

EFFECTO DE LA CONCENTRACION DIETARIA DE LA LEVADURA (*Saccharomyces carlsbergensis*) RECUPERADA DE LA CERVEZA, EN POLLOS MACHO WARREN

*María Eugenia Póo*¹ y *Nancy Millán*²

**Universidad Simón Bolívar
Caracas, Venezuela**

RESUMEN

Con el objeto de establecer el nivel máximo de sustitución del aislado proteínico de soya por la proteína de la levadura *Saccharomyces carlsbergensis*, recuperada de la cerveza, con los menores efectos metabólicos relacionados, se alimentaron por 15 días un total de 42 pollos macho (Warren), de 1 día de edad, divididos en seis grupos con siete animales cada uno. Cada grupo recibió una de las dietas con 0%, 25%, 50%, 75% y 100% del suplemento proteínico basado en proteína de levadura, adicionada a expensas del aislado proteínico de soya.

A fin de estimar el valor NPR de la proteína de la levadura, se incluyó también un grupo, el cual recibió una dieta libre de proteína. Se determinaron la utilización proteínica y los cambios de lípidos totales, triglicéridos y colesterol, tanto en el plasma como en el hígado. En los grupos alimentados con 75% y 100% de proteína de levadura, se observó un descenso en el crecimiento y un incremento en las concentraciones hepáticas y renales del ácido úrico, si bien el consumo de la dieta no se modificó sustancialmente. Así, la utilización de proteína medida como PER y NPR, fue menor en estos grupos. El ácido úrico plasmático no se modificó en ninguno de los grupos. Los lípidos plasmáticos tampoco se modificaron a ninguna concentración de levadura, mientras que en el hígado, los lípidos totales disminuyeron, así como los triglicéridos, al incrementarse la levadura dietaria.

Los resultados indicaron que el nivel máximo de sustitución de la

Manuscrito modificado recibido: 30—11—88.

- 1 Trabajo presentado en cumplimiento de los requisitos para optar a una Licenciatura en Biología, Universidad Simón Bolívar.
- 2 Profesor Asociado del Departamento de Biología Celular, Universidad Simón Bolívar, Apartado 89000, Caracas 10-80-A, Venezuela. Dirigirle toda la correspondencia referente a este artículo.

proteína de levadura usando células completas en dietas iniciadoras para pollos, es del 50%.

INTRODUCCION

El potencial de las levaduras como componentes de alimentos destinados al consumo de animales de granja, asociado a la alta concentración proteínica y a la composición adecuada de aminoácidos esenciales, con excepción de los aminoácidos azufrados, es un hecho bien establecido. En particular, las aves han demostrado un buen aprovechamiento de las levaduras como fuente proteínica (1).

De las levaduras explotadas, las especies del género *Candida* son las de principal uso debido a su versatilidad en la utilización de sustratos de diversos orígenes. Sin embargo, en estudios en ratas (2) y en pollos (3), las especies del género *Saccharomyces* han demostrado ser de calidad nutritiva superior. Por ejemplo, se comprobó que la levadura *Saccharomyces carlsbergensis* contenía más proteína y el doble de metionina al compararla con otras siete especies de levadura (4).

En Venezuela, la levadura *S. carlsbergensis* recuperada de la elaboración de la cerveza se utiliza a una baja concentración (1%) en concentrados para animales (5). Recientemente, Windevoxhell y Bahar demostraron que la levadura *S. carlsbergensis* es capaz de utilizar eficientemente los azúcares presentes en el "jugo de nepe" desecho líquido proveniente de la industria cervecera nacional, con altos rendimientos en biomasa y concentración de proteína (6). Existe, pues, la probabilidad de que en nuestro país se explote esta levadura a nivel industrial usando el "jugo de nepe" como sustrato, con beneficios tanto en la preparación de concentrados para animales, como en el alivio de la contaminación del ambiente generada por la descarga de este desecho.

Por los motivos expuestos, el objetivo del presente trabajo fue evaluar, en pollos, la calidad nutricional de la levadura *S. carlsbergensis*, usando como modelo la levadura recuperada de la cerveza. Previamente se había observado que el lavado de la levadura afectaba tanto el consumo del alimento como el crecimiento de los pollos que la consumían. Esta observación reveló que el lavado era innecesario y, por consiguiente, el uso del "jugo de nepe" era más ventajoso sobre otros sustratos potencialmente tóxicos, que por razones de seguridad deben ser eliminados exhaustivamente (7).

