gr
		Carbohidratos	67,5 gr	67,5 gr	71,25 gr	75 gr	71,25 gr	86,25 gr	89,25 gr
		Grasas	18 gr	18 gr	19 gr	20 gr	19 gr	23 gr	23,8 gr
		Fibra	6 gr	6 gr	7 gr	6 gr	6 gr	6 gr	5 gr
	Onces	Calorías	180 Kcal	180 Kcal	190 Kcal	190 Kcal	180 Kcal	220 Kcal	238 Kcal
		Proteínas	9 gr	9 gr	9,5 gr	9,5 gr	9 gr	11 gr	11,9 gr
		Carbohidratos	22,5 gr	22,5 gr	23,75 gr	23,75 gr	22,5 gr	27,5 gr	29,75 gr
		Grasas	6 gr	6 gr	6,333 gr	6,333 gr	6 gr	7,333 gr	7,933 gr
		Fibra	6 gr	5 gr	7 gr	7 gr	6 gr	6 gr	6 gr
Cena	Calorías	360 Kcal	360 Kcal	400 Kcal	400 Kcal	420 Kcal	476 Kcal	476 Kcal	
	Proteínas	18 gr	18 gr	20 gr	20 gr	21 gr	23,8 gr	23,8 gr	
	Carbohidratos	45 gr	45 gr	50 gr	50 gr	52,5 gr	59,5 gr	59,5 gr	
	Grasas	12 gr	12 gr	13,33 gr	13,33 gr	14 gr	15,87 gr	15,87 gr	
	Fibra	6 gr	6 gr	6 gr	6 gr	6 gr	6 gr	5 gr	
Totales	Calorías	1800,0 Kcal	1825,0 Kcal	1920,0 Kcal	1925,0 Kcal	1930,0 Kcal	2318,0 Kcal	2380,0 Kcal	
	Proteínas	90,0 gr	91,3 gr	96,0 gr	96,3 gr	96,5 gr	115,9 gr	119,0 gr	
	Carbohidratos	225,0 gr	228,1 gr	240,0 gr	240,6 gr	241,3 gr	289,8 gr	297,5 gr	
	Grasas	60,0 gr	60,8 gr	64,0 gr	64,2 gr	64,3 gr	77,3 gr	79,3 gr	
	Fibra	30,0 gr	27,0 gr	31,0 gr	33,0 gr	30,0 gr	30,0 gr	27,0 gr	

Tabla 5: Formato de Registro de Información dentro del Proceso de Valoración del Paciente con DM

Fuente: Elaboración propia del autor.

SIMULACIÓN EN LA TENDENCIA DEL CONSUMO SEMANAL DE MACRONUTRIENTES



	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Proteínas	90,0	91,3	96,0	96,3	96,5	115,9	119,0
Carbohidratos	225,0	228,1	240,0	240,6	241,3	289,8	297,5
Grasas	60,0	60,8	64,0	64,2	64,3	77,3	79,3

Ilustración 11: Tendencia en el Consumo Semanal de Macronutrientes (Proteínas, Carbohidratos y Grasas)

Fuente: Elaboración propia del autor.

6.3 FORMULACIÓN DEL MODELO EN LP-SOLVE

Con la serie de conjuntos, parámetros, variables y restricciones plenamente identificados en el numeral anterior, se formuló este caso experimental como un problema determinístico de programación entera utilizando el programa LP-SOLVE (véase ANEXO G en CD-ROM). Sin embargo, al ejecutarlo, el programa continuaba corriendo sin llegar a una solución factible, por lo que fue necesario la *relajación de programación lineal* para la programación binaria. En este caso fue posible que la variable binaria pudiera tomar valores reales entre 0 y 1, lo cual significa que se estaría permitiendo la partición específica de las porciones de alimentos que se le están dando al problema.

El uso del modelo clásico del problema de la dieta no fue tenido en cuenta, puesto que éste tipo de modelo permitiría encontrar soluciones factibles de consumo de alimentos que posiblemente se repetirían una y otra vez, sobrepasando el concepto de “porción” definido por los nutricionistas y afectando la diversidad en el consumo de alimentos que se pretende conseguir con el actual modelo binario.

6.4 RESULTADOS

La priorización de las funciones objetivo en el desarrollo del presente caso hipotético fue la siguiente:

1. La minimización del costo de adquisición de los alimentos, dada la restricción presupuestaria o la cantidad máxima de recursos económicos de los que dispone la persona
2. La minimización de los carbohidratos consumidos en las diferentes comidas durante la semana
3. La maximización del beneficio por el deleite personal hacia el consumo de ciertos alimentos

Esta priorización de funciones se estableció con la premisa de que el dictamen del cuerpo médico encuentra que el paciente tiene un control aceptable de su diabetes y puede, como primera medida, buscar que su plan de alimentación sea lo más económico posible durante los 7 días de la semana, sin afectar el equilibrio de requerimientos nutricionales en los alimentos.

Respecto a la primera función objetivo lineal, referente a la minimización del costo de adquisición de los alimentos, el programa arrojó la siguiente solución óptima, expresada en pesos colombianos.

$$Z_1(\text{Min}) = \$67.349,72$$

Recordando que durante el planteamiento de la formulación compacta en LP-SOLVE se permitió la *relajación de programación lineal*, el programa llegó a la solución óptima después de 3.032 iteraciones en un tiempo de 6,22 segundos (véase el ANEXO H en CD ROM). La siguiente ilustración muestra parte de la solución obtenida:

Variables	result
	67349.72..
x{Pandebono_almojabana,Desayuno,Martes}	1
x{Pera,Onces,Lunes}	1
x{Papas_francesa,Cena,Miercoles}	1
x{Chocolate,Desayuno,Domingo}	1
x{Carne,Almuerzo,Lunes}	1
x{Pan_Blanco,Desayuno,Sabado}	1
x{Pan_Blanco,Cena,Viernes}	1
x{Pan_Frances,Desayuno,Martes}	1
x{Pan_Frances,Refrigerio,Martes}	1
x{Pan_Frances,Cena,Jueves}	1
x{Pan_Integral,Desayuno,Domingo}	1
x{Pan_Integral,Refrigerio,Miercoles}	1
x{Pan_Integral,Cena,Domingo}	1
x{Pina,Desayuno,Domingo}	1
x{Pina,Almuerzo,Miercoles}	1
x{Pera,Desayuno,Martes}	1
x{Pera,Refrigerio,Jueves}	1
x{Pera,Almuerzo,Jueves}	1
x{Curuba,Desayuno,Lunes}	1
x{Curuba,Almuerzo,Domingo}	1
x{Papaya,Desayuno,Jueves}	1
x{Papaya,Almuerzo,Martes}	1
x{Papaya,Onces,Miercoles}	1
x{Kiwi,Onces,Domingo}	1
x{Banano,Desayuno,Domingo}	1
x{Banano,Refrigerio,Lunes}	1
x{Banano,Almuerzo,Domingo}	1
x{Manzana,Desayuno,Sabado}	1
x{Manzana,Almuerzo,Sabado}	1
x{Naranja,Onces,Sabado}	1
x{Verdura_cruda,Cena,Martes}	1
x{Verdura_cocinada,Onces,Jueves}	1

Variables	result
x{Pina,Desayuno,Domingo}	0,4
x{Papas_francesa,Almuerzo,Jueves}	0,4
x{Pan_Integral,Desayuno,Jueves}	0,4
x{Pan_Integral,Refrigerio,Martes}	0,4
x{Pan_Integral,Onces,Sabado}	0,4
x{Pina,Almuerzo,Miercoles}	0,4
x{Banano,Desayuno,Lunes}	0,4
x{Verdura_cruda,Almuerzo,Martes}	0,4
x{Gelatina_light,Desayuno,Jueves}	0,4
x{Avena_Light,Desayuno,Jueves}	0,4
x{Papaya,Desayuno,Sabado}	0,4
x{Kiwi,Onces,Jueves}	0,4
x{Papa_comun,Almuerzo,Lunes}	0,4
x{Pan_Integral,Cena,Martes}	0,4
x{Curuba,Desayuno,Lunes}	0,4
x{Papaya,Refrigerio,Domingo}	0,4
x{Kiwi,Refrigerio,Jueves}	0,4
x{Mango,Desayuno,Miercoles}	0,4
x{Gelatina_light,Refrigerio,Martes}	0,4
x{Gelatina_light,Cena,Lunes}	0,4
x{Yucas_cocidas,Cena,Miercoles}	0,4
x{Banano,Refrigerio,Martes}	0,3986902..
x{Nuggets_pollo,Almuerzo,Martes}	0,3951095..
x{Chocolatina_light,Onces,Martes}	0,3788795..
x{Mazorca,Cena,Domingo}	0,3778635..
x{Gelatina_light,Onces,Jueves}	0,3694563..
x{Verdura_cocinada,Cena,Jueves}	0,3560146..
x{Aguacate,Almuerzo,Sabado}	0,3539490..
x{Chocolatina_light,Refrigerio,Lunes}	0,3403444..
x{Queso,Cena,Viernes}	0,3260809..
x{Tamal,Desayuno,Miercoles}	0,3176613..
x{Pera,Onces,Lunes}	0,3087547..
x{Dona_rellena,Cena,Lunes}	0,2976835..
x{Banano,Refrigerio,Jueves}	0,2971408..

Ilustración 12: tabla de resultados en la primera función objetivo (minimizar costos de alimentos)

Fuente: Programa LP-SOLVE 5.5.2.0

Los precios tomados en cuenta dentro del parámetro C_i , se obtuvieron al dividir el valor por unidad en kilogramos de los alimentos dentro del ANEXO B, por las porciones correspondientes de cada uno de éstos, expresadas en gramos (Véase el ANEXO C).

Estas variables están expresadas entre un rango de 0 a 1, como porcentaje de las porciones totales de cada alimento expresadas en gramos (véase ANEXO C); así que luego de organizar los datos arrojados por LP-Solve concernientes a la optimización de la primera función objetivo, se obtiene la siguiente matriz de resultado reflejada en el siguiente horario de alimentación:

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Desayuno	Queso 42.7	Gelatina light 160.0	Avena light 250	Piña 60	Pan integral 28	Carne 72	Papaya 130
	Jamón Pavo 16	Kiwi 37.2	Guanábana 42	Mango 69	Manzana 63	Patilla 42	Naranja 56
	Guanábana 21	Dona Rellena 30	Mango 27.6	Queso 42.7	Carne 40	Naranja 48	Croissants 54
	Banano 40	Jamón Pavo 16	Leche semidescremada 75	Avena Light 100	Dona rellena 50	Guanábana 42	Jamón Pavo 48
	Curuba 36.6	Banano 100	Dona Rellena 20	Pan Integral 11.2	Jamón Pavo 16	Dona Rellena 40	Piña 24
	Manazana 63	curuba 91.5	Jamón Pavo 8	Gelatina light 64	Guanábana 7	Papaya 52	Queso 6.1
	Patilla 56			Naranja 8			
Refrigerio	Pan Integral 28	Avena Light 200	Kiwi 62	Pera 36.8	Piña 60	Naranja 56	Manzana 72
	Gelatina Light 160	Chocolatina Light 8.1	Banano 70	Kiwi 24.8	Guanábana 49	Guanábana 42	Naranja 56
	Chocolatina Light 2.7	Pan Integral 11.2	Jamón Pavo 24	Banano 30	Manzana 36	Queso 24.4	Queso 24.4
	Piña 18	Gelatina light 64	Dona Rellena 20	Jamón Pavo 8	Queso 24.4	Jamón Pavo 8	Papaya 52
	Dona Rellena 20	Banano 40	Guanábana 7	Guanábana 7	Jamón Pavo 8	Piña 6	Chocolatina Light 1.8
	Queso 6.1	Dona Rellena 30		Queso 6.1			Jamón Pavo 8
		Jamón Pavo 16		Leche semidescremada 225			Piña 6
Almuerzo	Papaya 130	Piña 60	Granos 166.5	Carne 64	Verdura Cruda 60	Guanábana 42	Papa Común 90
	Nuggets Pollo 97.2	Verdura Cruda 24	Aguacate 40	Papas Francesas 32	Papas Francesas 80	Jamón Pavo 43.2	Queso 36.6
	Guanábana 42	Nuggets Pollo 43.2	Piña 24	Bandeja Paisa 114	Mazorca 135	Bandeja Paisa 171	Jamón Pavo 20
	Mazorca 40.5	Aguacate 24	Queso 12.2	Aguacate 24	Jamón Pavo 16	Aguacate 28	Bandeja Paisa 64.6
	Papa Común 36	bandeja Paisa 76	Bandeja Paisa 76	Papaya 26	Bandeja Paisa 11.4	Queso 1	Papaya 16.9
	Jamón Pavo 24	Jamón Pavo 16		Naranja 16	Naranja 8.8		
	Carne 16	Banano 20			Queso 33.55		
Naranja 8							
Onces	Pan Integral 28	Banano 100	Papaya 122.2	Guanábana 56.7	Pera 92	Kiwi 62	Verdura Cruda 39.6
	Chocolatina Light 8.46	Verdura Cocinada 51	Guanábana 41.3	piña 38.4	Gelatina Light 46.4	Leche semidescremada 152.5	Piña 30.6
	Gelatina Light 96	Chocolatina Light 3.42	Verdura Cocinada 27	Kiwi 24.8	Verdura Cruda 16.2	Pan Integral 11.2	Papaya 59.8
	Pera 28.52	Piña 14.4	Queso 17.69	Gelatina light 59.2	Queso 14.64	Verdura Cruda 14.4	Queso 16.47
	Banano 20	Queso 13.42	Banano 18	queso 17.08	Leche Semidescremada 22.5	Gelatina Light 22.4	Chocolatina Light 1
	Verdura Cocinada 6		Chocolatina Light 1				
Queso 6.1							
Cena	Pan Integral 28	Avena Light 250	Verdura Cocinada 60	Yucas Cocidas 48	Gelatina Light 160	Granos 151.7	Plátano Cocido 33.6
	Pasta 82.6	Pasta 72.8	papas francesas 80	Verdura Cruda 49.2	Verdura Cruda 34.8	Plátano Cocido 22.4	Granos 107.3
	Gelatina Light 64	Pan Integral 11.2	Yucas Cocidas 19.2	Mazorca 109.5	Chocolatina light 3.36	Aguacate 39.2	Aguacate 42.4
	Dona Rellena 30	Dona Rellena 16	Avena light 50	Verdura Cocinada 21.6	Queso 20.13	Dona Rellena 17	Mazorca 57
	Queso 8.54	Queso 8.54	Jamón Pavo 8	Avena Light 50	Pasta 40.6	Queso 7.32	Papas Francesas 14.4
	Aguacate 10.4	Verdura Cocinada 2.4	Mazorca 13.5		Lasaña 70	Papas Francesas 7.2	
					Dona rellena 8		

Tabla 6: Dieta semanal planificada respecto a la minimización del costo de los alimentos. Los valores expresan unidades en gramos de alimento.

Fuente: Elaboración propia del autor

Respecto a la segunda función objetivo lineal, relativa a minimizar el consumo de carbohidratos semanales, el programa arrojó la siguiente solución óptima,

$$Z_2(\text{Min}) = 1.662,72\text{gr}$$

Este valor estaría expresando la cantidad óptima de carbohidratos consumidos en la semana.

En este caso, al permitir la *relajación de programación lineal*, el programa llegó a la solución óptima después de 2.860 iteraciones en un tiempo de 5,42 segundos (véase el ANEXO H en CD ROM). Los siguientes valores muestran algunos resultados de la variable de solución obtenidos en el programa LP-solve

Variables	result
x{Chocolatina_light,Desayuno,Miercoles}	1
x{Avena_Light,Cena,Sabado}	1
x{Carne,Almuerzo,Viernes}	1
x{Huevo,Desayuno,Martes}	1
x{Huevo,Almuerzo,Lunes}	1
x{Queso,Desayuno,Jueves}	1
x{Sanduches_Sencillo,Desayuno,Lunes}	1
x{Sanduches_Sencillo,Almuerzo,Martes}	1
x{Pan_Frances,Cena,Lunes}	1
x{Pan_Integral,Desayuno,Miercoles}	1
x{Pan_Integral,Refrigerio,Domingo}	1
x{Pan_Integral,Onces,Lunes}	1
x{Pan_Integral,Cena,Domingo}	1
x{Guanabana,Desayuno,Viernes}	1
x{Pina,Refrigerio,Jueves}	1
x{Pera,Desayuno,Sabado}	1
x{Pera,Refrigerio,Domingo}	1
x{Papaya,Desayuno,Domingo}	1
x{Papaya,Almuerzo,Sabado}	1
x{Papaya,Onces,Sabado}	1

Variables	result
x{Pan_Frances,Cena,Jueves}	0,4
x{Naranja,Almuerzo,Martes}	0,4
x{Huevo,Desayuno,Domingo}	0,4
x{Pan_Integral,Desayuno,Martes}	0,4
x{Pan_Integral,Onces,Martes}	0,4
x{Papaya,Desayuno,Miercoles}	0,4
x{Papaya,Onces,Domingo}	0,4
x{Gaseosa_light,Almuerzo,Sabado}	0,4
x{Verdura_cruda,Almuerzo,Miercoles}	0,4
x{Nuggets_pollo,Almuerzo,Miercoles}	0,4
x{Gelatina_light,Cena,Sabado}	0,4
x{Chocolatina_light,Desayuno,Martes}	0,4
x{Chocolatina_light,Cena,Domingo}	0,4
x{Carne,Almuerzo,Lunes}	0,4
x{Pan_Integral,Refrigerio,Lunes}	0,4
x{Pera,Desayuno,Jueves}	0,4
x{Manzana,Desayuno,Martes}	0,4
x{Platano_cocido,Cena,Martes}	0,4
x{Papas_francesa,Cena,Viernes}	0,4
x{Leche_semidescremada,Desayuno,Mie...}	0,4
x{Gelatina_light,Desayuno,Sabado}	0,4

Ilustración 13: tabla de resultados en la segunda F.O.L (minimización de consumo de carbohidratos)
Fuente: Programa LP-SOLVE 5.5.2.0

Luego de organizar los datos arrojados por LP-Solve, concernientes a la optimización de la segunda función objetivo, se obtiene la siguiente matriz de resultado reflejada en el siguiente horario de alimentación, donde se observan las cantidades de alimentos expresadas en gramos, que se consumen en los diferentes días de la semana.

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Desayuno	Sándwich Sencillo 120	Huevo 57.0	Pan Integral 28	Queso 61	Guanábana 70	Pera 92	Guanábana 18.9
	Avena Light 130	Fresa 70	Carne 44.8	Manzana 90	Jamón Pavo 54.4	Carne 67.2	Gelatina Light 160
	Banano 9	Avena Light 220	Croissant 37.8	Naranja 44.8	Dona rellena 44	Croissant 60.3	Naranja 44.8
	Guanábana 9.1	Queso 24.4	papaya 52	Pera 10	Naranja 22.4	Gelatina Light 64	Huevo 22.8
	Jamón Pavo 17.6	Pan Integral 11.2	Jamón Pavo 20.8		Kiwi 1	Kiwi 20.46	Sándwich sencillo 48
	Chocolatina Light 3.6	Kiwi 3.72	Fresa 2.8		Fresa 25.2	Croissant 27.9	
Refrigerio	Papaya 88.4	Gelatina Light 160	Avena light 250	piña 60	Kiwi 62	Manzana 82.8	Pan Integral 28
	Guanábana 46.2	Guanábana 33.6	Papaya 93.6	chocolatina light 6.66	banano 100	Chocolatina light 5.94	Pera 82
	Avena Light 102.5	Queso 25.62	Naranja 28.8	Naranja 44.8	gaseosa light 350	Naranja 34.4	Gelatina Light 64
	Pan Integral 11.2	Kiwi 24.8	Guanábana 18.2	jamón pavo 41.6	queso 26.23	Piña 24	Jamón Pavo 20
		Banano 40		pera 10	Jamón Pavo 4	Jamón Pavo 30.4	Croissant 9.9
	Manzana 32.4		croissant 23.4	naranja 3.2		Manzana 10.8	
Almuerzo	Huevo 57	Sándwich Sencillo 120	Guanábana 64.4	Verdura Cruda 60	Yucas Cocidas 48	Papaya 130	Naranja 6.4
	Arracacha 48	Manzana 74.7	Fresa 49.7	Nuggets Pollo 108	Aguacate 57.6	Guanábana 42.4	Papaya 52
	Fresa 48.3	Mariscos 64.8	Queso 35.5	Arroz Blanco 134.4	Arroz Blanco 89.6	Verdura Cruda 17.4	Queso 20.59
	Manzana 54	Naranja 32	Sándwich Sencillo 48	Gelatina light 64	Carne 80	Naranja 21.6	Jamón Pavo 2.4
	Aguacate 32.8	Guanábana 24.5	Verdura Cruda 24	Aguacate 21.6	Jamón Pavo 21.6	Jamón Pavo 8	
	Carne 32	Verdura Cocinada 16.2	Nuggets Pollo 43.2	Huevo 16.53	Bandeja Paisa 41.8		
	Queso 7.93		Papaya 7.8		Huevo 6.27		
	Vino Normal 47						
	Verdura Cocinada 7.8						
Onces	Pan Integral 28	Kiwi 41.54	Avena light 185	Gelatina light 160	Pera 22.25	Papaya 130	Verdura cocinada 60
	Pera 46.92	Verdura Cocinada 24.6	Kiwi 45.26	chocolatina light 8	Guanábana 60.9	Guanábana 37.1	Naranja 48
	Verdura Cruda 29.4	Pan Integral 11.2	Chocolatina Light 3.6	Verdura Cruda 37.2	queso 16.47	Verdura Cruda 17.4	Papaya 52
	Avena Light 70	Gelatina Light 64	Queso 14.03	Manzana 32.4	Jamón Pavo 12	Queso 20.59	Queso 20.59
	Queso 12.2	Avena Light 95	Naranja 15.2	Naranja 11.2		Naranja 21.6	Jamón Pavo 2.4
	Nuggets Pollo 3.24	Nuggets Pollo 31.32	Jamón Pavo 4	Queso 7.93	jamón pavo 5.6	Jamón Pavo 8	
Cena	Pan Francés 20	Carne 64.8	Pasta 109.2	Papas Francesas 80	Chocolatina light 8	Avena Light 250	Pan Integral 20
	Verdura Cocinada 45.6	Pasta 86.8	Aguacate 38.4	Gelatina light 160	Yucas Cocidas 41.76	Jugo Light 240	Verdura Cruda 51
	Queso 29.28	Aguacate 39.2	Mariscos 33.6	Carne 47.2	Huevo 43.89	Huevo 0.63	Chocolatina Light 3.2
	Jugo Light 96		Queso 15.86	Pan Francés 8	Verdura Cocinada 36.6	Yucas Cocidas 23.37	Mariscos 24.8
	Lasaña 70		verdura Cocinada 1.8	Aguacate 16.8	Avena Light 100	Gelatina Light 64	Lasaña 70
	Mariscos 19.2			Verdura Cruda 12	Papas Francesas 32	Aguacate 17.6	
				queso 4.2		Queso 11.59	

Tabla 7: Dieta semanal planificada respecto a la minimización en el consumo de carbohidratos. Los valores expresan unidades en gramos de alimento.

