

## Evaluación de los niveles de efectividad de mezclas vegetales en la recuperación de animales con desnutrición proteico-energética precoz y tardía

Patricia Liliana Jiménez de Erramouspe <sup>1</sup> y Margarita Armada de Romano <sup>2</sup>

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

**RESUMEN.** La efectividad de la mezcla trigo: soja (85:15) con y sin el agregado de los aminoácidos limitantes de la misma (metionina y lisina) fue evaluada para: **a.** El mantenimiento de ratas normales, alimentadas previamente con caseinato de calcio (grupo control), **b.** La recuperación de ratas con desnutrición proteico-energética precoz y tardía (grupos DP y DT), y **c.** La habilidad de estos animales (normales y desnutridos) para autoseleccionar los aminoácidos ofrecidos.

La dieta de prueba con y sin la suplementación, fue adecuada para mantener un normal aumento del contenido de nitrógeno corporal de los animales del grupo control.

Los principales cambios en el peso de ratas de los grupos experimentales durante el período de recuperación dependieron: del estado nutricional del animal y de la cantidad de dieta y de aminoácidos ingeridos.

A medida que aumentó la edad del animal disminuyó la ingesta de alimentos en todos los grupos experimentales (esta tasa o relación fue expresada como gramos de alimento consumido/100 gramos de rata) siendo más alta en los animales desnutridos.

La ingesta de aminoácidos (autoselección) dependió: del estado nutricional y del tiempo de la desnutrición de los animales, una ingesta superior a los valores estándar requeridos (Rogers y Harper) fue observada en los tres grupos experimentales.

Se demostró que la cantidad de metionina (g de metionina consumida/100 g de mezcla trigo: soja) estuvieron directamente relacionadas a la ingesta de lisina, expresada en unidades similares una correlación significativa fue observada:  $r=0,816$  para el grupo C, y  $r=0,789$  para el grupo DT, y altamente significativa ( $r=0,996$ ) para el grupo DP.

El aumento de la tasa entre el nitrógeno corporal total y su valor inicial fue significativo en todos los casos, siendo el efecto más pronunciado para el grupo DP.

**SUMMARY.** Evaluation of the levels effectiveness of vegetable mixtures in the recovering of rats with later and early protein calorie malnutrition. The efficiency of a wheat: soy mixture (85:15 ratio) with and without supplementation of the limitant aminoacids (methionine and lysine), was evaluated for: **a.** Supporting the normal rat growth previously fed with a casein diet (control group). **b.** The rat recovering with early and later protein-calorie malnutrition, and **c.** The animals ability (control and malnourished groups) in the self-selection for the limitant aminoacids given.

It was shown that the test diet, with and without supplementation, was adequate to sustain a normal body nitrogen content increase of the control groups animals. The principal changes in rat weight of the experimental animals during the recovering period were dependent on the nutritional state and the quantity of both, diet and aminoacids intakes.

As the age of rats increased, the diet intake (expressed as g of diet intake/100 g of rat) decreased in all experimental groups; this effect being more noticeable in malnourished groups.

The self-selected intake of lysine and methionine, depends on: the previous nutritional state and the period of undernutrition of the animals; higher intake than the standard required values (Rogers and Harper) was observed in the three experimental groups.

It was shown that the amount of methionine (gr met intake/100 g of wheat mixture) was directly related to lysine intake, expressed in similar units; significant correlation was observed:  $r=0,816$  (control group) and  $r=0,789$  (later malnutrition group) and highly significative  $r=0,996$  (early malnutrition group).

The increase of the ratio between total body nitrogen and its initial value, was significative in all the cases. However the effect was more pronounced when the results obtained with early-malnutrition group are analyzed. The experiments performed with later malnutrition groups revealed that the increase of body nitrogen content was higher for supplemented diets than for animals fed with no-supplemented mixtures (the observed difference was highly significative  $p<0,01$ ). The analysis of body lipid content showed that the relative increase was much more significative for early malnourished groups. However in all the case the effect of aminoacid supplementation is almost negligible.

<sup>1</sup> Licenciada en Nutrición. Auxiliar de Investigación del Consejo de Investigación, con retribución equivalente a Jefe de Trabajos Prácticos Dedicación Exclusiva. Universidad Nacional de Salta. Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup> Ingeniera Química. Profesor Titular en la Cátedra Tecnología de Alimentos. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Salta, Buenos Aires, Argentina.

Las experiencias llevadas a cabo en los grupos con desnutrición tardía, revelaron que el aumento del contenido de nitrógeno corporal fue mayor para los animales que consumieron dietas suplementadas con aminoácidos, con respecto a los que consumieron dietas sin suplementar, la diferencia observada fue altamente significativa  $p < 0,01$ .

El análisis del contenido de grasa corporal mostró que el aumento relativo fue mucho más significativo para los grupos con desnutrición precoz, mientras que el efecto de la suplementación con los aminoácidos sobre el contenido de grasa corporal fue mínimo.

## INTRODUCCION

La disponibilidad de alimentos adecuados en cuanto a su calidad proteica y densidad energética, es de gran importancia, especialmente para poblaciones humanas de bajos recursos económicos, con estado de riesgo nutricional o problemas de deficiencia nutricional.  $\chi$

La exclusión de alimentos de origen animal en las dietas, deja a las semillas oleaginosas como fuente de grasas y proteínas, ocupando la soja un lugar importante (1).

La combinación cereal: oleaginosa como alimento, proporciona cantidad y calidad de proteínas adecuadas, junto con calorías apropiadas (2).

Existen evidencias indicativas de que los animales, en mayor medida que el hombre, poseen habilidad para seleccionar una dieta adecuada, cuando se les da a elegir separadamente los componentes de la misma, logrando un crecimiento óptimo (3).

La deficiencia proteica influiría en la ingesta de alimentos, así dietas bajas en proteínas afectarían la cantidad de alimentos consumidos y la eficiencia de su utilización, en términos de crecimiento corporal (4). Por otra parte, el contenido de energía de una ración parece ejercer una considerable influencia sobre el consumo de alimentos y sobre la utilización proteica (5).

