

SOCIOECONOMÍA

CANASTA BÁSICA DE ALIMENTOS Y PROGRAMACIÓN LINEAL: UNA EVALUACIÓN DE LA UTILIDAD DEL PROBLEMA DE LA DIETA PARA DETERMINAR LA CANASTA BÁSICA DE ALIMENTOS¹

Mamerto Reyes Hernández
Nika Salvetti



I. ANTECEDENTES²

La canasta básica de alimentos (CBA) es el conjunto de alimentos básicos expresados en cantidades suficientes para satisfacer, por lo menos, las necesidades de energía y proteínas de una familia de referencia. Esta definición hace evidente la importancia que la CBA registra en la economía nacional. Por un lado, aun cuando en sentido estricto no es una guía alimentaria, la CBA es un instrumento útil para conocer los alimentos que satisfacen los re-



1. En la época en que se realizó este trabajo (1994), los autores eran miembros del Programa de Socioeconomía Alimentaria del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP). Los autores agradecen las observaciones del Dr. Joseph Laure de INCAP-ORSTOM. Las opiniones y comentarios son responsabilidad directa de los autores y no representan necesariamente los puntos de vista del INCAP ni de las instituciones con las que actualmente trabajan.

2. Los antecedentes se fundamentan en Menchú, Osegueda y Zúñiga [1992].

querimientos nutricionales de las familias, lo cual puede apoyar la definición de alternativas de política agroalimentaria. Por otro lado, constituye la base fundamental para determinar el mínimo de satisfac-

La canasta básica constituye la base fundamental para determinar el mínimo de factores demandados por el proceso de reproducción de la fuerza de trabajo, a través de lo cual adquiere trascendencia en todas las instancias políticas y económicas de la sociedad nacional.

tores demandados por el proceso de reproducción de la fuerza de trabajo, a través de lo cual adquiere trascendencia en todas las instancias políticas y económicas de la sociedad nacional. Por otra parte, en el análisis del desarrollo, la CBA es útil en la definición de líneas de pobreza.

Para determinar la CBA se deben considerar las **necesidades nutricionales** de una familia de referencia y **criterios de selección** de los alimentos.

Para la estimación de las necesidades nutricionales se han tomado en cuenta solamente los requerimientos energéticos, es decir, la cantidad de calorías requeridas para compensar el gasto energético. En Centroamérica, para definir este aspecto, se han usado tres enfoques alternativos:

1. Sumando los requerimientos de cada uno de los miembros de una familia de referencia.
2. Estableciendo «unidades consumidoras» para la familia de referencia, tomando como base los requerimientos del varón adulto.
3. Usando como unidad consumidora de referencia al individuo promedio de la población, el cual es el enfoque empleado en la actualidad.

Por su parte, la selección de los alimentos se fundamenta en tres aspectos:

1. Patrón alimentario (frecuencia de consumo,

aporte energético, contribución al gasto familiar en alimentos).

2. Precio de los alimentos.
3. Disponibilidad nacional.

De acuerdo con estos criterios, para que un alimento pueda considerarse un componente de la CBA debe satisfacer las siguientes restricciones:

- a. Que sea consumido por lo menos por el 30% de los hogares y/o que represente 1% o más del gasto familiar en alimentos y/o que contribuya con el 0.5% o más del contenido total de energía del consumo aparente per cápita;
- b. Que el precio sea accesible a la mayoría de las familias; y
- c. Que esté disponible a nivel nacional.

Estos criterios permiten identificar el conjunto de alimentos que pertenecen a la CBA. Para determinar cuánto de cada alimento debe contener la CBA, se utiliza el aporte que este alimento registre en la estructura energética definida con información de las encuestas de consumo y/o de gastos de los hogares y con el requerimiento energético de una familia de referencia.

RESTRICCIONES QUE DEBE CUMPLIR UN ALIMENTO PARA SER PARTE DE LA CBA

II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Como puede apreciarse, esta metodología tiene como fortalezas el empleo de un alto rigor en la selección de los alimentos y respetar el patrón socio-cultural. Sin embargo, presenta dos aspectos de aparente debilidad, éstos son:

1. No hace un uso óptimo de la información de

Podría resultar útil simular la conducta del consumidor en un escenario donde en ausencia de restricciones de ingreso, se conozcan los precios de los alimentos, el aporte nutricional de cada uno de ellos y el requerimiento nutricional de su familia.

precios, con lo cual podría estar sub o sobrevaluando el costo de la CBA.

2. La selección de los alimentos se practica solamente desde la perspectiva energética, lo cual puede estar dificultando la satisfacción estricta de la definición de CBA, la cual explícitamente considera energía y proteínas.

Para superar estas debilidades podría resultar útil simular la conducta del consumidor en un escenario donde en ausencia de restricciones de ingreso, se conozcan los precios de los alimentos, el aporte nutricional de cada uno de ellos y el requerimiento nutricional de su familia. Este escenario ofrece la ventaja de abordar el problema nutricional aislado de la acción de otros factores, principalmente de los efectos de la desigual distribución del ingreso. Por otro lado, se hace una mayor utilización de la información del sistema de precios, lo cual en teoría, se acerca más a la conducta real del consumidor.

