

Desarrollo de un alimento suplementario para grupos vulnerables

Margarita Armada de Romano¹, y Patricia Liliana Jiménez de Erramouspe²

Instituto de Investigaciones para la Industria Química - INIQUI. Universidad Nacional de Salta. Buenos Aires, Argentina

RESUMEN. El objetivo de este trabajo fue el desarrollo de un alimento suplementario, en base a cereales y leguminosas de producción regional. La fórmula desarrollada en base a extrudido maíz: soja (70:30) modificado enzimáticamente, aceite de maíz, azúcar, aislado proteico de soja y aditivos, tuvo características de alimento de humedad intermedia. Por su contenido de agua (35,00%) es plástico y se consume como alimento húmedo, en tanto que por su actividad de agua (0,82) es estable sin requerimientos especiales de envasado y almacenamiento. El alimento consumido como tal, aporta alta densidad calórica (3,21 Kcal/g), en una buena relación calorías: nitrógeno (234). Se evaluó la calidad proteica mediante el método de razón proteica neta relativa (RPNR) siendo el valor obtenido para este alimento de un 83,50%. Evaluadas sus características de calidad, nutricionales, estabilidad y aceptabilidad el mismo resulta adecuado para ser utilizado en programas de asistencia alimentaria y comedores escolares.

SUMMARY. Development of a supplementary food for vulnerable groups. A supplementary meal based on locally produced (North West, Argentina) cereals and legumes was developed. The meal composition was as follows: extruded corn/soy (70:30) enzymatically modified; sugar; soy protein concentrate and additives. This preparation was characterized as an intermediate moisture content meal. Its adequate water content (35%) provides some plastic behaviour. Due to its low water activity (0.823) the formulation does not demand special requirements either for packing or storage. This meal provides high caloric density (3.06 Kcal/g) with a proper calories:nitrogen ratio (234). The protein quality was evaluated through the Relative Net Protein Ratio Method (R.N.P.R.) giving a result of 83,5%. The evaluation of its nutritional properties, as well as its stability and acceptability features, suggest that this product is appropriate for being included in food assistance programs.

INTRODUCCION

Los alimentos suplementarios son mezclas, formuladas para ser utilizadas conjuntamente con alimentos locales disponibles, de manera de suministrar dietas que cubran las necesidades nutricionales al ser utilizados como parte del total de la dieta, o como único alimento bajo circunstancias inusuales, incluyendo condiciones de emergencia (1). Los productos lácteos son buenos alimentos, especialmente para niños sanos, pero las fórmulas que contiene una alta proporción de leche son generalmente inaccesibles para la mayoría de los grupos poblacionales de bajos recursos; por lo tanto producir alimentos suplementarios, especialmente los formulados a partir de fuentes vegetales, presentan como ventajas, además de proporcionar una mejor cobertura de necesidades nutricionales específicas, el tener menores costos.

En países con economías en desarrollo es predecible el incremento en la demanda de alimentos suplementarios de bajo costo, los cuales deben cumplir con características nutricionales, sensoriales y funcionales recomendadas a nivel internacional (1,18).

La composición de los alimentos formulados debe ser adaptada a las necesidades locales, ya que los mismos servirán para suministrar los nutrientes deficitarios, así las adiciones o deleciones de nutrientes deberán encontrarse dentro de los límites de seguridad de ingesta.

También los factores de aceptabilidad (económicos, culturales y sociales) determinan la formulación, es así que los materiales crudos

utilizados en los alimentos formulados, deben provenir de ingredientes disponibles localmente, en lo posible.

En la selección de los materiales crudos, la atención debe ser colocada en las características sensoriales, ya que los sabores tradicionales añadidos a los alimentos suplementarios aumentan su aceptabilidad.

