



CALIDAD PROTEÍNICA DE QUESOS COMERCIALES MEXICANOS COMPARADOS CON UN PATRÓN DE CASEÍNA.

Juan I. Corujo e Irene Montalvo
Centro de Investigación, Universidad La Salle

RESUMEN.

La **calidad proteínica** de tres **quesos comerciales mexicanos** (Fresco, Oaxaca y Chihuahua) fue medida y comparada con un patrón de **caseína** mediante estudios de **Relación de Eficiencia Proteínica (PER)**, **Digestibilidad verdadera y aparente**, **Utilización Neta de Proteínas (NPU)** y **Relación Neta Proteínica (NPR)** utilizando ratas macho de la cepa Sprague-Dawley. Los quesos estudiados resultaron tener óptima calidad de proteína; sin embargo, la calidad proteínica del queso Chihuahua fue la única que superó a la de la caseína, mientras que tanto el queso Oaxaca como el Fresco fueron comparables a ésta.

INTRODUCCIÓN.

La calidad de las proteínas se refiere a la cantidad de aminoácidos esenciales (isoleucina, leucina, treonina, lisina, metionina, valina, fenilalanina, triptofano, histidina y arginina) que contienen en relación con la que se necesita en la formación de tejido nuevo. Por ello, la calidad de una proteína depende fundamentalmente de dos factores: 1) su digestibilidad o la facilidad con que es degradada y se hace utilizable para la absorción, y 2) el contenido de aminoácidos esenciales en esa proteína (1).

Las proteínas de origen animal suelen ser de mejor calidad que las de origen vegetal. Se les llama proteínas completas por incluir la cantidad suficiente de todos los aminoácidos esenciales. La mayoría de las proteínas de origen vegetal no aportan suficiente cantidad de uno o varios aminoácidos esenciales, de ahí su designación de proteínas incompletas (1).

Los métodos de evaluación de la calidad de las proteínas suelen ser biológicos, puesto que es la capacidad de ellas para sostener el crecimiento y mantenimiento lo que determina su valor definitivo. Los principales métodos biológicos son los siguientes:

- a) Relación de la Eficiencia Proteínica (PER);
- b) Digestibilidad (D);
- c) Balance de Nitrógeno (BN);
- d) Relación Neta Proteínica (NPR);
- e) Valor Biológico (VB); y
- f) Utilización Neta de Proteínas (NPU) (2).

La FAO estableció una proteína de referencia en base a los diferentes tipos de aminoácidos necesarios para suplir las pérdidas endógenas de un individuo sano. Definió esta proteína de referencia o patrón como "aquella que produce un gramo de tejido por cada gramo de la proteína consumida". De las proteínas naturales, la caseína y la albúmina son las de mayor calidad proteínica y por tanto, tomadas como **proteínas patrón** (2).

La caseína completa es un complejo de proteínas fosforiladas y constituye la parte nitrogenada más característica de la leche; no existe ninguna sustancia similar, ni en la sangre ni en los tejidos. La caseína precipita sólo cuando se acidifica la leche hasta un pH= 4.6, o cuando se encuentra bajo la acción de una enzima específica: el cuajo (renina). Por ello se le ha llamado "proteína insoluble" de la leche. Es la fracción nitrogenada más abundante de la leche, sobre todo en la de los rumiantes (3).



Ya que la leche y sus subproductos constituyen una fuente rica en proteínas y otros nutrimentos, la FDA (Food and Drug Administration) ha propuesto estándares nutricionales equivalentes para los productos lácticos sustitutos. De acuerdo a regulaciones emitidas en Septiembre de 1978, "si el queso o su producto sustituto es elaborado con proteína de origen láctico o vegetal, el PER debe tener un valor al menos de 100% comparado con el de la caseína " .