En términos generales, el problema de investigación que acá se aborda se define de la siguiente manera:

Conociendo el patrón de consumo, los precios de los alimentos, su aporte nutricional y el requerimiento familiar, ¿Cuál es la combinación de alimentos que satisface los requerimientos nutricionales mínimos de la familia al menor costo posible?

III. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la utilidad de la programación lineal como instrumento de estimación de la canasta básica de alimentos.

Objetivos específicos

1. Determinar la canasta básica de alimentos.
2. Identificar fortalezas y debilidades de la programación lineal como método de estimación de la canasta básica de alimentos.

IV. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Desde la perspectiva de la programación lineal, el tema de la nutrición ha sido abordado a través del problema de la dieta. De acuerdo con este problema, dada una lista de alimentos y de requerimientos nutricionales se busca la combinación de alimentos que satisfaga los requerimientos en cuestión y a su vez tenga costo mínimo [Gass, 1985]. Ha sido empleado, entre otras aplicaciones, para la formulación de raciones óptimas, desarrollo de productos a partir de mezclas de ingredientes y análisis de política alimentaria.

El primer ejemplo de aplicaciones de este problema lo provee el pionero trabajo de Stigler [1945], quien lo desarrolló para la formulación de dietas óptimas de costo mínimo.

EL EMPLEO DE
PROGRAMACIÓN
LINEAL PARA
DESARROLLAR
UNA DIETA
FAMILIAR

En este mismo género de investigaciones se encuentra el trabajo de Foytik [1981], en el cual se emplea la programación lineal para desarrollar una dieta familiar que pueda ser tan nutritiva como el plan económico de alimentos (*Thrifty Food Plan*) propuesto por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), pero a un costo menor. El modelo empleado considera restricciones sobre calorías, proteínas, vitamina A, vitamina C, tiamina, riboflavina, niacina, vitamina B-6, vitamina B-12, calcio, fósforo y hierro. Además considera 60 restricciones de palatividad, las cuales buscan ampliar la diversidad de la dieta. Los resultados obtenidos muestran que el plan generado por Foytik es 40% más barato que el plan del USDA y satisface todas las recomendaciones nutricionales. Sin embargo, tal como lo indica Woteki [1981] la disminución en los costos se logra a expensas de un fuerte desvío del patrón alimentario de la población, cosa que no ocurre con el plan del USDA.

El trabajo de Ballesteros *et. al.* [1984] es una muestra de las aplicaciones formuladas para el desarrollo de productos. Estos investigadores desarrollaron harinas panificables a partir de cereales y leguminosas. Estas harinas debían ofrecer un nivel determinado de los aminoácidos esenciales lisina y metionina. En este mismo campo de investigación se tiene el estudio de Cavins *et. al.* [1972], quienes usaron el problema de la dieta para controlar el balance de los aminoácidos esenciales en la formulación de alimentos a base de cereales. Adicionalmente, por medio de parametrizaciones determinaron soluciones óptimas factibles de costo mínimo.

De las aplicaciones del problema de la dieta para el desarrollo de raciones óptimas, el trabajo de Talpaz

et. al. (1988), es una de las aplicaciones más complejas. En este estudio, los autores desarrollaron raciones óptimas para pollos destinados a ser rostizados de acuerdo a las etapas de su dinámica de crecimiento, no solamente para maximizar ganancias sino también para mejorar la calidad de la carne.

De los trabajos realizados en Guatemala, se puede citar la investigación de Alarcón *et. al.* [1989] para pequeños agricultores del altiplano de Guatemala, en la cual en una primera etapa, utilizando el modelo de programación lineal de análisis de actividades, desarrollan un plan óptimo de cultivos; luego en una segunda etapa, considerando los alimentos producidos en la finca, utilizan el modelo de la dieta, con el cual evalúan la autosuficiencia alimentaria de las fincas.

En el área de política alimentaria se tiene la investigación de Barbiroli [1970], quien aplica el problema de la dieta para explorar posibilidades de reducir el gasto familiar en alimentos, la diversificación de la dieta y derivación de políticas agropecuarias regionales.

Otro trabajo en este género es el de Martínez Cruz [1986], en el que se estima el costo de oportunidad del sorgo como ingrediente de alimentos balanceados para animales en México.

Existen algunos trabajos en los cuales se ha intentado integrar en un solo modelo, los problemas de análisis de actividades y de la dieta. Sin embargo, ha prevalecido la estructura del primer problema. Entre estos estudios se encuentran los trabajos de Calkins en Nepal [1981] y Bezuneh *et. al.* en Kenya [1988]. Estos trabajos se encuentran en el campo de la política agro-alimentaria. La investigación de Calkins ya citada trata sobre la competitividad

TRABAJOS
REALIZADOS EN
GUATEMALA

Para evaluar la utilidad de la programación lineal como instrumento de estimación de la CBA se emplearon dos escenarios de requerimientos nutricionales.