El proceso elegido debe asegurar en el producto final características especiales, tales como mejor digestibilidad, palatabilidad y facilidad en la preparación. El uso de mezclas cereal: soja extrudida, ha sido demostrada como una opción práctica y satisfactoria en fórmulas para infantes (2). Estas mezclas tienen proteínas de mayor valor nutricional que las materias primas originales; además de mejorada la funcionalidad de la fracción amilácea, la cual modificada por el tratamiento de extrusión (3,4,5) y acción enzimática (6) reducen la actividad de agua en el producto final; confiriéndole al producto así formulado, características de alimento de humedad intermedia, es decir plástico, húmedo y más estable a alteraciones químicas y microbiológicas (7,8,9).

Dado que el contenido energético de los principales componentes de los alimentos suplementarios es relativamente bajo, la densidad energética del producto será baja, resultando un alimento voluminoso y difícil de manejar, sobre todo en infantes y niños cuya capacidad gástrica es limitada.

Sin embargo, la densidad energética puede ser aumentada con grasa y/o azúcar, reduciendo también el volumen por procesamiento de los ingredientes principales, lo cual mejora el sabor, el gusto y la digestibilidad.

La sacarosa agregada en una cantidad de 20 g/100 g de producto, aumenta la densidad energética del mismo, sin ocasionar trastornos de tipo gastrointestinal, le da un sabor agradable y no le eleva el costo (1).

1 Ingeniera Química. Profesor Titular en la Cátedra Industria de los Alimentos
2 Licenciada en Nutrición. Auxiliar de Investigación del Consejo de Investigación de la Universidad.

Una manera de evaluar la adecuación de los nutrientes es la relación calorías/nitrógeno (C/N) que indica una relación cuantitativa en donde los términos se expresan:

$$\frac{\text{Calorías no proteicas} + \text{Calorías proteicas}}{\text{g de Nitrógeno}} \text{ por g de alimento}$$

referidas a una ración determinada (el contenido proteico de una ración se divide entre el factor de cálculo de la proteína utilizada para así obtener la cantidad de nitrógeno).

La relación C/N para un sujeto normal, activo de 70 Kg de peso es aproximadamente 300; dietas con una relación C/N de 200 pueden aportar una cantidad inadecuada de proteínas, mientras que dietas con coeficientes C/N por debajo de 100 aportarían proteínas en exceso, las que serán utilizadas como fuente de energía (Blackburn y Bistran, citados en el trabajo del Laboratorio Abbot acerca del trabajo Ensure).

Es objetivo de este trabajo, el diseño y desarrollo de un alimento suplementario, del tipo alimento de humedad intermedia, en base a cereales y leguminosas de producción regional, con características nutricionales, funcionales y sensoriales mejoradas y adecuadas para su uso, entre otros, en programas de asistencia alimentaria.

MATERIAL Y METODOS

Ingredientes:

- Extrudido maíz:soja (70:30) (Ext. M:S): Obtenido en un extrusor Brady 2160 Croop Cooker bajo las siguientes condiciones de trabajo: velocidad de tornillo, 1000 rpm; caudal de alimentación entre 450 y 500 Kg/h; temperatura en la descarga 195-200 °C, relación L/D= 7,5/1; humedad de la mezcla de alimentación 12,00%. El Ext. M:S fue molido y tamizado por malla 80 serie ATSM.
- Sacarosa (azúcar comercial de caña) (Az).
- Aceite de maíz (comercial) (Ac).
- Aislado proteico de soja (a.p.s) (obtenido en laboratorio, por vía húmeda sobre grano desgrasado, solubilización de la proteína en medio alcalino, precipitación a pH isoelectrico y secado por liofilización).
- Alfa-amilasa (Biocon Fungal 5000).

Alimento Suplementario: En la Figura 1 se presenta el diagrama de flujo de la obtención del alimento suplementario base a nivel de laboratorio, donde el extrudido maíz:soja humectado (1:1; P/V), es incubado con alfa amilasa a 60 °C durante 30 minutos, luego se inactiva la enzima en Baño María a 96 °C durante 15 minutos.

Por otro lado se homogeneiza en Virtis a 3000 r.p.m. durante 5 minutos aceite, azúcar, NaCl y aislado de soja.