En ratas alimentadas con dietas deficientes en proteínas se observa una marcada pérdida del peso corporal (6,7, 8, 9, 10).

Ya que el peso es el resultado de cambios en la composición corporal, es conveniente controlar variaciones en la misma (7). A fin de aportar soluciones económicas y prácticas al problema de la desnutrición. Fue objeto de este trabajo evaluar la efectividad de la mezcla trigo-soja (85:15) suplementada o no con los aminoácidos limitantes de la misma en:

1. Mantenimiento de los animales normales alimentados con caseína, considerándose normales a aquellos libres de condiciones patológicas (20), y
2. Recuperación de animales con desnutrición proteico-energético precoz y tardía.

## MATERIAL Y METODOS

**Animales:** Se utilizaron ratas cepa Wistar de ambos sexos recién nacidas, pertenecientes al Bioterio de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Salta, las que fueron agrupadas y alimentadas de la siguiente manera:

**Grupo control (C):** Estas fueron alimentadas en camadas de ocho crías por cada rata nodriza, para asegurar un amamantamiento y crecimiento normal (5) (11) (12) (13). Luego del destete a los 21 días, se les ofreció una dieta con caseinato de calcio en una concentración proteica de 15,51 g/100g de dieta (isonitrogenada con respecto a la mezcla trigo-soja 85:15); la misma fue suministrada por un período de 14 días (Tabla 1).

TABLA 1  
DISEÑO EXPERIMENTAL

Tratamiento	Nº de ratas	Destete (días)	Período de desnutrición		Prio. de Recuperación	
			Alimento	Distribución	Alimento	Distribución
Control	24	21	Caseinato	100 %	D. Prueba A	50 %
					D. Prueba B	50 %
D. Tardía	24	21	Dieta LP	100 %	D. Prueba A	50 %
					D. Prueba B	50 %
D. P. precoz	32	21	Dieta LP	100 %	D. Prueba A	50 %
					D. Prueba B	50 %

A. Suplementada con los aminoácidos limitantes

B. No suplementada con los aminoácidos limitantes

**Grupo con desnutrición precoz (DP):** este grupo fue diseñado de manera que el amamantamiento se realizará en camadas de 16 crías por rata nodriza, a fin de producir desnutrición precoz (21) a los 21 días fueron destetadas, alojadas en jaulas individuales y alimentadas con una dieta LP por 14 días. (Tabla 1).

**Dietas:** Se utilizaron tres tipos de dietas:

**Dieta 1:** con un contenido del 15,51 g de proteína 100 g de dieta, en forma de caseinato de Calcio (con un contenido de proteína de 87 g de proteína/100 g de concentrado), esta dieta fue suministrada al grupo control desde el destete y por 14 días (Tabla 2).

TABLA 2  
COMPOSICION DE LAS DIETA CONTROL (C)  
Y LIBRE DE PROTEINA (LP)

Alimentos	Dietas g/ 100 de dieta	
	(C)	(LP)
Lípidos	5,00	5,00
Proteína	17,83 <sup>a</sup>	0,00
Vitaminas	1,10 <sup>b</sup>	1,10 <sup>b</sup>
Minerales	5,00 <sup>c</sup>	5,00 <sup>c</sup>
Dextrina	71,07	88,09
Total	100,00	100,00

<sup>a</sup> 17,83 g de polvo para obtener 15,51 g de proteína (el caseinato de calcio utilizado contiene 87 g de proteína/100 g de caseinato).

<sup>b</sup> Vitaminas: Se utilizó una mezcla comercial para animales de laboratorio (Nutritional Biochemicals Cleveland, Ohio).

<sup>c</sup> Se utilizó la mezcla comercial de Sales de Hegsted (23).

**Dieta 2** : no contenía proteína y fue suministrada a los grupos DT y DP a partir del destete y por 14 días (Tabla 2).

**Dieta 3** : o dieta de prueba, consistió en una mezcla trigo-soja, en una proporción de 85:15, respectivamente.

La mezcla fue preparada con harina de trigo comercial tipo 000, según Código Alimentario Argentino (22) y harina de soja con toda su grasa, obtenida en laboratorio, a partir de semillas de *Glycine Max* (L) Merrill, por el proceso que considera inactivación de factores antinutricionales con calor húmedo, acondicionada previamente a un 25 % de humedad y sometida a vapor de  $98 \pm 2$  °C durante seis minutos. Secada luego en estufa con corriente de aire a 45-50 °C (17).

El cómputo químico de la mezcla, trigo: soja (85:15) reveló a la metionina y lisina como sus 1° y 2° aminoácidos limitantes. Se realizó el análisis químico de la mezcla trigo: soja, a fin de establecer el nivel proteico con el cual se trabajaría (Tabla 3).

TABLA 3  
COMPOSICION DE LA MEZCLA TRIGO: SOJA (85:15)

Composición Química	g/100 g
Proteína	15,51
Extracto etéreo	4,72
Cenizas	1,42
Fibra	0,34
Humedad	12,90
Extracto libre de nitrógeno	65,11
Total	100,00

La dieta de prueba (Tabla 4) fue ofrecida a los 3 grupos experimentales a los 14 días del destete, momento en el cual cada uno de los grupos fue dividido en 2 subgrupos, los subgrupos A recibieron la dieta de prueba con el agregado de los aminoácidos limitantes de la mezcla trigo: soja y los subgrupos B recibieron la dieta de prueba sin el agregado de los aminoácidos metionina y lisina en potes individuales (no incluidos dentro de la dieta de prueba) permitiendo así la autoselección de los niveles de aminoácidos por parte de los animales normales y de los sometidos a distintos tipos de desnutrición.