El primer escenario, escenario energético, consideró solamente los requerimientos energéticos. El segundo escenario, escenario proteínico, consideró los requerimientos de proteínas de acuerdo con la proporción en la que estos nutrientes deben contribuir con el total de calorías.

existente entre los objetivos de maximización de ganancias y la nutrición de la familia del productor. Por su parte, el trabajo de Bezuneh *et. al.* [1988], evalúa los efectos de los programas de alimentos por trabajo en la producción y consumo en hogares rurales.

Para la interpretación del problema de la dieta en función de los principios de escasez y de uso alternativo que rigen las decisiones económicas, el trabajo de Carlos García [1987] aporta los elementos teóricos necesarios.

V. METODOLOGÍA

Para evaluar la utilidad de la programación lineal como instrumento de estimación de la CBA se emplearon dos escenarios de requerimientos nutricionales. El primer escenario, escenario energético, consideró solamente los requerimientos energéticos. El segundo escenario, escenario proteínico, consideró los requerimientos de proteínas de acuerdo con la proporción en la que estos nutrientes deben contribuir con el total de calorías.

En este trabajo se empleó el modelo de la dieta, el cual en términos matemáticos, se define de la manera siguiente:

$$\text{(Minimizar) } Z = P_1 A_1 + P_2 A_2 + \dots P_n A_n \dots\dots\dots (1)$$

Sujeto a:

$$c_{11} A_1 + c_{12} A_2 + \dots c_{1n} A_n \geq B_1 \dots\dots\dots (2)$$

$$c_{21} A_1 + c_{22} A_2 + \dots c_{2n} A_n \geq B_2 \dots\dots\dots (3)$$

$$c_{m1} A_1 + c_{m2} A_2 + \dots + c_{mn} A_n \geq B_m \dots\dots\dots (4)$$

$$A_1, A_2, \dots, A_n \geq 0 \dots\dots\dots (5)$$

en donde:

- P_j Precio unitario del j-ésimo alimento
- A_j Cantidad del j-ésimo alimento
- c_{ij} Contenido del i-ésimo nutriente de una unidad del j-ésimo alimento
- B_i Requerimiento del i-ésimo nutriente

La expresión (1) constituye la función objetivo. Las expresiones (2), (3) y (4) definen las restricciones nutricionales a que está sometida la función objetivo, es decir, definen el entorno dentro del cual se puede obtener el valor mínimo de (1). Por su parte, la expresión (5) restringe la solución del problema al cuadrante positivo, es decir, define que la solución del modelo puede tomar solamente valores no negativos. En conjunto, (1), (2), ..., (5), forman el modelo de programación lineal.

El método empírico

En el cuadro 1 se presenta el modelo empírico de programación lineal empleado. Se buscó minimizar el costo diario de una combinación de alimentos sujeto a un conjunto de restricciones nutricionales.

LA FUNCIÓN OBJETIVO. Esta función consideró 26 alimentos, los cuales fueron tomados de Menchú [1993] y fueron escogidos de acuerdo con los criterios de selección establecidos por Menchú *et. al.* [1992], que ya fueron enumerados en los antecedentes de este trabajo. Los alimentos considerados en el modelo

fueron los siguientes: crema rala, queso fresco, leche fluida, leche en polvo, huevos, carne de pollo, hueso de res (con carne), carne de res molida, frijol negro, arroz, pastas, pan francés, pan dulce, tortillas, azúcar blanca, margarina vegetal, aceite vegetal, tomate, cebolla, papas, guisquil, banano, plátano, aguas gaseosas, café y sal.

La función objetivo sigue la especificación de 1 (ver pág. 68). Una presentación desagregada de esta función se encuentra en el cuadro 1 (ver al final).

RESTRICCIONES. Para no perder de vista el componente sociocultural de la alimentación, los requerimientos nutricionales que debe cumplir la CBA fueron planteados por grupos de alimentos, de acuerdo con la estructura energética ajustada por Menchú [1993]. Los requerimientos nutricionales se definieron para una familia de referencia de 5.38 miembros.³

En términos de calorías, el requerimiento planteado es de 2,200 kcal diarias por persona, lo cual significa 11,836 kcal diarias para la familia de referencia. En los cuadros 2 y 3 se presentan en su orden, la estructura energética en cuestión y los requerimientos de energía de la familia de referencia empleada.

Siguiendo estas orientaciones, en las restricciones por grupo de alimentos se estableció que el aporte calórico de cada grupo en particular debería ser por lo menos en la proporción en que lo hace en la estructura energética (cuadro 2). Adicionalmente,

3. El tamaño de familia promedio determinado por INE-CADESCA-SEGEPLAN en la Encuesta Sociodemográfica Nacional de 1989 (1991) es de 5.38 miembros.

hubo necesidad de establecer restricciones para el consumo específico de arroz y tortillas.

Para el arroz esto se hizo para evitar que este alimento fuera seleccionado en cantidades superiores a los niveles observables.

Este alimento requirió una restricción de igualdad a un nivel de 585.33 kcal, la cual es equivalente a 160.8 g/día de arroz.