Por último se homogeneizan ambas preparaciones. El producto final es envasado en vasos termosellables, a una temperatura aproximada a los 60 °C.

El alimento suplementario se consume como tal, o en suspensión en agua en una proporción 1:1.

Métodos analíticos:

- El análisis proximal de la materia prima y del producto final fue determinado según técnicas de A.O.A.C. (10).
- El índice de absorción de agua (WAI), según lo descrito por Anderson y cols. (11), definiéndose el WAI, como los gramos de gel por gramo de muestra seca.

- La susceptibilidad enzimática (S.E.), según el método descrito por Gómez y Aguilera (12), expresando el resultado en gramos de maltosa/100 g de muestra seca.
- Índice de peróxidos (I.P.) expresado en miliequivalentes de peróxidos/Kg de grasa, según métodos oficiales de A.O.A.C. (10), sobre lípidos extraídos según la técnica de Johnson y Ollay modificada (13).
- Color, evaluado en un colorímetro Hunter Lab Model D 25-2, utilizando la escala L (calibrado 100 %= 93,1).
- Actividad antritríptica, expresada en U.T.I./mg según la técnica de Kakade et al (4).
- Lisina disponible por el método de Carpenter (15).
- Valor biológico, se determinó por el método del R.P.N.R. (16)
- Relación calorías/nitrógeno (C/N), calculada a partir de la fórmula:

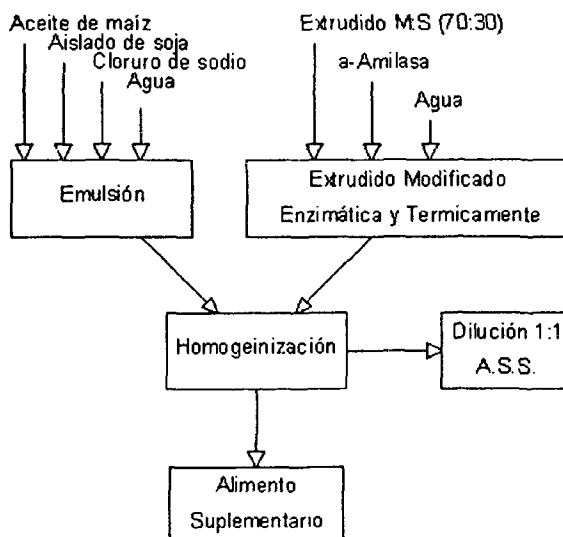
$$\frac{\text{Cals (no proteicas} + \text{proteicas)}}{\text{Nitrógeno}} \text{ por g de alimento}$$

Cálculo de nitrógeno: Proteínas divididas entre el factor de cálculo

- Viscosidad, determinada en un viscosímetro Brookfield Factor Finder.
- La actividad de agua (aw) fue determinada por el método de Mc Cune y cols (17).
- Aceptabilidad. Utilización de una escala hedónica de 9 puntos por un panel no entrenado (19)
- Perfil de textura, utilizando como patrón leche condensada azucarada (comercial), por una panel de 8 jueces entrenados específicamente en las características texturales sobresalientes del producto evaluado (19).
- La estabilidad del alimento suplementario suspendido en agua, en una relación 1:1 (A.S.S.), se evaluó en las porciones superiores, midiéndose en los mismos color y cantidad de sólidos (por extracto seco).

FIGURA 1

Diagrama de flujo de un alimento de humedad intermedia



RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1, se presentan los porcentajes finales de los distintos componentes del producto formulado base, sin aditivos como saborizantes y antioxidantes.