Este estándar de "equivalencia nutricional" asume que el PER de un queso tradicional no es mayor que el de la caseína . A pesar de que las proteínas en el queso se presentan principalmente como paracaseinato de calcio, esta proteína se degrada considerablemente durante la maduración de algunos quesos (4). Beadles et al (5) estudiaron la importancia nutricional del proceso de maduración en quesos, encontrando que la digestibilidad de la proteína del queso madurado era de 1-2% menor que la de la proteína proveniente de la cuajada. Randoin y Causeret (6) reportaron que las proteínas del queso madurado eran más digeribles que las proteínas de leche desgrasada en polvo al ser probadas en ratas.

En contraste, Korolczuk et al (7) encontraron que los cambios proteolíticos durante la maduración de quesos tipo Gouda y Tilsit no resultaron significativamente diferentes en el valor nutricional cuando se comparó con caseína más grasa butírica fresca. No encontraron cambios en NPU y PER durante la maduración y almacenamiento.

Siudak y Poznanski (8) estudiaron las diferencias en la calidad nutricional de varios quesos. Los rangos de valores de NPU reportados fueron de: 56 para los quesos Edam y Camembert, 60 para Tilsit, 65 para Roquefort y 67 para el queso Mysliwski.

En general, diferentes factores, tales como las condiciones del proceso e interacciones entre los nutrimentos presentes, pueden afectar la digestibilidad de la proteína y su biodisponibilidad.

En este estudio se utilizaron los quesos comerciales tipo Fresco, Oaxaca y Chihuahua, por considerarse los más consumidos a nivel nacional. Se pretende, además de estudiar la calidad proteínica de cada uno en comparación a la caseína, recomendar el consumo de uno de estos productos debido a sus cualidades nutricionales.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Preparación y composición de las muestras.

Las muestras fueron sometidas a un proceso de rayado manual, desecadas en una estufa al vacío (70° C) y sometidas a un análisis químico proximal con el fin de caracterizar los productos, realizándose pruebas por duplicado de humedad, grasa, cenizas y proteína, según métodos de la Asociación Oficial de Químicos Analíticos (9).

Elaboración de las dietas.

Con los resultados obtenidos del análisis químico proximal se prepararon 5 dietas que se probaron con las diferentes pruebas biológicas: a) queso Fresco deshidratado; b) queso Oaxaca deshidratado; c) queso Chihuahua deshidratado; d) caseína como proteína de referencia; y e) dieta libre de nitrógeno (esta dieta se realiza para conocer las pérdidas endógenas de nitrógeno en el individuo de prueba). Estas dietas se elaboraron con un 10% de proteína como base, ya que se ha determinado experimentalmente que es a este porcentaje en donde hay una mayor sensibilidad al método y se obtiene una respuesta más confiable de la calidad de la proteína estudiada (10).

Además de ser isoproteínicas, las dietas también fueron isocalóricas, con el fin de que la cantidad de calorías no fuese un parámetro que influyera en el mayor o menor aumento de peso de los animales, siendo éste debido únicamente a la calidad de la proteína. Para lograr esto, se calcularon las dietas experimentales tomando como base una dieta que cubriese todos los requerimientos del animal y en donde el único parámetro diferente fuese la calidad de la proteína.

En la Tabla No. 1, se muestra la composición en gramos de los diferentes constituyentes de cada dieta.

**TABLA No. 1
COMPOSICIÓN (gr) DE LAS DIETAS PROBLEMA.**

Ingrediente	Fresco	Oaxaca	Chihuahua	Caseína	DLN*
Proteína	26.6	26.0	27.5	11.3	0.0
Sacarosa	23.9	24.5	24.8	29.1	32.6
Dextrina	24.3	25.0	25.2	29.5	32.5
Manteca	5.7	4.8	4.2	8.0	10.0
Aceite	4.0	4.0	3.0	6.0	6.0
Celulosa	10.0	10.5	10.4	10.3	20.4
Mezcla de:					
- Minerales	3.5	3.3	2.9	3.8	4.0
- Vitaminas	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Calorías	404.4	404.3	404.6	404.0	404.4

* Dieta Libre de Nitrógeno.

