

# Evaluación biológica de alimentos nutricionalmente mejorados en ratas Wistar

Rosa Márquez Montes  
Leticia Irene Altúzar Carpio  
Guadalupe Villanueva Carrillo  
Gabriela Palacios Pola

## RESUMEN

Existen varios métodos para evaluar la calidad proteica de los alimentos y están relacionados con la eficiencia con la que son usados para la síntesis y mantenimiento de la proteína tisular. Los métodos biológicos se fundamentan en el crecimiento de ratas destetadas. La aplicación de los valores de los ensayos biológicos en ratas, con respecto a la nutrición proteica es mayormente de tipo cualitativo. El objetivo del presente estudio fue evaluar a través de pruebas biológicas en ratas, el valor nutricional de los insumos proteicos utilizados en un desayuno escolar dirigido a niños en etapa preescolar y escolar. Cabe mencionar que los insumos proteicos están compuestos básicamente por mezclas de harinas de cereales (harina de maíz, avena, trigo, plátano y soya) adicionadas con mezclas de vitaminas y minerales.

**Palabras clave:** Insumos proteicos, evaluación biológica, digestibilidad de materia seca, digestibilidad de nitrógeno aparente, relación de eficiencia proteica.

## ABSTRACT

Several methods exist to evaluate the quality protein of the food and are related to the efficiency to the one that they are used for

the synthesis and maintenance of the protein cell. The biological methods are based on the growth of weaned rates. The application of the values of the biological tests in rates, with regard to the nutrition is mainly of qualitative type. The present study was to evaluate across biological tests in rates, the nutritional value of the inputs used in a school breakfast directed children in pre-school and school stage. It is necessary to mention that the inputs are composed basically by mixtures of flours of cereals (Flour of corn, Oats, Wheat, Banana and Soy bean) added with mixtures of vitamins and minerals.

**Key words:** Input protein, evaluation biological, DM sec, DN ap, PER.

## INTRODUCCIÓN

El estado nutricional es un indicador de la vida, que en zonas rurales y marginadas se presentan con más claridad. Los factores económicos, sociales, disponibilidad de alimentos además de los pocos conocimientos sobre la alimentación y nutrición adecuada de los individuos, conlleva a la necesidad urgente de desarrollar nuevas investigaciones sobre alimentos mejorados proteínicamente para fortalecer la dieta de la población infantil. El estado de nutrición del individuo depende, en última instan-

\*Escuela de Nutrición, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Libramiento Norte Poniente No. 1150, Colonia Lajas Maciel, CP. 29000. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.  
rosa.marquez@unicach.mx  
gabriela.palacios@unicach.mx  
lupitaveintiocho@hotmail.com

cia, del tipo de alimento que ingiere, la evaluación de la dieta resulta ser un indicador apropiado. Debido a este grave problema de salud, se han realizado muchos estudios, con el objetivo de encontrar una solución que ayude a que la desnutrición se pueda controlar y que los casos disminuyan en nuestro país (*Programa de atención de menores de cinco años, DIF*). A raíz de este problema de salud pública, el gobierno ha implementado programas alimenticios con la finalidad de mejorar el estado de salud principalmente en niños, para lo cual se desarrolló y se implementa en la actualidad el *Programa de desayunos escolares*; éste fue creado como resultado de la información proporcionada por organismos de sector salud, en estos datos (Ensanutef, 2006), se menciona que la población de niños menores de 10 años, manifiestan algún grado de desnutrición, esto es particularmente grave en algunos grupos sociales que viven en condiciones de marginación.

Hoy en día para la medicina experimental, la rata y el ratón son modelos que ofrecen muchas ventajas con respecto a otros, éstas son: al tratarse de un mamífero, una gran parte de sus procesos bioquímicos son similares al hombre, tienen un tiempo generacional muy corto, son muy prolíficos y se adaptan fácilmente a la vida en los bioterios, lo que permite controlar las variables ambientales en las experimentaciones. Comparte con el hombre el privilegio de ser la especie de mamífero mejor estudiada desde el punto de vista genético. Existen varios métodos para evaluar la calidad proteica de los alimentos y están relacionados con la eficiencia con la que son usados para la síntesis y mantenimiento de la proteína tisular. Los métodos biológicos se fundamentan en el crecimiento de ratas destetadas. La aplicación de los valores de los ensayos biológicos en ratas, con respecto a la nutrición proteica es mayormente de tipo cualitativo. El objetivo del presente estudio fue evaluar a través de pruebas biológicas en ratas, el valor nutricional de los insumos proteicos utilizados en un desayuno

