



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos
Programa de Maestría en Ciencias y Tecnología de Alimentos

Especialidad en Conservación y Procesamiento de Productos Marinos

**Estudio Comparativo de Indicadores de Calidad Proteica *in vitro*
para Predecir Calidad Proteica en Músculos de Especies
Acuáticas y Terrestres de Amplia Producción y Consumo en la
Región de Sonora**

TESIS

Que para obtener el Grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

Presenta:

Rafael Adrián Romero Archuleta

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



“El saber de mis hijos
hará mi grandeza”



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

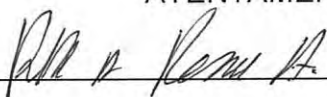
DEL AUTOR

Este trabajo se presenta como uno de los requisitos parciales para la obtención del grado de Maestro en Ciencias, Especialidad en Conservación y Procesamientos de Productos Marinos, de la Universidad de Sonora.

Se deposita en la biblioteca del Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos de la Universidad de Sonora, para ponerla a disposición de los interesados. Se puede obtener autorización para reproducir y/o transferirse a este escrito, en su totalidad o en partes, a través del Coordinador del Posgrado en Ciencias y Tecnología de Alimentos, cuando se considere que dicha propuesta apoye al avance académico.

En cualquier otra situación se debe obtener autorización del autor.

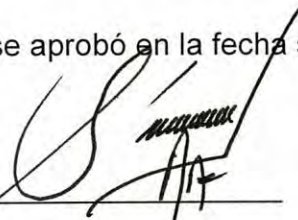
ATENTAMENTE



Rafael Adrián Romero Archuleta

APROBACIÓN DEL ASESOR

Este trabajo se aprobó en la fecha señalada:



Dr. Jesús Manuel Barrón Hoyos

30 Enero, 2009.

Fecha

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad de Sonora**, y especialmente al **Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos**, por darme la oportunidad de continuar en el camino de la superación académica.

Un especial agradecimiento al **Dr. Jesús Manuel Barrón Hoyos** por compartir su experiencia académica, vivencial y por su valiosa dirección y asesoría en la elaboración del presente trabajo.

A mis sinodales **Dr. José Luis Cárdenas López, M. C. María del Refugio Falcón Villa** y **Dra. Josafat Marina Ezquerro Brauer**, por su valiosa cooperación en la realización de este trabajo.

A **Dra. María Isabel Silveira Gramont** por asesoría en estadística y adiestramiento en el uso del paquete estadístico JMP.

A **Q. B. Rosario Anduaga Cota, M. C. Alma Guadalupe Cota Gastelum, Juan Carlos Valle, Francisco Vázquez, Manuel Ochoa, Miguel Rodarte, Gustavo Urias, Aldo Villaseñor, Henry Romero, Elpidio Romero, Antonio Zacarías**, y a todos aquellos que con su ayuda se pudo realizar este trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres **Rafael** y **Paulina** por darme su herencia mas grande, la educación.

A mis hermanos **Charito**, **Tales** y **Lilí** por el gran apoyo incondicional.

A mis primos, **Joel**, **Enrique-Oralia**, **Misael-Marta**, **Hugo-Gabriela**, **Honorio-Rosalba⁺**, **Yolanda**, **Walo**, **Flor**, **Lula-Luis**, **Sol-Leo**, **Julian**, **Yova**, **Ivan**, **Mayte**, **Cuatas**, **Lourdes**, **Andres**, **Turín**, **Eduardo**, **Chepe**, **Maury**, **Fito**, **Ido**, **Berta**, **Selina**, **Concha**, **Ale-Lau** , a mis tíos **Layo**, **Chuy**, **Came**, **Juninio-Güera**, **Chema-Nena**, **Bolinchi-Dora**, **Efren-Esther**, **Trigio-Armida**, **Beba-Fory**, **Tino-Maya**, **Lencho**, **Chencho**, **Juanita-Juan** por su ayuda directa o indirectamente.

A mis **compañeros de la maestría** por compartir un lapso tan importante en sus vidas como en la mía.

A mis amigos del laboratorio **Alex**, **Ivon-Eder**, **Mely**, **Bandera**, **Adelina**, **Judy**, **Yaehl**, **Eva**.

A **Mila-Ch**, **Irene-BG** y **Raul-Ch** por aceptarme en su grupo tan selecto de amigos, fueron de gran ayuda.

A **Julio, Adrian, Elvis, Chito, Topo, Karim, Pancho, Tony, Ranas, Chikis** por las alegrías y las bocanadas de realidad que me dieron.

A **Eva-Oscar, Tete, Mara-Celín, Andrés-Chayo, Manuel-Eva, Uma, Heri**, por impulsarme en los últimos momentos y recibirme en su familia.



A **mi trapito** por su persistencia, amor y aguante aun en los momentos más difíciles.

A **Alba** por ser el impulso para la superación, tolerancia, aguante, tenacidad, y objetivos a lograr.

A **mi casita**



La señora luna dijo que yo no iba a poder
El señor sol dijo que yo no iba a poder
La madre tierra dijo que yo no iba poder
Cuando lo logré, me enteré de los comentarios

Adrián Romero

CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS-----	iii
ÍNDICE DE FIGURAS-----	v
RESUMEN-----	vi
INTRODUCCIÓN-----	1
OBJETIVOS-----	3
Objetivo General-----	3
Objetivos Específicos-----	5
HIPOTESIS-----	6
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA-----	6
Proteínas para el Humano-----	7
Fuentes de Proteína-----	10
Evaluación de la Calidad Proteica-----	11
Metodologías <i>in vivo</i> -----	11
Razón de Eficiencia Proteica-----	12
Utilización Neta de Proteína-----	13
Razón Neta de Proteína-----	15
Metodologías <i>in vitro</i> -----	15
Metodología Enzimática-----	16
Métodos Basados en la Calificación Química-----	16
Calificación Química-----	17
Digestibilidad de la Proteína Corregida por la Calificación de Aminoácidos (PDCAAS)-----	19
Métodos Computacionales-----	20
Estudios de Calidad proteica en Alimentos Regionales-----	20
Comparación de metodologías de calidad proteica-----	23
MATERIALES Y MÉTODOS-----	23
Obtención y tratamiento de las muestras-----	23
Muestras de Origen Acuático-----	23
Camarón-----	25
Tilapia-----	25
Cazón y Lenguado-----	25
Muestras de Origen Terrestre-----	25
Pollo, Pavo, Res y Puerco-----	26
Análisis químico Proximal-----	26
Digestibilidad <i>in vitro</i> -----	28
Determinación de Aminoácidos-----	30
Determinación de Prolina e Hidroxiprolina-----	31
Método PDCAAS-----	33
C-PER y DC-PER-----	35
Diseño Experimental-----	35
Análisis Estadístico-----	35

CONTENIDO (continuación)	
RESULTADOS Y DISCUSION-----	37
Análisis Químico Proximal-----	37
Porcentaje de Digestibilidad <i>in vitro</i> -----	40
Especies de Origen Acuático-----	41
Especies de Origen Terrestre-----	44
Comparativo de Especies Acuáticas y Terrestres-----	46
Contenido de Aminoácidos Totales-----	46
Especies de Origen Acuático-----	47
Especies de Origen Terrestre-----	50
Indicadores In-vitro de Calidad Proteica-----	51
PDCAAS-----	51
Especies de Origen Acuático-----	52
Especies de Origen Terrestre-----	56
Comparativo de Especies Acuáticas y Terrestres-----	58
C-PER-----	59
Especies de Origen Acuático-----	59
Especies de Origen Terrestre-----	62
Comparativo de Especies Acuáticas y Terrestres-----	64
DC-PER-----	64
Especies de Origen Acuático-----	65
Especies de Origen Terrestre-----	67
Comparativo de Especies Acuáticas y Terrestres-----	69
Concentración de Colágeno-----	70
Especies de Origen Acuático-----	70
Especies de Origen Terrestre-----	72
Comparativo de Especies Acuáticas y Terrestres-----	74
Correlación Entre Metodologías de Calidad Proteica -----	74
CONCLUSIONES-----	77
RECOMENDACIONES-----	79
REFERENCIAS-----	80
ANEXOS-----	100
Anexo A. Encuesta a establecimientos	
Anexo B. Tablas y estadísticos	
Anexo C. Desarrollo de la caída de pH durante la hidrólisis de diferentes músculos por la técnica multienzimática de Satterle y col. (1982)	
Anexo D. Salidas de computadora de las diferentes muestras para C-PER y DC-PER	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Pág.
1. Patrón de requerimientos de aminoácidos para niños-----	32
2. Composición química proximal del músculo magro de diferentes especies acuáticas y alimentos cárnicos de origen terrestre de mayor consumo y producción en el noroeste de la región de Sonora-----	38
3. Porcentaje de digestibilidad <i>in vitro</i> de músculo de 4 especies de origen acuático-----	42
4. Porcentaje de digestibilidad <i>in vitro</i> de músculo de 4 especies de origen terrestre-----	45
5. Contenido de aminoácidos totales de músculo de 4 especies de origen acuático-----	48
6. Contenido de aminoácidos totales de músculos de 4 especies de origen terrestre-----	49
7. Análisis estadístico para valores de PDCAAS para músculo de origen acuático-----	57
8. Análisis estadístico para valores de PDCAAS de músculo origen terrestre-----	59
9. Análisis estadístico para valores de C-PER: músculo de origen acuático-----	62
10. Análisis estadístico para valores de C-PER: músculo de origen terrestre-----	64
11. Análisis estadístico para valores de DC-PER de músculo de origen acuático-----	67
12. Análisis estadístico para valores de DC-PER de músculo de origen terrestre-----	70