Pruebas biológicas

Se utilizaron 25 ratas machos de la cepa Sprague-Dawley recién destetadas (21 días aproximadamente). Se dividieron las dietas en grupos de cinco animales cada una, colocando las ratas en jaulas individuales, distribuyéndolas de acuerdo al método de culebra japonesa. Se obtuvo el promedio de los pesos de cada grupo y éste no varió en más de 1 g entre cada dieta.

El experimento se llevó a cabo en un cuarto aireado, con temperaturas máximas y mínimas de 21 a 23° C, y con un ciclo natural de luz-obscuridad de 12 hrs. Durante los 21 días que duró el estudio, se les proporcionó a las ratas agua y alimento "ad libitum". Cada siete días, el aumento o disminución de peso fue registrado pesando cada rata en una balanza de bioterio. Los resultados fueron anotados y analizados posteriormente.

El registro del alimento consumido y no consumido se llevó a cabo dos veces por semana. Durante la última semana del experimento, se recolectaron las heces de cada rata para obtener valores de nitrógeno fecal.



El último día del experimento, las ratas fueron pesadas y sacrificadas. A cada rata le fue extraída una muestra de hígado, que fue secado en una estufa (70° C) y almacenado para su posterior análisis de nitrógeno.

Para la determinación del nitrógeno en heces y en hígado se utilizó el método de Kjeldahl (9). Con los resultados obtenidos, se calculó la Relación de Eficiencia Proteínica (PER), Utilización Neta de Proteína (NPU), Digestibilidad Verdadera y Aparente, y Relación Neta Proteínica (NPR).

Análisis estadístico

El PER ajustado de cada dieta problema fue calculado con el valor teórico del PER de la caseína de 2.5. Los valores de PER también fueron calculados como porcentajes con respecto al valor del grupo de caseína.

Las diferencias estadísticas entre los promedios de las pruebas biológicas fueron determinadas utilizando un análisis de varianza, seguido del test de Tukey para diferencias significativas (a un nivel de 0.05 de significancia).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Análisis químico proximal

En la Tabla No. 2 se muestran los resultados obtenidos en el análisis químico proximal.

TABLA No. 2
ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL (%).

Análisis	QUESO FRESCO		QUESO OAXACA		QUESO CHIHUAHUA	
	B.Húmeda	B.Seca	B.Húmeda	B.Seca	B.Húmeda	B.Seca
Humedad	52.0	44.9	29.1			
Proteína	18.0	37.5	21.9	38.4	25.7	36.3
Grasa	7.8	16.4	11.0	20.0	17.6	24.9
Cenizas	1.5	3.2	1.5	2.8	2.8	4.0
ELN*	20.5	42.9	21.3	38.8	24.6	34.7

* Extracto Libre de Nitrógeno ó Carbohidratos.

Como era de esperarse, el queso Fresco, que está clasificado como un queso blando por la cantidad de agua que contiene, fue el que registró un mayor porcentaje de humedad; esto se refleja en los demás componentes, tales como la grasa, de la que se tuvo el menor valor en comparación con los otros dos quesos. Sin embargo, vale la pena aclarar que el contenido de grasa en un queso depende directamente de la composición de la leche utilizada, la manera de coagular la leche y la forma de trabajar la cuajada, ya que los diferentes métodos de proceso influyen sobre la cantidad de materia grasa retenida en la cuajada.

A su vez, el queso Chihuahua presenta la humedad más baja, pero la cantidad más alta de grasa y casi el doble en el contenido de cenizas. En los quesos de pastas prensadas, como el caso del Chihuahua, se realiza un cuajado rápido mediante el uso de cuajo, con lo que se evita la acidificación al principio de la fabricación y por tanto, la pasta conserva muchos minerales, especialmente calcio. Por el contrario, tanto la cuajada del queso Fresco como el Oaxaca, experimentan una fermentación láctica activa que desmineraliza fuertemente la pasta.