En este trabajo, por consiguiente, se evaluó en pollos en crecimiento, el nivel de sustitución de la proteína de soya por la proteína de la levadura recuperada de la cerveza. Dado que en Venezuela no se ha explotado el cultivo de la soya, es obvio que los resultados obtenidos en nuestro estudio también contribuirán a la búsqueda de fuentes proteínicas alternativas.

MATERIAL Y METODOS

Fuentes de Proteína

Levadura de cerveza. Se obtuvo de una cervecería local, como polvo seco. En cuanto a la proteína de soya, se utilizó un aislado proteínico de soya (ICN Pharmaceuticals).

Análisis Químico de las Fuentes de Proteína

Se analizó el contenido de humedad, proteína cruda, cenizas y calcio (8), lípidos totales (9), ácidos nucleicos (10), fósforo (11) y composición de aminoácidos (12) de dichas fuentes.

Viabilidad de la Levadura

Se resuspendió por duplicado 1 g de levadura en 9 ml de agua peptonada (peptona al 1%), y se sembraron en diluciones en placas de agar papa dextrosa (DIFCO). Luego, las placas se incubaron a temperatura ambiente durante una semana.

Dietas y Ensayo con Pollos

Se prepararon las dietas que se indican en la Tabla 1. El suplemento proteínico contenía 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de proteína de levadura adicionada a expensas del aislado proteínico de soya. Todas las dietas se adicionaron con metionina debido a que tanto la soya como la levadura son deficientes en aminoácidos azufrados. Las

TABLA 1
COMPOSICION DE LAS DIETAS

Ingrediente g/100 g	Proteína de levadura en la proteína dietaria g/100 g				
	0	25	50	75	100
Aislado proteínico de soya	24.0	17.9	12.0	6.0	0.0
Levadura de cerveza	0.0	15.5	30.0	46.6	62.2
Almidón de maíz	62.5	53.0	43.4	33.9	24.3
Aceite de maíz	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
DL Metionina	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
Ca HPO ₄ · 2H ₂ O	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Mezcla de minerales ¹	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Mezcla de vitaminas ¹	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Proteína cruda (Nx6.25)	18.8	18.8	18.6	19.0	19.0
Energía kcal/g ²	4.19	4.18	4.15	4.14	4.17

1 Las mezclas de minerales y vitaminas se prepararon de acuerdo a Peterson y colaboradores (13).

2 Determinada en bomba calorimétrica.

mezclas de vitaminas y minerales se repararon como recomiendan Peterson, Hamilton y Lilyblade (13).

En las dietas se determinó energía, y la proteína cruda se analizó por el método colorimétrico de Shahinian y Reinhold (14), con las modificaciones de Mora, Hevia y Cioccia (15). Se acondicionaron con la dieta control durante siete días, 50 pollos macho (Warren), de 1 día, según procedimiento indicado previamente (16). Se distribuyeron al azar 42 pollos en jaulas individuales (76.9 ± 5.6 g de peso), en grupos de 7 pollos cada uno, y se alimentaron *ad libitum* por 15 días con las dietas indicadas. Para estimar los requerimientos proteínicos de mantenimiento, también se incluyó un grupo que recibió una dieta libre de proteína. El crecimiento y el consumo de alimento se registró cada dos días, y con estos datos se calculó la razón de eficiencia proteínica (PER) y la razón proteínica neta (NPR).

Al finalizar el ensayo se obtuvieron muestras de sangre, se sacrificaron los pollos, y se extrajeron los hígados y los riñones.

La concentración de ácido úrico se midió en los órganos y en el plasma (17), y la de los lípidos totales (9), el colesterol (18) y los triglicéridos (19) en los hígados y en el plasma. La concentración del ácido úrico se corrigió por el consumo diario de nitrógeno.

Análisis Estadístico

Los datos se sometieron a análisis de varianza de una vía (20), y la significancia entre las medias se determinó a un nivel de confiabilidad de 95% por el método de rangos múltiples de Duncan (21).

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis Químico y Viabilidad

Los resultados del análisis químico de las fuentes proteínicas se exponen en la Tabla 2. La mayor proporción de proteínas se encontró en el aislado proteínico de soya, mientras que la levadura de cerveza resultó ser mayor fuente de minerales, sobre todo de fósforo, y de nitrógeno no proteínico, este último en la forma de ácido ribonucleico (RNA).

Los datos presentados en la Tabla 3 indicaron que la proteína de la levadura de cerveza era superior en cuanto a su composición en aminoácidos esenciales, incluyendo los azufrados, en comparación con los de la soya.