TABLA 4  
COMPOSICION DE LA DIETA DE PRUEBA  
(g/100 g DE DIETA)

	Mezcla trigo: soja	Dieta de Prueba
Lípidos	4,72	5,00 <sup>a</sup>
Proteína	15,51	15,51 <sup>b</sup>
Vitaminas	0,46 <sup>c</sup>	1,10 <sup>d</sup>
Minerales	1,42	5,00 <sup>e</sup>
Dextrina	65,11	73,39 <sup>f</sup>
Total	100,00	100,00

- a Se adicionó aceite comestible de maíz hasta lograr el nivel lipídico de la dieta.
- b No se adiciona ninguna otra proteína
- c Se realiza el cálculo teórico en base a Tablas de Composición de Alimentos.
- d Se adiciona mezcla comercial de vitaminas hidro y liposolubles hasta completar nivel requerido, (NBC).
- e Se agregan hasta el valor de requerimiento utilizando las sales comerciales de Hegsted, por diferencia con el valor obtenido por análisis químico.
- f Se considera en el cálculo realizado los valores previamente determinados de fibra y humedad de la mezcla.

La cantidad de aminoácidos ofrecidos a cada animal fue calculada en base a los requerimientos dados por Rogers y Harper por cada 100 g de dieta (18), a esta cantidad se la duplicó (por posibles pérdidas que se ocasionaran durante la ingesta diaria).

La cantidad de aminoácidos consumidos, se controló diariamente por diferencia de peso; utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Alimento dado} - \text{Alimento volcado} = \text{alimento consumido}$$

reponiéndose diariamente la cantidad en gramos de aminoácidos de acuerdo a los valores calculados por día y por cantidad de dieta ofrecida.

La dieta de prueba se analizó químicamente y se utilizó como tal, sin el agregado de minerales ni de vitaminas; pues se deseaba evaluar su capacidad (suplementada o no con los aminoácidos limitantes) para:

- Mantenimiento y crecimiento de animales normalmente nutridos, y
- la recuperación de animales desnutridos precoz y tardíamente, en forma experimental.

El agua y la comida fue suministrada a todos los animales *ad libitum*.

Los animales fueron pesados cada 7 días, y sacrificados a los 21, 35 y 49 días de edad (previo ayuno de 8 horas). Fueron sometidos a análisis de composición corporal. La humedad se

realizó por secado del carcás en estufa con vacío a 70 °C, determinada por diferencia de peso. La grasa corporal fue determinada sobre el carcás entero, previa molienda del mismo, mediante extracción con solvente por Soxhlet (15).

El contenido de nitrógeno total del carcás, se determinó sobre materia libre de grasa por el método de Kjeldhal (15).

En la expresión de resultados se utilizaron promedios con su desvío estándar.

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza para diseños en bloques al azar (16) y completamente aleatorizados. Se utilizó también el método de correlación, para el análisis de ingesta de aminoácidos (19).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Cambios en el peso corporal

**Período de desnutrición:** En la Tabla 5, observamos los cambios en el peso de los animales experimentales.

Los animales del grupo control, alimentados con una dieta con caseinato de calcio continuaron ganando peso hasta el final del período.

TABLA 5  
EVOLUCION DEL PESO DE LOS GRUPOS  
EXPERIMENTALES  
(PERIODO DE DESNUTRICION)

Grupos		Control	D. Tardía	D. Precoz
Edad (días)				
21	X	38,25 <sup>ab</sup>	38,25 <sup>ab</sup>	25,57 <sup>b</sup>
	DE	2,58	2,58	2,81
28	X	43,20 <sup>b</sup>	31,04 <sup>b</sup>	23,20 <sup>b</sup>
	DE	2,57	0,73	1,59
35	X	65,10 <sup>b</sup>	28,40 <sup>b</sup>	20,40 <sup>b</sup>
	DE	7,73	0,92	2,18

a No significativo (N.S.)

b p<0,01

El grupo con DT comenzó a perder peso a partir del momento en el cual fue sometido a una dieta libre de proteína. Durante la primera semana perdió en promedio un 18,85 % y en la segunda semana sólo un 8,15 % de su peso.

El grupo con DP al destete presentó un 33,16 % menos de peso con respecto a los otros dos grupos (C y DT), siendo esta pérdida altamente significativa (p<0,01).

La pérdida de peso en los animales con DT sometidos a una dieta libre de proteína, fue más rápida durante la primer semana que en los animales con DP, lo que nos hablaría de que en estos últimos los mecanismos de adaptación fisiológica

estarían en funcionamiento más temprana y efectivamente; pero a partir de la segunda semana, la pérdida de peso se hace mayor en el grupo DP con respecto al grupo DT coincidiendo la misma con una pérdida de peso del 68,66 %, comparada con los animales del grupo C a la misma edad.

El análisis de varianza mostró que los cambios de peso entre los animales de los tres grupos experimentales fueron altamente significativos (p<0,01).

**Período de recuperación:** En la Tabla 6 observamos los cambios en el peso ocurridos durante las dos semanas de realimentación con la dieta de prueba con y sin la suplementación de los aminoácidos limitantes.

TABLA 6  
EVOLUCION DEL PESO DE LOS GRUPOS  
EXPERIMENTALES  
(PERIODO DE RECUPERACION)

Grupo		Edad (días)		
		35	42	49
Control	X	65,10 <sup>b</sup>	A 99,25 <sup>bc</sup>	A 118,23 <sup>ab</sup>
	DE	7,73	5,33	3,22
	X		B 92,70 <sup>bc</sup>	B 119,70 <sup>ab</sup>
	DE		8,06	0,52
D. Tardía	X	28,40 <sup>b</sup>	A 49,40 <sup>bc</sup>	A 48,58 <sup>bc</sup>
	DE	0,92	5,77	4,85
	X		B 38,50 <sup>bc</sup>	B 60,20 <sup>ab</sup>
	DE		1,68	4,25
D. Precoz	X	20,40 <sup>b</sup>	A 37,40 <sup>ab</sup>	A 57,50 <sup>bc</sup>
	DE	2,18	3,86	4,50
	X		B 35,20 <sup>ab</sup>	B 53,40 <sup>bc</sup>
	DE		2,76	4,36

A Suplementada con los aminoácidos limitantes

B No suplementada con los aminoácidos limitantes

a No significativo (N.S.)

b,c p<0,001

En la primera semana los grupos con suplementación de aminoácidos aumentaron su peso en mayor medida que los no suplementados (C:52,45 %; DT: 73,90 %; DP: 83,33 % vs grupos no suplementados C: 42,00 %; DT: 35,56 %; DP: 72,54 %).