En relación al contenido proteínico, observamos valores muy semejantes entre las tres muestras. Posibles diferencias en el contenido proteínico podrían deberse a varias causas: composición proteínica de la leche, tratamientos térmicos durante el proceso, o una adulteración del producto mediante el uso de caseinatos.

La cantidad de carbohidratos, o extracto libre de nitrógeno, depende del contenido de los demás nutrimentos en el alimento, debido a que este resultado se obtiene por diferencia con las otras determinaciones.

Ganancia de peso y consumo de alimento

En la Tabla No. 3 se muestran los datos de ganancia de peso y consumo de alimento de las diferentes dietas.

TABLA 3
GANANCIA DE PESO* Y CONSUMO DE ALIMENTO (g)

Dieta Problema	Peso(i) Rata	Peso(f) Rata	Ganancia de Peso	Consumo Alimento	Consumo Proteína
Q. PANELA	46.2a	84.0c	37.8	127.0b	12.70b
Q. OAXACA	46.0a	66.3b	20.3	121.9b	12.19b
Q. CHIHUAHUA	45.6a	105.8d	62.2	153.9c	15.39c
CASEÍNA	45.8a	88.0c	42.2	154.4c	15.44c
DLN^a	45.5a	28.3a	15.9	64.4a	0.65a

* Promedios con diferentes letras en una columna son estadísticamente diferentes ($P > 0.05$)

^a Dieta Libre de Nitrógeno

Según indica la tabla, el incremento de peso en los animales en orden creciente, pertenece a los de la dieta de queso Oaxaca, queso Fresco, Caseína y queso Chihuahua.

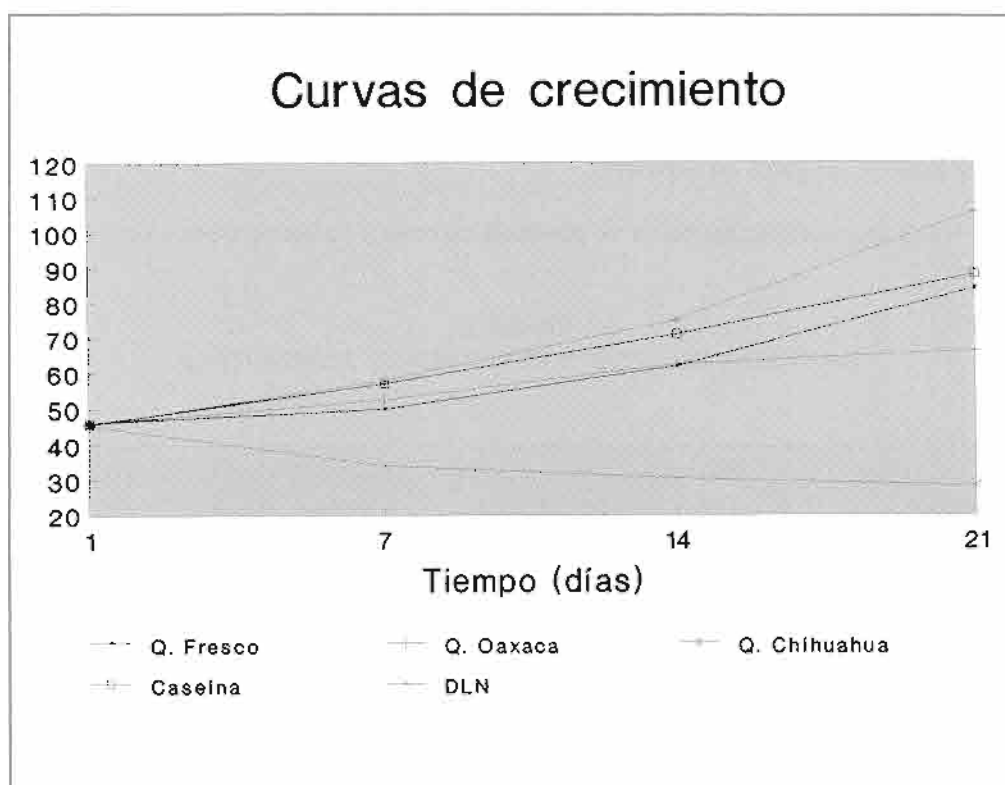
Las diferencias entre las dietas con los diferentes quesos fueron significativas. Si comparamos las dietas de los quesos Chihuahua y Oaxaca, podemos observar que si bien se realizó un consumo de dieta "ad libitum", se consumió más alimento de la dieta del queso Chihuahua (aproximadamente 30 g más, comportamiento que es natural con el consumo de proteínas de buena calidad). La diferencia en la ganancia de peso de las ratas entre ambas dietas fue de casi 42 g.