ÍNDICE DE TABLAS (continuación)

Tabla	Pág.
13. Análisis estadístico para contenido de colágeno en músculo de origen acuático-----	73
14. Análisis estadístico para contenido de colágeno en músculo de origen terrestre-----	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. resultados de la encuesta a 25 establecimientos en la ciudad de Hermosillo -----	24
2. Valores de PDCAAS en aminoácidos esenciales de músculo de 4 especies de origen acuático-----	53
3. Valores de PDCAAS en aminoácidos esenciales de músculo de 4 especies de origen terrestres-----	54

RESUMEN

Se compararon cuatro métodos *in vitro* para predecir la calidad proteica de organismos acuáticos y terrestres de alto consumo y producción en la región de Hermosillo. Las técnicas *in vitro* evaluadas fueron: digestibilidad por un método multienzimático, digestibilidad proteica corregida por la calificación de aminoácidos (PDCAAS), razón de eficiencia proteica calculada (C-PER) y C-PER discriminante (DC-PER). Además se determinó el contenido de aminoácidos totales, composición química proximal y contenido de colágeno. Se estudiaron cuatro especies acuáticas y cuatro terrestres. Las acuáticas fueron: Dos especies de cultivo; camarón (*Litopenaeus vannamei*) y Tilapia (*Oreochromis niloticus*), 2 especies silvestres; cazón (*Mustelus spp*) y lenguado (*Paralichthys spp*), organismos terrestres, músculo *Semitendinosus* de res (*Bos spp*), músculo *Pectoralis major* de Pollo (*Gallus spp*), músculo *Pectoralis major* de Pavo (*Meleagris spp*) y músculo *Logisimus* de Puerco (*Sus spp*). Las muestras fueron liofilizadas, molidas y almacenadas a 4°C antes de la realización de cada análisis.

Los métodos C-PER, DC-PER y PDCAAS no presentaron diferencias significativas entre las especies evaluadas, el único que presentó diferencias fue el método multienzimático. Se detectaron diferencias significativas en cuanto a la concentración de colágeno entre las muestras evaluadas, siendo las especies terrestres las que presentaron mayor contenido, y relacionando la

cantidad de colágeno con el porcentaje de digestibilidad *in vitro*, se obtiene que a mayor contenido de colágeno menor es la digestibilidad por el método multienzimático. Estas metodologías *in vitro*, en su conjunto aportan un mayor conocimiento sobre la calidad proteica de muestras de alimentos como los analizados en este estudio.

INTRODUCCIÓN

La nutrición es la suma total de los procesos que involucran la ingesta, digestión, absorción y utilización de las sustancias alimenticias en los organismos vivos, incluyendo la ingestión, digestión, absorción, transporte, metabolismo, y utilización de nutrientes que se encuentran en los alimentos (Melvin, 2005). Los alimentos proveen de nutrientes al organismo y estos se dividen en seis grupos principales que son: los carbohidratos, las grasas, las proteínas, las vitaminas, los minerales y agua.

Dentro de los atributos más importantes a evaluar en cualquier alimento es su calidad nutricional, existiendo varios métodos para determinar dicha calidad. Los más reconocidos son los estudios empleando animales de experimentación (Osborne y col., 1919; Miller y Bender, 1955; Bender y Doell, 1957; Hsu y col., 1977; Mendel, 1996; Morris y col., 2003; Moughan, 2003; Parada y Aguilera, 2007). Sin embargo, desde hace varias décadas se han reconocido que éstos son muy caros, consumen tiempo y una de las mayores críticas es el uso de organismos vivos (Mendel, 1996; Morris y col., 2003; Phimphilai y col. 2006), por ello es que se buscaron y se siguen investigando sistemas *in vitro* (Saunders y col. 1973; Hsu y col., 1977; Uchman y col., 1977; Satterle y col., 1982; Zarkadas, 1992; Ryu y col., 1998; Morris y col., 2003).

De los métodos *in vitro* empleados en este estudio, el más conocido es el de la predicción de digestibilidad usando enzimas proteolíticas comerciales (Satterle y col., 1982; Seet y Duane, 1983; Ryu y Lee. 1986; Harris y col., 1988;

Chang y col., 1992; El-Niely y Hania. 2007). Además, está el método de la corrección de la digestibilidad proteica en función del contenido de aminoácidos (PDCAAS), el cual se consiste en realizar la corrección del contenido de dichos aminoácidos por la digestibilidad *in vivo* (Sarwar, 1997; Schaafsma, 2000; Suárez y col., 2006), sin embargo hay muy pocas referencias donde dicha corrección se ha realizado con la digestibilidad *in vitro*. Además, están los métodos de predicción empleando sistemas computacionales (C-PER y DC-PER) (Jewell y col., 1980; Satterlee y col., 1982).

A pesar de ello, estos métodos no se han comparado, ni aplicado para predecir la calidad proteica de especies de cultivo y aunque se ha establecido la calidad de varios alimentos de alto consumo en la región (Ballesteros, 1989; Caire, 1991; Medrano, 1994) no han sido estudiados en función de los nuevos sistemas de producción donde se acelera la engorda o crecimiento de los animales. Por ello es que la idea central de este estudio fue comparar cuatro sistemas de evaluación de calidad proteica *in vitro*, usando como modelo alimentos de alta calidad proteica y establecer cual de estos métodos *in vitro* tenía la capacidad para detectar diferencias entre organismos de origen acuático y terrestre, además entre las especies de cultivo y silvestres.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar y comparar cuatro métodos de evaluación *in vitro*, para diferenciar entre calidades proteicas de especies acuáticas y terrestres de mayor producción y consumo en el noroeste de la región de Sonora.

Objetivos Específicos

Evaluar y comparar la digestibilidad *in vitro* de dos especies de cultivo, dos silvestres acuáticas y cuatro productos cárnicos de origen terrestre de mayor producción y consumo en el noroeste de la región de Sonora.

Evaluar y comparar el contenido de aminoácidos totales como indicador de calidad proteica de dos especies de cultivo, dos silvestres acuáticas y cuatro productos cárnicos de origen terrestre de mayor producción y consumo en el noroeste de la región de Sonora.

Evaluar la calidad proteica mediante indicadores *in vitro* de calidad proteica como el PDCAAS y usando modelos computacionales (C-PER y DC-PER) en muestras de proteínas de músculos de mayor producción y consumo en el noroeste de la región de Sonora.

Correlacionar las metodologías *in vitro* y poder eventualmente sugerir su empleo en la evaluación de calidad proteica de estas muestras.

HIPÓTESIS

La metodología *in vitro* es capaz de establecer diferencias entre la digestibilidad e índices de calidad proteica de organismos acuáticos y terrestres.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Proteínas para el Humano

Estructuralmente las proteínas son polímeros formados de la unión de varios aminoácidos mediante enlaces peptídicos. Estas estructuras denominadas polipéptidos pueden ser fibrilares o globulares y en ambos casos contienen otras estructuras que les confieren estabilidad a la estructura final (Mathews, 2002). Debido a que en la naturaleza existen al menos 20 aminoácidos de importancia nutricional, las posibilidades de unión de éstos son muchas, las proteínas que se encuentran en los alimentos pueden ser muy variadas en tamaño, forma y estructura (Melvin, 2005; Snook, 1984).

Desde el punto de vista nutricional y de acuerdo a su importancia en la nutrición humana los aminoácidos se clasifican en esenciales y no esenciales. Los primeros son los que deben ser consumidos por el humano debido a la inhabilidad de biosintetizar dichos compuestos y los segundos no es necesario proporcionarlos por el hecho de que pueden ser biosintetizados por el organismo (Mathew, 2001; Zubay, 1988). Los aminoácidos esenciales son isoleucina (Ile), leucina (Leu), lisina (Lys), treonina (Thr), triptófano (Trp), valina (Val) y los pares, metionina (Met) y cisteína (Cys), fenilalanina (Phe) y tirosina (Tyr). Los aminoácidos no esenciales son: alanina (Ala), arginina (Arg), asparagina (Asn), ácido aspártico (Asp), glutamina (Glu), glicina (Gly), histidina (His), serina (Ser), tirosina (Tyr) y prolina (Pro) (FAO 1985).