En la segunda semana sin embargo se observó que:

- Los animales del grupo C (con suplementación) aumentaron de peso (19,00 %) en menor medida que el grupo no suplementado (29,00 %); estos cambios podrían explicarse por las variaciones que presentaron estos animales en su ingesta de alimentos (Tabla 7).

TABLEA 7  
INGESTA DE ALIMENTOS DE LOS GRUPOS  
EXPERIMENTALES  
(g DE ALIMENTOS CONSUMIDOS/ 7 DIAS)

Grupo	Días	Alimentos consumidos (g/ 7 días)			
		28	35	42	49
Control	X	43,50 <sup>a</sup>	55,00 <sup>a</sup>	A 77,96 <sup>b</sup>	A 73,24 <sup>a</sup>
	DE	2,25	0,00	2,50	1,20
	X			B 77,74	B 81,50
	DE			5,00	0,50
D. Tardía	X	33,60a	35,00a	A 80,00b	A 65,87a
	DE	2,21	1,82	0,22	1,32
	X			B 80,00 <sup>b</sup>	B 98,50 <sup>a</sup>
	DE			1,15	1,00
D. Precoz	X	20,30a	32,60a	A 55,37a	A 65,40a
	DE	3,01	2,55	4,00	3,21
	X			B 61,43 <sup>a</sup>	B 70,00 <sup>a</sup>
	DE			5,82	2,15

a  $p < 0,01$

b No significativa (N.S.)

A Suplementada con los aminoácidos limitantes

B Sin la suplementación de los aminoácidos limitantes

Una explicación a esto podría ser que consumieron mayor cantidad de alimento para compensar el déficit de los aminoácidos limitantes, lo que los condujo a su vez a un aumento de peso superior al grupo suplementado.

- El grupo DT (con suplementación), sufrió una pérdida de peso (2,00 %) durante la última semana, coincidiendo esto con una disminución en la cantidad de alimento ingerido (18,00 %); mientras los no suplementados aumentaron su peso, incluso en una proporción más alta que al comienzo de su realimentación; siendo su ingesta de alimentos mayor que la de los animales control de la misma edad.
- Los animales con DP suplementados y no suplementados, continuaron su aumento de peso en menor proporción que durante la primer semana, siendo mayor el aumento de peso en el grupo que recibió los aminoácidos, a pesar de que su ingesta de alimentos fue menor que la observada en el grupo sin suplementación.

El análisis de varianza mostró que los cambios de peso ocurridos en este períodos fueron altamente significativos entre grupos ( $p < 0,01$ ) y dentro de grupos para todos los animales experimentales excepto para los grupos desnutridos precozmente a los 42 días y para el grupo control a los 49 días.

### Ingesta de alimentos

**Período de desnutrición:** En la Tabla 7 se observa la ingesta de alimentos de los grupos experimentales, expresada como g de alimentos consumidos/7 días. El grupo C (alimentado con una dieta con caseinato de calcio) aumentó su ingesta de alimentos durante los primeros 14 días mientras los grupos DT y DP (alimentados con una dieta Libre de proteína) disminuyeron su ingesta siendo más severa en este último. El análisis de varianza mostró que los cambios en la ingesta de alimentos expresada en g/7 días entre los grupos fueron altamente significativas ( $p < 0,01$ ).

**Período de recuperación:** Durante la primer semana se observó un aumento de la ingesta en todos los grupos experimentales; si comparamos las ingestas de alimento de los grupos con los aumentos de peso de los animales (Tabla 6) observamos que los grupos que recibieron suplementación, a pesar de consumir similares cantidades de dieta aumentaron de peso en mayor medida que los no suplementados.

En la segunda semana la ingesta de alimentos de todos los grupos con suplementación se reduce, ocasionando esto:

- Un escaso aumento de peso en el grupo C, una pérdida de peso del 2,00 % en el grupo DT y en los animales del grupo DP una reducción cercana a un 30,00 % en el aumento de peso, comparado este con la primer semana de realimentación.

En los animales no suplementados y en todos los grupos, la cantidad de alimento consumido aumentó, conduciendo esto a un incremento del peso corporal.

Cabe destacar que la excepción es el grupo DP (con suplementación) quien a pesar de que proporcionalmente disminuyó su aumento de peso, este fue mayor que en el mismo grupo sin suplementación. Los cambios de ingesta de alimentos dentro de los grupos y entre grupos fueron altamente significativos ( $p < 0,001$ ).

Si comparamos la ingesta de alimentos como gramos consumidos/100 gramos de rata (Tabla 8) observamos que en el grupo control a medida que aumentó la edad del animal disminuyó la ingesta de gramos de alimentos consumidos/100 g rata.

En el caso de los animales desnutridos (DP y DT) la misma tendencia fue observada (siendo más alta que en el grupo C, y mayor aún en los no suplementados).

Esto quizás nos indicaría que la eficiencia con la cual el alimento es utilizado este disminuida, es decir que necesitaría consumir mayor cantidad a fin de satisfacer sus requerimientos, parecería que la suplementación permite aumentar la eficiencia de la mezcla tanto en animales normales como en los desnutridos; lo que justificaría entonces la suplementación de la misma.

El análisis de varianza reveló que los cambios en la ingesta de alimentos/100 g de rata entre y dentro de grupos fueron altamente significativos ( $p < 0,01$ ).

**Ingesta de aminoácidos**

En la Tabla 9 observamos la ingesta de aminoácidos expresada como gramos de aminoácidos consumidos/100 gramos de mezcla trigo: soja.