TABLA 1
Porcentajes finales de los distintos componentes utilizados en la formulación del alimento suplementario base

Componentes	%
Extrudido Maíz:Soja	34,31
Aceite de maíz	9,80
Sacarosa	19,62
Aislado proteico de soja	1,47
NaCl	0,49
Agua	34,31
Total	100,00

El extrudido M:S con un Cómputo Químico de 93,62 y 82,33 para lisina y aminoácidos azufrados respectivamente (determinados utilizando el programa Max Ami y Maxpro (20) y como Patrón el elaborado por FAO del año 1973, tiene propiedades nutricionales y funcionales mejoradas, respecto a la mezcla cruda maíz:soja según se observa en Tabla 2, donde los mayores valores de WAI y SE del extrudido, respecto a la cruda muestran la modificación del almidón, el cual se vuelve más susceptible a degradación enzimática, incrementando por consiguiente la cantidad de productos hidrolizados que contienen una fracción considerable de carbohidratos de fácil digestión, de bajo poder edulcorante y solubles (7), que actúan como humectantes en el producto final. Por otro lado el proceso de extrusión afecta poco la estabilidad de lípidos y disponibilidad de lisina con un incremento bajo de peróxidos, y una escasa disminución de lisina disponible, a la vez que inactiva factores antitripticos (1,13 U.T.I/mg).

TABLA 2
Efectos de la extrusión sobre propiedades funcionales y nutricionales de una mezcla maíz:soja (70:30)

Indicadores	M : S (70:30)	Ext. M : S (70:30)
Indice de absorción de agua ^a	1,67	3,94
Susceptibilidad enzimática ^b	4,67	9,36
Indice de peróxidos ^c	2,12	5,37
Lisina disponible ^d	5,4	4,86
Actividad antitriptica ^e	16,80	1,13
Cómputo Químico ^f	82,33	82,33
Valor Biológico ^g	72,00	86,00

Expresados como:

a g/g

b g de maltosa/ 100 g de muestra

c miliequivalentes de peróxidos/ Kg de grasa

d g de lisina/ 16 g de nitrógeno

e UTI (Unidades de tripsina inhibida) /mg de muestra

f Patrón de FAO/73 (20)

g Método de razón proteica neta relativa (16)

En la Tabla 3 se presenta la fórmula desarrollada del alimento suplementario base. Se observa que la sacarosa se encuentra en una proporción del 45% respecto del total de hidratos de carbono de la mezcla, mientras que el resto es aportado por hidratos de carbono del extrudido maíz:soja, especialmente almidones modificados, lo que aumenta el grado de uso del producto y la digestibilidad del mismo.

TABLA 3
Fórmula desarrollada del alimento suplementario base

Componentes	Cant. (g)	H.C. (g)	Prot. (g)	Grasa (g)
Ext. M:S 70:30	35,00	24,60	7,28	2,67
Ac. de maíz	10,00	0,00	0,00	10,00
Sacarosa	20,00	20,00	0,00	0,00
Aislado de soja	1,50	0,00	1,31	0,00
NaCl	0,50	0,00	0,00	0,00
Agua	35,00	0,00	0,00	0,00
Alimento suplementario (g)	102,00	44,60	8,59	12,67
Valor calórico total (Kcal)	326,79	178,40	34,36	114,00
Distribución porcentual (%)	100,00	54,59	10,51	34,89

En tanto los lípidos de la fórmula son en su totalidad de origen vegetal, lo que asegura una excelente ingesta de ácidos grasos poliinsaturados y provee una cantidad de esteroles vegetal aproximada de 4,6 mg/ 100 g de producto; y representando un 34,89% del valor calórico total, el que se encuentra dentro de las recomendaciones sobre distribución calórica y actúa como ahorrador de proteínas.

En la Tabla 4 se presentan características nutricionales y funcionales del alimento suplementario; el mismo tiene una densidad calórica de 3,20 Kcal/g lo que lo presenta como particularmente útil en aquellas personas que no toleran grandes volúmenes de ingesta, ya que aporta casi el doble de lo aconsejable como óptimo para alimentos concentrados en energía.

TABLA 4
Características nutricionales y funcionales del alimento suplementario

Densidad Calórica ^a	3,21
Relación calorías/nitrógeno	234,00
Lisina disponible ^b	4,35
Actividad de agua	0,84
Indice de peróxidos ^c	3,35
Color ^d	63,40

Expresado como:

a Kcal/g

b g de lisina/ 16 g de nitrógeno

c miliequivalentes de peróxidos/Kg de grasa

d Utilizando escala L (calibrado 100%= 93,1)

La relación calorías/nitrógeno= 234 del producto también se encuentra dentro de valores óptimos.