La función básica de las proteínas es la de proveer la cantidad necesaria de aminoácidos (esenciales y no esenciales) y el valor nutricional o calidad depende de su composición de amino ácidos, digestibilidad y utilización por el organismo humano (Schaafsma, 2000). El grado en que los aminoácidos, provenientes de las proteínas en la dieta, puedan cumplir con los requerimientos del organismo para la síntesis de proteína, es referido como calidad proteica (Paul, 2005). Es por esto que la FAO/WHO/UNU (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/ Organización Mundial de la Salud/ Universidad de las Naciones Unidas. 1985) consideran que el consumo adecuado de proteína, de buena calidad, es de 0.80 g/Kg/día para mujeres y de 0.85g/Kg/día para varones.

Fuentes de Proteína

Los alimentos de calidad proteica ideal no existen, por lo que la dieta en humanos debe de ser variada para que las distintas fuentes de proteína que consumimos logren cumplir con las demandas de proteína y amino ácidos del organismo. Las proteínas se encuentran ampliamente distribuidas en el reino vegetal y animal, de donde el hombre obtiene distintas fuentes de alimentos. Dentro del organismo humano las proteínas están asociadas a distintos procesos y la regulación de distintas funciones corporales. Por lo tanto requerimos de un aporte adecuado de proteína, tanto en cantidad como en calidad, para asegurar que el suministro de aminoácidos sea el que el

organismo necesita, para la síntesis proteica y el mantenimiento de un buen estado de salud. Básicamente contamos con dos fuentes de proteína, de acuerdo a su origen, vegetal y animal, en la elección, combinación y frecuencia de consumo está la clave para poder suplir nuestro requerimiento proteico (Hegarty, 1995)

Los vegetales son la base de la cadena alimenticia y gran porcentaje de la población mundial sustenta su dieta con alimentos de origen vegetal. Sin embargo desde el punto de vista de calidad de proteínas, los vegetales son reconocidos como "de baja calidad proteica" (Mendel 1996, Ghulam y Robert 1986, Schaafsma 2000, Barrón y col., 2003, Peter y Peter 2003). Esto no implica que las proteínas vegetales no contengan cantidades importantes de amino ácidos esenciales para la alimentación del humano, solo que se hace necesario un consumo más variado de alimentos de origen vegetal, que logren complementarse, para que la dieta logre la adecuada aportación de proteína y amino ácidos que requiere el organismo (Winston, 1992; Mathews, 2001).

En el caso de alimentos de origen animal, éstos son reconocidos como fuentes de proteína de alta calidad debido a que los aminoácidos esenciales para el humano se encuentran más concentrados en este tipo de alimentos; por lo que en algunos casos una sola fuente de alimento puede llenar los requerimientos de aminoácidos esenciales, o bien no es necesario un aporte tan variado de fuentes de proteína o la complementariedad necesaria, en el

caso de las fuentes proteicas de origen vegetal (Miguel y col., 1996; Hermann, 2007).

Si bien las proteínas de origen vegetal son reconocidas como de menor calidad proteica comparativamente con relación a las proteínas de origen animal, existen otros aspectos de importancia a considerar en relación al consumo y mas que nada a la frecuencia de consumo de estas fuentes de proteína. Los alimentos vegetales en lo general son asociados a una alimentación más sana, al ser comparados con alimentos de origen animal (Herman, 2007). Los alimentos vegetales son considerados la principal fuente de carbohidratos, fibra, vitaminas y minerales, también son regularmente vinculados a reducidos consumo de grasas en la dieta. En cambio los alimentos de origen animal, si bien son reconocidos como fuentes de proteínas de alta calidad, también son asociados a un alto consumo de grasas, lo que ha provocado que se recomiende controlar de manera cuidadosa su consumo para evitar enfermedades asociadas al aparato circulatorio, aterosclerosis y enfermedades cardiovasculares (Guadalajara-Boo, 1996; Moore, 2005).

Desde el punto de vista de su aportación de proteínas a la dieta, los alimentos vegetales son comúnmente vinculados a una mejor digestión, en cambio los alimentos de origen animal son regularmente vinculados a problemas digestivos y enfermedades tan comunes como la colitis (Goldbohm, 1994; Lancaster, 2006). Esto se debe sin duda a que los alimentos de origen animal contienen un mayor contenido de grasas y regularmente son más

difíciles de digerir, que los alimentos de origen vegetal. (Hernández y col., 1996; Mendel y col., 1996; Arenas y col., 2000; Negrao y col., 2005).

Evaluación de Calidad Proteica

La metodología existente para la evaluación de la calidad de las proteínas en alimentos es básicamente de dos tipos: los bioensayos, también llamados métodos *in vivo* que son los métodos concluyentes, y los químicos o *in vitro*. Los métodos *in vivo* utilizan organismos vivos para evaluar la capacidad de una fuente de proteína para soportar el mantenimiento y crecimiento de la especie. Es decir miden lo adecuado de la proteína en la dieta prueba, para cumplir con los requerimientos de proteína y amino ácidos esenciales que requiere el animal de prueba. Comúnmente estos ensayos utilizan ratas jóvenes, pues esta especie se asemeja más a los requerimientos de amino ácidos esenciales de los humanos jóvenes (McLarney y col., 1996).

Por otro lado, considerando las desventajas y requerimientos de los bioensayos, principalmente su costo, se han desarrollado una serie de metodologías y técnicas alternativas para la medición de la calidad de las proteínas en alimentos, conocidos como métodos *in vitro*. Estos métodos *in vitro* denominados así pues son métodos y técnicas que no involucran animales de experimentación y se desarrollan a nivel laboratorio, no son concluyentes en cuanto a que no miden la respuesta de un organismo vivo y comúnmente solo emplean o miden algún aspecto de la calidad de las proteínas en alimentos.

Ninguno de estos métodos *in vitro*, son suficientes para establecer la calidad de la proteína, debido a que no evalúan la calidad en su totalidad, por los que se recomienda emplear más de uno en un protocolo de evaluación de proteínas en alimentos (Barrón, 1984).

Metodologías *in vivo*

Razón de Eficiencia Proteica (PER)

Este método es el más utilizado en la evaluación de calidad proteica desde que fue desarrollado por Osborne y col. en 1919, reconocido como método oficial de la AOAC (2000) 960.48 (45.3.04). Jansen (1962) evaluó dos tipos de razas de ratas encontrando un rango de 2.2-3.24 en PER para la caseína entre las dos razas calculado después de cuatro semanas de crecimiento, Chávez y Pellet (1976) utilizaron solo la especie Sprague Dawley en la determinación del PER a diferentes alimentos utilizando lactoalbúmina como proteína de referencia y así, a través de los años se ha ido estandarizado hasta llegar a ser un ensayo de 28 días, utilizando caseína ANRC (Animal Nutrition Research Council) como proteína de referencia. Este método se lleva a cabo usando ratas (Sprague Dawley) con ciertas condiciones estandarizadas, considerando únicamente el peso ganado por peso de proteína consumida, al final del estudio (Falcón y col., 2006).

Con este método Bresani y col. (1969) evaluaron el proceso de elaboración de tortilla encontrando que el procesado del maíz a masa o tortilla no alteraba la calidad proteica aunque evaluando lo mediante PER, también, Hernández y col. (1996) evaluaron la calidad proteica de diferentes alimentos animales y mezclas con alimentos vegetales encontrando que a mayor contenido de proteína animal en las dietas la calidad proteica aumentaba. Estos investigadores reportan un PER de 3.07, 3.01 y una digestibilidad de 88.3 y 89.1 para la pechuga de pollo y pierna respectivamente, en lo que respecta a puerco y res encontraron un PER de 2.57, 2.70 y una digestibilidad de 90.01, 88.2 respectivamente. Con este método oficial se han reportado muchos trabajos en la evaluación proteica tanto vegetales como animales (Elías y col. 1984; Sarwar y col., 1989; McDonough y col., 1990; Bressani y col., 1991; Amaya y col., 1991; Carlderón y col., 1992; García y col., 2004; Negro y col., 2005; Vieira y col., 2006) y coinciden en que los alimentos de origen animal son de alta calidad proteica

Utilización Neta de Proteína (NPU)

Esta prueba desarrollada por Miller y Bender (1955), analiza el cuerpo de los animales en experimentación a fin de determinar el contenido de nitrógeno retenido, contrastándolo con un grupo con cero por ciento de proteína y otro con caseína como grupo control, el cual resulta en un método tedioso y caro (Sotelo y Lucas, 1978).

Sotelo y Lucas (1978) probaron el método NPU a 10 y 21 días en vez de los 28 que establece el procedimiento, observando que a los 10 días no era tan bueno como a los 21 días, debido a una gran correlación de éste último con el NPU a los 28 días.

También es considerado un ensayo de dos puntos y se estima que aventaja al NPR en cuanto a que mide de manera objetiva el nitrógeno utilizado.