Fuente: Elaboración propia del autor

Respecto a la tercera función objetivo lineal, referente a maximizar el deleite por el consumo de ciertos alimentos, se obtuvo la siguiente solución óptima,

$$Z_3(\text{Max}) = 16.856,47$$

Esta cantidad representa la sumatoria del puntaje de todos los alimentos consumidos durante la semana.

En este caso, al permitir la *relajación de programación lineal*, el programa llegó a la solución óptima después de 2.498 iteraciones en un tiempo de 5,33 segundos (véase el ANEXO H en CD ROM). Los siguientes valores muestran algunos resultados de la variable de solución obtenidos en el programa LP-solve

Variables	result
	16856,47
x[Chocolate,Desayuno,Martes]	1
x[Pan_Frances,Cena,Martes]	1
x[Curuba,Onces,Domingo]	1
x[Papaya,Refrigerio,Sabado]	1
x[Patilla,Desayuno,Domingo]	1
x[Fresa,Desayuno,Lunes]	1
x[Verdura_cocinada,Almuerzo,Mierc...]	1
x[Chocolatina_light,Almuerzo,Jueves]	1
x[Avena_Light,Desayuno,Viernes]	1
x[Avena_Light,Almuerzo,Lunes]	1
x[Avena_Light,Onces,Lunes]	1
x[Avena_Light,Cena,Lunes]	1
x[Kumis,Refrigerio,Lunes]	1
x[Yogurth,Desayuno,Viernes]	1
x[Yogurth,Almuerzo,Lunes]	1
x[Yogurth,Cena,Lunes]	1
x[Cafe_con_leche,Almuerzo,Lunes]	1
x[Chocolate,Almuerzo,Lunes]	1

Variables	result
x[Papa_criolla,Refrigerio,Martes]	0,4
x[Papa_criolla,Onces,Martes]	0,4
x[Papas_francesa,Desayuno,Martes]	0,4
x[Papas_francesa,Refrigerio,Martes]	0,4
x[Papas_francesa,Onces,Martes]	0,4
x[Nuggets_pollo,Desayuno,Martes]	0,4
x[Chocolatina_light,Desayuno,Sabado]	0,4
x[Tamal,Onces,Martes]	0,4
x[Jugo_light,Desayuno,Viernes]	0,4
x[Pandebono_almojabana,Almuerzo,M...]	0,4
x[Pandebono_almojabana,Cena,Martes]	0,4
x[Pan_Integral,Desayuno,Jueves]	0,4
x[Pan_Integral,Almuerzo,Martes]	0,4
x[Pan_Integral,Onces,Lunes]	0,4
x[Guanabana,Onces,Domingo]	0,4
x[Pina,Desayuno,Viernes]	0,4
x[Pina,Refrigerio,Jueves]	0,4
x[Melon,Cena,Martes]	0,4
x[Mandarina,Cena,Martes]	0,4
x[Mandarina,Desayuno,Martes]	0,4

Ilustración 14: tabla de resultados en la tercera F.O.L (Maximización del deleite por el consumo de alimentos)

Fuente: Programa LP-SOLVE 5.5.2.0

Luego de organizar los datos arrojados por LP-Solve, concernientes a la optimización de la tercera función objetivo, se obtiene la siguiente matriz de resultado reflejada en el siguiente horario de alimentación donde se observan las cantidades de alimentos expresadas en gramos, que se consumen en los diferentes días de la semana:

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo							
Desayuno	Yogurt	180	Chocolate	250,0	Guanábana	70	Patilla	70	Jugo light	240	Pan Integral	28	Pan Francés	20
	Curuba	91,5	Sándwich	22,8	Pan Blanco	28	Piña	60	Chocolate	75	Café con leche	250	Huevo	57
	Mango	69	Huevo	37,05	Leche semidescremada	250	Naranja	80	Kiwi	62	Mandarina	70	Pera	92
	Naranja	55,2	Arepa	46,8	Maracuyá	28	Sándwich	56,4	Sándwich	120	Gelatina Light	160	Queso	28,67
	Queso	38,43	Patilla	28	Fresa	30,1	Curuba	36,6	Jamón Pavo	25,6	Huevo	57	Mandarina	28
	Gelatina Light	88	Guanábana	22,4	Pan Francés	8	Jugo Light	96	Avena Light	50	Mango	27,6	Yogurt	72
	Pera	36,8	Jamón Pavo	16	Jamón Pavo	23,2	Pan Integral	6,16	Papaya	10,4	Piña	24	Jamón Pavo	26,4
	Sándwich	14,4			Pan Integral	5,04	Avena Light	50,4			Kiwi	6,2	Kiwi	18,6
Kumis	93,6			Sándwich	21,6	Melón	7,81							
Refrigerio	Gelatina Light	160	Jugo light	240	Guanábana	59,5	Papaya	130	Yogurt	120,6	Pera	92	Naranja	80
	Chocolatina Light	8	Pan Integral	28	Papaya	52	Curuba	91,5	Pera	36,8	Piña	60	Avena light	141,6
	Avena light	202,5	Banano	75	Piña	24	Pan Integral	11,2	Curuba	36,6	Queso	24,4	Patilla	40,6
	Patilla	39,9	Gelatina Light	64	Manzana	33,3	Kiwi	22,94	Patilla	17,5	Manzana	27,9	Chocolatina Light	3,2
	Jugo Light	96	Guanábana	27,3	Jamón Pavo	29,6	Manzana	28,8	Jamón Pavo	14,4	Jamón Pavo	24,8	Jamón Pavo	22,4
	Manzana	32,4	Queso	23,18			Jamón Pavo	16,8	Naranja	13,6	Naranja	17,6	Guanábana	11,2
Almuerzo	Patilla	70	Jugo light	240	Naranja	80	Papa Criolla	84	Gaseosa Light	350	Cerveza Normal	210	Verdura Cocinada	60
	Huevo	57	Gelatina Light	160	Sopa de Pollo	240	Nuggets Pollo	59,4	Maní	35	Queso	32,94	Helado Light	80
	Papas Francesas	80	Carne	80	Verdura Cocinada	21,6	Cerveza Normal	140	Aguacate	44,8	Sopa Pollo	108	Cerveza Light	350
	Mariscos	56,8	Papa Común	32	papas francesas	8	Jamón Pavo	18,4	Jamón Pavo	41,6	Yucas Cocidas	16,8	Kiwi	48,36
	Sándwich	32,4	Aguacate	40	Mariscos	55,2	Gelatina light	64	Papa Criolla	21,84	Aguacate	2	Arepa	58,5
	Verdura Cocinada	2,4	Helado Light	72	Sándwich	96	Yucas Cocidas	48	Verdura Cruda	12	Jamón Pavo	50	Jamón Pavo	35,2
													Queso	25,01
												Maní	14	
Onces	Curuba	91,5	Guanábana	70	Naranja	69,6	Verdura Cocinada	60	Verdura Cruda	60	Kiwi	62	Avena light	250
	Pan Integral	19,04	Gaseosa light	140	Pera	71,76	Gaseosa Light	350	Piña	42,6	Avena Light	100	Chocolatina Light	8
	Guanábana	25,9	Naranja	29,6	Queso	15,25	Pan Integral	20,16	Pera	57,04	Queso	17,08	Jugo Light	100
	Verdura Cocinada	21	Queso	17,69	Chocolatina Light	1,52	Piña	27	Curuba	31,11	Naranja	13,6	Verdura Cruda	21,6
	Queso	15,25	Curuba	5,49	Verdura Cruda	3,6	Yogurt	37,8	Queso	9,15	Yogurt	27	Queso	10,98
			Verdura Cruda	2,4	Guanábana	2,1	Nuggets Pollo	21,6	Nuggets Pollo	12,96	Jamón Pavo	1,6		
		Yogurt	5,4					Jamón Pavo	6,4	Verdura Cocinada	3			
Cena	Gaseosa Light	350	Cerveza Light	350	Avena light	250	Pan Francés	20	Huevo	57	Sopa Pollo	240	Jugo Light	250
	Jugo Light	240	Verdura Cocinada	60	Pan Integral	28	Yucas Cocidas	48	Lasaña	140	Papa Criolla	84	Pan Blanco	28
	Papas Francesas	56	Papa Criolla	84	Mariscos	40,8	Verdura Cocinada	25,2	Mariscos	41,6	Plátano Cocido	40	Café con leche	250
	Huevo	57	Gelatina Light	64	Dona Rellena	47	Pan Blanco	9,8	Verdura Cruda	36,96	Verdura Cruda	60	Papas Francesas	33,6
	Aguacate	28,8	Carne	32	Pan Francés	6,2	Carne	23,2	Yucas Cocidas	19,2	Carne	56,8	Huevo	15,39
	Sopa Pollo	72	Pan Integral	9,24	Sopa de Pollo	240	Aguacate	23,2	Aguacate	8	Gaseosa Light	100	Plátano Cocido	8,4
	Pan Integral	4,2	Aguacate	18,4			Papas Francesas	10,4	Pan Francés	2				
	Plátano Cocido	7,6	Papas Francesas	16			Dona Rellena	24	Jugo Light	120				

Tabla 8: Dieta semanal planificada respecto a la maximización del deleite por el consumo de alimentos. Los valores expresan unidades en gramos de alimento.

Fuente: Elaboración propia del autor

Para obtener los valores del parámetro B_i dentro del estudio experimental, se determinó el promedio simple de las calificaciones que asignaron los 23 participantes del *Focus Group* acerca del nivel de gusto por el consumo para cada uno de los 66 alimentos indicados, (véase el ANEXO E). De esta forma, se calcularon estos 66 valores de la siguiente forma:

$$\text{Calificación alimento } i = \frac{\text{calificación } i_1 + \text{calificación } i_2 + \dots + \text{calificación } i_{23}}{23}$$

Por tanto, el resultado experimental del parámetro B_i se muestra a continuación:

Lista de Calificaciones Promediadas (Parámetro B_i)			
Alimento	Calificación Promedio	Alimento	Calificación Promedio
Avena Light	46	Arroz blanco	59
Kumis	75	Ajiaco	69
Yogurt	81	Sopa pollo	45
Café con leche	53	Granos	44
Chocolate	65	Hamburguesa	83
Jugo light	42	Pasta	52
Jamón de Pavo	53	Verdura cruda	19
Mariscos	89	Verdura cocinada	43
Carne	67	Arracacha	17
Huevo	41	Aguacate	46
Queso	52	Pizza	81
Pandebono ó almojábana	58	Lasaña	84
Arepa	85	Sancocho	46
Sándwich Sencillo	90	Bandeja paisa	71
Croissants	72	Plátano cocido	27
Pan Blanco	37	Yucas cocidas	53
Pan Francés	23	Papa criolla	59
Pan Integral	39	Papa común	49
Guanábana	30	Puré de papa	47
Piña	51	Papas francesa	67
Melón	25	Mazorca	39
Pera	56	Nuggets de pollo	59
Curuba	98	Helado light	66
Papaya	10	Helado corriente	85
Patilla	70	Leche semidescremada	43
Maracuyá	24	Maní	57
Kiwi	70	Gelatina light	61
Fresa	40	Chocolatina light	55
Banano	12	Dona rellena	68
Manzana	27	Buñuelo	87
Mandarina	60	Empanada	71
Mango	56	Gaseosa light	28
Naranja	43	Tamal	78

Tabla 9: Lista de Calificaciones Promediadas de los alimentos incluidos en el estudio experimental
Fuente: Elaboración Propia del autor

6.4.1 Análisis e interpretación de resultados

Los tres resultados anteriores fueron obtenidos al ejecutar cada una de las funciones objetivo. En la primera función objetivo (minimizar costo de adquisición de los alimentos consumidos) el valor mínimo encontrado indica el costo total óptimo por el consumo semanal de ciertos alimentos, lo cual se interpreta como la renta semanal por adecuarse a esta dieta específica, con los parámetros establecidos como el costo de los alimentos, entre otros, el cual estaría sujeto a cambios anuales de acuerdo a factores no controlables como la variación anual del Índice de Precios al Consumidor (IPC). Por otra parte, al dividir este valor óptimo entre 7 se deduce que la persona, al ajustarse a este modelo de dieta, estaría gastando diariamente un promedio de \$9.621 pesos, alimentándose cinco veces al día (Desayuno, Refrigerio, Almuerzo, Onces y Comida).

El resultado del programa, al correrlo con la segunda función objetivo (Minimizar el consumo de carbohidratos consumidos semanalmente), indica que consumiendo los diferentes alimentos en la proporciones que se muestran (véase la Ilustración 13), se lograría un consumo óptimo semanal de 1.662,72 gramos de carbohidratos. Si se divide este valor entre 7 días, sería una cantidad promedio de 237,53 gramos de Carbohidratos consumidos diariamente. Recordando que cada gramo de carbohidratos aporta aproximadamente 4 kilocalorías (véase el numeral 1.2.3), si se multiplica este último valor por 4, se obtienen 950,12 kilocalorías consumidas de carbohidratos, lo cual representa casi un 53% del aporte de este macronutriente dentro de la suposición inicial de este caso hipotético, donde el control más estricto presumía el consumo diario de 1.800 kilocalorías y un aporte de carbohidratos del 50% del total de estas calorías (véase el numeral 6.1).

Con respecto a la tercera función objetivo (maximización del beneficio por el deleite en el consumo de ciertos alimentos), si bien se pretendía maximizar el factor apetecible de las comidas por la persona en particular, el resultado de la planificación de alimentos en cada comida muestra un balance adecuado de nutrientes y grupos de alimentos, puesto que las restricciones en el modelo matemático en este caso fueron las mismas que para las otras dos funciones objetivo anteriores.

Es importante mencionar que la planificación de las comidas obtenidas de acuerdo a las funciones objetivo establecidas podrían complementarse con la técnica de la Lista de Intercambio de Alimentos (véase el numeral 2.3) debido a que en muchas ocasiones, dentro de las comidas en los diferentes horarios obtenidos, se obtuvo una lista de alimentos en la que se presentan dos o más alimentos pertenecientes a un mismo grupo como frutas, cereales, granos o leguminosas, productos elaborados y harinas.

6.4.2 Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad en este estudio experimental, muestra los valores duales que arroja las soluciones de *LP-SOLVE*, donde se pretende determinar el rango de variación de los coeficientes del modelo matemático, sin que se produzca un cambio en la base que genera las soluciones óptimas de las 3 funciones objetivo. A continuación se muestra parte del resultado del análisis de sensibilidad desplegado por *LP-SOLVE* (véase el ANEXO H en CD-ROM)

Variables	value	from	till
objective	67349,7...	67349,7...	67349,7...
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Proteina,Lunes]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Proteina,Martes]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Proteina,Miercoles]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Proteina,Jueves]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Proteina,Viernes]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Proteina,Sabado]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Proteina,Domingo]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Carbohidratos,Lunes]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Carbohidratos,Martes]	0	73,8500...	74,1141...
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Carbohidratos,Miercoles]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Carbohidratos,Jueves]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Carbohidratos,Viernes]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Carbohidratos,Sabado]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Carbohidratos,Domingo]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Grasas,Lunes]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Grasas,Martes]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Grasas,Miercoles]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Grasas,Jueves]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Grasas,Viernes]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Grasas,Sabado]	0	-inf	+inf

Ilustración 15: Resultados del análisis de sensibilidad de la solución del problema dual con respecto a la función de minimización del costo semanal de los alimentos consumidos

Fuente: Programa *LP-SOLVE* 5.5.2.0

En la Ilustración 15 se considera la pestaña “Duals” que representa la solución del *problema dual*. El intervalo “*from-Till*” se interpreta como el rango en el cual puede haber cambios de los coeficientes tanto de las restricciones asociadas a las función objetivo como de la misma función objetivo. Por ejemplo, el análisis de sensibilidad dentro de la función de minimización del costo semanal de los alimentos consumidos, muestra que dentro de la restricción asociada al consumo máximo de componentes nutricionales, el aporte de carbohidratos específicamente dentro del desayuno, el día martes, según la dieta planificada obtenida con *LPSolve* (véase la Tabla 6), puede disminuir hasta 73,85 gr ó podría aumentar hasta 74,11 gr y la solución permanecerá óptima.

La ilustración 16 muestra parte del análisis de sensibilidad dentro de la función de minimización del consumo semanal de carbohidratos. Esta figura refleja, que dentro de la restricción asociada al consumo máximo de componentes nutricionales, el aporte de proteínas específicamente dentro del desayuno, el día miércoles, según la dieta planificada obtenida con *LPSolve* (véase la Tabla 7), puede disminuir hasta 29,01 gr ó podría aumentar hasta 33,32 gr aproximadamente, y la solución permanecerá óptima. De igual forma, el aporte de grasas específicamente dentro del desayuno, el día miércoles, podría disminuir hasta 19,76 gr ó aumentar hasta 22,63 gr aproximadamente, y la solución permanecerá óptima.

Variables	value	from	till
objective	1662,72...	1662,72...	1662,72...
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Proteina,Lunes]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Proteina,Martes]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Proteina,Miercoles]	0	29,0127...	33,3174...
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Proteina,Jueves]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Proteina,Viernes]	0	29,0122...	33,3195...
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Proteina,Sabado]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Proteina,Domingo]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Carbohidratos,Lunes]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Carbohidratos,Martes]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Carbohidratos,Miercoles]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Carbohidratos,Jueves]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Carbohidratos,Viernes]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Carbohidratos,Sabado]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Carbohidratos,Domingo]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Grasas,Lunes]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Grasas,Martes]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Grasas,Miercoles]	0	19,7594...	22,6293...
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Grasas,Jueves]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Grasas,Viernes]	0	-inf	+inf
Aporte_Maximo_Componentes[Desayuno,Grasas,Sabado]	0	19,7613...	21,5302...

Ilustración 16: Resultados del análisis de sensibilidad de la solución del problema dual con respecto a la función de minimización de consumo semanal de carbohidratos

Fuente: Programa LP-SOLVE 5.5.2.0

La ilustración 17 muestra parte del análisis de sensibilidad dentro de la función de maximización del deleite por el consumo semanal de alimentos. Esta figura refleja, que dentro de la restricción asociada al consumo máximo de componentes nutricionales, el aporte de calorías específicamente dentro del almuerzo, el día lunes, según la dieta planificada obtenida con *LPSolve* (véase la Tabla 8), puede disminuir hasta 713,1 Kcal ó podría aumentar hasta 714,78 Kcal aproximadamente, y la solución permanecerá óptima. De igual forma, la solución permanecería óptima si el aporte de calorías específicamente dentro del almuerzo, el día martes, disminuye incluso hasta 712,8 Kcal ó aumenta hasta 713,99 Kcal aproximadamente ó si

función objetivo de la anterior prioridad como una restricción más, la cual se establece mayor o igual ó menor o igual al resultado obtenido en la anterior priorización, dependiendo si el objetivo de dicha función estaba planteado como la maximización o la minimización respectivamente.