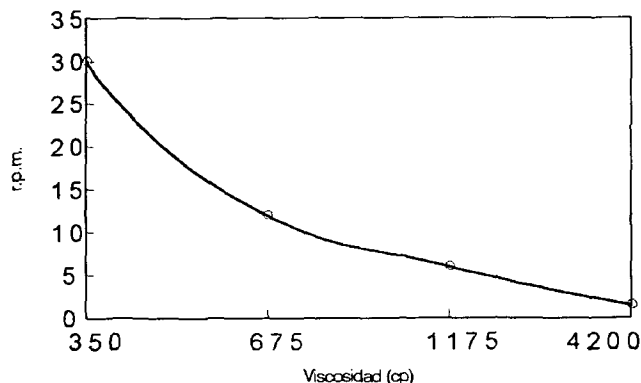
El valor de lisina disponible de 4,3 g/16 g de N frente al del extrudido de 4,86 g/16 g N muestra poco deterioro del valor nutricional de la proteína por efecto del proceso de obtención del Alimento Suplementario, de igual manera que para los lípidos, los cuales presentan bajos valores en contenido de peróxidos 3,35 miliequivalentes de peróxidos/ Kg de grasa.

El color, característico de productos elaborados en base a maíz, medido en escala L es de 63,4 en tanto que la actividad de agua de 0,84 le confiere al A.S. características de alimento de humedad intermedia.

En la Figura 2 observamos que la viscosidad del alimento suplementario suspendido en agua (1:1) disminuye a medida que aumenta el valor de r.p.m. lo cual muestra un comportamiento pseudoplástico en el A.S.S.

FIGURA 2

Viscosidad del alimento suplementario suspendido en agua (1:1)



La evaluación biológica del alimento suplementario, fue llevada a cabo en ratas macho y hembras, cepa Wistar, utilizando 6 animales por grupo (18 en total por vez, realizando el estudio por duplicado) y aplicando el método de Razón Proteica Neta Relativa (R.P.N.R.), cuyo resultado fue de 83,50% evidenciando que la calidad proteica de dicho alimento es cercana a la de la caseína, por consiguiente con una alta utilización de la proteína del mismo.

Evaluaciones sensoriales del alimento suplementario base (sin aditivos saborizantes) lo muestran como aceptable, en tanto que en su perfil de textura (Figura 3) se lo observa con respecto al patrón de comparación como de mayor pastocidad, aspereza y granulosidad, y parámetros de sensación residual, como recubrimiento y presencia de partículas esparcidas alrededor de la boca, también superiores respecto a la del patrón, en tanto que prácticamente no difieren en cuanto a viscosidad, humedad y sensación de grasa.

Los efectos que la temperatura y el oxígeno ocasionan sobre la estabilidad a la rancidez y al pardeamiento no enzimático, nos interesó para prevenir deterioros a nivel sensorial y nutricional del alimento estacionado.

Para observar la estabilidad del alimento suplementario a deterioros oxidativos, se lo sometió a condiciones forzadas de estacionamiento por exposición directa a temperatura de 100 °C y corriente de aire durante distintos períodos de tiempo, el comportamiento según se observa en Tabla 5, es de mucha variación en el color, probablemente por efectos de concentración y reacciones de pardeamiento químico, en tanto que los lípidos presentaron un período de inducción de 1 hora en su autooxidación, para alcanzar valores límites de IP (21).