Para las tortillas, debido a que constituyen un alimento fuertemente arraigado en el patrón de consumo y dado que dentro del grupo de cereales constituyen una fuente de energía relativamente cara,

Cuadro 2
ESTRUCTURA ENERGÉTICA
DE LA CANASTA BÁSICA DE ALIMENTOS
(porcentajes)

Grupo de alimentos	Estructura energética	
	Encuesta de Consumo aparente ¹	Ajustada y corregida ²
Lácteos	3.8	3.8
Huevos	1.5	1.5
Carnes	2.3	2.3
Frijoles	9.5	9.8
Cereales	55.3	55.6
Azúcar	14.6	14.6
Grasas	7.3	7.2
Verduras	2.3	2.3
Frutas	2.4	2.4
Otros	0.8	0.5

(1) INE/CADESCA/SEGEPLAN [1991].

(2) Menchú [1993].

hubo necesidad de establecer una restricción de «mínimo nivel de consumo», la cual garantizó que este alimento pudiera ser seleccionado en la solución óptima del modelo. La restricción impuesta indica que el consumo de tortillas debe ser por lo menos de 4,296 kcal diarias, las cuales equivalen a 2.11 kg/día de tortillas.

El café y la sal son productos que no aportan calorías ni proteínas, sin embargo, con componentes de la dieta nacional y por consiguiente deben ser considerados en la CBA. Su integración al modelo

Cuadro 3
REQUERIMIENTOS FAMILIARES DE ENERGÍA
POR GRUPO DE ALIMENTOS
(kilocalorías)

Grupo de alimentos	Nivel de requerimiento
Lácteos	449.77
Huevos	177.54
Carnes	272.23
Frijoles	1,159.93
Cereales	6,580.82
Azúcar	1,728.06
Grasas	852.19
Verduras	272.23
Frutas	284.06
Otros	59.18
Total	11,836.00

Nota: Familia de referencia de 5.38 miembros.

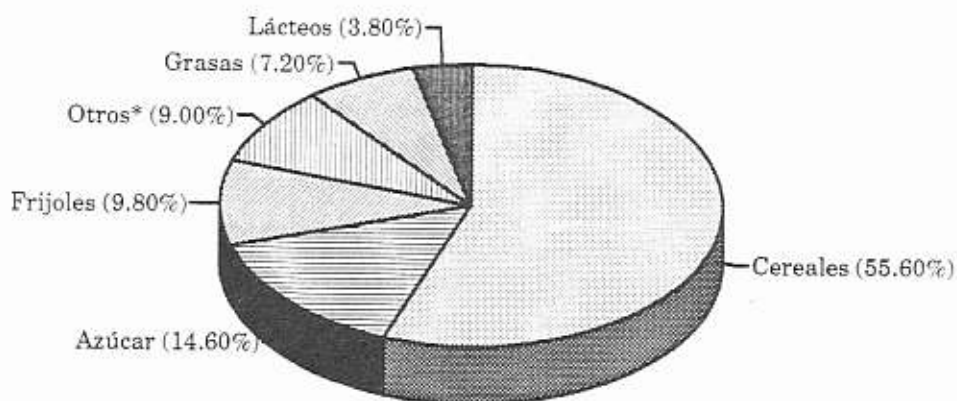
Fuente: Elaborado con la estructura ajustada y corregida presentada en el cuadro 2.

se realizó a través de restricciones de igualdad, lo cual les garantizó su pertenencia a la solución óptima del modelo. Con estas restricciones se estableció que el consumo de café y sal, en su orden fuese de 53.8 g/día.

Por otra parte, por demanda del escenario proteínico, para lograr que la CBA ofrezca las cantidades de proteína de acuerdo con la proporción en la que estos nutrientes deben contribuir con el total de calorías establecido como mínimo nutricional de la familia, hubo necesidad de establecer dos restricciones a través de las cuales se plantea que del total de calorías, entre el 8 y 12% deben provenir de proteínas, con lo cual se establece que la CBA debe ofrecer proteínas en cantidades que oscilen entre 236.72 y 355.08 gramos diarios.

RESTRICCIONES AL ESCENARIO PROTEÍNICÓ

Gráfica 1
DISTRIBUCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS FAMILIARES DE ENERGÍA
SEGÚN GRUPOS DE ALIMENTOS



(*) Incluye huevos, carnes, verduras, frutas y otros alimentos.

Fuente: Elaborado con base en cuadro 3.

Datos

La información nutricional empleada para la formulación del modelo se obtuvo de Menchú *et. al.* [1992] y de la base de datos del Programa de Socioeconomía Alimentaria del INCAP sobre los contenidos nutricionales de los alimentos. Por su parte, la información económica se obtuvo de las series de precios mensuales de los bienes de la canasta del Índice de Precios al Consumidor del Instituto Nacional de Estadística.

Análisis

El análisis consistió en comparaciones de las CBA obtenidas en los dos escenarios de requerimientos nutricionales empleados y la CBA obtenida con el método tradicional. Se compararon las combinaciones de alimentos, los contenidos nutricionales para calorías, proteínas, carbohidratos y grasas, y los costos de las CBA. Por otra parte, se cuestionó la viabilidad de las canastas básicas obtenidas.