Con esta prueba se ha determinado la calidad proteica de combinaciones y tratamientos térmicos a cereales así como evaluación de las dietas especiales para niños con fenilcetonuria (Kindt y col., 1985; Geervani y col., 1996).

Razón Neta de Proteína (NPR)

Este método fue desarrollado por Bender y Doell (1957) para resolver algunos problemas relacionados con el PER. El NPR se basa en que existe una relación lineal del incremento en peso del animal prueba en función de la calidad de la proteína consumida. Se utiliza un grupo control con cero por ciento de proteína, y este grupo se incluye para la corrección de incremento en peso, ya que no toda la proteína que se consume, se destina al crecimiento, parte de ella se utiliza para mantener el balance de nitrógeno corporal (Wu y col., 1996). Después de satisfacer las necesidades de manutención, el resto del nitrógeno se utiliza en el crecimiento del animal en experimentación. Esta prueba es relativamente corta, pues tiene una duración de 14 días. Con este método, Falcón y col. (2006) estudiaron la influencia del sexo sobre la respuesta de

digestibilidad y razón neta de proteína (NPR) encontrando un efecto nulo sobre estas determinaciones, también se han evaluado mezclas alimenticias, determinado cuales son las mejores en combinación con este y otros métodos ya mencionados (Obatolu y col., 2003). El NPR se considera un ensayo de dos puntos, basado en los niveles de proteína que se emplean en las dietas y es el método más recomendado en estudios de calidad proteica en Europa (Falcon y col., 2006).

Existen otros métodos *in vivo* reportados en la literatura para la medición de calidad proteica tales como digestibilidad aparente (Bressani, 1977), digestibilidad de nitrógeno verdadera, digestibilidad ileal, mismos que son catalogados como bioensayos de punto múltiple, ya que utilizan más de dos niveles de proteína y el contenido de nitrógeno ingerido, excretado y cuando no existe suministro del mismo además de analizar el contenido en diferentes partes del sistema digestivo de la rata, pero estos métodos son mas tardados y caros, por lo que no son muy empleados en la evaluación de calidad proteica en alimentos, prefiriendo los métodos *in vitro* (Bodwell, 1977; Hsu y col., 1977; Bodwell y col., 1981; Shipton y Britz, 2002; Morris y col., 2003).

Metodología *in vitro*

Metodología Enzimática

Existen varias técnicas en la literatura que utilizan el principio de determinar la susceptibilidad de la proteína a ser hidrolizada por una enzima o sistemas enzimáticos (Maga y col., 1973; Saunders y col., 1973; Hsu y col., 1977; Uchman y col., 1977; Satterlee y col., 1982; Lazo y col., 1998). En realidad estas técnicas no miden la digestibilidad propiamente, pues ésta solo puede ser medida en un organismo vivo, pero nos dan una idea de cómo se comportaría la proteína en el aparato digestivo. Estas técnicas son prácticas y permiten evaluar una buena cantidad de muestras, son relativamente más rápidas y menos costosas que los bioensayos (Linder y col., 1997).

Hsu y col. (1977) desarrollaron una técnica rápida en la que una mezcla de tres enzimas se agrega a una suspensión acuosa de la muestra problema y pasados 10 minutos se mide el pH del medio, este valor de pH es sustituido en una ecuación y se calcula así el porcentaje de digestibilidad. Con este método Hsu y col. (1977) reportaron un alto factor de correlación con los métodos de digestibilidad *in vivo* (Aw y Swanson, 1985; Parson y col., 1997).

Satterlee y col. (1982) modificaron el método de Hsu y col. (1977) incluyendo una cuarta enzima al sistema, una proteasa bacteriana. Con esta modificación ellos y otros autores han reportado una mayor correlación, en varios tipos de alimentos, contrastando con los bioensayos de digestibilidad

(Seet y Duane, 1983; Barron, 1984; Harris y col., 1988; Lazo y col., 1998; Chong 2001; Phimphilai y col., 2006).

Métodos Basados en la Calificación Química (Score Químico)

Este tipo de metodologías se basan en el contenido de amino ácidos de las muestras de prueba, relacionándolos con el contenido de aminoácidos de proteínas de referencia de alta calidad proteica o bien relacionándolos con los patrones de aminoácidos recomendados, Mitchel y Block (1946) se basaban en el primer aminoácido limitante comparándola con el del mismo aminoácido del huevo entero, Oser (1951) utilizó todos los aminoácidos del huevo, para esto se requiere de cuantificar el contenido de amino ácidos totales (esenciales y no esenciales) de la muestra y compararlo con un patrón de referencia, este método no toma en cuenta la digestibilidad de la proteína, la biodisponibilidad de aminoácidos o la presencia de factores antinutricionales, asumen que todos los aminoácidos van a ser utilizados y que la proteína tendrá una alta digestibilidad (Barrón, 1984, Seligson y Mackey, 1984).

Calificación Química (Score Químico). Este método evalúa las proteínas basado en la composición de aminoácidos esenciales, en comparación con una proteína de referencia. El puntaje químico no dice como será usada la proteína por el organismo, no toma en cuenta la digestibilidad y no predice la bioutilización de los aminoácidos de la proteína de prueba. Sarwar (1984)

evaluó la calificación química de res obteniendo un valor de 89 y en una mezcla de res y trigo entero disminuyó a 77. Una correlación positiva entre 0.61-0.75 se ha encontrado con este método (Score Químico) y el PER. Aun así este resultado se toma únicamente como un índice no concluyente (Sarwar y col 1989). Liming y col. (2006) obtuvieron la calificación química de seis especies de pescado con valores en un rango de 66.8-95.7, Ezquerro y col. (2003) obtuvo la calificación química del camarón de cultivo (*L. Vannamei*) de 0.74 obtenido con el aminoácido limitante de cada especie.

Digestibilidad de la Proteína Corregida por la Calificación de Aminoácidos (PDCAAS). En 1990 la FAO/WHO/UNU concluye que la calidad de la proteína debería ser analizada adecuadamente, expresando el contenido del primer aminoácido limitante esencial de la proteína prueba como un porcentaje del mismo aminoácido esencial de una proteína de referencia, corregido en función del porcentaje de digestibilidad verdadera, evaluada por bioensayos (Schaafsma, 2000).

Este método fue aprobado por la FAO/WHO en 1991, en el cual este índice es calculado en referencia a la habilidad de una fuente de proteína de satisfacer las necesidades de aminoácidos cuando se consume a una cantidad relativamente baja o suficiente (0.7g/Kg/día) (Reeds y col., 2000).

Según la FAO/WHO (1992), el PDCAAS se define como un método sencillo y científicamente válido para la evaluación de rutina de la calidad de las

proteínas de los alimentos, proporcionando información acerca de la posible suplementación y complementación de una fuente de proteínas. El cálculo de los cómputos permite identificar fácilmente el aminoácido limitante de una dieta o fuente de proteínas (Pellett y Young, 1980), y puede ser de gran utilidad como factor adicional de corrección en los procedimientos de evaluación, tomando en cuenta a la cantidad y calidad de las proteínas. Para calcular este índice pueden emplearse valores de digestibilidad de proteínas ya publicados (Vidal y col., 2003).

El patrón de referencia utilizado en este método fue basado en los requerimientos de aminoácidos esenciales para niños de dos a cinco años de edad publicado en 1985 por FAO/WHO/UNU, ya que, aunque se trate de adultos, es improbable que con la edad se produzca una disminución marcada de las necesidades de aminoácidos FAO/WHO (1992), subsecuentemente este porcentaje es corregido por la digestibilidad verdadera de la proteína de prueba (Schaafsma, 2000). Sin embargo, la digestibilidad de una proteína se ve influida por características inherentes a la naturaleza de la proteína (configuración de la proteína, unión de aminoácidos, etc.), por la presencia de compuestos no proteicos con influencia en la digestibilidad (fibra de la dieta, taninos, etc.), por la presencia de inhibidores de enzimas o por las condiciones de elaboración, que pueden interferir en los procesos enzimáticos de liberación de aminoácidos de las proteínas (Vidal y col., 2003). Sarwar y Peace (1994) evaluaron el PDCAAS tomando como patrón el huevo entero, caseína y el

patrón FAO/WHO (1985) para el mismo alimento, encontrando que el valor del PDCAAS fue mayor cuando se comparaba con el Patrón FAO/WHO y disminuía con el patrón de la caseína y el huevo entero esto quiere decir que estos dos últimos exceden a los requerimientos del patrón FAO/WHO (1985). Se puede utilizar cualquier patrón de referencia, aun así el recomendado es el patrón FAO/WHO (1985). Con este patrón El y Kavas (1996) obtuvieron valores de entre 93.9-99.8 para la trucha arco iris, mientras que Ezquerro y col. (2003) obtuvo 0.55 de PDCAAS para una especie cultivada de camarón.