El análisis de viabilidad de la levadura resultó negativo, hallazgo ya previsto, puesto que la crema de levadura fue secada en la cervecería, en tambor a alta temperatura.

Ensayo con Pollos

El efecto de incrementar la concentración de proteína de levadura de cerveza en dietas para pollos, se detalla en la Tabla 4.

TABLA 2
ANALISIS QUIMICO DE LAS FUENTES DE PROTEINA

Componente g/100 g	Proteína de soya ¹	Levadura de cerveza
Materia seca	93.02	86.79
<i>g/100g materia seca</i>		
Proteína cruda (N x 6.25)	86.50	40.00
Lípidos totales	1.58	1.29
Cenizas	4.17	7.27
Calcio	0.28	0.31
Fósforo	0.74	1.45
Acidos nucleicos totales	2.52	7.23
RNA	2.43	7.06
DNA	0.09	0.17

¹ ICN Pharmaceuticals.

TABLA 3
COMPOSICION DE AMINOACIDOS DEL AISLADO PROTEINICO DE
SOYA (ICN-PHARMACEUTICALS) Y DE LA LEVADURA DE CERVEZA,
Saccharomyces carlsbergensis

Aminoácido g/16 g nitrógeno	Soya	Levadura de cerveza
Acido aspártico	10.00	13.2
Treonina	3.20	6.6
Serina	3.60	5.4
Acido glutámico	13.90	16.3
Prolina	4.90	8.0
Glicina	2.80	4.3
Alanina	3.70	9.4
Cisteína	0.14	0.3
Valina	4.30	7.6
Metionina	0.74	0.9
Isoleucina	4.50	6.7
Leucina	6.70	8.8
Tirosina	3.10	3.8
Fenilalanina	4.40	6.1
Histidina	2.10	2.8
Lisina	4.40	6.5
Arginina	6.40	8.0

¹ Los valores son el promedio de análisis duplicados.

TABLA 4
EFFECTO DE LA CONCENTRACION DE LA PROTEINA DE LEVADURA EN LA DIETA SOBRE LA UTILIZACION DE PROTEINA Y PESO DEL HIGADO Y DEL RIÑÓN EN POLLOS WARREN

	Proteína de levadura en la proteína dietaria ¹ g/100g				
	0	25	50	75	100
Ganancia de peso (g/15 días)	132.8 ± 21.5 ^a	121.7 ± 25.9 ^{ab}	121.3 ± 12.3 ^{ab}	106.8 ± 14.5 ^b	71.8 ± 12.6 ^c
Consumo de alimento (g/15 días)	263.7 ± 49.7 ^a	236.5 ± 39.7 ^a	264.2 ± 25.2 ^a	254.1 ± 29.3 ^a	227.0 ± 22.7 ^a
Conversion alimenticia	0.52 ± 0.06 ^a	0.51 ± 0.005 ^a	0.46 ± 0.06 ^{ab}	0.42 ± 0.05 ^b	0.32 ± 0.05 ^c
PER	2.7 ± 0.3 ^a	2.7 ± 0.3 ^a	2.5 ± 0.4 ^{ab}	2.2 ± 0.3 ^b	1.7 ± 0.3 ^c
NPR	3.1 ± 0.4 ^a	3.1 ± 0.3 ^a	2.8 ± 0.4 ^a	2.6 ± 0.3 ^b	2.1 ± 0.3 ^c
Peso del hígado (g/100 g peso corporal)	2.8 ± 0.5 ^a	2.9 ± 0.6 ^a	3.0 ± 0.3 ^a	3.0 ± 0.3 ^a	3.0 ± 0.2 ^a
Peso del riñón (g/100 g peso corporal)	0.8 ± 0.1 ^a	0.9 ± 0.06 ^a	1.0 ± 0.1 ^b	1.2 ± 0.1 ^c	1.3 ± 0.05 ^d

1 La proteína de levadura se incluyó a expensas de la proteína de soya.

2 Cada valor representa la media de siete individuos ± desviación estándar. Las medias en línea horizontal con letras diferentes son estadísticamente diferentes al 95% de confiabilidad según el método de rangos múltiples de Duncan.

Según se observó, las altas concentraciones de levadura en la dieta no afectaron el consumo de alimento. De acuerdo con los datos, el menor consumo fue aproximadamente 85% del control, y correspondió a la dieta que contenía únicamente proteína de levadura.