**TABLA 8**  
**INGESTA DE ALIMENTOS DE LOS GRUPOS**  
**EXPERIMENTALES**  
(g DE ALIMENTOS CONSUMIDOS/100 g DE RATA)

Grupo	Días	Alimentos consumidos (g/ 7 días)			
		28	35	42	49
Control	X	100,69a	84,48 <sup>a</sup>	A 78,55 <sup>a</sup>	A 61,95 <sup>a</sup>
	DE	0,87	0,00	0,47	0,37
	X			B 83,86 <sup>a</sup>	B 68,09 <sup>a</sup>
	DE			0,62	0,96
D. Tardía	X	81,87a	123,24a	A 161,94b	A 135,59a
	DE	3,02	1,98	0,04	0,27
	X			B 207,79 <sup>a</sup>	B 163,62 <sup>a</sup>
	DE			0,68	0,23
D. Precoz	X	88,26a	159,80a	A 148,05a	A 113,74a
	DE	1,89	1,17	1,06	0,71
	X			B 174,52 <sup>a</sup>	B 131,09 <sup>a</sup>
	DE			2,11	0,49

a p<0,01

A Suplementada con los aminoácidos limitantes

B Sin la suplementación de los aminoácidos limitantes

**TABLA 9**  
**INGESTA DE AMINOACIDOS DE LOS GRUPOS**  
**EXPERIMENTALES**

Grupo	Días	g de aminoácidos consumidos/100 g de mezcla trigo: soja			
		42 Días		49 Días	
		Metionina	Lisina	Metionina	Lisina
Control	X	1,60 <sup>a</sup>	2,64 <sup>a</sup>	2,73 <sup>a</sup>	3,97 <sup>a</sup>
	DE	0,20	0,51	0,32	0,22
D. Tardía	X	1,32a	1,38a	1,10a	3,24a
	DE	0,30	0,01	0,91	0,22
D. Precoz	X	1,02 <sup>a</sup>	2,31 <sup>a</sup>	3,31 <sup>a</sup>	4,89 <sup>a</sup>
	DE	0,91	0,92	0,94	1,01

a p<0,01

**Período de desnutrición:** En el grupo C y DP se observó una aumentada ingesta de metionina y lisina, superior a los valores

expresados como requerimientos por Rogers y Harper (18) siendo mayor en magnitud en el grupo C.

En el grupo DT la ingesta de metionina aumentó, pero la de lisina se mantuvo inferior a los valores de requerimiento. En animales experimentales la deficiencia proteica ocasionaría una depresión de las concentraciones de aminoácidos esenciales y no esenciales, y entre los aminoácidos esenciales la metionina y los aminoácidos de cadena ramificada fueron los más afectados, mientras que el nivel de lisina fue bien mantenido (24).

**Período de recuperación:** Los animales del grupo C aumentaron aún más su ingesta de metionina y lisina lo cual fue coincidente con una disminución de la ingesta de la dieta de prueba y con una consecuente merma en su aumento de peso; pero al referirnos a su composición corporal (Tabla 11) observamos que la cantidad de nitrógeno fue similar al grupo no suplementado y el contenido de grasa corporal fue mayor que éste, a pesar de que los no suplementados consumieron mayor cantidad de dieta.

Posiblemente esto se explicaría porque parte de los aminoácidos libres experimenta reacciones catabólicas; conduciendo ello a la pérdida del esqueleto carbonado en forma de CO<sub>2</sub> o queda a su disposición como glucógeno y grasa (25).

El aumento de la ingesta en los animales del grupo control, podrían ser coincidentes con su período de máximo desarrollo. Los animales con DT continuaron con una ingesta de aminoácidos por encima de los valores de requerimiento, y en el grupo DP la ingesta de aminoácidos aumentó con respecto al período anterior y al resto de los grupos; esta ingesta aumentada podría explicarse por las diferencias de concentración de aminoácidos esenciales libres en el organismo vs. los aminoácidos esenciales necesarios para el crecimiento de la rata, esto demostraría que tiene que superarse varias veces al día el depósito de aminoácidos libres mediante el aporte de aminoácidos procedentes de la dieta (25).

El estrés psicológico intenso produce un incremento de la eliminación de nitrógeno siendo la metionina el precursor en la formación de adrenalina (25) lo que en parte explicaría quizás el aumento en la ingesta de este aminoácido; también los animales incrementan sus necesidades de aminoácidos esenciales 2 ó 3 veces más en condiciones de agotamiento, fenómeno que es similar al del animal en desarrollo (25).

El análisis de varianza reveló que las diferencias fueron altamente significativas (p<0,01) cuando los valores fueron expresados como g de aminoácidos consumidos/100 g de mezcla trigo: soja, entre grupos y para ambos períodos.

Según se aprecia en los Gráficos 1, 2 y 3 los gramos de metionina consumida/100 grs de mezcla trigo: soja, guardan relación directamente proporcional a la ingesta de lisina/100 g de dicha mezcla; o sea que entre ambas ingestas existe una correlación positiva  $r=0,816$  para el grupo control,  $r=0,789$  para el grupo con DT y altamente significativa para el DP ( $r=0,996$ ). Por lo tanto se podría concluir que a mayor ingesta de metionina, aumentaría la ingesta de lisina.

**COMPOSICION CORPORAL**

**Contenido de agua del carcás**

**Período de desnutrición:** El contenido de agua del carcás de los animales de los tres grupos experimentales comenzó a disminuir a partir del destete y hasta el final del período. El análisis de varianza mostró que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos grupos con respecto al contenido de agua corporal (Tabla 10).

**Período de recuperación:** Se observó que el agua corporal continuó disminuyendo en ambos grupos C en similar magnitud; aumentó en ambos grupos con DT y se mantuvo en valores similares al período anterior en los animales con DP. El análisis de varianza no mostró diferencias estadísticamente significativas entre y dentro de grupos.

**Contenido de nitrógeno del carcás**

**Período de desnutrición:** En la Tabla 11 observamos que el contenido de nitrógeno del grupo con DP, al destete fue significativamente ( $p < 0,05$ ) inferior a los grupos C y con DT.