Métodos Computacionales

El PER computarizado (C-PER) y el C-PER discriminante (DC-PER) son métodos oficiales de la AOAC (2000) 982.30 (45.3.05) para determinar la calidad nutricional de una proteína en alimentos. Utilizan la información del porcentaje de digestibilidad *in vitro* (Método Satterlee y col. 1982) de la proteína prueba y el perfil de amino ácidos de un alimento, determinado por métodos cromatográficos. Estos métodos predicen el PER, empleando un programa computarizado. En varias investigaciones se ha reportado una gran reproducibilidad, rapidez y alta correlación de los resultados empleando estos métodos en varias fuentes de proteínas de alimentos con los resultados de calidad proteica medida por bioensayos, con estos procedimientos se han evaluado la calidad proteica de atunes tratados térmicamente, encontrando que el tratamiento térmico y el enlatado no afecta a la calidad de la proteína con un

valor de C-PER alrededor de 2.6 para todas las muestras, también se han evaluado nuevos híbridos de papa, así como productos de agricultura, entre otros alimentos (Boody y Desborough, 1983; Seet y Duane, 1983; Barrón, 1984; Harris y col., 1988; Chong, 2001; García, 2004; Phimphilai y col., 2006).

Estudios de Calidad Proteica en Alimentos Regionales

Ballesteros (1989) determinó la proporción en la que frecuentemente se combinan las fuentes de proteína de origen vegetal-animal y a partir de ésta, se calcularon otras variaciones porcentuales hasta obtener una dieta 100% de origen vegetal, también Wyatt y col (2001) mezcló proteína vegetal y animal en diferentes proporciones, ambos, encontraron que a mayor contenido de proteína animal la calidad proteica aumentaba. Caire (1991) analizó diferentes músculos de la res preparada de diferentes maneras tales como diezmillo asado, pulpa en bistec y carne frita molida, obteniendo valores de digestibilidad de 85.04, 80.68 y 84.44, y de PER calculado de 2.61, 2.65 y 2.49 respectivamente. Medrano (1994) estudio especies de pescado regionales como: lisa, cochito sierra y corvina no encontrando diferencias entre las especies en las determinaciones de PER y sin diferencia con la caseína.

Comparación de metodologías de calidad proteica

Los bioensayos en ratas son los estándares para la medición de calidad proteica nutricional, pero estos ensayos son caros y muy tardados (Hank y col.,

2001). El método de digestibilidad *in vitro* provee una rápida y barata rutina para la evaluación de la calidad proteica (Lazo y col., 1998), sin embargo éstos subestiman la digestibilidad *in vivo* por que los procedimientos de laboratorio no pueden reproducir el proceso digestivo del animal (Hank y col., 2001), es por esto que algunos investigadores han recurrido a comparar métodos para predecir la calidad proteica. Algunos autores utilizan solamente métodos enzimáticas (Lazo y col., 1998; Chong y col., 2002) otros combinan métodos enzimáticas, químicos (Score de aminoácidos), oficiales (AOAC. 2000) y los recomendados por la FAO (1991) (El y Kavas, 1996; Pérez y col., 2002; Morris y col., 2003; Malca y col., 2006)), con estos trabajos se demuestra el valor de los métodos químicos, empleados con un enfoque integral, como suplemento de los métodos biológicos de evaluación de la calidad proteica.

En comparación con los métodos biológicos tradicionales empleados, la utilización de una batería de métodos químicos introduce una serie de ventajas, entre las que se destacan, las científicas: Ofrecen información valiosa acerca del valor nutricional de las proteínas y permite explicar la integralidad de los fenómenos observados en el organismo animal, se controlan mejor los distintos parámetros y variables. Económicas: Ahorro por concepto de animales, mantenimiento y personal encargado de la actividad, son relativamente simples y más flexibles, se desarrollan más rápidamente y son susceptibles de ser automatizados. Éticas: no implica el uso de animales de laboratorio, por ende, no se les infringe dolor y/o sufrimiento (Morris y col., 2003). La técnica *in vitro*

requiere de una capacitación de los técnicos que efectuaran la metodología, por otra parte, los métodos *in vivo* requieren que se trabaje con animales, los cuales toman días poder adaptarlos a cada experimento, además se requiere del mantenimiento en general de los animales en laboratorio (raza específica, tamaño, ciclos reproductivos, camada, luz, comida, agua, temperatura etc.), en la práctica, la mayoría de las técnicas *in vitro* se llevan a cabo sólo para investigación. (Cutullé y col., 1999).

Todos los métodos *in vitro* están diseñados para simular al organismo vivo, y con éstos evitar todas las desventajas antes mencionadas. También se han desarrollado procedimientos *in vitro* para simular el índice glucémico, predicción de la neurotoxicidad por metilmercurio, digestibilidad del almidón entre otros. (Holm y col., 1983, 1986; Granfeldt y col., 1992; Vendrel, 2006; Fernández y col. 2006; Liñan y col., 2007; Albaladejo, 2008), éstos se han evaluado con procedimientos *in vivo* para corroborar los resultados y elegir el mejor método en cada caso específico. Para el caso de la evaluación proteica existen muchos métodos que simulan el sistema digestivo y otros que toman en cuenta algunos factores de la proteína para inferir en la calidad proteica (Mitchel y Block, 1946; Saunders y col., 1973; Uchman y col., 1977; Hsu y col., 1979; Satterlee y col., 1982; Sarwar y col., 1989; Zarcada, 1992; Vierira y col., 2006; Suárez y col., 2006). Es recomendable seguir evaluando los métodos *in vitro* con el fin de establecer cual método funciona mejor con grupos o tipos específicos de proteína a evaluar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención y Tratamiento de las Muestras

Se realizó una encuesta (Anexo A) a 25 tiendas en la ciudad de Hermosillo para determinar las especies y partes del animal de mayor venta al público las cuales se encuentran en la figura 1. Las muestras seleccionadas fueron: dos especies acuáticas de cultivo, camarón y tilapia, dos especies marinas de alta demanda lenguado y cazón; cuatro productos provenientes de organismos terrestres, carne de res (gusano), carne de puerco (caña), carne de pollo (pechuga) y carne de pavo (pechuga).

Muestras de Origen Acuático

Camarón. Se trabajó con al especie *Litopenaeus vannamei* de talla comercial (18-21g), la cual fue adquirida en una granja comercial, cosechada en Octubre del 2007. Las muestras cosechadas fueron puestas en bolsas de polietileno de alta densidad, se colocaron en una hielera bajo el sistema cama de hielo-producto y se transportaron al laboratorio donde fueron sometidas a un faenado, molido en un aparato comercial marca TOR-REY, una congelación rápida en un superenfriador (marca Thermo, modelo: ULT1186-3SI-A35, Asheville N. C., U.S.A.) con capacidad de hasta -80°C (aprox.) para una posterior liofilización (Aparato marca Labconco, modelo 77530) y almacenadas en un envase hermético a una temperatura de 4 °C hasta su análisis.