Comparando las dietas de los quesos Fresco y Oaxaca, observamos una ingesta muy similar de alimento y en cambio, la diferencia en la ganancia de peso es de aproximadamente 18 g. Esto nos indica que el proceso al cual es sometido el queso Oaxaca y en especial, el tratamiento térmico que recibe, pudiera afectar el aprovechamiento de la proteína .

La dieta libre de nitrógeno exigió del metabolismo de los animales la utilización de todo el nitrógeno de las reservas para suplir el requerimiento de nitrógeno mínimo diario y por tanto, se produjeron pérdidas de peso en todos los sujetos.

En la Figura No. 1 se muestran las curvas de crecimiento para cada dieta.



En la primera semana, las curvas de crecimiento no se separan tanto, a excepción de la DLN en la cual ya se ve una disminución importante de peso, indicándonos que este tiempo es un período de adaptación a las dietas y un reflejo de dietas anteriores. Al final de la tercera semana ya se ha establecido una diferencia muy clara entre todas las dietas y en este caso, ya se puede hablar de respuestas a la calidad proteínica del producto. Un ejemplo de esto sería la relación del queso Fresco y Oaxaca con respecto a la caseína. Si bien en un principio, la respuesta de la dieta del queso Fresco estuvo por debajo del de la del queso Oaxaca, al terminar el experimento, la primera finalizó casi a la par que la curva de la caseína, en tanto que el queso Oaxaca dio una respuesta muy pobre.

Pruebas biológicas

En la Tabla No.4, se muestran los resultados obtenidos de PER.

La Relación de Eficiencia Proteínica (PER) basa sus resultados en la relación entre el peso del animal y el alimento consumido (visto como proteína ingerida). En los resultados, únicamente el queso Oaxaca presenta un PER menor al de la caseína, mientras que tanto el queso Fresco como el Chihuahua presentan valores superiores.

En la introducción de este trabajo, se hace referencia a una regulación de la FDA, en donde se asume que el PER de un queso tradicional no es mayor al PER de la caseína. Tanto el queso Fresco como el Chihuahua contradicen esta suposición.

Lange y Potgieter (11) encontraron que las proteínas del suero de la leche presentan mayores valores nutricionales que los de la caseína. El queso Fresco contiene una elevada humedad, debido principalmente a la cantidad de suero atrapado en la cuajada. Esto puede explicar un valor de PER superior al de la caseína.

TABLA No. 4
PER* PARA LAS DIETAS PROBLEMA

Dieta Problema	PER	PER ^b ajustado	% de Caseína
CASEINA	2.9b	2.5b	100%
Q. PANELA	3.2b,c	2.8b,c	110%
Q. OAXACA	1.7a	1.5a	59%
Q. CHIHUAHUA	4.0c	3.5c	138%
DLN ^c	-2.5	-2.2	

* Promedios con diferentes letras en una columna son estadísticamente diferentes (P> 0.05)

^b Valores de PER ajustados para caseína a un PER de 2.5

^c Dieta Libre de Nitrógeno

La razón para un mayor PER del queso Chihuahua comparado con el estándar de caseína se puede deber a cambios proteolíticos que ocurren durante la maduración de la cuajada. Durante la proteólisis progresiva en la manufactura de los quesos, la paracaseína y algunas de las proteínas menores son convertidas gradualmente hasta compuestos nitrogenados simples, llamados proteosas, peptonas y aminoácidos. Dado que los aminoácidos y pequeños péptidos pueden ser absorbidos con mayor velocidad, es posible que mejore la disponibilidad proteínica (12).