Los siguientes son los resultados de éste estudio adicional al análisis de sensibilidad, el cual fue ejecutado de igual forma con el programa *LP-Solve*:

Escenario 1:

- **Prioridad 1:** Minimizar el costo semanal de adquisición de los alimentos

$$Z_1(\text{Min}) = \$67.349,7$$

- **Prioridad 2:** Minimizar el consumo semanal de carbohidratos

$$Z_2(\text{Min}) = \text{Solución No Factible} *$$

- **Prioridad 3:** Maximizar el deleite en el consumo de los alimentos semanalmente

$$Z_3(\text{Max}) = \text{Solución No Factible} *$$

Escenario 2:

- **Prioridad 1:** Minimizar el costo semanal de adquisición de los alimentos

$$Z_1(\text{Min}) = \$67.349,7$$

- **Prioridad 2:** Maximizar el deleite en el consumo de los alimentos semanalmente

$$Z_3(\text{Max}) = \text{Solución No Factible} *$$

- **Prioridad 3:** Minimizar el consumo semanal de carbohidratos

$$Z_2(\text{Min}) = \text{Solución No Factible} *$$

Escenario 3:

- **Prioridad 1:** Minimizar el consumo semanal de carbohidratos

$$Z_2(\text{Min}) = 1.662,72\text{gr}$$

- **Prioridad 2:** Minimizar el costo semanal de adquisición de los alimentos

$$Z_1(\text{Min}) = \$78.768,4$$

- **Prioridad 3:** Maximizar el deleite en el consumo de los alimentos semanalmente

$$Z_3(\text{Max}) = 5.304$$

Escenario 4:

- **Prioridad 1:** Minimizar el consumo semanal de carbohidratos

$$Z_2(\text{Min}) = 1.662,72\text{gr}$$

- **Prioridad 2:** Maximizar el deleite en el consumo de los alimentos semanalmente

$$Z_3(\text{Max}) = 8.030,7$$

- **Prioridad 3:** Minimizar el costo semanal de adquisición de los alimentos

$$Z_1(\text{Min}) = \text{Solución No Factible} *$$

Escenario 5:

- **Prioridad 1:** Maximizar el deleite en el consumo de los alimentos semanalmente

$$Z_3(\text{Max}) = 9.127$$

- **Prioridad 2:** Minimizar el consumo semanal de carbohidratos

$$Z_2(\text{Min}) = 2.086\text{gr}$$

- **Prioridad 3:** Minimizar el costo semanal de adquisición de los alimentos

$$Z_1(\text{Min}) = \$162.504,9$$

Escenario 6:

- **Prioridad 1:** Maximizar el deleite en el consumo de los alimentos semanalmente

$$Z_3(\text{Max}) = 9.127$$

- **Prioridad 2:** Minimizar el costo semanal de adquisición de los alimentos

$$Z_2(\text{Min}) = \text{Solución No Factible} *$$

- **Prioridad 3:** Minimizar el consumo semanal de carbohidratos

$$Z_3(\text{Max}) = 2.086\text{gr}$$

7. CARACTERIZACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO TIPIFICADO DE EVALUACIÓN, VALORACIÓN Y RECOMENDACIÓN ALIMENTICIA

Dentro de los múltiples elementos correspondidos con la mejora de la calidad asistencial en el manejo de pacientes con diabetes es de vital importancia el proceso que se siga respecto del manejo de la información, la comunicación asertiva entre paciente y personal médico, así como los sistemas de registro de información, los cuales constituyan herramientas de control que tengan la capacidad de documentar efectivamente aquella información pertinente dentro de la atención personalizada que debe existir en enfermedades crónicas como la diabetes.

7.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PERSONALIZADO DE EVALUACIÓN, VALORACIÓN Y RECOMENDACIÓN ALIMENTICIA EN PACIENTES CON DM

A continuación se muestra la secuencia sistemática de actividades que permitiría al cuerpo médico interpretar adecuadamente los resultados del modelo matemático anteriormente expuesto dentro del proceso de la planificación de dietas personalizadas a pacientes con diabetes, por medio del siguiente diagrama de flujo de bloques

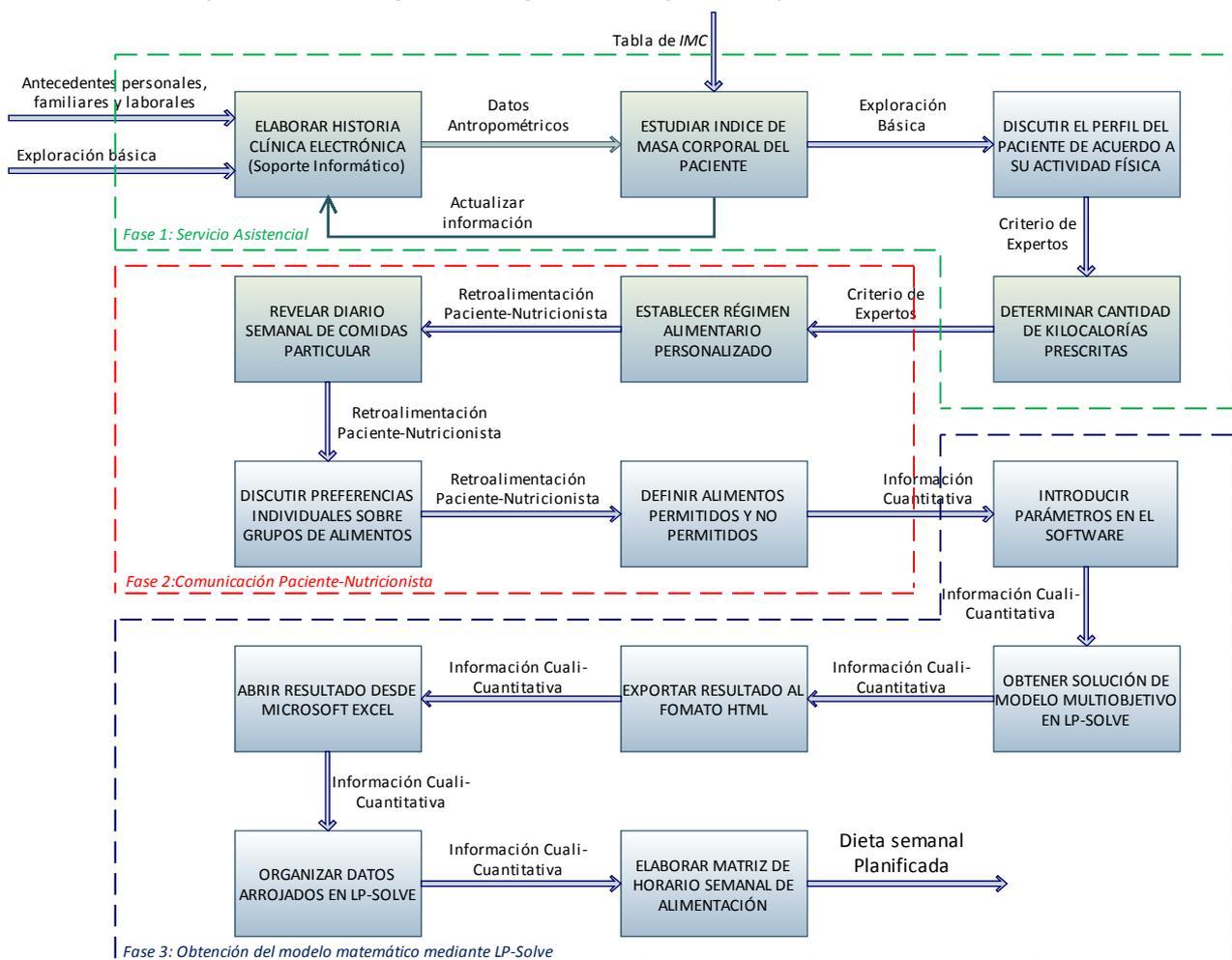


Ilustración 18: Diagrama de Flujo de bloques para la elaboración de Dietas Personalizadas en diabéticos
Fuente: Elaboración Propia del Autor

En la Ilustración 18 se observa el proceso sistemático que sería llevado a cabo por el personal médico al implementar el modelo matemático multiobjetivo de la presente investigación dentro de la atención integral a los pacientes diabéticos.

Dentro de la fase 1, correspondiente al servicio asistencial, los sistemas de registro de información como documentos soportes informáticos, permitirían la adecuada organización de los datos de entrada o parámetros que son característicos en cada paciente y son la base dentro de la formulación explícita del modelo matemático (véase el numeral 6.1). En esta fase prima la información a partir de los conocimientos profesionales del cuerpo médico (médicos especialistas, nutricionistas, etc.) para establecer criterios sobre prescripciones médicas particulares.

Dentro de la fase 2 del proceso, la comunicación asertiva entre paciente-cuerpo médico es vital para la retroalimentación mutua de información que permita al paciente tomar decisiones basadas en el concepto de “Empowerment” (véase el numeral 3.2) donde las relaciones de confianza que existan entre las partes permitirán descubrir características particulares relacionadas con hábitos saludables y no saludables, horario de alimentación, aspectos psicosociales, actitudes en los pacientes, etc. las cuales reflejan si se tiene el talante necesario de adoptar comportamientos de adaptación o auto aprendizaje cuando existen prohibiciones o restricciones en cuanto a ciertos alimentos que no deberían consumirse. En resumen, hay que ser realista a la hora de proponer una dieta a los pacientes con diabetes como parte integral del control terapéutico, y entender que un proceso personalizado de evaluación, valoración y recomendación alimenticia implicará cambiar hábitos alimenticios y para que esto sea posible, habrá que ser adaptable a las necesidades de cada uno de ellos.

Por último, la fase 3 del proceso constituye la estructuración de toda la información cualitativa obtenida anteriormente, la cual permitirá ser formulada cuantitativamente dentro del modelo matemático desarrollado en la presente investigación. Es importante mencionar que al obtener la solución del modelo matemático mediante LP-Solve, resulta difícil interpretar los resultados vistos en este programa, más aún cuando se permite la *relajación de programación lineal* como fue el caso del estudio experimental (véase el numeral 6.2), dado que las variables de decisión, en este caso, expresan una proporción del alimento que originalmente se había planteado como un parámetro más indicado en gramos. Así que resulta pertinente exportar estos datos a un programa más sencillo como Excel, para convertir estos resultados en una matriz expresada en gramos de alimento, que muestre la planificación de los alimentos que fueron discutidos con el paciente para ser consumidos en los diferentes días de la semana de una forma variada y saludable. Así mismo, al realizar el análisis de sensibilidad en el programa LP-Solve, se espera pasar estos datos a Excel para realizar las operaciones de equivalencia en gramos de las proporciones de alimentos obtenidas en el programa. Esta alimentación estará fraccionada durante el día en cinco comidas (Desayuno, Refrigerio, Almuerzo, Onces y Cena) y mediante este análisis se espera realizar dietas personalizadas dependiendo la priorización de las funciones objetivo (véase el numeral 6.4) a juicio del cuerpo médico y del paciente.

7.2 POLÍTICAS DE CONTROL EN EL PROCESO TIPIFICADO DE EVALUACIÓN, VALORACIÓN Y RECOMENDACIÓN ALIMENTICIA MEDIANTE INDICADORES DE GESTIÓN

La idea de implementar un sistema de indicadores de gestión en el desarrollo del proceso de evaluación, valoración y recomendación alimenticia radica en la necesidad de evaluar aquellos factores críticos de éxito relacionados con la mejora en la calidad asistencial en el manejo de pacientes con *DM*. Estos indicadores permitirán revisar continuamente la información necesaria para poder organizar, aplicar, evaluar y perfeccionar los procesos de calidad asistencial en el tratamiento de la *DM*.

Uno de los agentes concluyentes para que todo proceso, sea logístico, de bienes o servicios o de producción, se lleve a cabo con éxito, es implementar un sistema adecuado de indicadores para medir la gestión de los mismos, con el objetivo de que se puedan adecuar dichos indicadores en posiciones estratégicas que reflejen un resultado óptimo en el mediano y largo plazo, mediante un buen sistema de información que permita medir las diferentes etapas del proceso.

A propósito de este tema, José Antonio Vázquez García, Coordinador científico del Ministerio de Sanidad y Consumo, menciona los siguientes indicadores según los siguientes lineamientos estratégicos:⁵⁸

➤ **Primera línea estratégica:** Promoción de estilos de vida saludables y prevención primaria

Nombre: Prevalencia declarada de sobrepeso y obesidad

Fórmula: $ID = \frac{a}{b} * 100$, en donde:

a: número de pacientes atendidos con un Índice de Masa Corporal (*IMC*) por encima de los valores señalados como normales (véase ANEXO D)

b: Total de Pacientes Atendidos en determinado centro asistencial

Unidades: porcentaje

Responsable de la medición: personal médico del centro asistencial

Frecuencia de uso o aplicación: cada paciente atendido y valorado

Periodo de análisis: bianual (cada paciente valorado al menos dos veces al año)

Nombre: Porcentaje de personas que realizan actividad física en tiempo libre

Fórmula: $ID = \frac{a}{b} * 100$, en donde:

⁵⁸ VAZQUEZ GARCÍA, José Antonio, Estrategia en Diabetes del Sistema Nacional de Salud, ©Ministerio de Sanidad y Consumo, Centro de Publicaciones, Madrid, España, 2007.

a: Número de pacientes atendidos de 10 y más años que declaran realizar de forma Habitual algún ejercicio físico en su tiempo libre

b: Total de Pacientes Atendidos en ese intervalo de edad

Unidades: porcentaje

Responsable de la medición: personal médico del centro asistencial

Frecuencia de uso o aplicación: cada paciente atendido y valorado

Periodo de análisis: bianual (cada paciente valorado al menos dos veces al año)

Nombre: Porcentaje de Personas que consumen frutas y verduras

Fórmula: $ID = \frac{a}{b} * 100$, en donde:

a: número de pacientes atendidos que declaran consumir frutas y/o verduras, al menos, Una vez al día

b: Total de Pacientes Atendidos en determinado centro asistencial

Unidades: porcentaje

Responsable de la medición: personal médico del centro asistencial

Frecuencia de uso o aplicación: cada paciente atendido y valorado

Periodo de análisis: bianual (cada paciente valorado al menos dos veces al año)

➤ **Segunda línea estratégica**: tratamiento y seguimiento

Nombre: Grado de buen control de Hemoglobina Glicosilada

Fórmula: $ID = \frac{a}{b} * 100$, en donde:

a: número de pacientes diabéticos con cifra de Hemoglobina Glicosilada inferior a 7

b: Total de Pacientes daibéticos Atendidos en determinado centro asistencial

Unidades: porcentaje

Responsable de la medición: personal médico del centro asistencial

Frecuencia de uso o aplicación: cada paciente atendido y valorado

Periodo de análisis: trianual (cada paciente valorado al menos tres veces al año)

Nombre: Grado de mal control de Hemoglobina Glicosilada

Fórmula: $ID = \frac{a}{b} * 100$, en donde:

a: número de pacientes diabéticos con cifra de Hemoglobina Glicosilada superior a 9

b: Total de Pacientes daibéticos Atendidos en determinado centro asistencial

Unidades: porcentaje

Responsable de la medición: personal médico del centro asistencial

Frecuencia de uso o aplicación: cada paciente atendido y valorado

Periodo de análisis: trianual (cada paciente valorado al menos tres veces al año)

8. CONCLUSIONES

- Los diferentes escenarios de priorización, como recurso paralelo al análisis de sensibilidad, reflejan distintas variaciones en los valores de las funciones objetivo dependiendo de las prioridades asignadas de estas. Por ejemplo, al establecer como primera prioridad la minimización del consumo semanal de carbohidratos, las otras dos funciones objetivo que habían sido optimizadas originalmente se ven afectadas de la siguiente manera: la maximización en el deleite del consumo de los alimentos semanalmente se ve reducida en un 68,72% aproximadamente. De igual forma, la minimización del costo de adquisición de alimentos semanalmente, que originalmente encontraba un valor óptimo de \$67.349,72, se ve aumentado en un 16,95%, pues el nuevo valor óptimo sin tener como primera prioridad esta función objetivo, arroja un valor de \$78.768,4 pesos colombianos. Es interesante observar que cuando se utiliza como primera prioridad la maximización en el deleite del consumo de los alimentos semanalmente, las otras dos funciones objetivo se afectan en mayor medida (un aumento del 25,45% de carbohidratos consumidos semanalmente, y un aumento del 141,29% en el costo de adquisición de los alimentos). De lo anterior se deduce que infortunadamente en este caso los alimentos preferidos por el paciente son los más costosos y los que contienen una mayor proporción de carbohidratos dentro del consumo total de calorías.
- Los resultados presentados en la matriz de calidad (véase el numeral 3.2.1) muestran que la educación nutricional y generar cambios de comportamiento en el paciente enfatizando en los aspectos educativos y psicológicos constituyen las dos medidas más importantes para responder a las necesidades en cuanto a una calidad asistencial en el tratamiento de la *DM*. Lo anterior es fundamental, pues una vez más es necesario hacer énfasis en la participación activa del paciente y las relaciones de confianza que se deben construir para hacer posible que herramientas como la del presente trabajo de grado sean aplicables efectivamente en el contexto biomédico.
- El modelo matemático está originalmente planteado como un problema de programación entera con una variable de decisión binaria. Así mismo, dentro del estudio experimental, el modelo binario fue ejecutado en LP_Solve. Sin embargo, debido al alcance limitado en la capacidad de procesamiento del equipo portátil desde el cual fue corrido, además de la restricción en el tiempo para obtener la solución del caso hipotético dentro de la presente investigación, dado que se demoraba corriendo más de 1(una) hora sin llegar a la solución factible, se decidió reemplazar la variable

binaria y admitir la *relajación de programación lineal*, en la cual se permite particionar los valores de la variable de decisión (alimentos i consumidos en la hora j en el día de la semana t). Debido a esto, las soluciones óptimas en la variable decisión admitieron valores reales entre 0 y 1, interpretándose esto como la proporción o la fracción de alimento, definido mediante un peso específico en gramos dentro de los parámetros del modelo.

- La correcta aplicación de los indicadores de gestión, como política de control en el proceso caracterizado de evaluación, valoración y recomendación alimenticia permitirían gestionar dicho proceso a mediano y largo plazo, teniendo en cuenta una cuestión simple: todo es susceptible de ser medido y por tanto todo se puede controlar, allí radica el éxito de cualquier operación. La integración entre hábitos de vida saludables, actitud de aprendizaje continuo y comunicación asertiva permitirían adaptarse al desorden metabólico que supone la diabetes, procurando en todo momento lograr el adecuado control para minimizar a largo plazo sus complicaciones.

9. RECOMENDACIONES

- Se observa que sería adecuado complementar o integrar la planificación de las comidas obtenidas con el modelo matemático multiobjetivo de la presente investigación junto con la técnica de la *Lista de Intercambio de Alimentos* (véase el numeral 2.3), debido a que en muchas ocasiones, el resultado muestra que dentro de las matrices de resultado (véase el numeral 6.3), diferentes comidas a lo largo del día en los diferentes horarios obtenidos, se consiguieron listas de alimentos en la que se presentan dos o más alimentos pertenecientes a un mismo grupo como frutas, cereales, granos o leguminosas, productos elaborados y harinas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarado Camila, Herazo Iván, Ardila Carlos, Donoso Yezid, Aplicación de NSGA-II y SPEA-II Para la Optimización Multiobjetivo de redes Multicast, Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia.
2. Anna Novials, Coordinadora los Grupos de Trabajo (SED). Diabetes y Ejercicio, Aspectos fisiológicos y metabólicos Biblioteca de la Sociedad Española de Diabetes (SED). España, Ediciones Mayo, 2006. p.3-24.
3. Aschner Montoya, Pablo, M.D., M.Sc, La Cartilla del Diabético, 5ª Edición, Bogotá: Asociación Colombiana de Diabetes, 1989.85 p.
4. Ashton, D.J. and Atkins, D.R., Multicriteria Programming for Financial Planning: Some Second Thoughts, Multiple Criteria Analysis. (P. Nijkamp and J. Spronk, Eds.). Gower. England (1981) pp. 11-23.
5. Asociación Colombiana de Diabetes, miembro de la International Diabetes Federation, Ciencia y servicio, 2009-2013.
6. Carratalá Munuera C, Orozco Beltrán D, Gil Guillén V, Merino Sánchez J. Factores en el cumplimiento terapéutico y diabetes. En: Gil Guillén V, Merino Sánchez J, Palop Larrea V, editores. El cumplimiento factor clave en el control de las enfermedades. Valencia: SVMFIC Sociedad Valenciana.
7. Castillo Enrique, Pedregal Pablo, García Ricardo, Conejo, Antonio J y Alguacil Natalia, Formulación y Resolución de Modelos de Programación Matemática en Ingeniería y Ciencia, 20 de Febrero de 2002.
8. Consenso en el diagnóstico y tratamiento de la diabetes tipo 1 del niño y del adolescente, Revista Chile Pediatría, 2007; 78 (5): 534-541.
9. Cortés Manuel E, Borroto Nordelo Aníbal, Modelación y Sociedad, Problemas del Desarrollo, Revista Latinoamericana de Economía, Fecha de recepción: 12 de febrero de 2008. Fecha de aceptación: 28 de julio de 2008.
10. Cortés, M., R. Miranda, T. Sánchez Y D. Curbeira (2005): Aplicaciones de la Modelación Matemática a la Administración y la Economía. Universidad Autónoma del Carmen. Mérida. México.
11. Devasenan Devendra Post Doctoral Fellow, Diabetes de Tipo 1. Progresos recientes, Revisión Clínica, BJM (Ed Esp) 2008; 2(Suppl. 2): 117-121.
12. Diccionario Naturista, El de la naturaleza y de la vida, Grupo Empresarial naturaleza y vida. Tercera Edición, Febrero 2004.
13. DOLORES M., María, FERNANDEZ L. Fernando, TUNEU I., Laura. Guía de Seguimiento Farmacoterapéutico sobre Diabetes. Universidad de Granada, España: Maria José Faus. 2004, 65p.
14. Dr. Kusmanic V Andrés, Insulinoterapia; Departamento de Medicina Interna, Unidad de Diabetes, Clínica Las Condes, Revista Clínica Condes-2009; 20(5) 605-613.
15. Dr. Rodolfo Lahsen M, Enfoque nutricional en La Diabetes Mellitus, Departamento de Medicina Interna. Unidad de Diabetes Clínica las Condes.