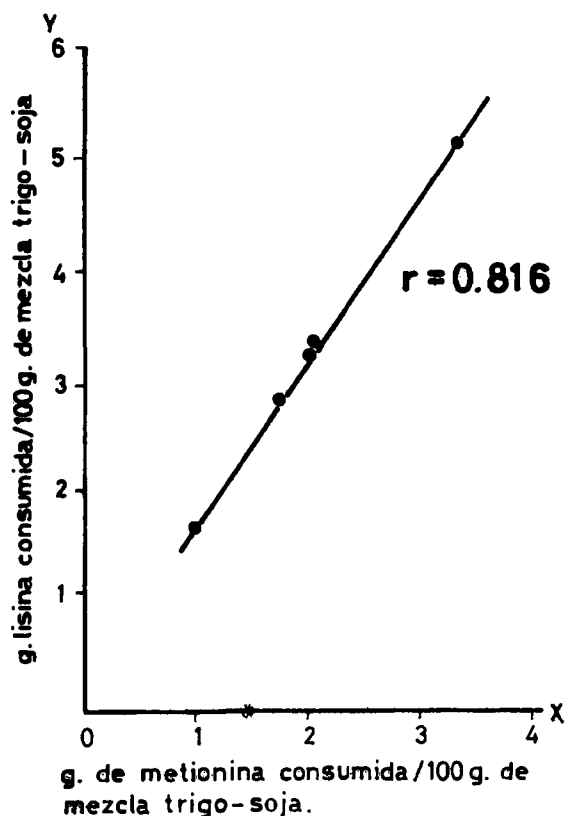
**TABLA 10**  
**CONTENIDO DE AGUA CORPORAL DE LOS TRES**  
**GRUPOS EXPERIMENTALES DURANTE**  
**EL ESTUDIO**

Grupos	Edad	Agua corporal g/100 g de rata		
		21 días	35 días	49 días
Control	X	78,89 ± 2,29 <sup>a</sup>	X 71,18 ± 0,61 <sup>a</sup>	A X 69,19 ± 1,07 <sup>b</sup>
			B X 68,91 ± 1,34 <sup>c</sup>	
D. Tardía	X	73,89 ± 2,29 <sup>a</sup>	X 70,64 ± 0,53 <sup>a</sup>	A X 71,57 ± 0,89 <sup>b</sup>
			B X 72,72 ± 0,57 <sup>c</sup>	
D. Precoz	X	78,34 ± 0,34 <sup>a</sup>	X 71,19 ± 1,92 <sup>a</sup>	A X 71,03 ± 0,69 <sup>b</sup>
				B X 70,98 ± 1,04 <sup>c</sup>

A / Suplementada con los aminoácidos limitantes  
 B Sin la suplementación de los aminoácidos limitantes  
 a,b,c, No significativo (n.s.)

**GRAFICO 1**

Relación entre la ingesta de lisina y los niveles de ingesta de metionina Grupo control



**GRAFICO 2**

Relación entre la ingesta de lisina y los niveles de ingesta de metionina Grupo con desnutrición tardía

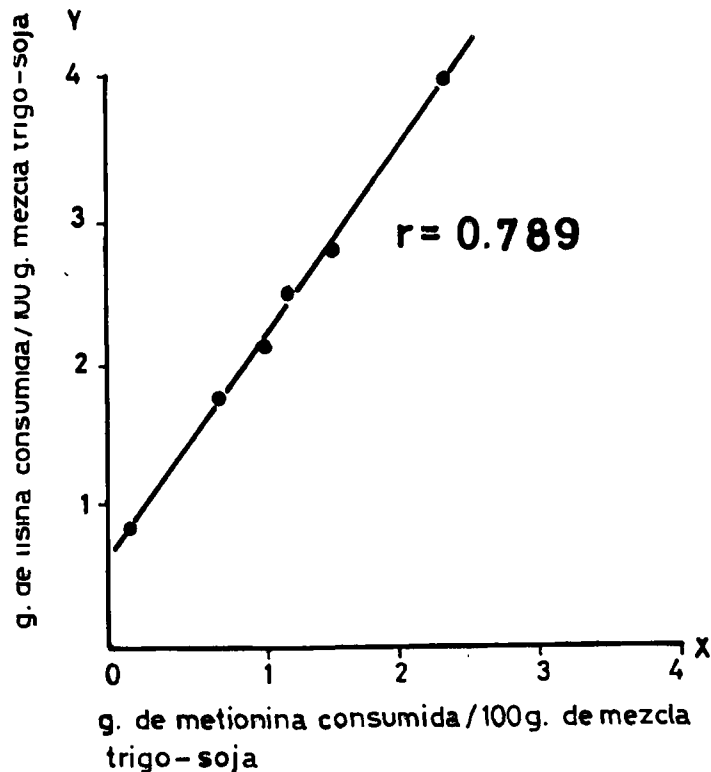


GRAFICO 3  
Relación entre la ingesta de lisina y los niveles de ingesta  
de metionina Grupo desnutrido precoz  
DESNUTRIDO PRECOZ