escolar dirigido a niños en etapa preescolar y escolar. Cabe mencionar que los insumos proteicos están compuestos básicamente por mezclas de harinas de cereales (harina de maíz, avena, trigo, plátano y soya) adicionadas con mezclas de vitaminas y minerales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación es de tipo experimental, de corte longitudinal prospectivo, el universo de estudio fue 30 ratas machos y hembras de la cepa Wistar. Los criterios de inclusión son: ratas destetadas de 21 días de vida, procedentes de la misma camada, seleccionadas por sexo, los criterios de exclusión fueron; ratas que no cumplieran con la edad establecida de 21 días de nacimiento y que no pertenecieran a la camada.

La elaboración del alimento se realizó en el laboratorio de dietética y el análisis proximal de heces en el laboratorio de análisis y tecnología de alimentos de la Escuela de Nutrición, Unicach. El seguimiento de la evaluación biológica (incorporación del alimento a las ratas) se realizó en el bioterio de la Facultad de Ciencias Biológicas, Unicach.

### Procedimiento para la elaboración de los alimentos

Se elaboraron tres alimentos, de acuerdo a la composición de las mezclas de harinas para la elaboración de pasta, fritura y base para atole (tabla 1):

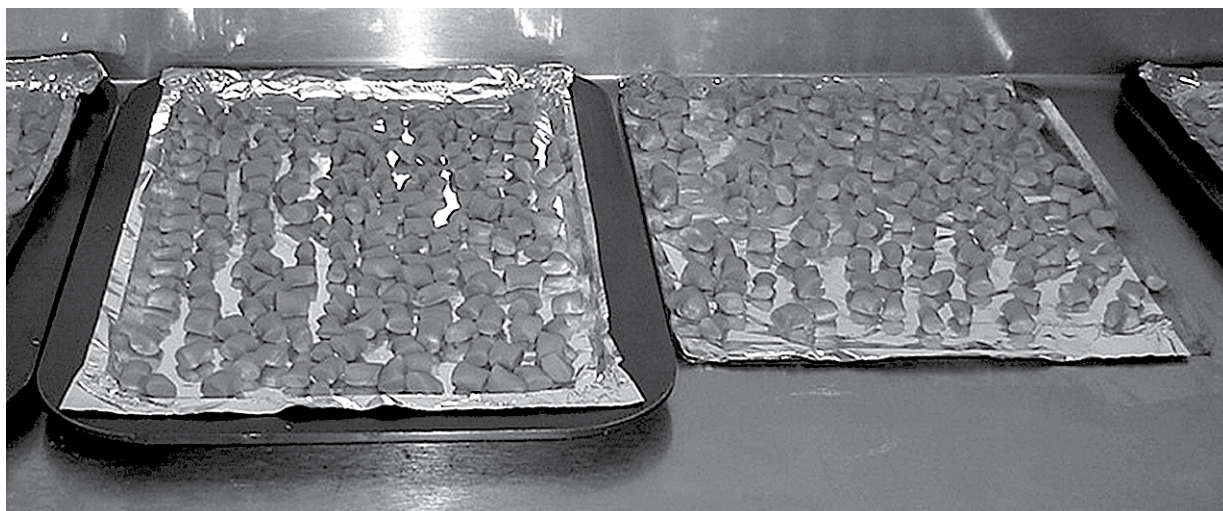
Elaboración de *pellets* (porciones en las que se presentan el alimento destinado para animales) a partir de la harina para pasta: se mezclaron las harinas de acuerdo a los porcentajes en el diseño propuesto, se adicionó vitaminas, huevos, aceite, sal y agua, hasta formar una mezcla moldeable. A partir de esta se formaron los *pellets* de aproximadamente 1 centímetro de grosor y 2 centímetros de largo (figura 1), éstos fueron deshidratados en la estufa de secado a una temperatura de 55-60 °C por aproximadamente 12 horas.