16. Elena Carrasco, Graciela Flores, Cecilia Gálvez. Manual Para Educadores en Diabetes Mellitus, Organización Panamericana de la Salud, Gobierno de Chile, Ministerio de Salud, Santiago, 2001
17. E. Martín, M.T Querol, C. Larsson, M. Renovell, C. Leal; Servicio de Psiquiatría. Hospital Clínico Universitario de Valencia. Evaluación Psicológica de Pacientes con Diabetes Mellitus. Seminarios de diabetes, trastornos psicológicos y diabetes. Av. Diabetol. 2007; 23(2): 88-93.
18. Escudero-Carretero Maria J., La relación médico-Paciente en el tratamiento de la diabetes tipo 1. Un estudio cualitativo, Documento descargado de <http://www.doyma.es> el 19/07/2007
19. Food and Nutrition Board (FNB), Institute of Medicine (IOM). Dietary Reference Intakes Research Synthesis Workshop Summary. National Academy Press, Washington D.C., 2006b.
20. F.R. Fernández García y J. Puerto Albandoz, Análisis De Sensibilidad De Las Soluciones Del Problema Lineal Múltiple Ordenado, Dpto. de Estadística e Investigación de Operaciones, Universidad de Sevilla, España, Trabajos de Investigación Operativa, Vol. 7, núm. 1, 1992, pp. 17 a 29.
21. GOMEZ ARBELAEZ, Luis Javier. Cálculo de la Dosis de Insulina en el Paciente Diabético. Bogotá, D.C. 2003, 192 p. Trabajo de Grado (Ingeniero Industrial, Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería)
22. Heredia Galán MV. ¿Qué influye en la adherencia al tratamiento de la diabetes? Rol de Enfermería. 2004; 27:57-60.
23. Hillier, L. Y Lieberman, G. "Introducción a la investigación de operaciones". Octava Edición. México: Mc Graw Hill, 2006.
24. Iniciativa de Diabetes Para las Américas (DIA): Plan de Acción para América Latina y el Caribe 2001-2006, Programa de Enfermedades no Transmisibles, Consejo Directivo (OPS), Comité Regional (OMS), Julio de 2001.
25. International Diabetes Federation, Morbilidad y mortalidad, IDF Diabetes Atlas, 4ª Ed. 2010.
26. Isla P, López C, Valls R. Diabetes mellitus. Expectativas de futuro en la educación sanitaria. Rol de Enfermería. 1997; 224:51-3.
27. Júdez Javier y Martínez Ros M. Teresa, Enfermedades Crónicas: ¿Por qué seguimos esperando a Godot?, Fundación para la Formación e Investigación sanitarias de la Región de Murcia. España.
28. Martínez Aura, Sharim Marrero, Correlación entre grados de pie diabético y tipos de amputación en un centro público asistencial, Universidad de Carabobo, UTM, Valencia, Venezuela. Informe Médico, 2006; 8(4): 169-17
29. Norris SL, Engelgau MM, Narayan KM: Effectiveness of self-management training in type 2 diabetes: a systematic review of randomized controlled trials. *Diabetes Care* 24:561–587, 2001.
30. P. Manzano, A. Simal, F. Botella: Nutrición en la Diabetes Mellitus. En A. Jara Albarrán: Endocrinología. (Primera Edición) Madrid, Editorial Médica Panamericana S.A., 2001. Páginas 537–546.
31. Raylene McCalman, Controle su diabetes toda la vida, Artículo Original, Coordinadora de Diabetes de la Oficina de Extensión, revisado Julio 2009.

32. Rendición de cuentas en Salud 2008, Dr. José Ángel Córdova Villalobos, Gobierno Federal, secretaría de Salud, Estados Unidos Mexicanos.
33. Revista Electrónica de las Ciencias Médicas en Cienfuegos, ISSN: 1727-897X, Medisur, 2007.
34. Robledo Martínez, Rocío, Odontóloga, MSc Salud Pública, estudiante Doctorado en Salud Pública. Las Enfermedades Crónicas no transmisibles en Colombia. Boletín del observatorio en Salud, ISSN 2027-4025, volumen 3, numero 4; 2010.
35. Roglic G, Unwin N, Bennett PH, et al. The burden of mortality attributable to diabetes: realistic estimates for the year 2000. *Diabetes Care* 2005; 28 (9): 2130-2135.
36. Samad A, Etu-Seppala L. El aumento de la prevalencia de la diabetes. *Diabetes Voice* 1999; 44:6-9.
37. SECRETARÍA DEL COMITÉ CIENTÍFICO Asociación para la Promoción del Consumo de Frutas y Hortalizas "5 al día", Raciones de Frutas y Hortalizas en España, Comité científico "5 al Día", Barcelona, España, Marzo de 2010. Disponible en: http://www.5aldia.org/datos/60/Documento_Raciones_de_Frutas_y_Hortalizas_8944.pdf
38. Seguí Díaz, Mateu, Coordinador, La mejora asistencial del diabético, La calidad asistencial y los programas de mejora en diabetes, Biblioteca de la sociedad española de diabetes, Grupo de Trabajo de Diabetes y Atención Primaria.
39. S. Martello, P. Toth (1990). *Knapsack Problems: Algorithms and Computer Implementations*, John Wiley & Sons, Chichester–New York, XII + 296 pages.
40. S. Martello (ed.) (1994). *Special Issue on Knapsack, Packing and Cutting, Part II: Multidimensional Knapsack and Cutting Stock Problems*, *INFOR*, 32, 4.
41. Smith Quintero Ricardo A., Investigador Principal, Jaramillo Álvarez Gloria Patricia, Co-investigadora, Desarrollo de Técnicas Para el Manejo de Incertidumbre e Imprecisión en Problemas de Decisión con Múltiples Objetivos, Universidad Nacional de Colombia, Dirección de Investigación, Sede Medellín, Fecha de inicio y terminación: Abril 2003 a Mayo 2005. Fecha de recepción: 6 de Diciembre de 2004, Fecha de Aceptación: 25 de Mayo de 2005.
42. Standards of Medical Care in Diabetes-2009, American Diabetes Association.
43. Taha, Hamdy A. "Investigación de operaciones". Séptima edición. México: Prentice Hall, 2004.
44. Thomas Erlebach, Hans Kellerer, Ulrich Pferschy, Approximating Multiobjective Knapsack Problems, *Management Science*, Vol. 48, No. 12 (Dec., 2002), pp. 1603-1612
45. VAZQUEZ GARCÍA, José Antonio, Estrategia en Diabetes del Sistema Nacional de Salud, ©Ministerio de Sanidad y Consumo, Centro de Publicaciones, Madrid, España, 2007.
46. Wayne L. Winston. "Investigación de operaciones", 2005

GLOSARIO

ÁCIDOS GRASOS LIBRES (AGL): son los únicos lípidos o grasas que circulan en la sangre sin que se hayan unido a una lipoproteína. También suelen llamárselos ácidos grasos no esterificados. Proviene de los triglicéridos, que son hidrolizados en el tejido graso o adiposo de una persona. Estos ácidos grasos libres son utilizados para ser oxidados o para la síntesis de nuevos triglicéridos.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA): Es una asociación constituida en los Estados Unidos en 1941 la cual trabaja para luchar contra las consecuencias mortales de la diabetes y ayudar a los afectados.

AUTOMONITOREO: el proceso a través del cual una persona con *DM* mide la cantidad de glucosa o cetonas en su sangre; el propósito del automonitoreo es poder ajustar el tratamiento o el control de la glucemia para mantener la glucemia entre 70 y 110 mg/dL.

CETOSIS: es una condición metabólica del organismo ocasionada por un déficit en el aporte de carbohidratos o glucosa para las células del cuerpo, lo que induce el catabolismo de las grasas a fin de obtener energía, formando unos compuestos denominados cuerpos cetónicos. En estado de cetosis, el cuerpo quema la grasa y, al convertirla en energía para funcionar, el hígado y los riñones generan unas sustancias llamadas cuerpos cetónicos. Estos cuerpos cetónicos son expulsados en la orina y el aliento. El resultado suele ser una pérdida de peso al consumir el cuerpo las reservas de grasa más importantes.

DIABETES MELLITUS (DM): es un conjunto de trastornos metabólicos que afecta a diferentes órganos y tejidos, dura toda la vida y se caracteriza por un aumento de los niveles de glucosa en la sangre.

DISLIPIDEMIA: son una serie de diversas condiciones patológicas cuyo único elemento común es una alteración del metabolismo de los lípidos, con su consecuente alteración de las concentraciones de lípidos y lipoproteínas en la sangre. Las dislipidemias pueden ser causadas por defectos genéticos (dislipidemias primarias), o ser consecuencia de patologías o de factores ambientales (dislipidemias secundarias). En muchas ocasiones, los defectos genéticos requieren de la presencia de factores secundarios para expresarse clínicamente (dislipidemias de etiología mixta).⁵⁹

ESTUDIO DE CONTROL DE COMPLICACIONES DE DIABETES MELLITUS (DCCT): Fue un importante estudio clínico realizado desde 1983 hasta 1993 y financiado por el Instituto Nacional de Diabetes y Enfermedades Digestivas y Renales (NIDDK). El estudio demostró que

⁵⁹ National Cholesterol Education Program (NCEP). Highlights of the report of the expert Panel on blood cholesterol levels in children and adolescent. US Department of Health and Human Services NIH pub 91 - 2731; 1991, Washington D.C.

mantener los niveles de glucosa en sangre lo más cerca posible a lo normal retarda el inicio y la progresión de complicaciones por daño a los ojos, riñones y nervios del cuerpo humano.⁶⁰

FASE DE REMISIÓN O PERIODO DE “LUNA DE MIEL”: Constituye un periodo, luego de diagnosticada la diabetes tipo 1, en el cual, tras el inicio del tratamiento insulínico, una parte de los pacientes requiere poca insulina exógena para el control metabólico, puesto que continúa la secreción endógena de esta hormona a la vez que disminuye la resistencia periférica a la misma.

GRASAS “TRANS”: son ácidos grasos insaturados que se forman cuando los aceites vegetales se procesan y se transforman en más sólidos o en un líquido más estable. Este proceso se llama hidrogenación. Las grasas “Trans” proporcionan entre 2% y 4% por ciento del total de calorías.

HEMOGLOBINA GLICOSILADA: Es una heteroproteína de la sangre que resulta de la unión de la Hemoglobina con carbohidratos libres unidos a cadenas carbonadas con funciones ácidas en el carbono 3 y 4. Por su parte, la hemoglobina se encuentra en los glóbulos rojos de la sangre y sirve para aprovisionar de oxígeno al resto de las células y tejidos del cuerpo humano.

HIPOGLICEMIA: la presencia de niveles de glucosa en la sangre que no son suficientes para el funcionamiento normal del cuerpo; un valor de glucemia de 70 mg/dL o menos es llamado "hipoglicemia"; la hipoglicemia debe tratarse con una cantidad precisa de glucosa (para elevar la glucemia a niveles superiores a 70 mg/dL e inferiores a 110 mg/dL) y ser seguido de carbohidrato, proteína y grasa (juntos).

INSULINA: La insulina es una hormona polipeptídica formada por 51 aminoácidos, producida y secretada por las **células beta** de los islotes de Langerhans del páncreas, en forma de precursor inactivo llamado proinsulina. La insulina interviene en el aprovechamiento metabólico de los nutrientes, sobre todo con el anabolismo de los carbohidratos. Su déficit provoca la diabetes mellitus y su exceso provoca hiperinsulinismo con hipoglicemia.

INSULINA BASAL: como insulina basal se conoce al nivel de insulina en la sangre cuando el páncreas no está siendo estimulado. Se suele medir a las 8 horas después de la ingestión (con 8 horas de ayuno). Se sabe que representa el 50% del total de insulina liberada en un día por los islotes del páncreas. El otro 50% se libera durante las comidas

INSULINA EXÓGENA: es la insulina de fabricación artificial usada en el tratamiento de la diabetes mediante terapia insulínica

LIPOPROTEÍNAS DE ALTA DENSIDAD (HDL): son aquellas lipoproteínas que transportan el colesterol desde los tejidos del cuerpo hasta el hígado. Debido a que las HDL pueden retirar el colesterol de las arterias y transportarlo de vuelta al hígado para su excreción, se les conoce como el colesterol o lipoproteína buena.

LIPOPROTEÍNA DE BAJA DENSIDAD (LDL): Es una lipoproteína, es decir, una sustancia compleja formada por lípidos y proteínas, cuya función principal es la de transportar lípidos, en

⁶⁰ U.S. Department of Health and Human Services, National Institutes of Health, NIH Publication Nº. 08-3874 Mayo de 2008

este caso el colesterol. Esta lipoproteína, comúnmente llamada colesterol LDL o colesterol malo, se encarga de transportar el colesterol del hígado (órgano donde se metaboliza) a los distintos tejidos y órganos.

Mg/dL: una medida de la cantidad de una sustancia en la sangre; significa “miligramos por decilitro”; los valores de glucemia de una persona sin DM normalmente se encuentran entre 70 y 100 mg/dL.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS): Es el organismo de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) fundado el 7 de abril de 1948, especializado en gestionar políticas de prevención, promoción e intervención en salud a nivel mundial.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS): Es el organismo especializado de salud del sistema interamericano, encabezado por la Organización de los Estados Americanos (OEA) y también está afiliada a la Organización Mundial de la Salud, desde 1949, de manera que forma parte igualmente del sistema de las Naciones Unidas. Tiene su sede en Washington y está dedicada a controlar y coordinar políticas que promuevan la salud y el bienestar en los países americanos.

RELAJACIÓN LINEAL: Se denomina relajación lineal al problema de programación lineal que resulta cuando se eliminan las condiciones de integridad de las variables. Dicho de otra forma, el problema de programación lineal que se obtiene al omitir todas las restricciones enteras o binarias 0-1 se llama *relajación de programación lineal para programación entera*.

SOLUCIONES ÓPTIMAS DE PARETO: es un concepto de la economía relacionado con estudios de eficiencia económica y distribución del ingreso y establece como eficiente aquella situación en la cual se cumple que no es posible beneficiar a más individuos en un sistema sin perjudicar a otros.

TERMOGÉNESIS: es la capacidad de generar calor en el organismo debido a las reacciones metabólicas. La termogénesis constituye un proceso natural muy benéfico para el organismo. Cuando se obtiene una alimentación inadecuada y la persona se sobrepasa en calorías, la termogénesis se encarga proporcionalmente de utilizarlas (las calorías), como energía y evitar que se almacenen como grasa. Sin embargo, esta es tan sólo una de las tres maneras de como gasta la energía el cuerpo diariamente, y la termogénesis representa sólo un diez (10%) de todo el proceso.

TERAPIA INSULÍNICA O INSULINOTERAPIA: se refiere al tratamiento de la diabetes por la administración de insulina exógena. La insulina es utilizada médicamente para el control del metabolismo de la glucosa circulante en el plasma sanguíneo como parte del tratamiento de algunas formas de diabetes mellitus.⁶¹

⁶¹ Santos Ramos, B; M.D. Guerrero Aznar (1994), Administración de medicamentos. Ediciones Díaz de Santos. P.p. 303. ISBN 8479781750

ANEXO A. Formato Entrevista Periodística realizada a Expertos sobre la DM

Entrevista realizada a la Dra. Dilcia María Lujan Torres, el 7 de septiembre de 2011

Asociación Colombiana de Diabetes, Diagonal 39 A Bis N° 14-78, Tel.:288 07 07, Bogotá, D.C.

¿Por qué la hipertensión arterial puede afectar la diabetes mellitus? ¿Qué relación existe entre estas dos enfermedades?

R/la relación entre la hipertensión arterial y la diabetes hay que verla desde dos aspectos distintos. La relación con la diabetes tipo 1 y la relación con la diabetes tipo 2.

En la diabetes tipo 2, que es la diabetes de los adultos, donde se presenta la mayor población de diabéticos, la hipertensión y la diabetes son dos enfermedades que frecuentemente se acompañan, porque las dos comparten factores de riesgo como la obesidad. Entonces, digamos que el aumento de peso puede hacer que una persona progresivamente aumente los niveles de tensión arterial, porque aumentan los niveles de renina, y la renina tiene una relación con la insulina. La renina es una hormona que favorece que se aumenten los niveles de insulina, y al haber aumento de insulina en el cuerpo, la insulina es una hormona anabólica, que hace que se aumente el tejido graso, el tejido adiposo, y puede hacer que la persona retenga hasta un poco de sodio.

En la diabetes tipo 1 no existe esta relación, porque las personas que padecen una diabetes tipo 1, tienen un déficit de producción de insulina. Entonces no existe tal relación. La única forma en que se establezca la relación, es que en un diabético tipo 1, puede aparecer la hipertensión, pero producto del daño en el riñón, producido por la diabetes mal controlada durante muchos años.

¿Por qué se considera el consumo de cigarrillo tan perjudicial para un paciente diabético tipo 1?

R/porque se ha logrado demostrar hoy en día que la nicotina y las sustancias tóxicas presentes en el cigarrillo pueden tener un efecto para destruir o acelerar la muerte de las células beta pancreáticas. Es decir, fumar se considera un factor de riesgo para desarrollar diabetes tipo 2. Y en el caso de un paciente que tenga diabetes tipo 1, las sustancias tóxicas del cigarrillo probablemente pueden acelerar la muerte de sus células pancreáticas.

¿Cómo afectan las enfermedades comunes como gripa o fiebre en la diabetes mellitus?

R/en el control del azúcar si influye debido a que cuando una persona es diabética y tiene cualquier situación de crisis, por ejemplo, una infección bacteriana o una infección viral, una situación de estrés, una situación de un infarto al corazón, una hemorragia de vías digestivas altas, una cirugía grande o abdominal o programada. Todas estas situaciones médicas pueden en un momento determinado elevar unas sustancias en el organismo que le hacen la contra a la insulina, y que pueden hacer que los niveles de azúcar se descontroren. Así que en estas circunstancias se puede llegar a ameritar hacer cambios en el tratamiento de la diabetes,

porque todas esas sustancias que se producen de la inflamación de la situación van a influir en el control del azúcar en contra de este.

Se han establecido claramente las causas de padecer DM 2. Sin embargo, ¿Cuál es el motivo o razón para que una persona llegue a desarrollar DM 1?

R/ Realmente, hasta el momento no se ha establecido claramente cuáles son las causas reales de padecer DM 1. Sin embargo, dentro de la etiología de padecer la DM1 convergen tanto factores genéticos como ambientales.

Entre la etiología más probable se ha mencionado una predisposición genética, factores autoinmunes y enfermedades virales o bacteriales.

Dentro de los factores genéticos hay que decir que, a diferencia de otras enfermedades, en el caso de la DM 1 existe un gran número de genes que están involucrados en la predisposición de padecerla. Incluso existen ciertos genes que controlan el sistema inmune y que intervienen en el proceso auto inmunológico de destrucción de las células betas pancreáticas.

¿Qué tan cierto es que las emociones fuertes o el estrés influyen o aumentan los niveles de glucosa en la sangre?

R/ Está comprobado que el estrés aumenta los niveles de glucemia. Cuando una persona experimenta emociones muy fuertes, se produce una cantidad de adrenalina, la cual es una hormona asociada desde nuestros antepasados a la lucha o la huida. Precisamente, la adrenalina tiene el objetivo de cerciorar que el cuerpo tenga la energía necesaria para enfrentar dicha situación y esto se logra precisamente elevando los niveles de glucosa sanguínea.

Entrevista realizada a la Nutricionista Patricia Barrera: el 7 de septiembre de 2011

¿Una persona con DM tipo 1 puede consumir bebidas alcohólicas?

R/ Con moderación si puede. Una persona con DM, independiente del tipo que sea, debe ser consciente sobre los efectos del alcohol en la glicemia. Lo cierto es que estos efectos son relativos, pues una bebida alcohólica en ayunas puede causar hipoglicemia y resulta peligroso, debido a que si la persona toma en exceso, será más difícil reconocer los síntomas de tal hipoglicemia. El otro extremo es que el alcohol, debido a que su fabricación incluye, en la mayoría de los casos, varios tipos de azúcares, puede llegar a causar una hiperglicemia severa. Así pues, Tal como lo recomiendan los estándares en el cuidado de la diabetes, lo prudente si una persona con DM piensa incorporar el alcohol en su plan de alimentación, es consumir cuando mucho una copa al día para la mujer con DM y no más de dos tragos al día para un hombre con DM.

Una de las recomendaciones de los estándares en el cuidado médico de la DM en cuanto a la composición de la dieta es el consumo restringido o bajo de carbohidratos. ¿Cómo reemplazar adecuadamente los carbohidratos para una persona con diabetes?

R/ el concepto de sustituir completamente los carbohidratos del plan de alimentación no es lo recomendable. En realidad, lo importante es saber balancear las comidas. Es verdad que los carbohidratos son los que más afectan la glucosa en la sangre, y por esto es recomendable moderar el consumo para una persona con DM 1, sin embargo, el cuerpo humano requiere cantidades adecuadas de carbohidratos, proteínas, grasas, vitaminas, minerales, fibra para una óptima nutrición. En resumen, se trata de diseñar planes de alimentación que proporcionen una buena nutrición con un consumo reducido de carbohidratos, con el fin de mantener niveles adecuados de glucosa en la sangre.

Por otra parte, los carbohidratos son necesarios para cualquier persona, porque son la principal fuente de energía, ya que aportan vitaminas, minerales, fibra y antioxidantes presentes en las frutas, los vegetales, cereales integrales, leguminosas, entre otros. Sin embargo, existen algunos tipos de carbohidratos que no son nutritivos, aportando solamente calorías como las golosinas, azúcares simples como dulces, productos de repostería etc. Los cuales si se recomienda que sean sustituidos de un plan alimenticio para una persona con DM.

¿Cuáles frutas no puede consumir una persona con DM 1?

R/ los estudios en nutrición no presentan ninguna restricción absoluta sobre el consumo de alguna fruta en particular. Lo importante a tener en cuenta es que, como cualquier alimento, entre más cantidad se consuma, la suma de carbohidratos van a afectar más la concentración de glucosa en la sangre. Entonces, lo primordial nuevamente es respetar el horario de las comidas sin exceder las cantidades necesarias para una óptima nutrición.