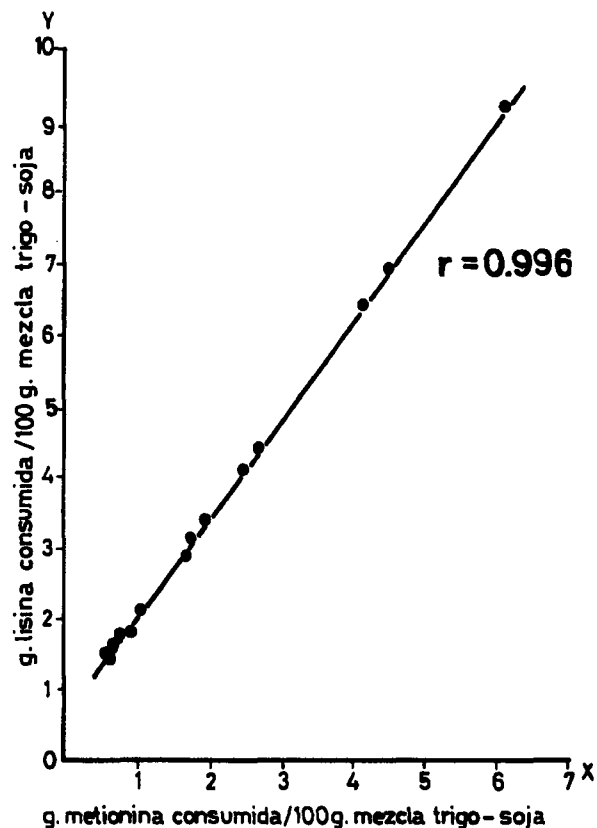


TABLA 11  
CONTENIDO DE NITROGENO CORPORAL DE LOS  
TRES GRUPOS EXPERIMENTALES DURANTE  
EL ESTUDIO

Grupos	Edad	Nitrógeno corporal g/100 g de rata		
		21 días	35 días	49 días
Control	X	14,06 ± 0,63 <sup>ab</sup>	X 13,13 ± 0,63 <sup>ac</sup>	A X 15,58 ± 0,49 <sup>a</sup>
				B X 15,44 ± 0,47 <sup>a</sup>
D. Tardía	X	14,06 ± 0,63 <sup>ab</sup>	X 12,76 ± 0,57 <sup>ac</sup>	A X 13,56 ± 0,51 <sup>c</sup>
				B X 10,97 ± 2,59 <sup>c</sup>
D. Precoz	X	12,24 ± 0,47 <sup>b</sup>	X 8,69 ± 2,51 <sup>c</sup>	A X 13,43 ± 0,47 <sup>a</sup>
				B X 12,29 ± 3,78 <sup>a</sup>

- A Suplementada con los aminoácidos limitantes  
B Sin la suplementación de los aminoácidos limitantes  
a No significativo (n.s)  
b p<0.05  
c p<0.01

A partir de ese momento el contenido de nitrógeno no tuvo cambios significativos en los animales control y DT, mientras fueron severos en el grupo DP. El mantenimiento del nitrógeno

en los animales con desnutrición tardía sería debido a una utilización de las grasas como fuente energética, no debiendo por lo tanto recurrir a las reservas de proteínas corporales. La disminución drástica de nitrógeno corporal que sufrió el grupo DP sería debido a que el mismo ya utilizaría el nitrógeno corporal con fines energéticos, conduciendo esto a una marcada depleción de proteínas corporales.

El análisis de varianza mostró que hubo diferencias significativas (p<0,05) y altamente significativas (p<0,01) entre los grupos.

**Período de recuperación:** Durante este período los animales de los tres grupos experimentales, aumentaron su contenido de nitrógeno corporal, este fue altamente significativo (p<0,01) en el grupo con desnutrición precoz alimentado con la dieta de prueba con y sin el agregado de aminoácidos con respecto al contenido de nitrógeno corporal antes de su realimentación. En el grupo suplementado, lo haría posiblemente a expensas del aumento de ingesta de los aminoácidos limitantes de la mezcla, mientras en el no suplementado, a pesar de existir un aumento en la ingesta de alimentos, el nitrógeno no alcanzó los niveles del grupo suplementado, ni los animales aumentaron de peso en igual medida. Como se sabe el crecimiento normal es un proceso integrado en el cual un delicado balance es mantenido entre todos los tejidos, este aumento normal expresado en términos de crecimiento corporal, sigue patrones matemáticos definidos y puede ser bien relacionado con un aumento de la proteína corporal. Los factores dietéticos que influyen el crecimiento de los animales son: la ingesta calórica, la concentración de la proteína en la dieta y la eficiencia con la cual la proteína es utilizada; lo cual está aplicado a animales que no presenten patologías (26).

En los grupos con DT, los animales que recibieron su dieta suplementada de aminoácidos, tuvieron un incremento en su contenido de nitrógeno, mayor que en los no suplementados, siendo este aumento altamente significativo (p<0,01).

El análisis de varianza mostró que no hubo diferencias estadísticamente significativas en el contenido de nitrógeno corporal dentro de ambos grupos C y con DP, mientras que si existió diferencias altamente significativas (p<0.01) dentro de los grupos con DT.

La depleción proteico-calórica sería de esta manera un fuerte estímulo para la secreción de hormona de crecimiento, lo que aseguraría una eficiente retención de nitrógeno y un crecimiento adecuado cuando las calorías y proteínas se volvieran disponibles (27).

#### Contenido de grasa corporal

**Período de desnutrición:** En la Tabla 12 observamos que al destete (21 días) el grupo con DP presentó un contenido de grasa corporal un 53,99 % menor que los otros dos grupos experimentales.

TABLA 12  
CONTENIDO DE GRASA CORPORAL DE LOS TRES  
GRUPOS EXPERIMENTALES DURANTE EL ESTUDIO

Grupos	Edad	grasa corporal g/100 g de rata		
		21 días	35 días	49 días
Control	X	22,15 ± 1,67 <sup>a</sup>	X 19,50 ± 2,48 <sup>a</sup>	A X 31,88 ± 3,39 <sup>ab</sup> B X 29,10 ± 4,83 <sup>ab</sup>
D. Tardía	X	22,15 ± 1,67 <sup>a</sup>	X 15,64 ± 3,20 <sup>a</sup>	A X 21,50 ± 2,00 <sup>ab</sup> B X 18,41 ± 3,40 <sup>ab</sup>
D. Precoz	X	11,96 ± 1,14 <sup>a</sup>	X 9,91 ± 2,45 <sup>a</sup>	A X 28,43 ± 1,70 <sup>ac</sup> B X 28,77 ± 3,73 <sup>ac</sup>

A Suplementada con los aminoácidos limitantes  
B Sin la suplementación de los aminoácidos limitantes  
ab p<0,01  
c No significativo (n.s)

En la desnutrición crónica los ajustes metabólicos están destinados a proteger las reservas proteicas, puesto que una pérdida del 50 % de las proteínas corporales es incompatible con la vida (28).

A partir del destete y hasta los 35 días de vida la grasa corporal de los tres grupos disminuyó, pero en magnitud esta disminución fue más severa en el grupo con DT; lo que posiblemente sería debido a un acentuamiento del catabolismo proteico, con un incremento de la degradación de lípidos para el suministro de energía (28).

El análisis de varianza reveló diferencias altamente significativas (p<0,01) entre grupos y entre ambos períodos.