Luego, por reflexión y autocrítica, se identificaron las debilidades y fortalezas que la programación lineal tiene como método para estimar la CBA.

VI. RESULTADOS

Canastas básicas de alimentos obtenidas

En el cuadro 4 se presentan las CBA obtenidas en los dos escenarios de programación lineal y con la metodología tradicional. El aspecto más obvio de este cuadro es la mayor diversidad que posee la CBA

Cuadro 4
CANASTAS BÁSICAS DE ALIMENTOS OBTENIDAS
CON PROGRAMACIÓN LINEAL Y LA METODOLOGÍA TRADICIONAL

Alimentos	Precio (Q/kg)	Programación lineal		Metodología Tradicional (kg)
		Escenario Energético (kg)	Escenario Proteinico (kg)	
Crema rala	17.27			0.058
Queso fresco	17.54			0.034
Leche fluida	2.63	0.692	0.692	0.200
Leche en polvo	34.28			0.027
Huevos	8.77	0.134	0.134	0.134
Carne de pollo	10.46		0.239	0.135
Hueso de res	8.52			0.127
Carne de res molida	20.76	0.112		
Frijoles negros	5.61	0.338	0.447	0.338
Arroz	3.70	0.161	0.161	0.166
Pastas	6.30			0.110
Pan francés	6.59			0.234
Pan dulce	5.80	0.386	0.386	0.092
Tortillas	3.22	2.110	2.110	2.205
Azúcar blanca	2.59	0.450	0.450	0.450
Margarina vegetal	7.98			0.019
Aceite vegetal	8.11	0.096	0.096	0.080
Tomate	3.48			0.169
Cebolla	4.30			0.620
Papas	1.89	0.439	0.439	0.182
Güisquil	1.70			0.364
Banano	1.93			0.209
Plátano	2.07	0.326	0.326	0.172
Aguas gaseosas	4.82	0.191	0.191	0.191
Café	24.20	0.054	0.054	0.054
Sal	0.91	0.054	0.054	0.054
Costo total (Q)		22.56	23.36	26.02

Nota: La familia de referencia empleada es de 5.38 miembros.

obtenida con la metodología tradicional y el menor costo de las canastas obtenidas con programación lineal.

Entre las canastas determinadas con programación lineal se puede apreciar mucha similitud, marcándose diferencias solamente en los rubros de carnes y frijoles. En la combinación de alimentos lograda en estas canastas, puede apreciarse que como resultado del establecimiento de las restricciones proteínicas, se presenta una sustitución de carne de res molida por carne de pollo y frijol negro. Esta sustitución de alimentos evidencia la competitividad que existe entre la carne de res y la carne de pollo junto con los frijoles, como fuentes de proteína (dado el nivel de precios prevaleciente).

Respecto a costos, en el cuadro 4 puede apreciarse que de las tres CBA, la canasta del escenario energético registra el costo menor (Q22.56) en tanto que la CBA de la metodología tradicional registra el costo mayor (Q26.02). Estas diferencias, aún cuando en

Cuadro 5
CONTENIDO DE CALORÍAS, PROTEÍNAS, GRASAS Y CARBOHIDRATOS
DE LAS CANASTAS BÁSICAS DE ALIMENTOS OBTENIDAS CON
PROGRAMACIÓN LINEAL Y LA METODOLOGÍA TRADICIONAL

Nutrientes	Programación lineal		Metodología tradicional
	Escenario Energético	Escenario Proteínico	
Calorías (kcal)	11,832.07	12,205.12	11,836.00
Proteínas (g)	292.37	325.33	326.87
Grasas (g)	246.89	244.50	211.00
Carbohidratos (g)	2,175.20	2,242.35	2,225.09

términos diarios no parecen importantes, se convierten en relevantes si se comparan en términos mensuales o anuales. Por ejemplo, el costo mensual de la canasta del escenario energético es de Q676.80, el de la CBA del escenario proteínico es de Q700.80 y el de la metodología tradicional es de Q780.60.

En términos de contenido de nutrientes básicos, en el cuadro 5 se puede apreciar que las tres CBA satisfacen los requerimientos calóricos y proteínicos y ofrecen cantidades similares de grasa y carbohidratos, por lo que desde esta perspectiva ninguna es preferible sobre las otras.

Viabilidad de las canastas básicas de alimentos obtenidas

El primer aspecto que hay que considerar es si las canastas son potencialmente ingeribles por una familia en un día, es decir, evaluar la viabilidad como ración física de alimentos. En este sentido, se puede indicar que las tres canastas representan magnitudes físicas que pueden ser ingeridas por una familia de referencia de 5.38 miembros en un día. Las canastas de los escenarios energético y proteínico presentan una combinación de alimentos que en su orden pesan 5.54 y 5.78 kg; por su parte, la CBA de la metodología tradicional ofrece una combinación de alimentos que tiene un peso de 5.87 kg.