Existen ciertas frutas como el banano, la piña o las ciruelas, las cuales, por naturaleza, contienen un poco más de carbohidratos que las demás, entonces hay que saber en qué cantidad y cuándo comerlas, y esto precisamente es una de las decisiones autónomas que tiene que tomar cada persona con DM, de acuerdo con su experiencia y autoconocimiento propio.

¿En qué consiste en términos generales el conteo de carbohidratos?

R/ El conteo de carbohidratos consiste en un método para planificar las comidas en las personas con DM, con el objetivo de flexibilizar los planes de alimentación y ayudar a mantener los niveles de glucosa en la sangre en su rango objetivo.

Este conteo está basado en el conocimiento científico sobre el efecto de los carbohidratos en la glicemia, dado que de todos los nutrientes que una persona consume en el día, los carbohidratos (azúcares y almidones) son los que tienen un mayor efecto en la glicemia. Del 90% al 100% de los carbohidratos que se consumen se convierten en glucosa en la sangre un par de horas después de ingerirlos. Por ejemplo, un gramo de alguna clase de carbohidrato tendrá el efecto de subir la glucosa en la sangre aproximadamente 5mg/dL, de esta forma, una porción de carbohidrato, definida como 15 g del mismo, tendrá el efecto de subir la glucosa en la sangre aproximadamente 75mg/dL.

Lo recomendable es que, en términos generales, las personas con DM consuman carbohidratos entre 45%-60% del aporte de calorías totales durante el día. Por ejemplo, si un plan de alimentación diario contiene 1,200 calorías, entre 500 y 600, debe provenir de los

carbohidratos. A su vez, un gramo de carbohidratos contiene aproximadamente 4 calorías, entonces un plan alimenticio de 1,200 calorías debería incluir 150 gramos de carbohidratos porque $600 / 4 = 150$.

Por otra parte, la cantidad de calorías que una persona con DM debe consumir, dependería de su género, edad, tamaño y actividad física. Los expertos en diabetes establecen las siguientes relaciones para calcular cuántas calorías necesitan consumir los adultos diariamente para mantener su peso:⁶²

Por cada libra de peso, calcule:

- 10 calorías para una persona obesa, muy inactiva o que siempre está a dieta
- 13 calorías para una persona mayor a 55 años, una mujer activa o un hombre inactivo
- 15 calorías para una mujer muy activa o un hombre activo
- 20 calorías para un hombre muy activo o un atleta.

Por ejemplo, un hombre obeso que pesa 180 libras, probablemente necesite cerca de 1,800 calorías diarias para mantener su peso, a diferencia de un hombre atlético también de 180 libras, el cual necesitará alrededor de $180 * 20 = 3,600$ calorías diarias para mantener su físico.

¿Cómo se realiza, en términos generales, el conteo de carbohidratos?

En términos generales, el conteo de carbohidratos se realiza de la siguiente forma: Primero, se investiga la cantidad de carbohidratos que la persona necesita durante el día, dependiendo de su género, edad, tamaño y actividad física. Segundo, se establece la cantidad de porciones de carbohidratos que van a ser distribuidos en cada una de las comidas. Tercero, se investiga cuáles alimentos se pueden combinar, dependiendo la cantidad de carbohidratos que contengan. Cuarto, se registran los niveles de glicemia antes y dos horas después de consumir los alimentos para medir el impacto de los carbohidratos consumidos.

Particularmente, existen dos métodos para realizar el conteo de carbohidratos:

Contabilización de gramos de carbohidratos: se contabilizan los gramos de hidratos de carbono utilizando los datos de nutrición en las etiquetas de los alimentos. En cuanto el paciente se va familiarizando con las cantidades de carbohidratos en sus alimentos favoritos, se apropia de la cantidad de gramos de carbohidratos que consume durante el día.

Método avanzado de proporción insulina-carbohidrato: Este método permite establecer o calcular la cantidad de insulina que la persona requiere según el número de gramos de carbohidratos que planea comer. Una manera fácil de usar este método es *la regla de los 500*. Consiste en determinar la proporción de insulina a carbohidratos mediante la relación existente entre la Dosis Diaria Total (DDT) de insulina dividida entre 500.

⁶² Asociación Americana de Educadores en Diabetes, Asociación Americana de Endocrinólogos Clínicos. Vivir Bien con Diabetes, Conteo de Carbohidratos y Lista de Intercambios, 2005 Novo Nordisk Inc.

ANEXO B. Tabla de reporte de precios de los principales productos alimenticios



**Boletín Fecha de Captura
22/03/12**

HORTALIZAS

Nombre	Presentación	Cantidad	Unidad	Precio Calidad Extra	Precio Calidad Primera	Valor x Unidad
ACELGA	ATADO	6.00	KILO	\$ 4000	\$ 3000	\$ 666.6667
AHUYAMA	KILO	1.00	KILO	\$ 800	\$ 750	\$ 800.0000
AJO ROSADO	ATADO	8.00	KILO	\$ 20000	\$ 15000	\$ 2500.0000
ALCACHOFA	GUACAL	3.00	KILO	\$ 18000	\$ 16000	\$ 6000.0000
APIO	DOCENA	9.00	KILO	\$ 9000	\$ 8000	\$ 1000.0000
ARVEJA VERDE	BULTO	50.00	KILO	\$ 220000	\$ 215000	\$ 4400.0000
BERENJENA	BOLSA	10.00	KILO	\$ 16000	\$ 15000	\$ 1600.0000
BROCOLI	GUACAL	8.00	KILO	\$ 10000	\$ 9000	\$ 1250.0000
CALABACIN	GUACAL	8.00	KILO	\$ 10000	\$ 9000	\$ 1250.0000
CALABAZA	BULTO	50.00	KILO	\$ 18000	\$ 16000	\$ 360.0000
CEBOLLA CABEZONA BLANCA	BULTO	50.00	KILO	\$ 80000	\$ 75000	\$ 1600.0000
CEBOLLA CABEZONA ROJA	BULTO	50.00	KILO	\$ 85000	\$ 80000	\$ 1700.0000
CEBOLLA LARGA	RUEDA	40.00	KILO	\$ 40000	\$ 35000	\$ 1000.0000
CILANTRO	ATADO	4.00	KILO	\$ 10000	\$ 9000	\$ 2500.0000
COLIFLOR	DOCENA	9.00	KILO	\$ 12000	\$ 11000	\$ 1333.3333
ESPINACA	ATADO	4.00	KILO	\$ 8000	\$ 7000	\$ 2000.0000
FRIJOL VERDE ANDINO	BULTO	50.00	KILO	\$ 80000	\$ 75000	\$ 1600.0000
FRIJOL VERDE BOLO	BULTO	50.00	KILO	\$ 90000	\$ 85000	\$ 1800.0000
HABA VERDE SABANERA	BULTO	50.00	KILO	\$ 60000	\$ 55000	\$ 1200.0000
HABICHUELA	BULTO	50.00	KILO	\$ 75000	\$ 70000	\$ 1500.0000
LECHUGA	DOCENA	6.00	KILO	\$ 10000	\$ 9000	\$ 1666.6667
MAZORCA	BULTO	50.00	KILO	\$ 45000	\$ 40000	\$ 900.0000
PEPINO COHOMBRO	CAJA	7.00	KILO	\$ 7000	\$ 6000	\$ 1000.0000
PEPINO COMUN	CAJA	5.00	KILO	\$ 7000	\$ 6000	\$ 1400.0000
PIMENTON	CAJA	5.00	KILO	\$ 12000	\$ 11000	\$ 2400.0000
RABANO ROJO	ATADO	15.00	KILO	\$ 15000	\$ 13000	\$ 1000.0000
REMOLACHA	BULTO	50.00	KILO	\$ 30000	\$ 25000	\$ 600.0000
REPOLLO	BULTO	50.00	KILO	\$ 35000	\$ 33000	\$ 700.0000
TOMATE CHONTO	CAJA	16.00	KILO	\$ 16000	\$ 15000	\$ 1000.0000
TOMATE MILANO	CAJA	9.00	KILO	\$ 18000	\$ 17000	\$ 2000.0000
ZANAHORIA	BULTO	50.00	KILO	\$ 35000	\$ 30000	\$ 700.0000

Nota: Los productos con precio 0 se refieren a productos que no estan en cosecha

 **FRUTAS 2**

Nombre	Presentación	Cantidad	Unidad	Precio Calidad Extra	Precio Calidad Primera	Valor x Unidad
DURAZNO IMPORTADO	CAJA	10.00	KILO	\$ 50000	\$ 48000	\$ 5000.0000
FRESA	KILO	1.00	KILO	\$ 4000	\$ 3000	\$ 4000.0000
GRANADILLA (Guacal)	CAJA	14.00	KILO	\$ 28000	\$ 26000	\$ 2000.0000
GUANABANA	KILO	1.00	KILO	\$ 3000	\$ 2800	\$ 3000.0000
GUAYABA	CAJA	15.00	KILO	\$ 14000	\$ 13000	\$ 933.3333
LIMON COMUN	BULTO	72.00	KILO	\$ 130000	\$ 125000	\$ 1805.5556
LIMON TAHITI	BULTO	72.00	KILO	\$ 140000	\$ 135000	\$ 1944.4444
LULO	CANASTILLA	25.00	KILO	\$ 2200	\$ 2100	\$ 88.0000
MANDARINA ARRAYANA	CANASTILLA	20.00	KILO	\$ 70000	\$ 68000	\$ 3500.0000
MANDARINA ONECO	KILO	1.00	KILO	\$ 3200	\$ 3000	\$ 3200.0000
MANGO CHANCLETO	CAJA	10.00	KILO	\$ 20000	\$ 18000	\$ 2000.0000
MANGO COMUN	CAJA	10.00	KILO	\$ 20000	\$ 18000	\$ 2000.0000
MANGO REINA	CAJA	6.00	KILO	\$ 22000	\$ 20000	\$ 3666.6667
MANGO TOMMY	CAJA	13.00	KILO	\$ 25000	\$ 23000	\$ 1923.0769
MANZANA NACIONAL	KILO	1.00	KILO	\$ 2700	\$ 2000	\$ 2700.0000
MANZANA ROJA IMPORTADA	CAJA	18.00	KILO	\$ 58000	\$ 57000	\$ 3222.2222
MANZANA VERDE IMPORTADA	CAJA	18.00	KILO	\$ 60000	\$ 58000	\$ 3333.3333
MARACUYA	BULTO	35.00	KILO	\$ 2400	\$ 2200	\$ 68.5714
MELON	KILO	1.00	KILO	\$ 2500	\$ 2300	\$ 2500.0000
MORA DE CASTILLA	CAJA	7.00	KILO	\$ 2000	\$ 1800	\$ 285.7143
NARANJA ARMENIA	BULTO	50.00	KILO	\$ 55000	\$ 53000	\$ 1100.0000
NARANJA GREY	BULTO	50.00	KILO	\$ 45000	\$ 40000	\$ 900.0000
NARANJA OMBLIGONA	BULTO	50.00	KILO	\$ 60000	\$ 58000	\$ 1200.0000
NARANJA VALENCIA	BULTO	50.00	KILO	\$ 60000	\$ 58000	\$ 1200.0000
PAPAYA HAWIANA	CANASTILLA	22.00	KILO	\$ 1200	\$ 1100	\$ 54.5455
PAPAYA MARADOL	GUACAL	25.00	KILO	\$ 25000	\$ 23000	\$ 1000.0000
PAPAYA REDONDA	GUACAL	20.00	KILO	\$ 20000	\$ 18000	\$ 1000.0000
PATILLA	KILO	1.00	KILO	\$ 700	\$ 650	\$ 700.0000
PI	GUACAL	35.00	KILO	\$ 18000	\$ 16000	\$ 514.2857
PITAHAYA	KILO	1.00	KILO	\$ 10000	\$ 8000	\$ 10000.0000
TOMATE DE ARBOL	CANASTILLA	25.00	KILO	\$ 1500	\$ 1300	\$ 60.0000
UVA CHAMPA	CAJA	7.00	KILO	\$ 25000	\$ 24000	\$ 3571.4286
UVA NEGRA	CAJA	7.00	KILO	\$ 25000	\$ 24000	\$ 3571.4286
UVA ROJA	CAJA	7.00	KILO	\$ 25000	\$ 24000	\$ 3571.4286

 TUBERCULOS

Nombre	Presentación	Cantidad	Unidad	Precio Calidad Extra	Precio Calidad Primera	Valor x Unidad
ARRACACHA	BULTO	50.00	KILO	\$ 60000	\$ 55000	\$ 1200.0000
PAPA CRIOLLA LAVADA	BULTO	50.00	KILO	\$ 110000	\$ 105000	\$ 2200.0000
PAPA CRIOLLA SUCIA	BULTO	50.00	KILO	\$ 100000	\$ 95000	\$ 2000.0000
PAPA PASTUSA	BULTO	50.00	KILO	\$ 28000	\$ 26000	\$ 560.0000
PAPA R12 INDUSTRIAL	BULTO	50.00	KILO	\$ 28000	\$ 26000	\$ 560.0000
PAPA R12 NEGRA	BULTO	50.00	KILO	\$ 25000	\$ 23000	\$ 500.0000
PAPA R12 ROJA	BULTO	50.00	KILO	\$ 20000	\$ 18000	\$ 400.0000
PAPA SABANERA	BULTO	50.00	KILO	\$ 50000	\$ 48000	\$ 1000.0000
PAPA TOCARRE	BULTO	50.00	KILO	\$ 45000	\$ 43000	\$ 900.0000
YUCA ARMENIA	BULTO	50.00	KILO	\$ 50000	\$ 45000	\$ 1000.0000
YUCA LLANERA	BOLSA	28.00	KILO	\$ 25000	\$ 23000	\$ 892.8571

Nota: Los productos con precio 0 se refieren a productos que no estan en cosecha

 PLATANOS

Nombre	Presentación	Cantidad	Unidad	Precio Calidad Extra	Precio Calidad Primera	Valor x Unidad
PLATANO COLICERO	RACIMO	10.00	KILO	\$ 10000	\$ 9000	\$ 1000.0000
PLATANO HARTON	GUACAL	25.00	KILO	\$ 34000	\$ 32000	\$ 1360.0000

Nota: Los productos con precio 0 se refieren a productos que no estan en cosecha

 GRANOS Y PROCESADOS

Nota: Los productos con precio 0 se refieren a productos que no estan en cosecha

 CARNICOS

Nota: Los productos con precio 0 se refieren a productos que no estan en cosecha

CARNICOS							
Nombre	Presentación	Cantidad	Unidad	Pesos Calidad Extra	Precio Calidad Primera	Precio Calidad Corriente	
ALAS DE PO	KILO	1.00	KILO	\$2838	\$2836	\$3076	
BAGRE DORA	KILO	1.00	KILO	\$11067	\$11067	\$11067	
BAGRE PINT	KILO	1.00	KILO	\$11276	\$11276	\$11276	
CADERA	KILO	1.00	KILO	\$8573	\$8564	\$8568	
CHATAS	KILO	1.00	KILO	\$10381	\$10370	\$10370	
CORVINA	KILO	1.00	KILO	\$8347	\$8347	\$8347	
COSTILLA	KILO	1.00	KILO	\$5500	\$5496	\$5496	
CUCHA	KILO	1.00	KILO	\$4453	\$4491	\$4491	
FILETE DE	KILO	1.00	KILO	\$10818	\$10818	\$10871	
GUALAJO	KILO	1.00	KILO	\$7898	\$7898	\$7898	
LOMO	KILO	1.00	KILO	\$12857	\$12862	\$12862	
MENUDECIA	KILO	1.00	KILO	\$689	\$690	\$690	
MOJARRA DE	KILO	1.00	KILO	\$6181	\$6181	\$6165	
PECHUGA DE	KILO	1.00	KILO	\$4873	\$4869	\$4869	
PELADA	KILO	1.00	KILO	\$5750	\$5750	\$5750	
PERNILES D	KILO	1.00	KILO	\$4463	\$4463	\$4980	
PEZ MERO O	KILO	1.00	KILO	\$7183	\$7183	\$7183	
PIERNA	KILO	1.00	KILO	\$8517	\$8513	\$8513	
POLLO SIN	KILO	1.00	KILO	\$4491	\$4488	\$4488	
SIERRA	KILO	1.00	KILO	\$6340	\$6340	\$6340	
SOBREBARRI	KILO	1.00	KILO	\$7034	\$7028	\$6951	
TOYO TIBUR	KILO	1.00	KILO	\$7433	\$6779	\$6736	
TRUCHA ARC	KILO	1.00	KILO	\$8494	\$8499	\$9839	

GRANOS Y PROCESADOS							
Nombre	Presentación	Cantidad	Unidad	Pesos Calidad Extra	Precio Calidad Primera	Precio Calidad Corriente	
ARROZ CORR	BULTO	50.00	KILO	\$77888	\$77735	\$77735	
ARROZ ORYZ	BULTO	50.00	KILO	\$39784	\$39507	\$39532	
ARROZ SOPA	BULTO	50.00	KILO	\$54444	\$54061	\$54112	
ARVEJA VER	BULTO	50.00	KILO	\$27638	\$27604	\$27604	
AZUCAR REF	BULTO	25.00	KILO	\$18680	\$18592	\$18624	
AZUCAR SUL	BULTO	50.00	KILO	\$68969	\$68816	\$68806	
CAFE 500GR	PAQUETE	10.00	LIBRA	\$25977	\$25907	\$25902	
CEBADA	ARROBA	13.00	KILO	\$17546	\$17485	\$17490	
CHOCOLATE	CAJA	50.00	LIBRA	\$123796	\$123403	\$123505	
CUCHUCO DE	ARROBA	13.00	KILO	\$17255	\$17191	\$17857	
CUCHUCO DE	BULTO	63.00	KILO	\$68439	\$68255	\$67786	
FRIJOL NIM	BULTO	50.00	KILO	\$81523	\$80956	\$80982	
FRIJOL RAD	BULTO	50.00	KILO	\$78061	\$77625	\$77649	
FRIJOL ROJ	BULTO	50.00	KILO	\$117788	\$117570	\$117691	
GARBANZO	BULTO	50.00	KILO	\$78548	\$85731	\$78231	
HARINA DE	ARROBA	13.00	KILO	\$16806	\$16724	\$16730	
HARINA DE	BULTO	50.00	KILO	\$55776	\$55316	\$55490	
MAIZ AMARI	BULTO	50.00	KILO	\$24178	\$24111	\$24121	
MAIZ BLANC	BULTO	50.00	KILO	\$31957	\$31787	\$31761	
MAIZ PIRA	BULTO	25.00	KILO	\$34269	\$34115	\$34115	
MAIZ PORVA	BULTO	50.00	KILO	\$97449	\$96939	\$96939	
MAIZ TRILL	BULTO	50.00	KILO	\$27879	\$27777	\$27777	
MANTECA	CAJA	10.00	KILO	\$32459	\$32357	\$32378	
MARGARINA	CAJA	10.00	KILO	\$57022	\$56956	\$56956	
PASTAS ALI	ARROBA	13.00	KILO	\$32332	\$32202	\$32192	
SAL	BULTO	50.00	KILO	\$11178	\$11136	\$11114	

Tabla 10: Histórico de Precios, Reporte de Productos, 13 de abril de 2012

Fuente: www.corabastos.com.co

ANEXO C. Tabla de Alimentos y sus Carbohidratos

Avena light

tamaño por porción:	1 vaso	
peso	250,00	cc
Calorías Totales	82,70	
Proteínas	5,00	gr
Grasa Total	0,30	gr
Carbohidratos	15,00	gr

Kumis

tamaño por porción:	1 vaso	
peso	180,00	cc
Calorías Totales	63,00	
Proteínas	6,30	gr
Grasa Total	0,20	gr
Carbohidratos	9,00	gr

Yogurt

Tamaño Por porción	1 vaso	
Peso	180,00	cc
Calorías Totales	63,00	
Proteínas	6,30	gr
Grasa Total	0,20	gr
Carbohidratos	9,00	gr

café con leche

tamaño por porción:	1 pocillo de leche	
peso	250,00	cc
Calorías Totales	103,00	
Proteínas	7,00	gr
Grasa Total	3,00	gr
Carbohidratos	12,00	gr

Leche achocolatada

Tamaño Por porción	1 vaso	
Peso	250,00	cc
Calorías Totales	333,60	
Proteínas	8,60	gr
Grasa Total	12,00	gr
Carbohidratos	47,80	gr

Chocolate

tamaño por porción:	1 pocillo 1/2 leche	
peso	250,00	cc
Calorías Totales	149,00	
Proteínas	9,00	gr
Grasa Total	5,00	gr
Carbohidratos	17,00	gr

Helado de Chocolate light

Tamaño Por porción	1 Bola Med.	
peso	80,00	gr
Calorías Totales	154,00	
Proteínas	3,80	gr
Grasa Total	4,30	gr
Carbohidratos	25,00	gr

Vino light

tamaño por porción:	1 copa	
peso	100,00	cc
Calorías Totales	71,00	
Proteínas	0,20	gr
Grasa Total	0,00	gr
Carbohidratos	15,00	gr

Helado de Vainilla Corriente

Tamaño Por porción	1 Bola Med.	
peso	80,00	gr
Calorías Totales	307,00	
Proteínas	7,00	gr
Grasa Total	11,00	gr
Carbohidratos	45,00	gr

Vino normal

Tamaño porción:	1 copa	
Peso	100,00	cc
Calorías Totales	153,00	
Proteínas	0,20	gr
Grasa Total	0,00	gr
Carbohidratos	30,00	gr