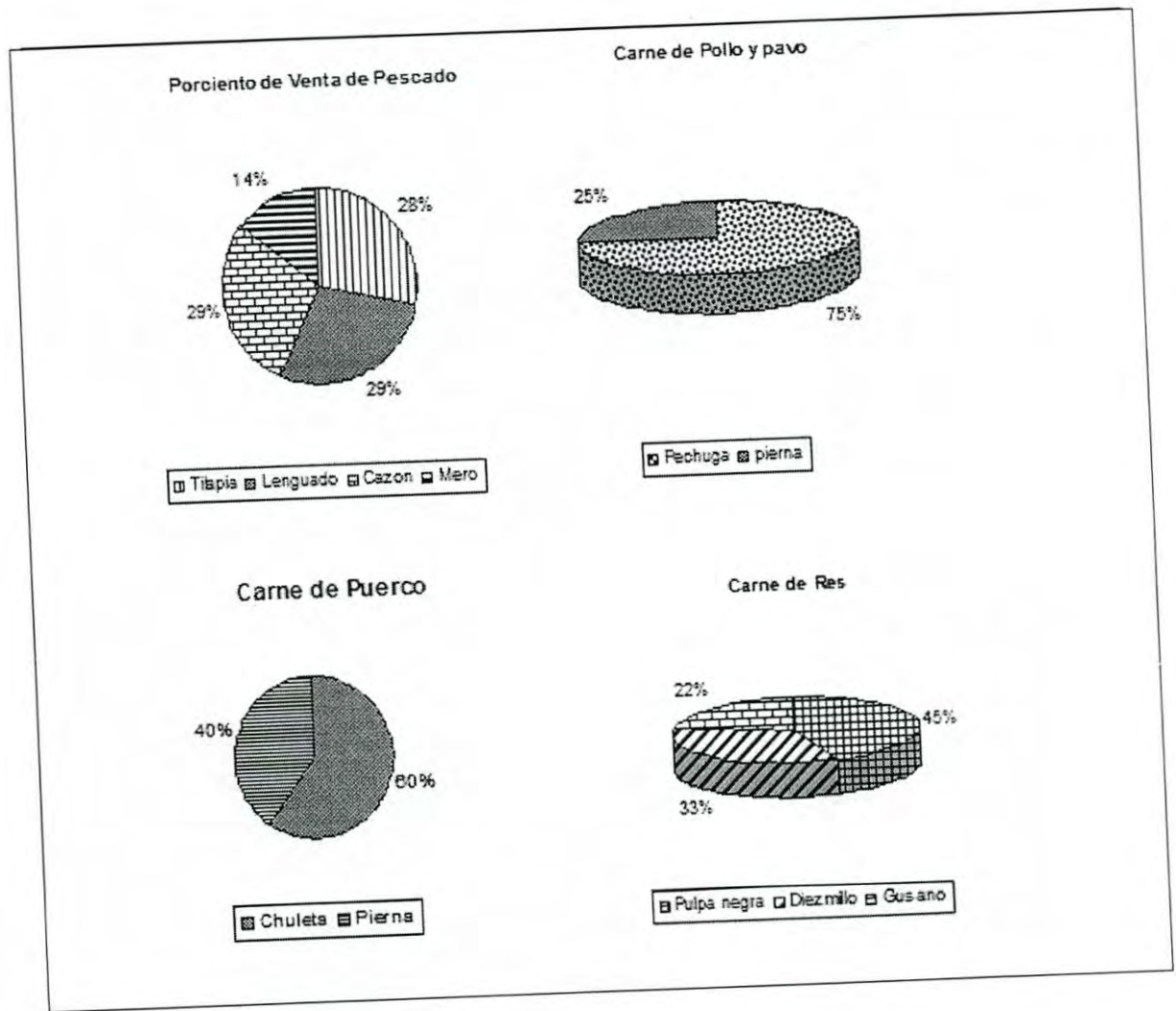


Figura 1. Resultados de la encuesta a 25 establecimientos de la ciudad de hermosillo.

Tilapia. Se trabajo con la especie *Oreochromis niloticus* de 13 meses tomando tres organismos por estanque hasta completar un total de nueve. Las muestras cosechadas fueron puestas en bolsas de polietileno de alta densidad y acomodados en el sistema de cama de hielo-producto, transportadas hasta el laboratorio donde fueron faenados, molidos, liofilizados y almacenados en un envase hermético a una temperatura de 4°C hasta su análisis.

Cazón y Lengüado. Con la muestra de cazón se trabajó con la especie *Mustelus* y para el lengüado fue la especie de la familia *Paralichthys* se partió de tres pescados por especies los cuales fueron comprados en el campo pesquero en Bahía de Kino directamente a los pescadores los cuales fueron previamente contactados y esperados en el centro de acopio (Cooperativa). Las muestras fueron puestas en bolsas de polietileno de alta densidad y acomodados en el sistema de cama de hielo-producto, transportadas hasta el laboratorio donde fueron faenados, molidos, liofilizados y almacenados en un envase hermético a una temperatura de 4°C hasta su análisis.

Muestras de Origen Terrestre

Pollo, Pavo, Res y Puerco. Para las muestras de carne de pollo y pavo se trabajó con el músculo *Pectoralis major* de cada muestra. Para las muestras de carne res y puerco se trabajó con *Semitendinosus* y *Logisimus* respectivamente. Cada una de las cuatro muestras de origen terrestre fue

adquirida en tres ocasiones distintas en un local comercial, las muestras fueron puestas en bolsas de polietileno de alta densidad y acomodados en el sistema de cama de hielo-producto, transportadas hasta el laboratorio donde fueron, molidos, liofilizados y almacenados en un envase hermético a una temperatura de 4°C hasta su análisis.

Análisis Químico Proximal

Las muestras liofilizadas fueron analizadas en sus contenidos de, proteína, grasa y ceniza por triplicado, empleando métodos oficiales recomendados (AOAC, 2000). Para la humedad (anterior al liofilizado) se utilizó el método 950.46, para la proteína (Nitrógeno total. Kjeldahl) el método 928.08, para la grasa el método el método 991.36 y para la ceniza el método 920.153.

Digestibilidad *in vitro*

Para la estimación del porcentaje de digestibilidad se empleó la técnica multienzimática de Satterlee y Col. (1982). Esta técnica se basa en la hidrólisis enzimática de las muestras, empleando dos soluciones de enzimas (Sigma Chemical Co.). **Solución A:** 227,040 unidades BAEE (N- α -benzoyl-L-arginina Etil Ester) de Tripsina porcina pancreática (Tipo IX), 1860 unidades BAEE de α Quimotripsina bovina pancreática (Tipo II) y 0.520 unidades de L-Leucina B-Naftilamida de peptidasa porcina intestinal (Grado I) en 10 ml de agua recién

hervida y enfriada. **Solución B:** 65 unidades caseína en 10 ml. de agua recién hervida y enfriada de proteasa bacteriana (*Streptomyses griseus*, Sigma Chemical Co.).

Las muestras y la proteína control (caseína) se preparan pesando el equivalente a 10 mg de nitrógeno (N₂) total de cada muestra y se disuelve en 10 ml de agua recién hervida y enfriada, por lo menos durante 30 min.

Las soluciones enzimáticas (Solución A y B) así como las muestras diluidas se ajustan a pH 8.00 ± 0.02 con soluciones diluidas de HCl, NaOH (0.001, 0.01, 0.1). Las soluciones A y B son mantenidas en hielo una vez ajustado a pH 8.00 ± 0.02 , en viales con rosca de 50 ml.

Al iniciar la determinación, las muestras hidratadas por 30 min se colocan en un reactor el cual tiene doble pared y se mantiene a temperatura constante, sobre un agitador magnético (Barrón, 1984). Se procede a ajustar el pH a 8.00 ± 0.02 a una temperatura de 37°C. Cuando se tiene estas condiciones se agrega el primer sistema enzimático, 1.0 ml Y se toma el tiempo con un cronómetro. Se deja correr la reacción por exactamente 10 min inmediatamente después se cambia la temperatura del reactor a 55°C y se deposita la segunda solución enzimática, 1.00 ml y se deja reaccionar por 9 min, después se regresa el sistema a 37°C y se deja pasar 1.0 min después de 20 min de iniciado la reacción se mide el pH de la solución. El valor del pH se utiliza para estimar el porcentaje de digestibilidad aplicando la siguiente ecuación.

Porcentaje de digestibilidad = $234.84 - 22.56 (X)$ Donde X es el pH a 20 min

El caseinato de sodio (Sigma Chemical Co.) de leche de bovino se uso como proteína de referencia (control). La cual fue manejada igual que las muestras. Por cada tres muestras se hizo una corrida de la muestra control.

Se suspenden 10 g de caseinato de sodio en 200 ml de agua destilada recién hervida y enfriada, se ajusta el pH a 8.00 ± 0.02 con NaOH. La muestra se liofiliza y se determinar el contenido de nitrógeno total por medio de Kjeldhal.

Determinación de Aminoácidos

La determinación de aminoácidos se llevó a cabo de acuerdo a la metodología reportada por Vazquez-Ortiz y col. (1995) con ligeras modificaciones

Las muestras y la proteína de referencia (control) son tratadas para producir los hidrolizados ácidos. Para esto, la muestra es colocada en un tubo de hidrólisis (Pierce Biotechnology Inc. Illinois USA). Posteriormente se adicionó en partes iguales a la cantidad de muestra pesada, el antioxidante ácido tioglicólico (Sigma Chemical Co.) a estos tubos se les adicionó HCl 6.0 N, se le aplicó vacío y se cerraron. Seguidamente, los tubos se calentaron a una temperatura de 160°C durante 6 h en un sistema de reacción (Pierce Biotechnology Inc. Illinois USA). Después de esto las muestras se evaporaron en un rotovapor Buchi (Brinkmannen RE 121) al vacío a una temperatura de

60°C. El precipitado es resuspendido en un ml de buffer citrato sodio 0.2 M (pH 2.2) y se almacenó en una puntilla eppendorf.

Se tomó 100 µl de la muestra, se le agregó 40 µl de estándar interno (ácido L- α -amino n-butirico) y se aforó a un ml con buffer citrato. Fueron mezcladas en relación (1:1) la muestra y el compuesto derivatizador OPA (O-phtaldialdehído) (10 mg de OPA + 250 µl metanol + 37.5 µl de soln. Brij 35 + 25 µl β -mercaptoetanol, aforada a 10 ml con buffer de borato de potasio (pH 10.4) durante dos min a temperatura ambiente. Pasado este tiempo fue inyectado a un cromatógrafo de líquidos (Variant modelo 9012) (Varian, Palo Alto, CA) con un "loop" (vuelta) de 20 µl. La separación de los amino ácidos se llevo a cabo en una columna de fase reversa C18 octadecil dimetilsilano de 100 x 4.6 mm y un tamaño de partícula de tres µm (Varian, Cat. No. R008900E3). Para la separación cromatográfica se utilizó un gradiente con un flujo de 1.2 ml/min de dos eluyentes (A: metanol al 100% y B: metanol al 10% en buffer de acetato a pH 7.23). El área producida por la fluorescencia (Variant fluorichrom) se integró mediante el programa CHEM STATION (Agilent Technologies Inc. USA). Los aminoácidos se identificaron y cuantificaron de acuerdo al tiempo de retención y área comparadas con un estándar de aminoácidos. Las determinaciones fueron por duplicado.