Elaboración de *pellets* a partir de la harina para base para atole: se mezclaron las harinas de acuerdo

INGREDIENTES	FRITURA	BASE PARA ATOL	PASTA
Harina de Trigo	-	500 g	700 g
Harina de Soya	250 g	250 g	300 g
Harina de Maíz	500 g	-	-
Harina de Amaranto	-	25 g	-
Harina de Avena	250 g	-	-
Harina de Plátano	-	100 g	-
Leche en Polvo	-	100 g	-
Chocolate en Polvo	-	80 g	-
Azúcar	-	1280 g	-
Sal	6 g	-	22,5 g
Clara de Huevo	-	-	9 pzas.
Aceite	-	-	7 cdas.
Vitaminas	1.4 g	1.8 g	1.4 g
Antioxidante	4 g	-	-
Conservador	6.2 g	6.2 g	6.2 g

Fuente: Cruz, 2009. Diseño de un desayuno escolar nutricionalmente mejorado dirigido a niños preescolares y escolares. UNICACH, Tuxtla Gutiérrez. Escuela de Nutrición. Junio 2009.

**Tabla 1** ■ Ingredientes en 1000 gramos de alimento.



**Figura 1** ■ Pellets elaborados, a partir de las mezclas de harina para procesar pasta, frituras y base para atol.



Figura 2 ■ | *Rattus Narvegicus Albinus*.



Figura 3 ■ | Ratas Wistar, destetadas Cepa Wistar

a los porcentajes en el diseño propuesto, se adicionó harina de plátano en una proporción del 10 % con respecto al 100 % de la proporción de las harinas, leche en polvo, chocolate, azúcar, vitaminas y conservadores. Se adicionó agua hasta formar una mezcla moldeable, a partir de esta se formaron los *pellets* de aproximadamente 1 centímetro de grosor y 2 centí-

metros de largo, estos fueron secados en la estufa de secado a una temperatura de 55-60 °C por aproximadamente 12 horas.

Elaboración de *pellets* a partir de harina para fritura: se mezclaron las harinas de acuerdo a los porcentajes en el diseño propuesto, se le agregó sal y agua. A partir de esta mezcla se elaboraron *pellet's* de aproximadamente 1 centímetro de grosor y 2 centímetros de largo, estos fueron secados en la estufa de secado a una temperatura de 55-60°C por aproximadamente 12 horas.

### Evaluación biológica

Las ratas utilizadas fueron de la especie *Rattus narvegicus albinus* cepa Wistar (figura 2), destetadas de 21 días de nacidas y todas procedieron de la misma camada (figura 3), con un peso aproximado de 20 o 25 g. Las 30 ratas seleccionadas se agruparon en 3 grupos de acuerdo al tipo de alimento proporcionado y en subgrupos de acuerdo al sexo, se identificaron 6 testigos a los cuales se les proporcionó el alimento que comúnmente consumen. Cada una fue colocada en en una caja de polietileno con cama de aserrín de pino previamente cernido en colador número 9 y esterilizado por dos horas en la estufa de secado a 60°C (el tamaño del aserrín permitió que la colecta de heces fuera más eficiente). A cada caja se le colocó una rejilla en donde se monto el bebedero y el alimento. Las cajas fueron rotuladas con etiquetas en donde se identificaron por sexo, tipo de alimento, peso de la rata, peso de heces y nombre del proyecto. Las condiciones de temperatura que se mantuvieron en el área experimental fueron entre  $26^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$ .

### Monitoreo de peso corporal, consumo de alimento y eliminación de heces

Peso corporal. El monitoreo se realizó cada semana, para ello cada rata fue colocada en un inmovilizador, posteriormente se peso en una bascula electrónica (fi-

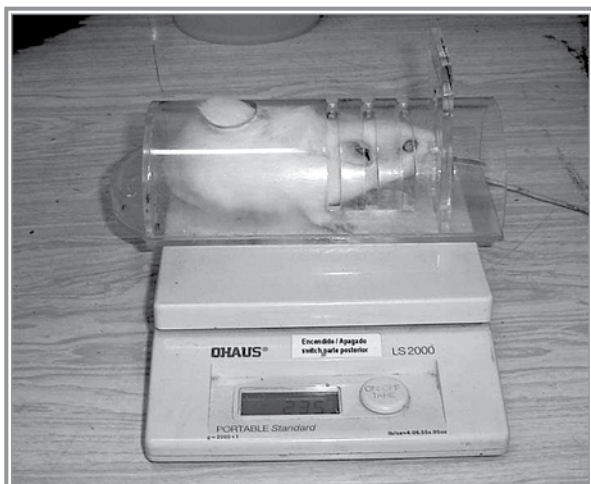


Figura 4 ■ | Determinación del peso de la Rata.

gura 4) y por diferencia de peso con respecto al peso del immobilizador, se determina el peso de la rata:

*Peso de rata = Peso de rata con immobilizador - Peso del immobilizador*

Consumo de alimento: Inicialmente a cada rata se le proporcione 100 g de alimento correspondiente, al finalizar la semana o cuando fuera necesario se les agregó alimento suficiente para su alimentación. Posteriormente se cuantificó el alimento consumido por semana (figura 5).