Leche Semidescremada

Tamaño Por porción	1 vaso
peso	250,00 cc
Calorías Totales	154,00
Proteínas	8,50 gr
Grasa Total	8,25 gr
Carbohidratos	11,50 gr

Cerveza Light

tamaño por porción:	1 Botella
Peso	350,00 cc
Calorías Totales	35,00
Proteínas	2,00 gr
Grasa Total	0,00 gr
Carbohidratos	6,80 gr

Cerveza Normal

Tamaño Por porción	1 Botella
peso	350,00 cc
Calorías Totales	70,00
Proteínas	4,00 gr
Grasa Total	0,00 gr
Carbohidratos	13,60 gr

Gelatina Light

Tamaño porción: 1	Pocillo Chocolatero
peso	160,00 gr
Calorías Totales	26,70
Proteínas	4,00 gr
Grasa Total	0,30 gr
Carbohidratos	2,00 gr

Jugo Light

Tamaño Por porción	1 vaso
peso	240,00 cc
Calorías Totales	24,00
Proteínas	1,00 gr
Grasa Total	0,00 gr
Carbohidratos	5,00 gr

Chocolatina Light

Tamaño por Porción	1 unidad
peso	9,00 gr
Calorías Totales	46,75
Proteínas	0,50 gr
Grasa Total	2,75 gr
Carbohidratos	5,00 gr

Jugo con Azúcar

Tamaño Por porción	1 vaso
peso	240,00 cc
Calorías Totales	120,40
Proteínas	0,10 gr
Grasa Total	0,00 gr
Carbohidratos	30,00 gr

Dulces de Chocolate

Tamaño por Porción	1 paquete
peso	20,00 gr
Calorías Totales	427,40
Proteínas	4,00 gr
Grasa Total	14,60 gr
Carbohidratos	70,00 gr

Gaseosa Light

Tamaño Por porción	1 vaso
peso	350,00 cc
Calorías Totales	4,00
Proteínas	1,00 gr
Grasa Total	0,00 gr
Carbohidratos	0,00 gr

Gomas y Masmelos

Tamaño por Porción	4 Unidades
Peso	36,00 gr
Calorías Totales	108,00
Proteínas	2,00 gr
Grasa Total	0,00 gr
Carbohidratos	25,00 gr

Gaseosa Normal

Tamaño por Porción	1 vaso
peso	350,00 cc
Calorías Totales	156,00
Proteínas	0,00 gr
Grasa Total	0,00 gr
Carbohidratos	39,00 gr

Salsas(barbecue, soya, rosada, tomate)

Tamaño por Porción	1 Cuch. Raza
Peso	10,00 gr
Calorías Totales	16,00
Proteínas	0,00 gr
Grasa Total	0,00 gr
Carbohidratos	4,00 gr

Maní y Pistachos

Tamaño por Porción	1 paquete
peso	35,00 gr
Calorías Totales	171,00
Proteínas	7,00 gr
Grasa Total	7,00 gr
Carbohidratos	20,00 gr

Miel

Tamaño por Porción	1cuch. Sopera
peso	25,00 gr
Calorías Totales	124,00
Proteínas	1,00 gr
Grasa Total	0,00 gr
Carbohidratos	30,00 gr

Hojuelas Tostadas de Arroz

Tamaño por Porción	1 Taza
peso	30,00 gr
Calorías Totales	108,00
Proteínas	6,00 gr
Grasa Total	0,00 gr
Carbohidratos	21,00 gr

Hojuelas Tostadas de arroz sabor a chocolate

Tamaño por Porción	1 Taza
peso	40,00 gr
Calorías Totales	144,00
Proteínas	2,60 gr
Grasa Total	0,00 gr
Carbohidratos	33,30 gr

Barra de Granola

Tamaño por Porción	1 Unidad
peso	18,00 gr
Calorías Totales	90,00
Proteínas	1,00 gr
Grasa Total	2,00 gr
Carbohidratos	17,00 gr

Hojuelas de cereal de maíz, avena y trigo

Tamaño por porción	1 Taza
Peso	30,00 gr
Calorías Totales	120,00
Proteínas	2,00 gr
Grasa Total	0,50 gr
Carbohidratos	26,00 gr

Hojuelas maíz tostadas

Tamaño por Porción	1 Taza
peso	30,00 gr
Calorías Totales	110,00
Proteínas	2,00 gr
Grasa Total	0,00 gr
Carbohidratos	25,00 gr

Hojuelas tostadas de arroz azucaradas

Tamaño por Porción	1 Taza
Peso	40,00 gr
Calorías Totales	150,00
Proteínas	1,30 gr
Grasa Total	0,00 gr
Carbohidratos	36,00 gr

Cereal de Maíz, Avena, arroz, Trigo

Tamaño por Porción	1 Taza
peso	40,00 gr
Calorías Totales	150,10
Proteínas	2,60 gr
Grasa Total	1,30 gr
Carbohidratos	32,00 gr

Proteínas (jamón, Pavo)

Tamaño por Porción	1 unidad mediana
Peso	80,00 gr
Calorías Totales	120,50
Proteínas	26,30 gr
Grasa Total	1,70 gr
Carbohidratos	0,00 gr

Cereal de avena, arroz, almendras y coco

Tamaño por Porción	1 Taza
peso	40,00 gr
Calorías Totales	158,00
Proteínas	4,00 gr

Proteínas (mariscos, pescado, atún)

Tamaño por Porción	1 unidad mediana
Peso	80,00 gr
Calorías Totales	120,50
Proteínas	26,30 gr

Grasa Total	4,00 gr	Grasa Total	1,70 gr
Carbohidratos	26,60 gr	Carbohidratos	0,00 gr

Cereal de Salvado trigo

Tamaño por Porción	1 Taza
peso	60,00 gr
Calorías Totales	170,00
Proteínas	10,00 gr
Grasa Total	2,00 gr
Carbohidratos	28,00 gr

Proteínas (carne hamburguesa, pollo asado)

Tamaño por Porción	1 unidad mediana
Peso	80,00 gr
Calorías Totales	145,00
Proteínas	21,50 gr
Grasa Total	6,50 gr
Carbohidratos	0,00 gr

Huevo

Tamaño por Porción	1 Unidad
peso	57,00 gr
Calorías Totales	111,00
Proteínas	7,70 gr
Grasa Total	8,50 gr
Carbohidratos	0,80 gr

Galletas

Tamaño por Porción	1 Unidad
Peso	15,00 gr
Calorías Totales	32,30
Proteínas	0,60 gr
Grasa Total	1,10 gr
Carbohidratos	5,00 gr

Queso

Tamaño por Porción	3 tajadas
peso	61,00 gr
Calorías Totales	280,00
Proteínas	21,70 gr
Grasa Total	19,00 gr
Carbohidratos	5,10 gr

Dona rellena y azucarada

Tamaño por Porción	1 unidad mediana
Peso	100,00 gr
Calorías Totales	427,00
Proteínas	4,50 gr
Grasa Total	19,90 gr
Carbohidratos	57,40 gr

Corazones de Azúcar

Tamaño por Porción	2 unidades
peso	30,00 gr
Calorías Totales	212,00
Proteínas	9,50 gr
Grasa Total	6,10 gr
Carbohidratos	30,00 gr

Croissants

Tamaño por Porción	1 Unidad mediana
Peso	90,00 gr
Calorías Totales	399,00
Proteínas	8,10 gr
Grasa Total	20,70 gr
Carbohidratos	45,00 gr

Brownie

Tamaño por Porción	Unidad Mediana
peso	60,00 gr
Calorías Totales	228,60
Proteínas	4,20 gr
Grasa Total	10,20 gr
Carbohidratos	30,00 gr

Pandebono y almojábanas

Tamaño por Porción	1 Unidad mediana
Peso	60,00 gr
Calorías Totales	213,00
Proteínas	8,60 gr
Grasa Total	6,50 gr
Carbohidratos	30,00 gr

Mantecada

Tamaño por Porción	1 Unidad Grande
peso	50,00 gr
Calorías Totales	249,00
Proteínas	4,00 gr

Buñuelo

Tamaño por Porción	1 Unidad mediana
Peso	45,00 gr
Calorías Totales	228,30
Proteínas	2,00 gr

Grasa Total	8,10 gr	Grasa Total	6,70 gr
Carbohidratos	40,00 gr	Carbohidratos	40,00 gr

Torta Cubierta con Chocolate

Tamaño por Porción	1 unidad
peso	75,00 gr
Calorías Totales	425,00
Proteínas	5,60 gr
Grasa Total	20,40 gr
Carbohidratos	55,00 gr

Pan Blanco

Tamaño por Porción	1 Tajada
Peso	22,00 gr
Calorías Totales	79,00
Proteínas	3,00 gr
Grasa Total	0,80 gr
Carbohidratos	15,00 gr

Guanábana

Tamaño por Porción	1/2 Pocillo
Peso	70,00 gr
Calorías Totales	67,10
Proteínas	1,10 gr
Grasa Total	0,30 gr
Carbohidratos	15,00 gr

Durazno

Tamaño por Porción	1 Unidad Mediana
Peso	85,00 gr
Calorías Totales	66,10
Proteínas	1,30 gr
Grasa Total	0,10 gr
Carbohidratos	15,00 gr

Piña

Tamaño por Porción	1 Tajada Peq.
Peso	60,00 gr
Calorías Totales	65,20
Proteínas	0,40 gr
Grasa Total	0,40 gr
Carbohidratos	15,00 gr

Uvas Verdes

Tamaño por Porción	12 Unid. Pequeñas
Peso	90,00 gr
Calorías Totales	122,00
Proteínas	0,50 gr
Grasa Total	0,00 gr
Carbohidratos	30,00 gr

Melón

Tamaño por Porción	1 Pocillo
Peso	71,00 gr
Calorías Totales	66,30
Proteínas	0,90 gr
Grasa Total	0,30 gr
Carbohidratos	15,00 gr

Pera

Tamaño por Porción	1 Unidad Mediana
Peso	92,00 gr
Calorías Totales	65,60
Proteínas	0,40 gr
Grasa Total	0,40 gr
Carbohidratos	15,10 gr

Curuba

Tamaño por Porción	1 unid. Pequeña
Peso	91,50 gr
Calorías Totales	27,30
Proteínas	1,60 gr
Grasa Total	0,10 gr
Carbohidratos	6,00 gr

Papaya

Tamaño por Porción	Pocillo Chocolatero
Peso	130,00 gr
Calorías Totales	63,30
Proteínas	0,60 gr
Grasa Total	0,10 gr
Carbohidratos	15,00 gr

Mazorca

Tamaño por Porción	1 Pocillo
peso	150,00 gr
Calorías Totales	188,00
Proteínas	4,70 gr
Grasa Total	2,40 gr
Carbohidratos	37,00 gr

Arracacha

Tamaño por Porción	1 astilla mediana
peso	48,00 gr
Calorías Totales	56,00
Proteínas	0,50 gr
Grasa Total	0,10 gr
Carbohidratos	14,00 gr

Pasta Regular

Tamaño por Porción	1 Pocillo
peso	140,00 gr
Calorías Totales	215,80
Proteínas	6,70 gr
Grasa Total	1,00 gr
Carbohidratos	45,00 gr

Puré de Papa

Tamaño por Porción	1 unidad mediana
peso	50,00 gr
Calorías Totales	139,60
Proteínas	2,20 gr
Grasa Total	1,20 gr
Carbohidratos	30,00 gr

Arepa

Tamaño por Porción	1 Unidad Med.
peso	90,00 gr
Calorías Totales	165,00
Proteínas	4,00 gr
Grasa Total	1,00 gr
Carbohidratos	35,00 gr

Granos(frijol rojo, arveja verde, lenteja)

Tamaño por Porción	1 pocillo chocolatero
peso	185,00 gr
Calorías Totales	258,00
Proteínas	16,00 gr
Grasa Total	1,60 gr
Carbohidratos	45,00 gr

Nuggets de Pollo

Tamaño por Porción	6 Unidades
Peso	108,00 gr
Calorías Totales	290,00
Proteínas	15,00 gr
Grasa Total	17,00 gr
Carbohidratos	20,00 gr

Papas a la Francesa

Tamaño por porción	10 Unidades
Peso	80,00 gr
Calorías Totales	117,80
Proteínas	3,00 gr
Grasa Total	3,80 gr
Carbohidratos	30,00 gr

Sándwich Sencillo (Jamón, Pollo, Pavo)

Tamaño por porción	1 Unidad
Peso	120,00 gr
Calorías Totales	325,00
Proteínas	13,00 gr
Grasa Total	17,00 gr
Carbohidratos	30,00 gr

Hamburguesa de Pollo y Res (Sin Salsas)

Tamaño por porción	1 Unidad Med.
Peso	130,00 gr
Calorías Totales	302,00
Proteínas	15,00 gr
Grasa Total	10,00 gr
Carbohidratos	38,00 gr

Zapote

Tamaño por porción	1 Unidad Mediana
Peso	30,00 gr
Calorías Totales	54,90
Proteínas	1,10 gr
Grasa Total	0,10 gr
Carbohidratos	12,40 gr

Coco

Tamaño por porción	1/2 Taza
Peso	40,00 gr
Calorías Totales	360,00
Proteínas	0,00 gr
Grasa Total	40,00 gr
Carbohidratos	0,00 gr

Pan Integral

Tamaño por Porción	1 Tajada
peso	28,00 gr
Calorías Totales	80,00
Proteínas	3,20 gr
Grasa Total	1,20 gr
Carbohidratos	14,00 gr

Pitaya

Tamaño por porción	1 Unidad
Peso	55,00 gr
Calorías Totales	55,10
Proteínas	0,40 gr
Grasa Total	0,10 gr
Carbohidratos	13,20 gr

Pan francés, Calado o tostada

Tamaño por Porción	1 Unidad
peso	20,00 gr
Calorías Totales	61,50
Proteínas	1,80 gr
Grasa Total	0,70 gr
Carbohidratos	12,00 gr

Granadilla

Tamaño por porción	1 Unidad
Peso	30,00 gr
Calorías Totales	65,30
Proteínas	1,10 gr
Grasa Total	0,10 gr
Carbohidratos	15,00 gr

Papa Común

Tamaño por Porción	1 Unidad mediana
peso	90,00 gr
Calorías Totales	97,40
Proteínas	2,10 gr
Grasa Total	1,00 gr
Carbohidratos	20,00 gr

Carambolo

Tamaño por porción	1 Unidad
Peso	30,00 gr
Calorías Totales	54,90
Proteínas	1,10 gr
Grasa Total	0,10 gr
Carbohidratos	12,40 gr

Papa Criolla

Tamaño por Porción	3 Unidades
peso	84,00 gr
Calorías Totales	19,60
Proteínas	2,10 gr
Grasa Total	0,80 gr
Carbohidratos	16,00 gr

Ciruela

Tamaño por Porción	1 Porción
Peso	60,00 gr
Calorías Totales	76,90
Proteínas	2,40 gr
Grasa Total	0,10 gr
Carbohidratos	15,00 gr

Yucas Cocidas

Tamaño por Porción	1 Astilla Mediana
peso	48,00 gr
Calorías Totales	86,90
Proteínas	0,50 gr
Grasa Total	0,10 gr
Carbohidratos	21,00 gr

Naranja

Tamaño por Porción	1 Unidad
Peso	80,00 gr
Calorías Totales	64,50
Proteínas	0,90 gr
Grasa Total	0,10 gr
Carbohidratos	15,00 gr

Plátano Cocido

Tamaño por porción	1/3 unidad mediana
peso	40,00 gr
Calorías Totales	54,10
Proteínas	0,30 gr
Grasa Total	0,10 gr
Carbohidratos	13,00 gr

Uchuvas

Tamaño Por Porción	12 Unidades
Peso	100,00 gr
Calorías Totales	79,00
Proteínas	0,10 gr
Grasa Total	0,20 gr
Carbohidratos	19,20 gr

Arroz Blanco

Tamaño por porción	Pocillo Chocolatero
peso	160,00 gr
Calorías Totales	198,00
Proteínas	3,80 gr
Grasa Total	0,30 gr
Carbohidratos	45,00 gr

Sopa de Pollo con pasta

Tamaño por porción	1 Taza
peso	240,00 cc
Calorías Totales	80,00
Proteínas	0,70 gr
Grasa Total	2,00 gr
Carbohidratos	15,00 gr

Empanada

Tamaño por Porción	1 Unidad Mediana
Peso	60,00 gr
Calorías Totales	346,00
Proteínas	5,50 gr
Grasa Total	16,00 gr
Carbohidratos	45,00 gr

Envuelto de Mazorca

Tamaño por porción	1 Unidad Mediana
Peso	90,00 gr
Calorías Totales	177,30
Proteínas	3,20 gr
Grasa Total	0,50 gr
Carbohidratos	40,00 gr

Tamal

Tamaño por porción	1 Unidad Mediana
Peso	300,00 gr
Calorías Totales	615,00
Proteínas	30,00 gr
Grasa Total	25,00 gr
Carbohidratos	67,50 gr

Burrito

Tamaño por porción	1 Tortilla de Maíz
Peso	40,00 gr
Calorías Totales	135,60
Proteínas	4,40 gr
Grasa Total	2,00 gr
Carbohidratos	25,00 gr

Breva

Tamaño Por Porción	1 Unidad
Peso	52,00 gr
Calorías Totales	63,10
Proteínas	2,20 gr
Grasa Total	0,70 gr
Carbohidratos	12,00 gr

Guayaba

Tamaño Por Porción	Unidad Mediana
Peso	60,00 gr
Calorías Totales	43,50
Proteínas	1,50 gr
Grasa Total	0,30 gr
Carbohidratos	9,70 gr

Mango

Tamaño por Porción	1 Pocillo
Peso	69,00 gr
Calorías Totales	124,70
Proteínas	0,50 gr
Grasa Total	0,30 gr
Carbohidratos	30,00 gr

Limón

Tamaño por Porción	1 Unidad Med.
Peso	53,00 gr
Calorías Totales	44,30
Proteínas	1,10 gr
Grasa Total	0,30 gr
Carbohidratos	9,30 gr

Mandarina

Tamaño por Porción	1 Unidad Med.
Peso	70,00 gr
Calorías Totales	71,00
Proteínas	0,50 gr
Grasa Total	0,10 gr
Carbohidratos	15,00 gr

Manzana

Tamaño por Porción	1 Unidad Peq.
Peso	90,00 gr
Calorías Totales	124,40
Proteínas	0,20 gr
Grasa Total	0,40 gr
Carbohidratos	30,00 gr

Ajiaco		Banano	
Tamaño por porción	1 taza	Tamaño por Porción	1 Unidad
Peso	250,00 gr	Peso	100,00 gr
Calorías Totales	355,00	Calorías Totales	72,00
Proteínas	15,00 gr	Proteínas	0,70 gr
Grasa Total	6,10 gr	Grasa Total	0,30 gr
Carbohidratos	60,00 gr	Carbohidratos	18,00 gr
Sancocho		Mora	
Tamaño por porción	1 taza	Tamaño por Porción	1/2 Pocillo
Peso	220,00 gr	Peso	75,00 gr
Calorías Totales	515,00	Calorías Totales	25,70
Proteínas	20,00 gr	Proteínas	0,60 gr
Grasa Total	15,00 gr	Grasa Total	0,10 gr
Carbohidratos	75,00 gr	Carbohidratos	5,60 gr
Bandeja Paisa		Verdura Cruda	
Tamaño por porción	1 bandeja	Tamaño por Porción	1 Taza
Peso	380,00 gr	Peso	60,00 gr
Calorías Totales	1030,00	Calorías Totales	35,20
Proteínas	25,00 gr	Proteínas	2,90 gr
Grasa Total	30,00 gr	Grasa Total	0,40 gr
Carbohidratos	165,00 gr	Carbohidratos	5,00 gr
Pizza		Verdura Cocinada	
Tamaño por porción	1 unidad	Tamaño Por Porción	1/2 Taza
Peso	100,00 gr	Peso	60,00 gr
Calorías Totales	274,50	Calorías Totales	34,70
Proteínas	12,20 gr	Proteínas	3,00 gr
Grasa Total	5,10 gr	Grasa Total	0,30 gr
Carbohidratos	45,00 gr	Carbohidratos	5,00 gr
Lasaña		Verdura Cruda	
Tamaño por Porción	1 Unidad Med.	Tamaño por Porción	1 Taza
Peso	250,00 gr	Peso	60,00 gr
Calorías Totales	382,75	Calorías Totales	35,20
Proteínas	5,00 gr	Proteínas	2,90 gr
Grasa Total	4,75 gr	Grasa Total	0,40 gr
Carbohidratos	80,00 gr	Carbohidratos	5,00 gr
Higo		Verdura Cocinada	
Tamaño por Porción	1 Pocillo	Tamaño por Porción	1/2 taza
Peso	75,00 gr	Peso	60,00 gr
Calorías Totales	47,25	Calorías Totales	34,70
Proteínas	0,70 gr	Proteínas	3,00 gr
Grasa Total	0,50 gr	Grasa Total	0,30 gr
Carbohidratos	9,60 gr	Carbohidratos	5,00 gr

Fresa		Habas cocidas	
Tamaño por Porción	Pocillo Chocolatero	Tamaño por Porción	1 Taza
Peso	70,00 gr	Peso	80,00 gr
Calorías Totales	63,00	Calorías Totales	134,60
Proteínas	0,60 gr	Proteínas	7,60 gr
Grasa Total	0,07 gr	Grasa Total	0,40 gr
Carbohidratos	15,00 gr	Carbohidratos	25,00 gr
Patilla		Cubios Cocidos	
Tamaño por Porción	pocillo chocolatero	Tamaño por Porción	1 Taza
Peso	70,00 gr	Peso	80,00 gr
Calorías Totales	66,00	Calorías Totales	68,10
Proteínas	0,60 gr	Proteínas	1,80 gr
Grasa Total	0,40 gr	Grasa Total	0,10 gr
Carbohidratos	15,00 gr	Carbohidratos	15,00 gr
Maracuyá		Kiwi	
Tamaño por Porción	1 Unidad Pequeña	Tamaño por Porción	1 Unid. Mediana
Peso	50,00 gr	Peso	62,00 gr
Calorías Totales	54,50	Calorías Totales	67,20
Proteínas	1,50 gr	Proteínas	1,00 gr
Grasa Total	0,50 gr	Grasa Total	0,40 gr
Carbohidratos	11,00 gr	Carbohidratos	15,00 gr

Tabla 11: tabla de Alimentos y sus Carbohidratos
Fuente: Asociación Americana de Diabetes (ADA) ©, 2009.