En cambio, la utilización de la proteína sí se afectó significativamente al aumentar la concentración de levadura en la dieta a niveles superiores al 50% en sustitución de la proteína de soya. Así, los pollos que consumieron únicamente proteína de levadura crecieron sólo un 54% de lo que crecieron los pollos del grupo control, mientras que los grupos que consumieron 25% y 50% de proteína de levadura, crecieron por encima del 90% del control.

Un patrón similar se observó con los indicadores de calidad nutricional, conversión alimenticia, razón de eficiencia proteínica (PER) y razón proteínica neta (NPR).

La relación peso del hígado/peso corporal no resultó afectada por la levadura dietaria. En contraste, la relación peso del riñón/peso corporal aumentó con el incremento en la concentración de levadura. Es probable que dicho incremento se asocie con los niveles mayores de sales y de purinas en las dietas con alta concentración de levadura.

La Tabla 5 muestra los datos de concentración de ácido úrico en el plasma y los tejidos. No se observaron alteraciones en el ácido úrico plasmático al incrementarse la concentración de levadura. Este hallazgo coincide con los resultados obtenidos por Shannon y McNab (22), quienes indican gran estabilidad del ácido úrico plasmático en pollos alimentados con cantidades crecientes de levadura. Sin embargo, fue evidente que sí ocurrió síntesis y acumulación de ácido úrico en los tejidos, en respuesta a altas concentraciones de la levadura dietaria.

La evaluación de los efectos del consumo de proteína microbiana en los niveles de ácido úrico generalmente se mide en el plasma (22) o en las heces (23) de los pollos, existiendo escasa información sobre la acumulación de ácido úrico en los tejidos. Los resultados aquí observados sugieren que la concentración de ácido úrico en los tejidos sería un indicador de los efectos del consumo de levadura más sensible que el ácido úrico plasmático, especialmente si se alimentan pollos con levadura por un período de ocho semanas, tiempo necesario para que el pollo alcance un tamaño comercial.

La relación entre la concentración de levadura en la dieta y los indicadores del metabolismo de los lípidos se aprecian en la Tabla 6. Según los datos, en el plasma no ocurrieron alteraciones en los parámetros lipídicos estudiados. No obstante, los lípidos totales hepáticos mostraron una ligera tendencia a disminuir y un notorio descenso de los triglicéridos en respuesta al incremento de la levadura dietaria.

Este descenso sería ventajoso, puesto que se acumularía menor cantidad de triglicéridos en los pollos alimentados con esta levadura.

Por el contrario, el colesterol hepático se incrementó en relación a la concentración de levadura en la dieta. Este aspecto, por lo tanto, requeriría una evaluación más detallada en vista de que se desco-

TABLA 5

EFFECTO DE LA CONCENTRACION DE LA PROTEINA DE LEVADURA EN LA DIETA SOBRE LA CONCENTRACION PLASMATICA, RENAL Y HEPATICA DE ACIDO URICO EN POLLOS WARREN

	Proteína de levadura en la proteína dietaria ¹ g/100g				
	0	25	50	75	100
Acido úrico-plasma mg/100ml x g N consumido	88.5 ± 5.3 ^{2a}	93.8 ± 12.0 [*]	84.0 ± 13.5 [*]	79.5 ± 15.0 [*]	91.5 ± 12.0 [*]
Acido úrico-riñón mg/100g riñón x g N consumido	337.5 ± 75.0 [*]	373.5 ± 127.5 [*]	412.5 ± 75.0 ^{ab}	375.0 ± 127.5 ^{ab}	495.3 ± 89.4 ^b
Acido úrico-hígado mg/100g hígado x g N consumido	213.8 ± 45.0 [*]	243.8 ± 41.3 ^{ab}	255.0 ± 15.0 ^{bc}	232.5 ± 11.3 ^{bc}	288.8 ± 7.5 ^c

1 La proteína de levadura se incluyó a expensas de la proteína de soya.

2 Cada valor representa la media de siete individuos ± desviación estándar. Las medias en línea horizontal con letras diferentes son estadísticamente diferentes al 95% de confiabilidad según el método de rangos múltiples de Duncan.