En la Tabla No. 5 se muestran los resultados obtenidos para las restantes pruebas biológicas.



TABLA No. 5
ANÁLISIS* DE LAS PRUEBAS BIOLÓGICAS EN LAS DIETAS PROBLEMA

DIETA PROBLEMA	DIGESTIBILIDAD VERDADERA	DIGESTIBILIDAD APARENTE	NPU ^b	NPR ^c
CASEINA	90.01a	85.45a,b	62.98b	4.34a
Q. PANELA	89.38a	84.89a	50.72a	4.03a
Q. OAXACA	92.28b	86.47b	60.97b	4.19a
Q. CHIHUAHUA	89.73a	86.02a,b	69.59b	5.38b

* Promedios con diferentes letras en una columna son estadísticamente diferentes (P > 0.05)

^b Utilización Neta de Proteínas

^c Relación Neta Proteínica

La digestibilidad verdadera y aparente nos da información consecuente de la digestión de la proteína en la dieta y la facilidad de absorción de los aminoácidos.

En la digestibilidad verdadera, se realiza una corrección para compensar las pérdidas obligatorias de nitrógeno en un sujeto que sigue una dieta sin proteínas, siendo, por tanto, una medición más confiable que la digestibilidad aparente.

En la digestibilidad aparente, definida como la relación entre la cantidad de proteínas alimentarias que se digieren y absorben, el queso Chihuahua y la caseína tienen un comportamiento estadísticamente similar; en otras palabras, ambos son digeridos con la misma facilidad. El queso Fresco tiene una digestibilidad menor, tal vez debido a que la proteína llega sin sufrir proteólisis y hay una menor cantidad de péptidos y aminoácidos libres. Estadísticamente, sin embargo, se comporta en forma similar a la caseína y al queso Chihuahua.

El queso Oaxaca obtiene una digestibilidad aparentemente alta, lo cual puede deberse al tratamiento térmico a que fue sometido. Esto pudo haber facilitado la parcial desnaturalización de la proteína y por tanto, una mejor digestibilidad y menor competencia entre los aminoácidos en el proceso de absorción. Vale la pena resaltar que estadísticamente, no hay diferencias entre la digestibilidad de la caseína, el queso Chihuahua y el queso Oaxaca.

El método de NPU nos indica la proporción del nitrógeno alimentario que se retiene en el cuerpo y que es utilizado. Este método obtuvo el menor valor para la dieta de queso Fresco y el mayor para el queso Chihuahua. La baja retención y utilización de nitrógeno del queso Fresco es debida seguramente a que la proteína se presenta sin tratamientos posteriores, hay menos aminoácidos libres disponibles y gran parte de estos son excretados por las vías normales, produciéndose poca retención de nitrógeno.

El queso Chihuahua y la caseína obtienen buena retención, produciéndose un equilibrio entre la absorción y el desecho de aminoácidos y por ende, una alta utilización de nitrógeno. El queso Chihuahua puede haber logrado una mayor retención gracias a los cambios químicos que se producen durante la maduración. Charles (13) sostiene que durante ésta, enzimas lácticas o bacterianas ocasionan la hidrólisis de parte del fosfatocaseinato de calcio, formándose proteosas y peptonas, así como los aminoácidos, lo que hace que la proteína sea más asimilable.

Beadles et al (5) encontraron que la digestibilidad de la proteína en el queso madurado era de 1 a 2% menor que la proteína de la cuajada. Sin embargo, también encontraron que la capacidad del queso para promover ganancia de peso en ratas jóvenes era mayor en quesos madurados que al usar la cuajada. Nuestros resultados no coinciden con la disminución en la digestibilidad de un queso madurado (Chihuahua) comparado con cuajada (Fresco), pero si coincidimos en el incremento en la ganancia de peso. Nuevamente, esto puede ser debido a una mejor retención de nitrógeno al ingerir quesos madurados.