ANEXO D. El índice de masa corporal en adultos

		Peso (Kg)																	
		35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Altura (m)	1,40	17,9	20,4	23,0	25,5	28,1	30,6	33,2	35,7	38,3	40,8	43,4	45,9	48,5	51,0	53,6	56,1	58,7	61,2
	1,43	17,2	19,7	22,2	24,6	27,1	29,5	32,0	34,5	36,9	39,4	41,9	44,3	46,8	49,2	51,7	54,2	56,6	59,1
	1,45	16,6	19,0	21,4	23,8	26,2	28,5	30,9	33,3	35,7	38,0	40,4	42,8	45,2	47,6	49,9	52,3	54,7	57,1
	1,48	16,1	18,4	20,7	23,0	25,3	27,6	29,9	32,2	34,5	36,8	39,1	41,4	43,7	46,0	48,3	50,6	52,9	55,2
	1,50	15,6	17,8	20,0	22,2	24,4	26,7	28,9	31,1	33,3	35,6	37,8	40,0	42,2	44,4	46,7	48,9	51,1	53,3
	1,53	15,0	17,2	19,3	21,5	23,6	25,8	27,9	30,1	32,2	34,4	36,5	38,7	40,8	43,0	45,1	47,3	49,4	51,6
	1,55	14,6	16,6	18,7	20,8	22,9	25,0	27,1	29,1	31,2	33,3	35,4	37,5	39,5	41,6	43,7	45,8	47,9	49,9
	1,58	14,1	16,1	18,1	20,2	22,2	24,2	26,2	28,2	30,2	32,2	34,3	36,3	38,3	40,3	42,3	44,3	46,4	48,4
	1,60	13,7	15,6	17,6	19,5	21,5	23,4	25,4	27,3	29,3	31,3	33,2	35,2	37,1	39,1	41,0	43,0	44,9	46,9
	1,63	13,3	15,1	17,0	18,9	20,8	22,7	24,6	26,5	28,4	30,3	32,2	34,1	36,0	37,9	39,8	41,7	43,6	45,4
	1,65	12,9	14,7	16,5	18,4	20,2	22,0	23,9	25,7	27,5	29,4	31,2	33,1	34,9	36,7	38,6	40,4	42,2	44,1
	1,68	12,5	14,3	16,0	17,8	19,6	21,4	23,2	24,9	26,7	28,5	30,3	32,1	33,9	35,6	37,4	39,2	41,0	42,8
	1,70	12,1	13,8	15,6	17,3	19,0	20,8	22,5	24,2	26,0	27,7	29,4	31,1	32,9	34,6	36,3	38,1	39,8	41,5
	1,73	11,8	13,4	15,1	16,8	18,5	20,2	21,8	23,5	25,2	26,9	28,6	30,2	31,9	33,6	35,3	37,0	38,6	40,3
	1,75	11,4	13,1	14,7	16,3	18,0	19,6	21,2	22,9	24,5	26,1	27,8	29,4	31,0	32,7	34,3	35,9	37,6	39,2
	1,78	11,1	12,7	14,3	15,9	17,5	19,0	20,6	22,2	23,8	25,4	27,0	28,6	30,2	31,7	33,3	34,9	36,5	38,1
	1,80	10,8	12,3	13,9	15,4	17,0	18,5	20,1	21,6	23,1	24,7	26,2	27,8	29,3	30,9	32,4	34,0	35,5	37,0
	1,83	10,5	12,0	13,5	15,0	16,5	18,0	19,5	21,0	22,5	24,0	25,5	27,0	28,5	30,0	31,5	33,0	34,5	36,0
	1,85	10,2	11,7	13,1	14,6	16,1	17,5	19,0	20,5	21,9	23,4	24,8	26,3	27,8	29,2	30,7	32,1	33,6	35,1
	1,88	10,0	11,4	12,8	14,2	15,6	17,1	18,5	19,9	21,3	22,8	24,2	25,6	27,0	28,4	29,9	31,3	32,7	34,1
1,90	9,7	11,1	12,5	13,9	15,2	16,6	18,0	19,4	20,8	22,2	23,5	24,9	26,3	27,7	29,1	30,5	31,9	33,2	
1,93	9,4	10,8	12,1	13,5	14,8	16,2	17,5	18,9	20,2	21,6	22,9	24,3	25,6	27,0	28,3	29,7	31,0	32,4	
1,95	9,2	10,5	11,8	13,1	14,5	15,8	17,1	18,4	19,7	21,0	22,4	23,7	25,0	26,3	27,6	28,9	30,2	31,6	
1,98	9,0	10,3	11,5	12,8	14,1	15,4	16,7	17,9	19,2	20,5	21,8	23,1	24,4	25,6	26,9	28,2	29,5	30,8	
2,00	8,8	10,0	11,3	12,5	13,8	15,0	16,3	17,5	18,8	20,0	21,3	22,5	23,8	25,0	26,3	27,5	28,8	30,0	

	Delgadez severa
	Delgadez moderada
	Delgadez aceptable
	Normal
	Sobrepeso
	Obeso Tipo I
	Obeso Tipo II
	Obeso Tipo III

Tabla 12: Índice de Masa Corporal (IMC): Código de colores para adultos

Fuente: www.continents.com

El índice de masa corporal (*IMC*) es una medida que relaciona el peso con la estatura. Si se utiliza el sistema métrico, este se calcula de la siguiente manera: se divide el peso de la persona en kilogramos por su estatura en metros, y se divide ese resultado por su estatura en metros, nuevamente.

De acuerdo con los estándares actuales, una persona con un IMC entre 25 y 29,9 presenta sobrepeso, y una persona con un IMC de 30 o superior es obesa. Una persona con un *IMC* menor a 20 se considera delgada o con un peso insuficiente y una persona con un *IMC* entre 20 y 25 es considerada con un peso adecuado según su talla.⁶³

⁶³ Consenso SEEDO 2007 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. Jordi Salas-Salvadó, Miguel A. Rubio, Monserrat Barbany, Basilio Moreno y Grupo Colaborativo de la SEEDO. Med Clin (Barc) 2007; 128 (5):184-196

ANEXO E. Lista de Calificaciones del gusto de los Alimentos efectuada en el *Focus Group*

- ❖ Califique el nivel de deleite o gusto por el consumo de los siguientes alimentos en una escala de 1 a 100, donde 1 es el valor mínimo y 100 el valor máximo.

Alimento	Calificación	Alimento	Calificación
Avena Light	37	Arroz blanco	43
Kumis	69	Ajiaco	67
Yogurt	90	Sopa pollo	45
Café con leche	63	Granos	30
Chocolate	54	Hamburguesa	76
Jugo light	53	Pasta	49
Jamón de Pavo	48	Verdura cruda	17
Mariscos	91	Verdura cocinada	58
Carne	71	Arracacha	11
Huevo	33	Aguacate	54
Queso	45	Pizza	80
Pandebono ó almojábana	75	Lasaña	84
Arepa	84	Sancocho	34
Sándwich Sencillo	91	Bandeja paisa	74
Croissants	60	Plátano cocido	18
Pan Blanco	27	Yucas cocidas	38
Pan Francés	30	Papa criolla	54
Pan Integral	35	Papa común	52
Guanábana	36	Puré de papa	27
Piña	50	Papas francesa	68
Melón	15	Mazorca	38
Pera	55	Nuggets de pollo	53
Curuba	97	Helado light	68
Papaya	10	Helado corriente	84
Patilla	69	Leche semidescremada	56
Maracuyá	18	Maní	59
Kiwi	76	Gelatina light	79
Fresa	39	Chocolatina light	36
Banano	16	Dona rellena	58
Manzana	24	Buñuelo	88
Mandarina	58	Empanada	57
Mango	66	Gaseosa light	31
Naranja	43	Tamal	89

- ❖ Califique el nivel de deleite o gusto por el consumo de los siguientes alimentos en una escala de 1 a 100, donde 1 es el valor mínimo y 100 el valor máximo.

Alimento	Calificación	Alimento	Calificación
Avena Light	48	Arroz blanco	39
Kumis	86	Ajiaco	73
Yogurt	79	Sopa pollo	26
Café con leche	48	Granos	56
Chocolate	50	Hamburguesa	90
Jugo light	41	Pasta	42
Jamón de Pavo	55	Verdura cruda	11
Mariscos	91	Verdura cocinada	39
Carne	70	Arracacha	21
Huevo	51	Aguacate	30
Queso	38	Pizza	84
Pandebono ó almojábana	41	Lasaña	84
Arepa	89	Sancocho	45
Sándwich Sencillo	90	Bandeja paisa	76
Croissants	83	Plátano cocido	37
Pan Blanco	30	Yucas cocidas	37
Pan Francés	23	Papa criolla	61
Pan Integral	45	Papa común	51
Guanábana	26	Puré de papa	42
Piña	47	Papas francesa	70
Melón	32	Mazorca	40
Pera	54	Nuggets de pollo	58
Curuba	98	Helado light	62
Papaya	8	Helado corriente	89
Patilla	73	Leche semidescremada	40
Maracuyá	28	Maní	59
Kiwi	80	Gelatina light	45
Fresa	34	Chocolatina light	43
Banano	10	Dona rellena	77
Manzana	26	Buñuelo	83
Mandarina	61	Empanada	74
Mango	68	Gaseosa light	26
Naranja	36	Tamal	66

- ❖ Califique el nivel de deleite o gusto por el consumo de los siguientes alimentos en una escala de 1 a 100, donde 1 es el valor mínimo y 100 el valor máximo.

Alimento	Calificación	Alimento	Calificación
Avena Light	61	Arroz blanco	62
Kumis	73	Ajiaco	69
Yogurt	85	Sopa pollo	45
Café con leche	76	Granos	63
Chocolate	72	Hamburguesa	82
Jugo light	55	Pasta	52
Jamón de Pavo	63	Verdura cruda	16
Mariscos	84	Verdura cocinada	42
Carne	68	Arracacha	19
Huevo	37	Aguacate	66
Queso	49	Pizza	79
Pandebono ó almojábana	41	Lasaña	84
Arepa	84	Sancocho	57
Sándwich Sencillo	86	Bandeja paisa	57
Croissants	73	Plátano cocido	35
Pan Blanco	28	Yucas cocidas	58
Pan Francés	20	Papa criolla	64
Pan Integral	31	Papa común	46
Guanábana	24	Puré de papa	32
Piña	55	Papas francesa	67
Melón	29	Mazorca	29
Pera	57	Nuggets de pollo	60
Curuba	97	Helado light	69
Papaya	9	Helado corriente	79
Patilla	70	Leche semidescremada	29
Maracuyá	34	Maní	55
Kiwi	55	Gelatina light	57
Fresa	33	Chocolatina light	37
Banano	13	Dona rellena	62
Manzana	26	Buñuelo	86
Mandarina	65	Empanada	75
Mango	61	Gaseosa light	25
Naranja	56	Tamal	88

- ❖ Califique el nivel de deleite o gusto por el consumo de los siguientes alimentos en una escala de 1 a 100, donde 1 es el valor mínimo y 100 el valor máximo.

Alimento	Calificación	Alimento	Calificación
Avena Light	52	Arroz blanco	70
Kumis	84	Ajiaco	72
Yogurt	80	Sopa pollo	29
Café con leche	54	Granos	40
Chocolate	81	Hamburguesa	81
Jugo light	49	Pasta	59
Jamón de Pavo	62	Verdura cruda	11
Mariscos	88	Verdura cocinada	55
Carne	66	Arracacha	20
Huevo	50	Aguacate	36
Queso	54	Pizza	79
Pandebono ó almojábana	38	Lasaña	87
Arepa	82	Sancocho	42
Sándwich Sencillo	85	Bandeja paisa	69
Croissants	68	Plátano cocido	34
Pan Blanco	35	Yucas cocidas	44
Pan Francés	18	Papa criolla	63
Pan Integral	44	Papa común	50
Guanábana	33	Puré de papa	60
Piña	50	Papas francesa	68
Melón	19	Mazorca	51
Pera	57	Nuggets de pollo	62
Curuba	98	Helado light	64
Papaya	8	Helado corriente	89
Patilla	68	Leche semidescremada	47
Maracuyá	16	Maní	57
Kiwi	74	Gelatina light	69
Fresa	46	Chocolatina light	73
Banano	11	Dona rellena	67
Manzana	30	Buñuelo	88
Mandarina	63	Empanada	67
Mango	62	Gaseosa light	27
Naranja	29	Tamal	77

- ❖ Califique el nivel de deleite o gusto por el consumo de los siguientes alimentos en una escala de 1 a 100, donde 1 es el valor mínimo y 100 el valor máximo.

Alimento	Calificación	Alimento	Calificación
Avena Light	59	Arroz blanco	54
Kumis	87	Ajiaco	70
Yogurt	80	Sopa pollo	60
Café con leche	33	Granos	36
Chocolate	79	Hamburguesa	82
Jugo light	26	Pasta	40
Jamón de Pavo	37	Verdura cruda	11
Mariscos	90	Verdura cocinada	59
Carne	68	Arracacha	10
Huevo	41	Aguacate	61
Queso	48	Pizza	80
Pandebono ó almojábana	43	Lasaña	91
Arepa	82	Sancocho	43
Sándwich Sencillo	91	Bandeja paisa	72
Croissants	67	Plátano cocido	36
Pan Blanco	28	Yucas cocidas	61
Pan Francés	21	Papa criolla	63
Pan Integral	29	Papa común	49
Guanábana	28	Puré de papa	27
Piña	49	Papas francesa	64
Melón	18	Mazorca	48
Pera	55	Nuggets de pollo	55
Curuba	99	Helado light	70
Papaya	13	Helado corriente	78
Patilla	74	Leche semidescremada	55
Maracuyá	21	Maní	60
Kiwi	68	Gelatina light	59
Fresa	41	Chocolatina light	74
Banano	11	Dona rellena	78
Manzana	24	Buñuelo	87
Mandarina	64	Empanada	84
Mango	69	Gaseosa light	29
Naranja	26	Tamal	77

- ❖ Califique el nivel de deleite o gusto por el consumo de los siguientes alimentos en una escala de 1 a 100, donde 1 es el valor mínimo y 100 el valor máximo.

Alimento	Calificación	Alimento	Calificación
Avena Light	43	Arroz blanco	47
Kumis	69	Ajiaco	69
Yogurt	79	Sopa pollo	42
Café con leche	40	Granos	52
Chocolate	68	Hamburguesa	75
Jugo light	43	Pasta	48
Jamón de Pavo	45	Verdura cruda	27
Mariscos	92	Verdura cocinada	31
Carne	66	Arracacha	22
Huevo	36	Aguacate	43
Queso	65	Pizza	82
Pandebono ó almojábana	68	Lasaña	88
Arepa	88	Sancocho	53
Sándwich Sencillo	95	Bandeja paisa	69
Croissants	78	Plátano cocido	32
Pan Blanco	28	Yucas cocidas	68
Pan Francés	29	Papa criolla	58
Pan Integral	48	Papa común	50
Guanábana	34	Puré de papa	64
Piña	47	Papas francesa	68
Melón	20	Mazorca	54
Pera	57	Nuggets de pollo	69
Curuba	99	Helado light	70
Papaya	12	Helado corriente	92
Patilla	73	Leche semidescremada	40
Maracuyá	20	Maní	54
Kiwi	75	Gelatina light	43
Fresa	50	Chocolatina light	32
Banano	13	Dona rellena	59
Manzana	24	Buñuelo	88
Mandarina	65	Empanada	69
Mango	63	Gaseosa light	28
Naranja	41	Tamal	74

- ❖ Califique el nivel de deleite o gusto por el consumo de los siguientes alimentos en una escala de 1 a 100, donde 1 es el valor mínimo y 100 el valor máximo.

Alimento	Calificación	Alimento	Calificación
Avena Light	58	Arroz blanco	56
Kumis	65	Ajiaco	68
Yogurt	83	Sopa pollo	48
Café con leche	34	Granos	48
Chocolate	56	Hamburguesa	90
Jugo light	46	Pasta	43
Jamón de Pavo	53	Verdura cruda	26
Mariscos	90	Verdura cocinada	48
Carne	67	Arracacha	19
Huevo	35	Aguacate	50
Queso	47	Pizza	85
Pandebono ó almojábana	45	Lasaña	80
Arepa	89	Sancocho	62
Sándwich Sencillo	88	Bandeja paisa	60
Croissants	58	Plátano cocido	33
Pan Blanco	37	Yucas cocidas	36
Pan Francés	22	Papa criolla	63
Pan Integral	44	Papa común	53
Guanábana	34	Puré de papa	66
Piña	48	Papas francesa	70
Melón	15	Mazorca	37
Pera	54	Nuggets de pollo	58
Curuba	98	Helado light	70
Papaya	14	Helado corriente	89
Patilla	71	Leche semidescremada	57
Maracuyá	27	Maní	59
Kiwi	72	Gelatina light	52
Fresa	41	Chocolatina light	61
Banano	15	Dona rellena	67
Manzana	29	Buñuelo	84
Mandarina	61	Empanada	74
Mango	61	Gaseosa light	29
Naranja	43	Tamal	88

- ❖ Califique el nivel de deleite o gusto por el consumo de los siguientes alimentos en una escala de 1 a 100, donde 1 es el valor mínimo y 100 el valor máximo.

Alimento	Calificación	Alimento	Calificación
Avena Light	51	Arroz blanco	79
Kumis	65	Ajiaco	66
Yogurt	75	Sopa pollo	43
Café con leche	46	Granos	47
Chocolate	62	Hamburguesa	90
Jugo light	49	Pasta	54
Jamón de Pavo	58	Verdura cruda	25
Mariscos	93	Verdura cocinada	52
Carne	69	Arracacha	11
Huevo	41	Aguacate	33
Queso	57	Pizza	79
Pandebono ó almojábana	65	Lasaña	87
Arepa	88	Sancocho	52
Sándwich Sencillo	87	Bandeja paisa	64
Croissants	74	Plátano cocido	33
Pan Blanco	29	Yucas cocidas	46
Pan Francés	18	Papa criolla	59
Pan Integral	40	Papa común	49
Guanábana	25	Puré de papa	56
Piña	49	Papas francesa	68
Melón	35	Mazorca	25
Pera	55	Nuggets de pollo	52
Curuba	97	Helado light	63
Papaya	14	Helado corriente	86
Patilla	66	Leche semidescremada	48
Maracuyá	32	Maní	58
Kiwi	75	Gelatina light	74
Fresa	41	Chocolatina light	42
Banano	16	Dona rellena	52
Manzana	25	Buñuelo	87
Mandarina	64	Empanada	62
Mango	64	Gaseosa light	29
Naranja	43	Tamal	71

- ❖ Califique el nivel de deleite o gusto por el consumo de los siguientes alimentos en una escala de 1 a 100, donde 1 es el valor mínimo y 100 el valor máximo.

Alimento	Calificación	Alimento	Calificación
Avena Light	46	Arroz blanco	59
Kumis	78	Ajiaco	70
Yogurt	89	Sopa pollo	62
Café con leche	69	Granos	48
Chocolate	49	Hamburguesa	85
Jugo light	32	Pasta	40
Jamón de Pavo	53	Verdura cruda	12
Mariscos	88	Verdura cocinada	43
Carne	71	Arracacha	21
Huevo	39	Aguacate	33
Queso	53	Pizza	82
Pandebono ó almojábana	58	Lasaña	91
Arepa	89	Sancocho	27
Sándwich Sencillo	85	Bandeja paisa	57
Croissants	71	Plátano cocido	18
Pan Blanco	30	Yucas cocidas	40
Pan Francés	16	Papa criolla	52
Pan Integral	37	Papa común	47
Guanábana	26	Puré de papa	59
Piña	49	Papas francesa	66
Melón	19	Mazorca	33
Pera	57	Nuggets de pollo	54
Curuba	98	Helado light	68
Papaya	13	Helado corriente	83
Patilla	75	Leche semidescremada	42
Maracuyá	29	Maní	60
Kiwi	74	Gelatina light	61
Fresa	33	Chocolatina light	67
Banano	13	Dona rellena	76
Manzana	25	Buñuelo	87
Mandarina	65	Empanada	76
Mango	66	Gaseosa light	31
Naranja	45	Tamal	78

- ❖ Califique el nivel de deleite o gusto por el consumo de los siguientes alimentos en una escala de 1 a 100, donde 1 es el valor mínimo y 100 el valor máximo.