Evaluando las canastas como instrumentos normativos para guiar el consumo de alimentos a los niveles adecuados, ninguna de las tres CBA parecería ser viable, por-

Evaluando las canastas como instrumentos normativos para guiar el consumo de alimentos a los niveles adecuados, ninguna de las tres CBA parecería ser viable, porque las tres son combinaciones monótonas de alimentos.

que las tres son combinaciones monótonas de alimentos, es más, la inviabilidad puede ser más acusada en las canastas obtenidas con programación lineal, pues ofrecen niveles muy altos de algunos alimentos, tal como el plátano y las papas.

Como instrumentos normativos para el establecimiento de las remuneraciones mínimas de la mano de obra o para definir líneas de pobreza, no existen diferencias marcadas entre ellas, sin embargo, el menor costo de las CBA obtenidas con programación lineal, sugiere su utilidad para estimar el valor mínimo aceptable de la canasta básica de alimentos.

Como instrumentos de política agroalimentaria, las canastas de programación lineal pueden desempeñar mejor el papel, pues no sólo pueden ser

guías para identificar rubros productivos sino también permiten identificar distorsiones en el sistema de precios en el mercado al consumidor.

Fortalezas y debilidades de la programación lineal para estimar la canasta básica alimentaria

Las CBA obtenidas por medio de programación lineal presentan las siguientes fortalezas y debilidades:

Como instrumentos normativos para el establecimiento de las remuneraciones mínimas de la mano de obra o para definir líneas de pobreza, no existen diferencias marcadas entre ellas, sin embargo, el menor costo de las CBA obtenidas con programación lineal, sugiere su utilidad para estimar el valor mínimo aceptable de la canasta básica de alimentos.

FORTALEZAS

1. Son combinaciones óptimas de alimentos de costo mínimo.
2. Satisfacen todos los requisitos nutricionales que se establezcan en el modelo.
3. Respeta el patrón alimentario.
4. El modelo es una estructura matemática que una vez establecida se puede continuar utilizando, demandando solamente la actualización de los precios de los alimentos.
5. Permiten identificar las distorsiones existentes en el sistema de precios resultantes de la política económica seguida en el país.
6. Tienen el respaldo de la teoría de la conducta del consumidor, lo cual fundamenta su empleo en la defensa de los reajustes de los salarios mínimos.

DEBILIDADES

1. La calidad de los resultados depende no solamente de la calidad de los datos, sino de la tenencia de conocimientos de programación lineal y de modelación con esta técnica de programación matemática.
2. Es un modelo estático. Sin embargo, esta debilidad puede ser superada con el desarrollo de modelos para las diferentes estaciones del año.
3. El hecho de tomar la estructura energética para el desarrollo de las restricciones para los diferentes grupos de alimentos, podría estar haciendo patente el efecto de la desigual distribución del ingreso en el consumo de alimentos, lo cual va en contra del uso del problema de la dieta para la definición de la CBA, en el cual no existen restricciones de ingreso. Ésta no es una debilidad

de la programación lineal *per se*, sino de la forma en que se desarrollaron los modelos empleados en este trabajo, por lo que puede ser superada desarrollando el modelo solamente a partir de disposiciones técnico-nutricionales. Sin embargo, al no tomar en consideración la estructura energética se corre el riesgo de desarrollar una CBA ajena a la cultura alimentaria nacional.

VII. CONCLUSIONES

1. Como resultado de la utilización de criterios de costo mínimo para la selección de las fuentes de nutrientes, las CBA obtenidas con programación lineal se integran con 14 alimentos en tanto que la obtenida con la metodología tradicional en ausencia de un criterio económico de optimización, se forma con 25 alimentos.
2. No se encontraron diferencias en la viabilidad de las tres canastas comparadas en términos de su ingeribilidad física, normatividad como guías alimentarias y como instrumento guía para apoyar el reajuste de salarios mínimos.
3. Frente a la metodología tradicional de estimación de la CBA, la programación lineal tiene como fortalezas: presentar combinaciones de alimentos de costo mínimo; satisfacer todos los requerimientos nutricionales planteados en los modelos; los modelos desarrollados pueden continuar utilizándose con sólo actualizar los precios de los alimentos; permiten identificar distorsiones que existen en el sistema de precios; y tiene el

- respaldo de la teoría de la conducta del consumidor, lo cual le provee mayor fundamento teórico.
4. Como metodología para estimar la CBA, la programación lineal presenta como debilidades generales: la calidad de las canastas no depende solamente de los datos sino también del conocimiento y experiencia que el analista tenga en la utilización de este enfoque de optimización y por otra parte, es una técnica estática.
 5. Como conclusión general, la programación lineal puede ser un instrumento muy potente para la definición de la canasta básica de alimentos. Sin embargo, no presentó ventajas notorias respecto a la metodología tradicional. Debe recalcar que para mejorar su eficiencia analítica, es necesario considerar en el modelo algunas restricciones adicionales que permitan que la canasta básica satisfaga no sólo los mínimos proteínicos y calóricos, sino también los requerimientos de micronutrientes esenciales.