**Período de recuperación:** Se observó un aumento del contenido de grasa corporal en los grupos C y DT, siendo mayor este en los animales que recibieron suplementación con los aminoácidos limitantes de la mezcla; mientras ambos grupos DP aumentaron su contenido de grasa en idéntica magnitud. Cuando se suministra una dieta completa la síntesis de proteínas permite la formación de nuevos tejidos, que reemplazan los tejidos viejos; pero si la ingesta es excesiva (superior al gasto energético) se sintetizan ácidos grasos que el organismo almacena como triglicéridos en el tejido adiposo (28).

El análisis de varianza reveló que los cambios en el contenido de grasa corporal entre grupos fue altamente significativo (p<0,01) para todos los animales experimentales y dentro de grupos fue altamente significativo (p<0,01) para los grupos C y con DT, mientras que no se observó diferencias estadísticamente significativas para el grupo DP.

En los animales con una depleción proteica crónica se observó un retardo generalizado del crecimiento y del desarrollo, y a pesar de que recuperaron proporcionalmente su composición corporal, en mayor medida que el grupo con DT y con respecto al grupo C, el grupo DP nunca alcanzó una recuperación total.

## REFERENCIAS

- Bressani R. Calidad proteínica de la soja y su efectividad suplementaria. Conferencia Latinoamericana sobre la Soja, México, pp.113. 1975.
- Belshaw F. Bread 30-40 % more protein same cost. Food Processing, 32 (5):24-25. 1971.
- Araya J., M. Ruz, P. Saldaño y E. Romero. Determinación de los requerimientos y de la eficiencia en la utilización de la energía y proteínas en la dieta, durante la recuperación de la desnutrición en ratas. Autoselección de energía y proteína. Archivos Latinoamer Nutr, 29 (3): 353-72, Septiembre de 1979.
- Blanco A. y R. Bressani. Biodisponibilidad de aminoácidos en el frijol (*Phaseolus vulgaris*). Archivos Latinoamer Nutr, 61 (1):39-52, Marzo 1991.
- Wagner J.E., W. Yamanaka, J.J. Typpo et al. Pathological changes as associated with dietary protein deficiency in pigs. Archivos Latinoamer Nutr, 27 (1):17-29, Mayo 1977.
- Enwonwu, C.O. and L.M. Sreebny. Experimental protein calorie malnutrition. Biochemical and ultrastructural studies. Experimental and Molecular Pathology, 12:332-53, 1970.
- Bressani R., L. Urrutia del Valle y L.C. Elías. Relación entre el nitrógeno retenido por ratas, determinado por análisis corporal de nitrógeno y por medio de balance nitrogenado. Archivos Latinoamer Nutr, 26 (4):426-45, Diciembre 1976.
- De Angelis R.C., N.A. Saad, N. Takahashi et al. The recovery of rats from protein deficiency by proteins from different sources. Archivos Latinoamer Nutr, 24 (4):433-41, Diciembre 1974.
- Angeleli A.J., Burini R.C. and Campana A.O. Body collagen nitrogen in protein deficient adult rats. Journal nutrition, 10(7):1147-54. 1973.
- Elías L.C., R. Bressani y J.A. Del Busto. Evaluación de la calidad de proteínas de alimentos de bajo contenido proteínico. Archivos Latinoamer Nutr, 24 (1)-95, Marzo 1974.
- Jaspers H. and J. Brasel. Rat liver DNA synthesis during the «Catch Up» growth of varied nutritional rehabilitation. Journal Nutrition 110 (12):2336-40. 1980.
- Lunn P.G., R.G. Whitehead, J. Cole and S. Austin. The relationship between hormonal balance and growth in malnourished children and rats. J. Nutr, 41(3):73-74. 1979.
- Celedon J.M., M. Santander and M. Colombo. Long term effects of early under nutrition and environmental development on learning performance in adults rats. Journal Nutrition, 109 (11):1330-36. 1979.
- Farina R., M.E. Ríos y J.C. Sanahuja. Bases experimentales para el desarrollo de un método rápido de evaluación de mezclas proteicas. Archivos Latinoamer Nutr, 24 (1):63-67. Marzo 1974.
- Association of Official Agricultural Chemist. Official Methods of Analysis of the AOAC 12th ed. Washington D.C. The Association, 1975.
- Guenther W.C. Analysis of Variance. London. Prentice Hall Inc. pp 66-67. 1964.
- Gómez M.H., M. Armada y J.R. Corimayo. Selección de parámetros para tratamiento térmico en soja mediante inactivación de enzimas. Archivos Latinoamer Nutr, 35 (1):163-171. Marzo 1985.

18. Rogers y A.E. Harper. Amino acid diet and maximal growth in the rat. *J. Nutr.* 87:267-273. 1965.
19. Snedecor W.G. and W.C. Cochran. *Statistical Methods* 6° ed. Iowa. The Iowa State University Press, 1967.
20. Miller D.S. and P.R. Payne. A theory of protein metabolism. *J. Theoret. Biol.* 5:398-411. 1963.
21. Epstein H.T. The effect of litter size on weight gain in mice. *J. Nutr.* 108 (1):120-123. 1978.
22. Código Alimentario Argentino. Actualizado. Ing. Juan José de La Canal. Impreso en Argentina, 1980.
23. Hegsted D.M., R.C. Miller, C.A. Elvehjem and E.B. Hart. *J. Biol Chem* 138-459. 1941.
24. Enwonwu C.O. and L.M. Sreebny. Experimental protein-calorie malnutrition. Biochemical and ultrastructural studies. *Exp. and Mol. Path* 12:332-353. 1970.
25. Goodhart R.S. and M.E. Shills. La nutrición en la salud y la enfermedad. *Conocimientos actuales.* Editorial Salvat S.A. pp.51. Mallorca 41, Barcelona. 1987.
26. Miller D.S. and P.R. Payne. A theory of protein metabolism. *J. Theoret Biol.* 5:398-411. 1963.
27. Hansen J.D.L., C. Freeseaman, A.D. Moodie et al. What does nutritional growth imply? *Pediatrics* 47 (1) Part II: 229-313. 1971.
28. Campos R., R. Rodrigo y M. Bravo. Regulación metabólica de la nutrición. *Arch. Latinoamer Nutr.* 29 (2):167-181. Junio 1979.

Recibido: 12-09-1994

Aceptado: 07-04-1995