Alimento	Calificación	Alimento	Calificación
Avena Light	61	Arroz blanco	48
Kumis	77	Ajiaco	66
Yogurt	74	Sopa pollo	33
Café con leche	42	Granos	27
Chocolate	73	Hamburguesa	83
Jugo light	44	Pasta	48
Jamón de Pavo	52	Verdura cruda	13
Mariscos	93	Verdura cocinada	54
Carne	67	Arracacha	24
Huevo	45	Aguacate	62
Queso	57	Pizza	81
Pandebono ó almojábana	59	Lasaña	89
Arepa	83	Sancocho	66
Sándwich Sencillo	85	Bandeja paisa	82
Croissants	71	Plátano cocido	22
Pan Blanco	45	Yucas cocidas	51
Pan Francés	24	Papa criolla	53
Pan Integral	37	Papa común	47
Guanábana	26	Puré de papa	33
Piña	49	Papas francesa	65
Melón	34	Mazorca	46
Pera	61	Nuggets de pollo	57
Curuba	99	Helado light	70
Papaya	14	Helado corriente	85
Patilla	75	Leche semidescremada	47
Maracuyá	14	Maní	59
Kiwi	85	Gelatina light	64
Fresa	47	Chocolatina light	76
Banano	16	Dona rellena	82
Manzana	24	Buñuelo	86
Mandarina	60	Empanada	83
Mango	64	Gaseosa light	26
Naranja	27	Tamal	70

- ❖ Califique el nivel de deleite o gusto por el consumo de los siguientes alimentos en una escala de 1 a 100, donde 1 es el valor mínimo y 100 el valor máximo.

Alimento	Calificación	Alimento	Calificación
Avena Light	48	Arroz blanco	36
Kumis	83	Ajiaco	64
Yogurt	79	Sopa pollo	63
Café con leche	68	Granos	40
Chocolate	67	Hamburguesa	83
Jugo light	29	Pasta	43
Jamón de Pavo	53	Verdura cruda	21
Mariscos	89	Verdura cocinada	29
Carne	65	Arracacha	17
Huevo	49	Aguacate	37
Queso	54	Pizza	82
Pandebono ó almojábana	65	Lasaña	87
Arepa	86	Sancocho	28
Sándwich Sencillo	86	Bandeja paisa	63
Croissants	71	Plátano cocido	25
Pan Blanco	33	Yucas cocidas	72
Pan Francés	26	Papa criolla	58
Pan Integral	33	Papa común	45
Guanábana	36	Puré de papa	66
Piña	55	Papas francesa	66
Melón	31	Mazorca	29
Pera	54	Nuggets de pollo	55
Curuba	99	Helado light	65
Papaya	9	Helado corriente	83
Patilla	68	Leche semidescremada	32
Maracuyá	23	Maní	60
Kiwi	74	Gelatina light	69
Fresa	38	Chocolatina light	33
Banano	13	Dona rellena	79
Manzana	26	Buñuelo	88
Mandarina	63	Empanada	71
Mango	69	Gaseosa light	29
Naranja	58	Tamal	83

- ❖ Califique el nivel de deleite o gusto por el consumo de los siguientes alimentos en una escala de 1 a 100, donde 1 es el valor mínimo y 100 el valor máximo.

Alimento	Calificación	Alimento	Calificación
Avena Light	40	Arroz blanco	48
Kumis	66	Ajiaco	67
Yogurt	78	Sopa pollo	57
Café con leche	46	Granos	29
Chocolate	81	Hamburguesa	77
Jugo light	41	Pasta	62
Jamón de Pavo	65	Verdura cruda	26
Mariscos	94	Verdura cocinada	56
Carne	63	Arracacha	14
Huevo	48	Aguacate	49
Queso	60	Pizza	85
Pandebono ó almojábana	61	Lasaña	77
Arepa	87	Sancocho	49
Sándwich Sencillo	94	Bandeja paisa	74
Croissants	79	Plátano cocido	36
Pan Blanco	27	Yucas cocidas	69
Pan Francés	20	Papa criolla	60
Pan Integral	48	Papa común	48
Guanábana	31	Puré de papa	42
Piña	47	Papas francesa	67
Melón	19	Mazorca	36
Pera	55	Nuggets de pollo	63
Curuba	98	Helado light	63
Papaya	9	Helado corriente	84
Patilla	75	Leche semidescremada	45
Maracuyá	19	Maní	57
Kiwi	84	Gelatina light	69
Fresa	44	Chocolatina light	53
Banano	10	Dona rellena	81
Manzana	24	Buñuelo	84
Mandarina	57	Empanada	83
Mango	68	Gaseosa light	29
Naranja	44	Tamal	68

- ❖ Califique el nivel de deleite o gusto por el consumo de los siguientes alimentos en una escala de 1 a 100, donde 1 es el valor mínimo y 100 el valor máximo.

Alimento	Calificación	Alimento	Calificación
Avena Light	44	Arroz blanco	39
Kumis	84	Ajiaco	66
Yogurt	75	Sopa pollo	30
Café con leche	34	Granos	63
Chocolate	69	Hamburguesa	85
Jugo light	45	Pasta	40
Jamón de Pavo	58	Verdura cruda	12
Mariscos	89	Verdura cocinada	55
Carne	69	Arracacha	11
Huevo	41	Aguacate	61
Queso	55	Pizza	82
Pandebono ó almojábana	57	Lasaña	78
Arepa	84	Sancocho	46
Sándwich Sencillo	85	Bandeja paisa	59
Croissants	67	Plátano cocido	22
Pan Blanco	37	Yucas cocidas	70
Pan Francés	30	Papa criolla	59
Pan Integral	33	Papa común	50
Guanábana	35	Puré de papa	45
Piña	54	Papas francesa	67
Melón	15	Mazorca	32
Pera	61	Nuggets de pollo	49
Curuba	97	Helado light	70
Papaya	8	Helado corriente	86
Patilla	75	Leche semidescremada	38
Maracuyá	21	Maní	59
Kiwi	73	Gelatina light	48
Fresa	49	Chocolatina light	52
Banano	15	Dona rellena	54
Manzana	28	Buñuelo	86
Mandarina	55	Empanada	71
Mango	68	Gaseosa light	26
Naranja	27	Tamal	84

- ❖ Califique el nivel de deleite o gusto por el consumo de los siguientes alimentos en una escala de 1 a 100, donde 1 es el valor mínimo y 100 el valor máximo.

Alimento	Calificación	Alimento	Calificación
Avena Light	36	Arroz blanco	37
Kumis	70	Ajiaco	67
Yogurt	86	Sopa pollo	57
Café con leche	73	Granos	24
Chocolate	50	Hamburguesa	90
Jugo light	42	Pasta	35
Jamón de Pavo	51	Verdura cruda	11
Mariscos	84	Verdura cocinada	63
Carne	64	Arracacha	12
Huevo	33	Aguacate	59
Queso	38	Pizza	84
Pandebono ó almojábana	51	Lasaña	89
Arepa	84	Sancocho	43
Sándwich Sencillo	86	Bandeja paisa	80
Croissants	66	Plátano cocido	17
Pan Blanco	31	Yucas cocidas	47
Pan Francés	28	Papa criolla	62
Pan Integral	45	Papa común	45
Guanábana	35	Puré de papa	42
Piña	55	Papas francesa	69
Melón	22	Mazorca	37
Pera	56	Nuggets de pollo	49
Curuba	98	Helado light	70
Papaya	10	Helado corriente	82
Patilla	72	Leche semidescremada	52
Maracuyá	26	Maní	56
Kiwi	68	Gelatina light	74
Fresa	35	Chocolatina light	47
Banano	11	Dona rellena	68
Manzana	25	Buñuelo	83
Mandarina	60	Empanada	61
Mango	70	Gaseosa light	24
Naranja	24	Tamal	74

- ❖ Califique el nivel de deleite o gusto por el consumo de los siguientes alimentos en una escala de 1 a 100, donde 1 es el valor mínimo y 100 el valor máximo.

Alimento	Calificación	Alimento	Calificación
Avena Light	35	Arroz blanco	40
Kumis	85	Ajiaco	69
Yogurt	85	Sopa pollo	49
Café con leche	40	Granos	30
Chocolate	75	Hamburguesa	89
Jugo light	35	Pasta	53
Jamón de Pavo	55	Verdura cruda	18
Mariscos	92	Verdura cocinada	38
Carne	71	Arracacha	23
Huevo	46	Aguacate	52
Queso	54	Pizza	79
Pandebono ó almojábana	69	Lasaña	90
Arepa	87	Sancocho	46
Sándwich Sencillo	91	Bandeja paisa	68
Croissants	70	Plátano cocido	32
Pan Blanco	41	Yucas cocidas	41
Pan Francés	13	Papa criolla	51
Pan Integral	45	Papa común	52
Guanábana	27	Puré de papa	67
Piña	51	Papas francesa	70
Melón	22	Mazorca	24
Pera	52	Nuggets de pollo	50
Curuba	98	Helado light	61
Papaya	6	Helado corriente	84
Patilla	75	Leche semidescremada	43
Maracuyá	20	Maní	55
Kiwi	76	Gelatina light	49
Fresa	45	Chocolatina light	63
Banano	17	Dona rellena	77
Manzana	25	Buñuelo	84
Mandarina	65	Empanada	84
Mango	65	Gaseosa light	25
Naranja	37	Tamal	86

- ❖ Califique el nivel de deleite o gusto por el consumo de los siguientes alimentos en una escala de 1 a 100, donde 1 es el valor mínimo y 100 el valor máximo.

Alimento	Calificación	Alimento	Calificación
Avena Light	53	Arroz blanco	38
Kumis	81	Ajiaco	66
Yogurt	86	Sopa pollo	27
Café con leche	34	Granos	51
Chocolate	79	Hamburguesa	84
Jugo light	58	Pasta	69
Jamón de Pavo	60	Verdura cruda	20
Mariscos	88	Verdura cocinada	42
Carne	65	Arracacha	25
Huevo	34	Aguacate	65
Queso	45	Pizza	79
Pandebono ó almojábana	46	Lasaña	84
Arepa	82	Sancocho	26
Sándwich Sencillo	91	Bandeja paisa	74
Croissants	64	Plátano cocido	20
Pan Blanco	38	Yucas cocidas	49
Pan Francés	20	Papa criolla	62
Pan Integral	36	Papa común	51
Guanábana	26	Puré de papa	54
Piña	49	Papas francesa	65
Melón	28	Mazorca	24
Pera	53	Nuggets de pollo	68
Curuba	98	Helado light	64
Papaya	10	Helado corriente	85
Patilla	71	Leche semidescremada	45
Maracuyá	23	Maní	60
Kiwi	80	Gelatina light	58
Fresa	49	Chocolatina light	73
Banano	11	Dona rellena	64
Manzana	27	Buñuelo	85
Mandarina	63	Empanada	67
Mango	63	Gaseosa light	28
Naranja	56	Tamal	76

- ❖ Califique el nivel de deleite o gusto por el consumo de los siguientes alimentos en una escala de 1 a 100, donde 1 es el valor mínimo y 100 el valor máximo.

Alimento	Calificación	Alimento	Calificación
Avena Light	58	Arroz blanco	65
Kumis	73	Ajiaco	64
Yogurt	72	Sopa pollo	67
Café con leche	32	Granos	33
Chocolate	57	Hamburguesa	79
Jugo light	47	Pasta	56
Jamón de Pavo	66	Verdura cruda	12
Mariscos	91	Verdura cocinada	23
Carne	63	Arracacha	18
Huevo	45	Aguacate	44
Queso	44	Pizza	82
Pandebono ó almojábana	72	Lasaña	89
Arepa	86	Sancocho	44
Sándwich Sencillo	93	Bandeja paisa	60
Croissants	77	Plátano cocido	18
Pan Blanco	39	Yucas cocidas	33
Pan Francés	17	Papa criolla	61
Pan Integral	43	Papa común	52
Guanábana	24	Puré de papa	55
Piña	49	Papas francesa	69
Melón	24	Mazorca	35
Pera	57	Nuggets de pollo	51
Curuba	97	Helado light	64
Papaya	14	Helado corriente	80
Patilla	69	Leche semidescremada	37
Maracuyá	32	Maní	56
Kiwi	81	Gelatina light	67
Fresa	51	Chocolatina light	65
Banano	14	Dona rellena	62
Manzana	27	Buñuelo	87
Mandarina	58	Empanada	84
Mango	61	Gaseosa light	31
Naranja	48	Tamal	68

- ❖ Califique el nivel de deleite o gusto por el consumo de los siguientes alimentos en una escala de 1 a 100, donde 1 es el valor mínimo y 100 el valor máximo.

Alimento	Calificación	Alimento	Calificación
Avena Light	56	Arroz blanco	59
Kumis	70	Ajiaco	72
Yogurt	73	Sopa pollo	41
Café con leche	30	Granos	44
Chocolate	67	Hamburguesa	89
Jugo light	32	Pasta	61
Jamón de Pavo	49	Verdura cruda	20
Mariscos	92	Verdura cocinada	25
Carne	67	Arracacha	16
Huevo	38	Aguacate	28
Queso	55	Pizza	77
Pandebono ó almojábana	63	Lasaña	83
Arepa	83	Sancocho	46
Sándwich Sencillo	90	Bandeja paisa	65
Croissants	65	Plátano cocido	29
Pan Blanco	42	Yucas cocidas	71
Pan Francés	18	Papa criolla	61
Pan Integral	29	Papa común	50
Guanábana	36	Puré de papa	29
Piña	47	Papas francesa	67
Melón	32	Mazorca	51
Pera	56	Nuggets de pollo	62
Curuba	98	Helado light	62
Papaya	10	Helado corriente	79
Patilla	72	Leche semidescremada	45
Maracuyá	25	Maní	56
Kiwi	74	Gelatina light	67
Fresa	41	Chocolatina light	35
Banano	16	Dona rellena	52
Manzana	26	Buñuelo	87
Mandarina	57	Empanada	68
Mango	65	Gaseosa light	26
Naranja	51	Tamal	74

- ❖ Califique el nivel de deleite o gusto por el consumo de los siguientes alimentos en una escala de 1 a 100, donde 1 es el valor mínimo y 100 el valor máximo.

Alimento	Calificación	Alimento	Calificación
Avena Light	61	Arroz blanco	51
Kumis	72	Ajiaco	64
Yogurt	82	Sopa pollo	57
Café con leche	38	Granos	30
Chocolate	55	Hamburguesa	91
Jugo light	34	Pasta	63
Jamón de Pavo	58	Verdura cruda	27
Mariscos	84	Verdura cocinada	52
Carne	70	Arracacha	24
Huevo	43	Aguacate	57
Queso	59	Pizza	77
Pandebono ó almojábana	68	Lasaña	81
Arepa	81	Sancocho	63
Sándwich Sencillo	87	Bandeja paisa	78
Croissants	66	Plátano cocido	17
Pan Blanco	42	Yucas cocidas	73
Pan Francés	28	Papa criolla	61
Pan Integral	45	Papa común	46
Guanábana	24	Puré de papa	65
Piña	53	Papas francesa	67
Melón	34	Mazorca	34
Pera	57	Nuggets de pollo	51
Curuba	98	Helado light	63
Papaya	9	Helado corriente	84
Patilla	67	Leche semidescremada	47
Maracuyá	20	Maní	56
Kiwi	67	Gelatina light	64
Fresa	37	Chocolatina light	34
Banano	16	Dona rellena	61
Manzana	29	Buñuelo	85
Mandarina	60	Empanada	68
Mango	70	Gaseosa light	24
Naranja	38	Tamal	72

- ❖ Califique el nivel de deleite o gusto por el consumo de los siguientes alimentos en una escala de 1 a 100, donde 1 es el valor mínimo y 100 el valor máximo.

Alimento	Calificación	Alimento	Calificación
Avena Light	32	Arroz blanco	78
Kumis	87	Ajiaco	73
Yogurt	83	Sopa pollo	46
Café con leche	48	Granos	40
Chocolate	73	Hamburguesa	88
Jugo light	40	Pasta	51
Jamón de Pavo	37	Verdura cruda	27
Mariscos	88	Verdura cocinada	54
Carne	68	Arracacha	18
Huevo	50	Aguacate	53
Queso	60	Pizza	78
Pandebono ó almojábana	49	Lasaña	90
Arepa	87	Sancocho	60
Sándwich Sencillo	88	Bandeja paisa	72
Croissants	66	Plátano cocido	31
Pan Blanco	28	Yucas cocidas	63
Pan Francés	29	Papa criolla	49
Pan Integral	31	Papa común	45
Guanábana	28	Puré de papa	39
Piña	50	Papas francesa	67
Melón	20	Mazorca	34
Pera	57	Nuggets de pollo	68
Curuba	97	Helado light	71
Papaya	9	Helado corriente	84
Patilla	72	Leche semidescremada	29
Maracuyá	16	Maní	58
Kiwi	66	Gelatina light	46
Fresa	39	Chocolatina light	58
Banano	14	Dona rellena	57
Manzana	28	Buñuelo	83
Mandarina	63	Empanada	61
Mango	62	Gaseosa light	32
Naranja	38	Tamal	80

- ❖ Califique el nivel de deleite o gusto por el consumo de los siguientes alimentos en una escala de 1 a 100, donde 1 es el valor mínimo y 100 el valor máximo.

Alimento	Calificación	Alimento	Calificación
Avena Light	55	Arroz blanco	77
Kumis	76	Ajiaco	69
Yogurt	77	Sopa pollo	32
Café con leche	65	Granos	48
Chocolate	80	Hamburguesa	81
Jugo light	45	Pasta	70
Jamón de Pavo	64	Verdura cruda	18
Mariscos	86	Verdura cocinada	45
Carne	67	Arracacha	17
Huevo	51	Aguacate	44
Queso	44	Pizza	80
Pandebono ó almojábana	45	Lasaña	84
Arepa	89	Sancocho	65
Sándwich Sencillo	85	Bandeja paisa	84
Croissants	66	Plátano cocido	36
Pan Blanco	38	Yucas cocidas	50
Pan Francés	25	Papa criolla	57
Pan Integral	40	Papa común	49
Guanábana	25	Puré de papa	50
Piña	51	Papas francesa	68
Melón	15	Mazorca	31
Pera	55	Nuggets de pollo	60
Curuba	99	Helado light	65
Papaya	10	Helado corriente	80
Patilla	66	Leche semidescremada	50
Maracuyá	23	Maní	54
Kiwi	75	Gelatina light	50
Fresa	37	Chocolatina light	59
Banano	17	Dona rellena	72
Manzana	29	Buñuelo	84
Mandarina	62	Empanada	74
Mango	68	Gaseosa light	32
Naranja	45	Tamal	76

- ❖ Califique el nivel de deleite o gusto por el consumo de los siguientes alimentos en una escala de 1 a 100, donde 1 es el valor mínimo y 100 el valor máximo.

Alimento	Calificación	Alimento	Calificación
Avena Light	51	Arroz blanco	66
Kumis	79	Ajiaco	71
Yogurt	83	Sopa pollo	64
Café con leche	31	Granos	27
Chocolate	72	Hamburguesa	82
Jugo light	52	Pasta	52
Jamón de Pavo	47	Verdura cruda	13
Mariscos	91	Verdura cocinada	51
Carne	65	Arracacha	19
Huevo	49	Aguacate	27
Queso	55	Pizza	79
Pandebono ó almojábana	71	Lasaña	82
Arepa	86	Sancocho	42
Sándwich Sencillo	87	Bandeja paisa	73
Croissants	83	Plátano cocido	37
Pan Blanco	32	Yucas cocidas	61
Pan Francés	14	Papa criolla	59
Pan Integral	43	Papa común	52
Guanábana	24	Puré de papa	63
Piña	55	Papas francesa	69
Melón	35	Mazorca	32
Pera	61	Nuggets de pollo	55
Curuba	98	Helado light	66
Papaya	8	Helado corriente	78
Patilla	69	Leche semidescremada	31
Maracuyá	15	Maní	59
Kiwi	55	Gelatina light	76
Fresa	51	Chocolatina light	54
Banano	16	Dona rellena	79
Manzana	26	Buñuelo	84
Mandarina	65	Empanada	81
Mango	61	Gaseosa light	29
Naranja	55	Tamal	74

- ❖ Califique el nivel de deleite o gusto por el consumo de los siguientes alimentos en una escala de 1 a 100, donde 1 es el valor mínimo y 100 el valor máximo.

Alimento	Calificación	Alimento	Calificación
Avena Light	40	Arroz blanco	52
Kumis	77	Ajiaco	64
Yogurt	79	Sopa pollo	25
Café con leche	54	Granos	40
Chocolate	73	Hamburguesa	81
Jugo light	27	Pasta	54
Jamón de Pavo	47	Verdura cruda	27
Mariscos	84	Verdura cocinada	31
Carne	69	Arracacha	15
Huevo	37	Aguacate	45
Queso	44	Pizza	84
Pandebono ó almojábana	50	Lasaña	87
Arepa	84	Sancocho	44
Sándwich Sencillo	85	Bandeja paisa	80
Croissants	59	Plátano cocido	25
Pan Blanco	39	Yucas cocidas	66
Pan Francés	24	Papa criolla	57
Pan Integral	37	Papa común	46
Guanábana	26	Puré de papa	49
Piña	54	Papas francesa	70
Melón	19	Mazorca	28
Pera	56	Nuggets de pollo	63
Curuba	98	Helado light	63
Papaya	9	Helado corriente	91
Patilla	67	Leche semidescremada	50
Maracuyá	22	Maní	59
Kiwi	80	Gelatina light	73
Fresa	42	Chocolatina light	42
Banano	15	Dona rellena	77
Manzana	27	Buñuelo	88
Mandarina	55	Empanada	75
Mango	68	Gaseosa light	26
Naranja	61	Tamal	74

Tabla 13: Lista de calificaciones individuales del nivel de deleite de los alimentos por cada uno de los 23 participantes del Focus Group

Fuente: Elaboración propia del autor