Recuperación de heces. La recolección de heces se realizó al finalizar cada semana, para ello se utilizó el aserrín utilizado como cama de la rata con un tamiz # 9. El tamaño de la abertura de la malla permitió la recolección de las heces y evitó el paso del aserrín. Posteriormente las heces fueron secadas en la estufa a 60 ° por aproximadamente 12 horas.

#### **Cálculo de los Indicadores de calidad proteica**

PER (Relación de Eficiencia Proteica). Se calculó a partir de la determinación del aumento de peso en



Figura 5 ■ | Alimentación de la Rata.

gramos de las ratas con respecto al consumo del alimento en gramos multiplicado por el porcentaje de proteína del alimento correspondiente, empleando la siguiente expresión

$$PER = \text{Aumento de peso (g)} / \text{Consumo de alimento (g)} * \% \text{ de proteína}$$

DMsec (Digestibilidad de Materia Seca). La digestibilidad de materia seca se obtuvo de la relación del alimento total consumido menos el peso de las heces excretadas con respecto al alimento total consumido empleando la siguiente expresión:

$$DM \text{ sec} = (\text{Alimento total consumido} - \text{Peso de heces} / \text{Alimento total consumido}) * 100$$

Digestibilidad de Nitrógeno Aparente (DNap). Se obtuvo de la relación del nitrógeno del alimento consumido menos el nitrógeno de heces con respecto al nitrógeno consumido, expresado en porcentaje. Se asume que del total del nitrógeno de la dieta, lo que no se absorbe en la digestión por el organismo se que-

ALIMENTO	PESO INICIAL	PESO FINAL
Fritura	84.1	161.2
Pasta	27.9	106.5
Base para Atol	26.4	135.0
Testigos (Harlan Tekland Global)	59.6	230.9

**Tabla 2** ■ Promedio de peso final de las ratas evaluadas.

da en las heces. Para determinar el valor de digestibilidad de nitrógeno aparente en una dieta se requiere calcular el contenido de nitrógeno del alimento; el alimento total consumido, el nitrógeno en heces y el peso total de heces empleando la siguiente expresión:

$$DN\ apa = (\% \text{ Alimento consumido} - \% \text{ de nitrógeno en heces} / \% \text{ de nitrógeno en alimento consumido}) * 100$$

### Análisis proximal de heces

Análisis proximal: determinación de extracto etéreo y proteína cruda por el método de microkjeldahl según las técnicas analíticas de la AOAC (1984). Todas las determinaciones se realizaron por duplicado.

## RESULTADOS

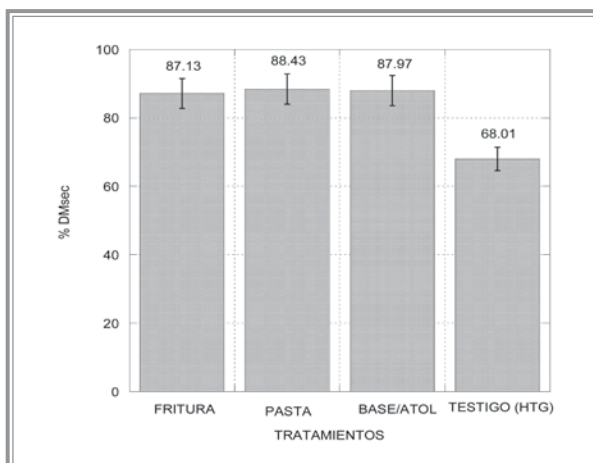
En la tabla 2, se muestra el incremento de peso de las ratas durante el período de evaluación que fue de 6 semanas. Se observa el incremento de peso de aproximadamente el doble para los tratamientos evaluados, sin embargo, que para el grupo control (Harlan Teklan Global) el aumento de peso fue de cuatro veces mayor al peso inicial. Estas diferencias pueden deberse a la composición de los alimentos y a su asimilación.