VIII. IMPLICACIONES

1. La ausencia de fuertes contrastes entre las CBA obtenidas con los dos métodos comparados parece deberse al hecho de que estas canastas son el resultado de un esfuerzo por minimizar el costo de la alimentación. Por un lado, la programación lineal se utilizó para minimizar el costo de una combinación de alimentos, por otro lado, la estructura energética representa la síntesis de las decisiones tomadas por todos los consumidores nacionales para minimizar el costo de la

alimentación, por lo que la CBA obtenida con la metodología tradicional, la cual se basa en esta estructura en cuestión, también constituye una síntesis de las combinaciones de alimentos de costo mínimo establecidas por los consumidores del país.

2. Con propósitos puramente prácticos, se podría considerar que el costo de las CBA obtenidas con programación lineal constituyen el valor mínimo aceptable de la CBA, por lo que esta alternativa metodológica podría recomendarse para este propósito.
3. Una implicación obligatoria de este trabajo es la recomendación del uso de la metodología tradicional para la determinación de la CBA, aunque es necesario considerar la evaluación de la estabilidad de esta canasta a diferentes niveles de precios de alimentos, para lo cual, la programación lineal puede ser un instrumento poderoso.
4. En el mercado nacional, existen estímulos para sustituir el maíz por trigo como fuente de calorías. Con los precios de 1993, el costo de 100 kcal es de Q0.1578 cuando provienen de maíz y de Q0.1324 cuando provienen de pan dulce. Como resultado de este diferencial de costos, las CBA obtenidas con programación lineal poseen niveles de pan dulce cuatro veces más altos que el nivel registrado para este alimento en la CBA obtenida con la metodología tradicional. A nuestro juicio, los menores costos de las calorías provenientes del pan son el resultado de las donaciones de trigo y préstamos blandos en especie que consideran a este cereal. Dado el riesgo de cambiar el patrón de consumo y de la presión por divisas

que este cambio podría ocasionar en el futuro, y en vista de las imposibilidades técnicas y económicas que tiene el país para autoproveerse de trigo, creemos conveniente prestarle atención a esta distorsión en el sistema de precios.

BIBLIOGRAFÍA

- ALARCÓN, J. A.; IMMINK, M. D. C. y MÉNDEZ, L. F. (1989) «Maximización de rentabilidad económica, dietas óptimas de costo mínimo y diversificación de cultivos para los pequeños agricultores del Altiplano de Guatemala» en *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 39 (4): 551-584.
- BALLESTEROS, M. N.; YEPIZ, G. M.; GRIJALVA, M. I.; RAMOS, E. y VALENCIA, M.C. (1984) «Elaboración por programación lineal de nuevos productos a partir de cereales y leguminosas» en *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 34 (1): 130-145.
- BARBIROLI, G. (1970) «Consumo Alimentari e Sviluppo Economico in Rapporto a una Moderna Política Alimentare» en *Rassegna Economica* 26: 397-448.
- BEZUNEH, M.; DEATON, B. J. y NORTON, G. W. (1988) «Food Aid Impacts in Rural Kenya» en *American Journal of Agricultural Economics* 70 (1): 181-191.
- CALKINS, P. H. (1981) «Nutritional Adaptations of Linear Programming for Planning Rural Development» en *American Journal of Agricultural Economics* 63 (2): 247-254.
- CARLOS GARCÍA, F. (1987) *Aplicación e interpretación económica del dual de la programación lineal: los problemas de transporte, dieta y producción*. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados, Montecillos, México.

- CAVINS, J. F.; INGLETT, G. E. y WALL J. S. (1972) «Linear Programming: Control Amino Acid Balance in Food Formulation» in *Food Technology* 26 (1): 48-50.
- FOYTIK, J. (1981) «Very Low Cost Nutritious Diet Plans Designed by Linear Programming» in *Journal of Nutrition Education* 13 (2): 63-66.
- GASS, S.I. (1985) Programación lineal. Métodos y aplicaciones. Traducción del inglés de J. R. Sánchez. México, CECSA.
- GUATEMALA. Instituto Nacional de Estadística (INE) y Fondo de las Naciones Unidas Para Población (FNUAP) (1991) «Perfil de la pobreza en Guatemala» en Encuesta Sociodemográfica Nacional 1989 Vol. V. Guatemala, INE.
- GUATEMALA. Instituto Nacional de Estadística (INE), Comité de Acción de Apoyo al Desarrollo Económico y Social de Centroamérica (CADESCA) y Secretaría General del Consejo Nacional de Planificación Económica (SEGEPLAN) (1991) Encuesta Nacional de Consumo Aparente de Alimentos 1989. Guatemala, INE.
- MARTÍNEZ CRUZ, V. (1986) Aplicación de la programación lineal en la determinación de precios de materias primas de la industria de alimentos balanceados: el caso del sorgo. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados, Montecillos, México.
- MENCHÚ, M. T. (1993) Cálculo de la CBA para Guatemala, actualización a 1993. Borrador para discusión preparado para el Equipo Interinstitucional MTPS-SEGEPLAN-INCAP/ORSTOM. (No publicado).
- MENCHÚ, M. T.; OSEGUEDA, M.T. y ZÚÑIGA, M. (1992) Definición de la canasta básica de alimentos en el área Centroamericana. Publicación INCAP Me/008. Guatemala, INCAP/OPS.