TABLA 6

EFFECTO DE LA CONCENTRACION DE LA PROTEINA DE LEVADURA EN LA DIETA SOBRE LA
CONCENTRACION PLASMATICA Y HEPATICA DE LIPIDOS TOTALES, COLESTEROL Y TRIGLICERIDOS EN
POLLOS WARREN

		Proteína de levadura en la proteína dietarial g/100g				
		0	25	50	75	100
<i>Plasma</i>						
mg lípido/100 ml plasma		1261.0 ± 127.5 ^a	1280.0 ± 108.6 ^a	1445.7 ± 274.6 ^a	1418.1 ± 244.5 ^a	1347.8 ± 259.6 ^a
Lípidos totales		109.7 ± 24.0 ^a	104.1 ± 23.4 ^a	101.8 ± 38.2 ^a	104.8 ± 24.2 ^a	103.5 ± 33.2 ^a
Colesterol		228.4 ± 64.9 ^a	236.8 ± 56.9 ^a	305.2 ± 142.2 ^a	317.7 ± 123.4 ^a	232.2 ± 78.0 ^a
Triglicéridos						
<i>Hígado</i>						
mg lípido/g hígado		4.5 ± 0.7 ^a	4.0 ± 0.6 ^{ab}	3.8 ± 0.6 ^{ab}	3.5 ± 0.9 ^b	3.3 ± 0.5 ^b
Lípidos totales		3.1 ± 0.5 ^a	3.3 ± 0.4 ^a	3.4 ± 0.3 ^a	3.9 ± 0.3	4.1 ± 0.3 ^b
Colesterol		9.1 ± 0.7 ^a	7.5 ± 0.34 ^b	6.3 ± 0.3 ^c	5.3 ± 0.4 ^d	4.9 ± 0.2 ^d
Triglicéridos						

1 La proteína de levadura se incluyó a expensas de la proteína de soya.

2 Cada valor representa la media de siete individuos ± desviación estándar. Las medias en línea horizontal con letras diferentes son estadísticamente diferentes al 95% de confiabilidad según el método de rangos múltiples de Duncan.

noce si está vinculado con la proteína de la levadura o con otras moléculas presentes en la misma. En todo caso, este efecto sólo se observó cuando la concentración de proteína de levadura era superior a 50%.

Los resultados obtenidos sugieren que, en las condiciones en que se llevó a cabo el presente ensayo, el nivel máximo de levadura de cerveza en dietas iniciadoras para pollos, fue de 30%. del cual aportó la mitad de los requerimientos proteínicos para esta especie. Así, a este nivel de suplementación de proteína, se obtuvieron valores adecuados en los indicadores del metabolismo del nitrógeno y lípidos.

Dicho nivel de sustitución de la proteína de soya por proteína de levadura de cerveza resultó menor que el 75% observado con levaduras crecidas en metanol (24).

Ahora bien, la selección del nivel de sustitución de la proteína de levadura en el rango de 0% a 50% usando células completas, dependerá del contenido de purinas de la carne de pollos alimentados con levadura, y de factores de orden práctico y económico tales como costo y disponibilidad de levadura, bien sea cultivada en el "jugo de nepe" o el subproducto de la elaboración de la cerveza, y de otras fuentes proteínicas, aspectos todos ellos que requieren posterior evaluación.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su reconocimiento al Dr. Patricio Hevia por su gentil colaboración en el uso del bioterio. Asimismo, al Licenciado Leopoldo Rodríguez de Cervecería Polar, por el oportuno suministro de la levadura.

SUMMARY

EFFECT OF DIETARY CONCENTRATION OF

Saccharomyces carlsbergensis

YEAST RECOVERED FROM BEER, IN WARREN MALE CHICKS

Six groups of 1-day-old Warren chicks (seven per group) were fed for 15 days on diets with the protein supplement made of mixtures of soybean protein and dried yeast *Saccharomyces carlsbergensis* recovered from beer. The purpose was to establish the maximum substitution level of the soybean protein isolate by dried yeast, with the least possible related metabolic effects. Each group was fed one of the diets containing 0%, 25%, 50%, 75% and 100% of the protein supplement based on yeast protein, substituting the soybean protein isolate. In order to estimate the NPR value of the yeast protein, a group which received a protein-free diet, was also included.

Protein utilization and changes in both plasma and liver total lipids, triglycerides, cholesterol and liver and kidney uric acid, were determined. In the groups fed diets with 75% and 100% of yeast protein, decreased body

weight gain and PER and NPR values were observed, as well as an increment in the liver and kidney uric acid concentrations, although the diet consumption was not substantially modified. Thus, protein utilization, measured as PER and NPR, was lower in these groups. Plasma uric acid was not modified in neither group. The plasma lipids were not altered at whatever yeast concentration, while in the liver, total lipids as well as triglycerides decreased when the dietary yeast was increased.