CONCLUSIONES.

Los tres quesos estudiados resultaron tener óptima calidad proteínica y cualquiera de ellos puede proporcionar la proteína que es requerida en la alimentación diaria. Por otra parte, estos productos gozan de una gran aceptación entre la población y sus características organolépticas los colocan en un amplio rango de consumo.

Después de observar los resultados de los métodos biológicos, se puede concluir que la calidad proteínica del queso Chihuahua es la única que supera ligeramente a la de la caseína, estando por debajo de ésta la del queso Oaxaca y la del queso Fresco. Por desgracia, gran parte de la población mexicana consume queso Fresco, debido a su menor costo gracias a la sencillez de su elaboración. Lo recomendable sería consumir mayor cantidad de queso Chihuahua, pero debido a su costo más elevado, su consumo disminuye a pesar de su alta calidad nutritiva.

Se recomienda un estudio posterior para determinar si la razón por la cual no hay una elevada retención de nitrógeno en algunos de los quesos estudiados, es debido a la presencia de productos adulterantes, como caseinatos y almidones.

AGRADECIMIENTOS.

Los autores desean agradecer al Instituto Nacional de Nutrición, al Instituto Nacional de Investigaciones Biomédicas (UNAM) y a la Escuela de Ciencias Químicas de la Universidad La Salle, por el apoyo recibido para la realización de este trabajo.

REFERENCIAS.

1. GUYTON, A.C. Tratado de Fisiología Médica. Ed. Interamericana. 4a. edición. Pags: 1015 - 1027. 1971.
2. TAYLOR, K.B. y ANTHONY, L.E. Nutrición Clínica. Ed. McGraw Hill. 1ªEd. Pags:590-593.1985.
3. ALAIS, C. Ciencia de la Leche. Ed. Continental. 1ªed. Pags:101-118. 1970.
4. KOSIKOWSKI, F. "Cheese and Fermented Milk Foods", 2nd. ed. Edwards Brothers, Inc. Ann Arbor, MI. 1977.
5. BEADLES, J.R., QUISENBERRY, J.H., NAKAMURA, F.I. and MITCHELL, H.H. Effect of the ripening process of cheese on the nutritive value of the protein of milk curd. J. Agric. Res. 47:947. 1933.
6. RANDOIN, L. y CAUSERET, J. Recherches préliminaires sur l'utilisation digestive et sur la valeur biologique des protides de diverses especes de fromages. Annales Technologie. 4:527. 1955.



7. KOROLCZUK, J., KWASNIEWSKA, I., CIESLAK, D., SZKILLADZ, W., LUCZYNSKA, A. y BIJOK, F. 1977. Effect of duration of ripening and atorage on nutritive value of protein and proteolytic changes in Gouda- and Tilsit-type cheeses. Roczniki Instytutu Przemysłu Mleczarskiego. 19:39 [In Food Science & Tech. Abstracts 11:2P230 (1979)].
8. SIUDAK, F. y POZNANSKI, S. Nutritive value of protein in selected types of chesse produced in Poland. Roczniki Technologii i Chemii Zywnosci 20:15. [In Food Science & Tecnol. Abstracts 3:9P1498 (1977)].1971.
9. AOAC. "Official Methods of Analysis". 13th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. 1980.
10. ALLISON, J.B. Biological Evaluation of Proteins. Physiol. Rev. 35:664-685. 1955.
11. LANGE, D.J. de, y POTGIETER, C.M. Genetic aspects concerning the composition of whey proteins and its biological value. So. African J. Dairy Technol. 11:47 [In Food Science & Tecnol. Abstracts 12:11P1878 (1980)]. 1979.
12. ADIBI, S.A. y PHILLIPS, E. Evidence for greater absorption of amino acids from peptides than free form by human intestine. Clinical Research 16:446. 1968.
13. CHARLES, H. Tecnología de Alimentos. Ed. Limusa 1ªed. Pags: 428-429. 1987.