En la tabla 3, se muestran los resultados obtenidos del porcentaje de DMsec de las dietas experimen-

% Digestibilidad de Materia Seca			
Dieta	Hembras	Machos	Mixto
Fritura	87.96	86.31	87.13 <sup>a</sup>
Pasta	89.18	87.68	88.43 <sup>a</sup>
Base para atol	88.08	87.87	87.97 <sup>a</sup>
Harlan Tekland Global (Testigo)	63.83	72.17	68.00 <sup>b</sup>

**Tabla 3** ■ Porcentaje de Digestibilidad de Materia Seca (DMsec).

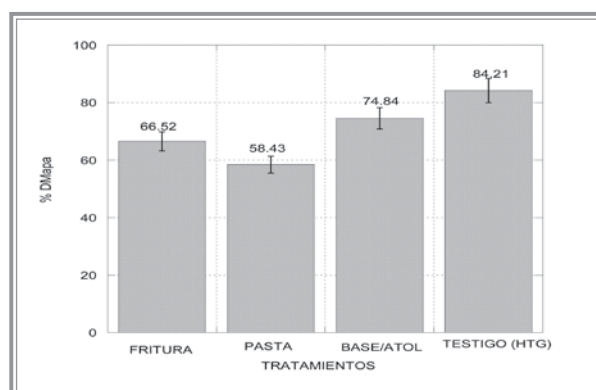
tales como son fritura, pasta y base para atole. Esta respuesta indica el porcentaje de materia seca asimilada con respecto a la cantidad de heces defecadas por las ratas. La respuesta con respecto al efecto de la ingesta de los alimentos evaluada por alimento en ambos sexos fueron analizadas mediante un análisis de varianza (ANOVA One Way, P=95%), los resultados indican que sí hubo diferencia significativa entre el testigo y las respuestas por tratamiento (gráfica 1), esto significa que entre los tratamientos la cantidad de materia seca digerida y defecada por las ratas es



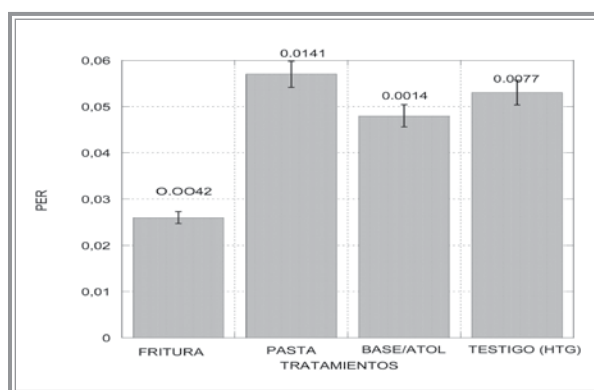
**Gráfico 1** ■ Porcentaje de Digestibilidad de Materia Seca (DMsec).

Dieta	% Digestibilidad de Nitrógeno Aparente		
	Hembras	Machos	Mixto
Fritura	71.73	61.31	66.52 <sup>a</sup>
Pasta	69.82	47.04	58.43 <sup>a</sup>
Base para atol	65.08	84.00	74.84 <sup>a</sup>
Harlan Tekland Global (Testigo)	86.55	92.39	84.21 <sup>a</sup>

**Tabla 4** ■ Digestibilidad de Nitrógeno Aparente (DNapa).



**Gráfica 2** ■ Porcentaje de Digestibilidad de Nitrógeno Aparente (DNapa).



**Gráfica 3** ■ Relación de Eficiencia Proteica (PER).

muy semejante, esto pudiera deberse a la composición de los alimentos ya que no hay mucha variación en el contenido proteico y en la composición de las harinas con las que fueron elaboradas, de acuerdo a la bibliografía consultada (Falcón *et al.*, 2006). Este porcentaje es superior al reportado, sin embargo, a pesar de que más del 80% del alimento fue asimilado no se observa un incremento considerable en el peso de las ratas en promedio comparado con el testigo (tabla 2), el cual sí se ve reflejado un aumento considerable de peso, pero esto se relaciona con la cantidad de alimento consumido que es superior comparado con el promedio de alimento consumido en los tratamientos evaluados. Se concluye para este análisis que el alimento si fue asimilado por las ratas, sin

embargo, la cantidad de alimento consumido no fue suficiente para observar un incremento considerable en el peso comparado con el testigo.