Results indicated that when using whole yeast cells recovered from beer in pre-starting rations for chicks, 50% of yeast protein is the maximum substitution level.

BIBLIOGRAFIA

1. Vananuvat, P. Value of yeast protein for poultry feeds. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 8: 325-343, 1977.
2. Sarwar, G. R.W. Peace & H.G. Botting. Protein quality of food yeasts and metabolism of their purines by rats. *Nutr. Reps. Internat.*, 43: 709-720, 1986.
3. Wouldroup, P.W. & N.W. Ilyn. Comparison of the nutritive value of yeast grown on hydrocarbon feedstocks under varying processing conditions. *Poultry Sci.*, 54: 1129-1133, 1975.
4. Vaughan, A.E., M.W. Miller & A. Martini. Amino acid composition of whole cells of different yeasts. *J. Agric. Food Chem.*, 27: 982-984, 1979.
5. Rodríguez, L. Comunicación personal. Cervecería Polar, Caracas, Venezuela.
6. Windevoxhell, M. & S. Bahar. Intracellular alfa glucosidase in brewery waste by *Saccharomyces carlsbergensis*. (Aceptado para publicación en *Acta Científica Venezolana*).
7. Póo, M.E. & N. Millán. Efecto del lavado de la levadura recuperada de la cerveza sobre su valor nutritivo para pollos. *Acta Científica Venezolana*, 38: 130-132, 1987.
8. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 13th ed. Washington, D.C., The Association, 1980.
9. Folch, J., M. Lee & S. Sloane. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226: 497-509, 1956.
10. Steward, P.R. Analytical methods for yeast. In: *Methods in Cell Biology*. Vol. XII. Chapter 8. David & Prescott (Eds.). New York, N.Y., Stolon, 1975.
11. Fiske, C.H. & Y. Subbarow. The colorimetric determination of phosphorous. *J. Biol. Chem.*, 66: 375-400, 1925.
12. Hare, P.E. Amino acid composition by column chromatography. In: *Protein Sequence Determination*. Saul B. Needleman, (Ed.). New York, N.Y., 1975, p. 204-231.
13. Peterson, D.W., W.H. Hamilton & A.L. Lilyblade. Hereditary susceptibility of dietary induction of gout in selected lines of chickens. *J. Nutr.*, 101: 347-354, 1971.
14. Shahinian, S. & P. Reinhold. Application of the phenol-hypoclorite reaction to measurement of ammonia concentrations in Kjeldahl digest of serum and various tissues. *Clin. Chem.*, 17: 1077, 1971.
15. Mora, J.A., P. Hevia & A.M. Cioccia. Uso de un método colorimétrico para determinar proteínas en dietas, heces, orina y cuerpos de ratas y su aplicación a estudios nutricionales. 34 Convención Anual AsoVAC. *Acta Científica Venezolana*, 35: 355, 1984.
16. Millán, N., O. Brito & P. Hevia. Purine enzymes and uric acid excretion as indicators of protein quality in chickens fed soy-gelatin mixtures. *Nutr. Reps. Internat.*, 30: 1367-

- 1376, 1984.
17. Liddle, L. The enzymatic method for the determination of uric acid. *J. Lab. Clin. Med.*, **54**: 903-913, 1959.
 18. Allain, C., L. Poon, S. Chang, W. Richmond & C. Fu. Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clin. Chem.*, **20**: 470, 1974.
 19. Soloni, F.G. Simplified manual micromethod for determination of serum triglycerides. *Clin. Chem.*, **17**: 529-534, 1971.
 20. Sokal, R. & Rohlf. *Biometría*. Madrid, Ediciones H. Blume, 1979.
 21. Duncan, D.B. Multiple range and multiple F-tests. *Biometrics*, **11**: 1-6, 1955.
 22. Shannon, D.W.I. & J.M. McNab. The effect of different dietary levels of a n-paraffin grown yeast on the growth and food intake of broiler chicks. *Br. Poultry Sci.*, **13**: 267-272, 1972.
 23. Molina O.E., L.A. Pailhé, N.I. Perotti de Gálvez & E. Popolizio. Evaluation of the efficiency of bacterial protein (*Cellulomonas sp.* and *Bacillus subtilis*) in pre-starting rations for broiler-chickens. *Rev. Lat-amer. Microbiol.*, **25**: 253-258, 1983.
 24. Sell, J.L., M. Ashraf & G.L. Bales. Yeast single-cell protein as a substitute for soybean meal in broiler diets. *Nutr. Repts. Internat.*, **24**: 229-235, 1981.