El A.S. estacionado varios días a temperatura de 10 °C (la cual fue seleccionada para dar condiciones de estante, utilizando la temperatura ambiente promedio, en la cual trabajan los supermercados en el área de productos refrigerados) presentó, según se observa en Tabla 6, poca variación de color hasta los 62 días de estacionamiento y un período de inducción en el deterioro de lípidos a los 50 días, dando valores similares a los observados en la Tabla 5 luego de

un período de inducción de 1 hora (9,88 y 9,37 meq de peróxidos por kg de grasa, respectivamente) los que se encuentran en el límite de IP permitidos (10 meq/Kg de Gr) (21), y a partir del cual se considera que los lípidos presentes en el alimento comienzan un proceso de enranciamiento, lo que es verificado por el IP obtenido a los 62 días en donde la descomposición de los peróxidos ocasiona la disminución en el IP del alimento suplementario.

FIGURA 3

Perfil de textura del alimento de humedad intermedia

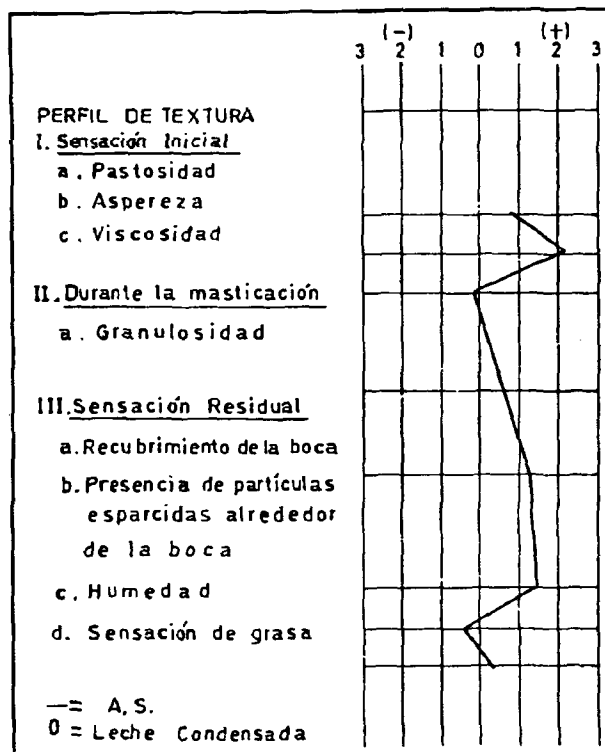


TABLA 5

Estabilidad del alimento suplementario sometido a oxidaciones forzadas a 100 °C y corriente de aire

Horas de Tratamiento	0	1	2	3	5
Color ^a	63,40	53,50	47,90	43,00	38,90
Indice de peróxidos ^b	3,35	9,37	4,22	4,22	2,78

a Escala L (calibrado 100% = 93,1)

b miliequivalentes de peróxidos/ Kg de grasa

TABLA 6

Estabilidad del alimento suplementario estacionado

Días	0	50	62
Color ^a	63,40	57,40	55,90
Indice de peróxidos ^b	3,35	9,88	5,65

a Escala L (calibrado 100% = 93,1)

b miliequivalentes de peróxidos/ Kg de grasa

El A.S.S. en agua se comportó estable durante varias horas y según se observa en Tabla 7, la máxima velocidad de desestabilización se presentó en la primera hora desde su preparación, (aproximadamente un 20% de diferencia en extracto seco del sobrenadante) a partir de la cual tanto el extracto seco total como el color (por concentración de sólidos) variaron levemente.

TABLA 7

Estabilidad del alimento suplementario suspendido en agua (1:1)

Horas	0	1/2	1	2	4	5	24
Extracto seco ^a	39,5	30,8	30,7	30,7	30,8	30,1	30,1
Color ^b	74,8	71,3	69,5	69,4	68,7	69,1	73,6

a g 100 g

b Escala L (calibrado 100% = 93,1)

CONCLUSIONES

Evaluadas las características nutricionales, funcionales, de estabilidad y aceptabilidad del alimento suplementario base el mismo se presenta como vehículo conveniente para llegar a distintos usuarios, ya que el mismo se puede adecuar a requerimientos específicos, por ejemplo de vitaminas y minerales a través de la adición de los mismos en fase acuosa o lipídica, según corresponda durante la obtención del A.S., como así también el agregado de determinados aromas y/o sabores de mayor aceptabilidad.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Evaluación Sensorial de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Salta, por colaboración en este trabajo.