Determinación de Prolina e Hidroxiprolina

Para llevar a cabo la cuantificación de colágeno en los diferentes tipos de músculo se utilizó la metodología descrita por Vázquez-Ortiz y col. (2004). Esta metodología se basa en la cuantificación de hidroxiprolina en músculo, la cual mediante un factor de conversión se extrapola a colágeno. Para esto, la muestra es colocada en un tubo de hidrólisis (Pierce Biotechnology Inc. Illinois USA). Posteriormente se adicionó en parte iguales a la cantidad de muestra pesada, el antioxidante ácido tioglicólico (Sigma Chemical Co.) a estos tubos se les adiciono HCl seis N, se le aplicó vacío y se cerraron. Seguidamente, los tubos se calentaron a una temperatura de 160°C durante sies h en un sistema de reacción (Pierce Biotechnology Inc. Illinois USA). Después de esto es evaporado en un rotovapor Buchi (Brinkmannen RE 121) al vacío a una temperatura de 60°C. el precipitado es resuspendido en un ml de buffer citrato sodio 0.2 M (pH 2.2) y se almacenó en una puntilla eppendorf.

La concentración de prolina e hidroxiprolina se cuantificó por HPLC. Una alícuota de 125 µl del sobrenadante hidrolizado se transfirió a un vial al cual se aforó a un mL con buffer de borato 0.4M pH 10.4 (Pierce Biotechnology Inc. Illinois USA). Una alícuota de 250 µl de ésta solución se transfirió a una jeringa provista con filtro 0.22 µm, a la cual se le adicionó 250 µl de una solución de 2.0 mg/ml de NBD.Cl (7-Cloro-4-Nitrobenzo-2-Oxa-1,3-Diazol, $C_6H_2ClN_3O_3$) en metanol. La mezcla se calentó por 5 min a 60°C en un vial. La reacción de derivatización se detuvo enfriando a 0°C.

Para el análisis, el extracto fue inyectado a un cromatógrafo Varian modelo 9012 (Varian, Palo Alto, CA). La separación de prolina e hidroxiprolina se llevó a cabo en una columna RP C18 octa-decil dimetilsilano de 10 cm x 4.6 mm I.D. y un tamaño de partícula de tres μm (Varian, Cat No R0089200E3). Para ello se utilizó un flujo de gradiente de 2 ml/min de dos eluyentes [A: metanol al 100% y B: buffer de acetato de sodio 0.1M (pH 7.2), metanol y tetrahidrofurano (900:95:5 v/v) (Sigma Chemical Co.)]. La fluorescencia (Variant fluorichrom) registrada se integró con el software cromatografico Varian Star version 4.0. La prolina y la hidroxiprolina se cuantificaron en base al tiempo de retención y área, comparándolos con un estándar. El contenido de colágeno total (mg/g) se determinó multiplicando el contenido de hidroxiprolina por 7.25 de acuerdo a Goll y col (1963), Las determinaciones fueron por duplicado.

Método PDCAAS

Con los resultados del análisis de aminoácidos totales de las muestras, la proteína de referencia y los resultados del por ciento de digestibilidad *in vitro*, se lleva a cabo las determinaciones de calidad proteica por el método PDCAAS. Este método se basa en la comparación de la concentración del primer aminoácido esencial limitante en la proteína prueba con la concentración del mismo aminoácido de la proteína de referencia. El patrón FAO/WHO/UNU 1985 se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Patrón de requerimiento de aminoácidos para niños

Aminoácido	g aa/16g de N
Lys	5.44
Leu	7.04
Ile	4.00
Val	4.96
Treonina	4.00
Trp	0.96
Met-Cys	3.52
Phe-Tyr	6.08

aa: Aminoácido

Fuente: FAO/WHO/UNU. 1985

La calificación química obtenida de esta manera es corregida por la digestibilidad de la proteína prueba. En este caso será el porcentaje de digestibilidad *in vitro* para la determinación del PDCAAS se aplica la siguiente ecuación.

$$\text{PDCAAS} = \text{Calificación química} \times \text{Digestibilidad}$$

Donde:

Calificación química = mg de aminoácido esencial limitante en proteína en estudio / mg del mismo aminoácido en proteína patrón y la digestibilidad es la estimada *in vitro*.

Se calculó la calificación química para cada aminoácido esencial con el patrón FAO 1985 y el resultante de cada uno fue corregido con el porcentaje de digestibilidad *in vitro* respectivo. El aminoácido limitante en la proteína, el cual refleja el menor valor de PDCAAS, determinó la calificación final de la proteína y el aminoácido elegido de acuerdo a Darragh y Hodgkinson (2000).

Se tomó el valor promedio de la digestibilidad de la especie y el contenido de aminoácido de cada muestra, obteniendo tres valores por especie.

C-PER y DC-PER

En estos métodos se emplean los aminoácidos esenciales de la muestra problema y de la caseína (control), determinados por cromatografía de HPLC. También se emplean los resultados del porcentaje de digestibilidad *in vitro*, de la muestra problema y de la proteína control (caseína). El C-PER emplea los

aminoácidos y el porcentaje de digestibilidad *in vitro*, para el cálculo computarizado del PER, primero relaciona los aminoácidos de la proteína prueba con los requerimientos de aminoácidos propuestos por la FAO/WHO (1985) y dependiendo que tanto satisface este patrón le otorga a cada aminoácido un valor arbitrario y después suma todos los valores, lo mismo hace para la proteína de referencia (caseína), se obtiene un cociente de estos dos últimos valores y se multiplica por el valor del PER de la caseína llamado valor Z. El contenido de aminoácidos esenciales y la digestibilidad *in vitro*, son sustituidos en unas ecuaciones para determinar en que grupo de calidad (baja, intermedia baja, intermedia alta, alta) corresponde esa proteína prueba. Habiendo determinado a que grupo pertenece se sustituye el valor Z en la ecuación correspondiente para determinar el PER.

El método DC-PER primero calcula el porcentaje de digestibilidad, basándose únicamente en el contenido de aminoácidos y después calcula el PER empleando el programa computarizado semejante al C-PER con algunas modificaciones. Para estas determinaciones se empleó un programa computarizado adaptado al ambiente Windows. Estas metodologías son reportadas en AOAC (982.30). El programa desarrollado ofrece un formato de salida (ver anexo B). Esto fue adaptado a un programa de ambiente Windows (Barron, 1984)

Diseño Experimental

Se realizó este estudio para evaluar la capacidad de varias técnicas *in vitro* para predecir la calidad proteica de ocho músculos magros de ocho diferentes especies (cuatro terrestres y cuatro acuáticas). El diseño es completamente al azar con ocho tratamientos (especies), tres repeticiones y tres mediciones repetidas para las variables respuesta: digestibilidad *in vitro*, PDCAAS, C-PER y DC-PER.

Análisis Estadístico

Se realizó un análisis de varianza para comparar entre especies acuáticas y terrestres, así como para comparar entre organismos acuáticos y terrestres. Además se realizó una prueba de comparación múltiple de medias de Tukey con un nivel de significancia de $p < 0.05$. El modelo aplicado fue:

$$Y = \mu + g_i + e(g)_{j(i)} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde: μ : media g_i : el efecto de grupo

$e(g)_{j(i)}$: efecto de la especie dentro de grupo ε_{ijk} : Error

Además de este análisis se estableció cual es la especie con mayor valor de digestibilidad y se obtuvo con la siguiente ecuación.

$$Y = \mu + e_j + \varepsilon_{jk}$$

Donde:

μ : media e_j : especie ε : Error

Se hizo un análisis de correlación por pares de las variables: porcentaje de digestibilidad, PDCAAS, C-PER y DC-PER para todo el conjunto de 24 datos; se usó el nivel de significancia de $\alpha=0.05$ para probar la hipótesis de que las correlaciones eran diferentes de cero. Además se estimaron los mismos coeficientes de correlación por separado para el grupo de marinos y de terrestres usando los mismos niveles de significancia anteriores. Se utilizó el programa estadístico JMP versión 6 (SAS Institute, Cary, N.C., U.S.A.)