- STIGLER, G. J. (1945) «The Cost of Subsistence» in *Journal of Farm Economics* 27: 303-314.
- TALPAZ, H.; HURWITZ, S.; DE LA TORRE, J. R. y SHARPE, P. J. H. (1988) «Economic Optimization of a Growth Trajectory for Broilers» in *American Journal of Agricultural Economics* 70 (2): 382-391.
- WOTEKI, C. E. (1981) «Low-Cost Nutritious Diet Plans: A Comentary» in *Journal of Nutrition Education* 13 (2):66.

Cuadro 1
MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL EMPLEADO PARA DETERMINAR
LA CANASTA BÁSICA DE ALIMENTOS EN GUATEMALA
(Combinación de alimentos para ingesta diaria)

Función	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	
Objetivo a minimizar ¹	-	17.27	17.54	2.63	34.28	8.77	10.46	8.52
Sujeta a las siguientes restricciones								
Lácteos	2,040	2,070	650	4,850				
Huevos					1,320			
Carnes						1,140	930	
Frijoles								
Azúcar								
Grasas								
Verduras								
Frutas								
Tortillas								
Arroz								
Trigo								
Aguas gaseosas								
Café								
Sal								
Proteína límite inferior	29	206	33	261	101	122	72	
Proteína límite superior	29	206	33	261	101	122	72	

(1) Precios promedio de 1993.

A1 Crema (kg)

A3 Leche fluida (kg)

A5 Huevos (kg)

A7 Hueso de res con carne (kg)

A2 Queso fresco (kg)

A4 Leche en polvo (kg)

A6 Carne de pollo (kg)

Cuadro 1
MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL EMPLEADO PARA DETERMINAR
LA CANASTA BÁSICA DE ALIMENTOS EN GUATEMALA
(Combinación de alimentos para ingesta diaria)

Función Objetivo a minimizar ¹	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
	20.76	5.61	3.70	6.30	6.59	5.80	3.22
Sujeta a las siguientes restricciones							
Lácteos							
Huevos							
Carnes	2,440						
Frijoles		3,430					
Azúcar							
Grasas							
Verduras							
Frutas							
Tortillas							2,040
Arroz			3,640				
Trigo				3,430	2,980	4,380	
Aguas gaseosas							
Café							
Sal							
Proteína límite inferior	187	227	72	103	103	62	12
Proteína límite superior	187	227	72	103	103	62	12

(1) Precios promedio de 1993.

A8 Carne molida de res (kg)

A10 Arroz (kg)

A12 Pan francés (kg)

A14 Tortillas (kg)

A9 Frijol negro (kg)

A11 Pastas (kg)

A13 Pan dulce (kg)

Cuadro 1
MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL EMPLEADO PARA DETERMINAR
LA CANASTA BÁSICA DE ALIMENTOS EN GUATEMALA
 (Combinación de alimentos para ingesta diaria)

Función Objetivo a minimizar ¹	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21
	2.59	7.98	8.11	3.48	4.30	1.89	1.70
Sujeta a las siguientes restricciones							
Lácteos							
Huevos							
Carnes							
Frijoles							
Azúcar	3,840						
Grasas		7,530	8,840				
Verduras				210	380	620	260
Frutas							
Tortillas							
Arroz							
Trigo							
Aguas gaseosas							
Café							
Sal							
Proteína límite inferior		5		8	12	15	7
Proteína límite superior		5		8	12	15	7

(1) Precios promedio de 1993.

A15 Azúcar (kg)

A17 Aceite vegetal (kg)

A19 Cebolla (kg)

A21 GUISQUIL (kg)

A16 Margarina vegetal (kg)

A18 Tomate (kg)

A20 Papa (kg)

Cuadro 1
MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL EMPLEADO PARA DETERMINAR
LA CANASTA BÁSICA DE ALIMENTOS EN GUATEMALA
 (Combinación de alimentos para ingesta diaria)

Función Objetivo a minimizar ¹	A22	A23	A24	A25	A26		Bi
Sujeta a las siguientes restricciones							
Lácteos						≥	449.77
Huevos						≥	177.54
Carnes						≥	272.23
Frijoles						≥	1,159.93
Azúcar						≥	1,728.06
Grasas						≥	852.19
Verduras						≥	272.23
Frutas	680	870				≥	284.06
Tortillas						≥	4,304.00
Arroz						≥	586.42
Trigo						≥	1,690.40
Aguas gaseosas			310			≥	59.18
Café				1,000		=	53.80
Sal					1,000	=	53.80
Proteína límite inferior	8	7				≥	236.72
Proteína límite superior	8	7				≤	355.08

(1) Precios promedio de 1993.

A22 Banano (kg)

A23 Plátano (kg)

A24 Agua Gaseosa (kg)

A25 Café (kg)

A26 Sal (kg)