REFERENCIAS

- Hofvander Y. & Underwood B.A. Processed Supplementary Foods for older infants and young children, with special reference to developing countries. *Food and Nutrition Bulletin*, Vol 9(1): 1-7. 1987.
- Del Valle R.F., Villanueva H. Reyes Gorea J., Escobeda M., Bourges H., Ponce J. & Muñoz M.J. Development, evaluation and Industrial products of a powdered Soy-Oats Infant Formula using a Low-Cost Extruder *Journal of Food Science*, Vol 46:192-197. 1981.
- Pham C.B. & Del Rosario R.R. Studies on the development of texturized vegetable products by the extrusion process II. Effects of processing variables on protein properties. *Journal of Food Technology* Vol. 19:533-547. 1984.
- Pham C.B. & Del Rosario R.R. Studies on the development of texturized vegetable products by the extrusion process II. Effects of extrusion variables on the available lysine, total anal reducing sugar. *Journal of Food Technology*. Vol 19:549-559. 1984.
- Mercier C. & Feillet P. Modification of carbohydrates components by extrusion cooking of cereal products. *Cereal Chemistry*, 52:283. 1975.
- Gómez M.H. Desarrollo de un alimento de humedad intermedia a partir de estrudidos de maíz y soja. *Arch Latin Nut*. Vol 35(2):306-314. 1985.
- Kreisman L.N. & Labuza T.P. Storage stability of intermediate moisture food process cheese food products. *Journal of Food Science*. Vol 43:341-344. 1978.
- Rockland L.B. & Nishi S.K. Influence of water activity on food product quality and stability. *Food Technology* 43-51. April 1980.
- Gómez M.H. & Aguilera J.M. A physicochemical model for extrusion of corn starch. *Journal of Food Science*, 49(1): 40-43. 1984.
- Association of Official Agricultural Chemist Official Methods of Analysis of the A.O.C. 12° ed; Washington D.C. The Association pp489. 1975.
- Anderson R.A., Conway H.F., Pfeifer V.F. & Griffin E.L. Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. *Cereal Science Today*. Vol. 14(1):4. 1969.
- Gómez M.H. & Aguilera J.M. Changes in the starch fraction during extrusion-cooking of corn *Journal of Food Science*, 48:378. 1983.
- Hanson S.N. & Jolley. *Biochem* 1(89):101. 1963.
- Kakade M.L., Rockis J.J., Mc Ghee J.E. and Puski G. Determination of trypsin inhibitor activity of soy products. *Cereal Chemistry* Vol 51(3):376. 1974.
- Carpenter K.J. The estimation of the available lysine in animal protein foods. *Biochemistry Journal* Vol 77:604-610. 1960.
- Sarwar G. & Mc Laughlan J.M. Relative net protein ration method for evaluating protein quality. *Nutritional Reports International* 6(23):1107-1166. 1981.
- McCune T.D., Lang K.W. & Steinberg M.P. Water activity determination with the proximity equilibration cell. *Journal of Food Science*. Vol 46:1978-79. 1981.
- Araya H., Alviña M., Vera G. y Pak N. Valores recomendables de densidad energética en preparaciones de consistencia tipo sopa o crema espesa destinados a la alimentación pre-escolar. *Arch Latin Nut* Vol 41(1):54-61. Marzo 1991.
- Larmond E. Laboratory Methods for sensory evaluation of Food. Research Branch Department of Agriculture Publication pp 1637. 1967.
- Lescano G.R., Armada M. y Corimayo J. Optimización en mezclas cereal-leguminosas. Congreso Académico Tecnológico, organizado por IBM. Universidad Argentina de la Empresa pp 87. 30-31 de octubre de 1990.
- Código Alimentario Argentino (Actualizado), Juan José de la Canal pp80. Buenos Aires 1993.

Recibido: 22-12-1994

Aceptado: 28-12-1995