En la tabla 4, se muestran los resultados obtenidos del porcentaje de DNapa de las dietas experimentales comparados con el testigo, este resultado indica el porcentaje de nitrógeno absorbido calculado de la relación contenido de nitrógeno presente en el alimento consumido y contenido de nitrógeno presente en las heces desechadas por las ratas, la diferencia indica el porcentaje de nitrógeno absorbido por las ratas. Los resultados fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA One Way, P=95%), éstos muestran que no existen diferencias significativas de DNapa entre el testigo y los tratamientos (gráfi-

Dieta	PER		
	Hembras	Machos	Mixto
Fritura	0.023	0.029	0.026
Pasta	0.047	0.067	0.057
Base para atol	0.047	0.049	0.048
Harlan Tekland Global	0.048	0.059	0.053

**Tabla 2** ■ Relación de Eficiencia Proteica (PER).

ca 2), lo que pone de manifiesto es que las proteínas que componen los 4 alimentos es asimilada por las ratas de la misma manera. Por lo anterior se puede concluir que a pesar de la diferencia en cantidad de alimento ingerido y así también en su composición, las ratas digieren más del 50% del nitrógeno presente en los alimentos

En la tabla 5, se muestran los resultados obtenidos de PER, este resultado indica la cantidad de proteína asimilada y su relación con el incremento de peso de las ratas, los resultados fueron analizados por grupo para ambos sexos (mixto) mediante un análisis de varianza (ANOVA One Way, P=95%). Éstos también muestran que no existen diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo (gráfica 3), lo que se concluye con este indicador de calidad proteica es que las ratas absorben la proteína de los alimentos indistintamente, por tanto, cualquiera de los 4 alimentos pueden ser consumidos y su efecto con respecto a la ganancia en peso será muy semejante.

## CONCLUSIONES

Los resultados de los indicadores de calidad proteica como DMsec indican que sí hay diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo, ya que la relación de la cantidad de materia seca asimilada y defecada son muy semejantes entre sí debido a que no hubo variación en el contenido proteico; sin embargo, más del 80% de la materia seca fue asimilada. Con respecto al indicador DNapa no existe diferencias significativas entre tratamientos y testigo, a pesar

de ello más del 50% de nitrógeno contenido en los alimentos fue asimilado como lo muestran los resultados obtenidos. Finalmente, con el indicador PER el incremento del peso y la cantidad de proteína que asimilaron las ratas no hubo diferencias significativas entre tratamiento y testigo. Sin embargo, sí hubo diferencia en la ganancia de peso entre ellos aunque estadísticamente no es significativa la diferencia. La presentación y la textura de los alimentos elaborados no favorecieron el consumo debido a que estos eran muy duros y, por tanto, difíciles de manipular por las ratas, por lo que es necesario en futuras investigaciones utilizar un tipo de ablandador de alimentos e instrumentos para la elaboración de *pellets*.

## LITERATURA CITADA

**CASANUEVA, E., M. KAUFER HORWITZ., A.B. PEREZ LIZAURO. Y P. ARROYO, 2005.** *Nutricología Médica*, 2ª edic. Editorial Médica Panamericana, 212 pp.

**CRUZ B., 2009,** *Diseño de un desayuno escolar nutricionalmente mejorado dirigido a niños preescolares y escolares*, Unicach.



**FALCÓN-VILLA M. R., YÁÑEZ-FARÍAS G. A. y BARRÓN-HOYOS J. M., 2006.** Efecto del sexo de la rata (*Sprague dawley*) sobre la digestibilidad y razón neta de proteína en alimentos de distinta calidad proteica. *rev. Chilena de Nutrición* 33 (3):1-10.

**KIRK, R., SAWYER, S. y EGAN, R., 2006.** “Cereales y Harinas”, en *Composición y Análisis de alimentos*, México, Continental, 312 pp

**LÓPEZ, P., SÁNCHEZ, I. y ROMÁN, A., 2006.** Evaluación biológica de la calidad proteica de diferentes variedades de cebada (*Hordeum sativum jess*) cultivadas en los estados de Hidalgo y Tlaxcala, México. *revista chilena de nutrición* 33 (1): 1-12.

**MATUTE, L., SAN MARTÍN, F., ARBAIZA, T. y CARCELÉN, F., 2003.** Digestibilidad del camote y su efecto sobre la digestibilidad de concentrados usados en la alimentación de perros. *revista de investigaciones veterinarias del Perú*, 14 (1): 1-15

**NOM-147-SSA-1., 1996.** Bienes y servicios. Cereales y sus productos. Harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, resultados por entidad federativa*, 2006, *Programa Nacional de Salud*. 2000. Secretaría de Salud.