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Análisis Químico Proximal

Uno de los primeros indicadores para establecer el valor nutricional de cualquier alimento es su composición química proximal. La serie de análisis que comparan la composición química proximal indica el aporte de los nutrimentos mayoritarios, en cuanto al contenido, que los alimentos proporcionan. Los alimentos cárnicos en general, tanto los de origen acuático como marinos, se consideran ricos en proteínas y dependiendo del músculo evaluado podrán o no ser ricos también en grasa. En este estudio se trabajó únicamente con el músculo magro

En la tabla dos se muestran los resultados obtenidos en cuanto al contenido químico proximal de las especies evaluadas. Al comparar entre especies acuáticas, el camarón es el organismo que mayor concentración de proteína presentó ($p < 0.05$), así como mayor contenido de grasa y ceniza ($p < 0.05$) y menor contenido de humedad ($p < 0.05$), se encontró que a mayor contenido de agua, menor es el contenido de lípidos. La composición química de los organismos acuáticos varía en función del tipo de alimentación, nado migratorio y cambios relacionados con el desove (Sato y col., 1986; Kim y Lall, 2000; Sakakibaral y col., 2000; Touhata y col., 2000). Los valores de proteína obtenidos en este estudio para el lenguado se encuentran por arriba de los reportados por Kim y Lall (2000) pero muy semejantes a los reportados por Castro y col. (2007), los valores de proteína para la tilapia coinciden con lo

Tabla 2. Composición química proximal del músculo magro de diferentes especies acuáticas y alimentos cárnicos de origen terrestre de mayor consumo y producción en el noroeste de la región de Sonora.

Espece	Humedad	Cenizas	Proteína	Grasa
	------(mg/100g)-----			
Camarón	74.97 ^b	1.65 ^{ab}	21.46 ^{ab}	1.63 ^{ab}
Tilapia	80.35 ^a	1.09 ^{ab}	18.11 ^c	0.44 ^b
Lenguado	79.46 ^a	1.44 ^{ab}	18.93 ^c	0.13 ^b
Cazón	79.07 ^a	1.22 ^{ab}	19.28 ^c	0.11 ^b
Res	74.28 ^b	1.24 ^b	21.46 ^{bc}	1.74 ^{ab}
Pollo	75.11 ^b	1.34 ^{ab}	22.81 ^a	0.34 ^b
Puerco	75.13 ^b	1.61 ^{ab}	21.95 ^{ab}	1.07 ^b
Pavo	73.80 ^b	1.96 ^a	20.18 ^c	3.15 ^a

Los porcentajes son en base húmeda.

Los valores son promedio de 9 determinaciones.

Valores con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes.

El % total de proteína fue calculado usando el factor de 6.25.

reportado por otros autores (Garduño y col., 2003; Perea y col., 2008). Y los valores de cazón coinciden con lo reportado por Castro y col. (2007). El contenido de grasa en las tres especies de pescado coincide por lo reportado por otros autores (garduño y col., 2003; Castro y col., 2007; Perea y col., 2008).

Para los camarones se ha reportado que poseen bajo contenido de grasa, sin embargo cuando estos provienen de granjas tienden a presentar concentraciones mayores ya que poseen menos espacio para el nado, de ahí que el contenido de grasa para esta especie sea mayor a la reportada para camarones silvestres, sin embargo valores similares para *L. vannamei* fueron reportados previamente (Ezquerria y col., 2003). Este contenido de grasa no influyó en la concentración de proteína, ya que en general los camarones son ricos en proteínas, tal como se detectó en este trabajo.

La composición química de la carne ya sea de res, puerco, pollo o pavo es bastante compleja y variable en función de un gran número de factores tanto extrínsecos como intrínsecos. Los constituyentes principales de humedad, nivel de proteína respecto a la grasa y cenizas (material inorgánico) caracterizan a la carne, en conjunto con otras determinaciones. Como puede apreciarse en la tabla dos, aquellos productos cárnicos de mayor contenido de grasa menor concentración de proteína presentaron, de los cuatro alimentos evaluados la carne de pavo es la que mayor contenido de grasa presentó y a su vez menor concentración de proteína. Los valores obtenidos en cuanto al contenido de proteínas son muy similares a lo reportado por otros autores en los cuatro

productos estudiados (Hernández y col., 1996; Arenas de Moreno y col., 2000; Luna y col., 2006). Sin embargo en cuanto al contenido de grasa reportado para el pavo el contenido detectado en este estudio es mucho menor al detectado en otros estudios, probablemente esto se atribuye a que en el presente trabajo se evaluó el músculo magro y se ha reportado que este constituyente varía en sus distintas partes comestibles, otro factor que pudo influir es el tipo de alimento con el que fue criado el pavo (Jahan y Paterson, 2007).

Porcentaje de Digestibilidad *in vitro*

La digestibilidad es uno de los indicadores más utilizados para determinar la calidad de las proteínas debido a que no todas son digeridas, absorbidas y utilizadas en la misma medida. Las diferencias en digestibilidad pueden deberse a factores inherentes a la naturaleza de las proteínas alimentarias, a la presencia de componentes no proteicos con influencia en la digestión, a la presencia de factores antifisiológicos o a las condiciones de elaboración que pueden interferir en los procesos enzimáticos de liberación de los aminoácidos (Malca y col., 2006).

Para conocer el valor nutritivo de una proteína, además de otros indicadores ya explicados, es necesario conocer en qué medida esta proteína es asimilable por el organismo. Por ello, se analizó la digestibilidad *in vitro* de la proteína en los ocho productos cárnicos (origen acuático y terrestre). Los métodos de digestibilidad *in vitro*, además de servir como indicador de la

calidad nutricia proporciona información sobre la cinética de hidrólisis que tienen estas proteínas ante la presencia de diferentes enzimas.

Al observar la caída de pH en los ocho productos evaluados se detectó el mismo patrón (ver anexos B), donde se observan dos regiones en el trazo; una corresponde al primer periodo de 10 min causado por la acción de las tres enzimas y después se observa una segunda región, que corresponde a la acción de la 4^{ta} enzima en el segundo periodo de 10 min, lo cual está indicando que por acción de las enzimas se están liberando grupos aminos. La mayor hidrólisis se presentó en los primeros dos min de haber empezado la reacción, tendiendo a una asíntota después de los dos minutos, en la región de la segunda enzima se observa una caída al min 12 continuando hasta el min 14 y después tendiendo a otra asíntota, a los 20 min se observa una elevación en el pH debido al cambio de temperatura en la solución.

Especies de Origen Acuático

En general se considera que la carne de pescado y de productos de origen acuático es más fácil de digerir que los productos de origen terrestre debido a la cantidad y tipo de ácidos grasos que los constituyen. En función de este concepto se evaluó la digestibilidad *in vitro* de los dos grupos: acuáticos y terrestres.

En la tabla tre se muestra el porcentaje de digestibilidad encontrado para las muestras de músculo de especies de origen acuático. En este caso los

Tabla 3. Por ciento de digestibilidad *in vitro* de músculo de 4 especies de origen acuático.

Especie	% de digestibilidad <i>in vitro</i> ¹
Camarón	83.46 ^b
Tilapia	83.36 ^b
Lenguado	82.36 ^b
Cazón	83.69 ^b
Caseína	90.23 ^a

% D: Por ciento de digestibilidad ajustado por digestibilidad de caseína.

¹: promedio de 9 determinaciones.

Valores con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes.

valores de digestibilidad *in vitro* fueron muy similares para las cuatro especies acuáticas estudiadas en este trabajo. Los valores variaron entre 82.0-83.6%. No se detectaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre peces ni al compararse con el camarón.

Los valores de digestibilidad *in vitro* detectados para las cuatro especies acuáticas son muy similares para otras especies e incluso a lo reportado empleando el sistema multienzimático que se utilizó en este trabajo (Ryu y Lee, 1986; El y Kavas, 1996). Para el caso de camarón utilizando el sistema multienzimático, en este trabajo empleado, se reportó previamente valores entre 83-86%, (Ryu y Lee, 1986) muy parecidos a los encontrados en esta investigación, y entre 70-76 % (Ezquerro y col., 2003) utilizando solamente el sistema multienzimático con tres enzimas (Hsu y col., 1977), estos últimos menores a los detectados en el presente trabajo. Dentro de los factores que pudieran influir a esta variación es la dieta, ya que se ha visto que dependiendo de la concentración y calidad de proteína empleada durante el cultivo de organismos se impactara no solo en la composición química de éstas, si no también sus cualidades nutricionales (Haard, 1992), otro factor pudiera ser el uso de una 4^{ta} enzima y de este modo aumentando el porcentaje de digestibilidad y encontrando mayor correlación con métodos *in vivo* (Lazo y col., 1998).

Especies de Origen Terrestre

En cuanto a los productos cárnicos de origen terrestre se ha establecido que las carnes rojas (res) tardaran más tiempo en digerirse que las carne de blancas (pollo, pavo y puerco). En la tabla cuatro se muestran los resultados del porciento de digestibilidad para cuatro músculos de especies de origen terrestre. Se observó en las muestras de pavo, valores estadísticamente mayores ($p > 0.05$) a las otras tres muestras de proteína de origen terrestre. A la inversa, las muestras de músculo de res dieron valores más bajos de digestibilidad. Las muestras de músculo de pollo y puerco dieron valores de digestibilidad similares ($p > 0.05$) e intermedios entre las muestras de músculo de pavo y res.

Satterlee y col. (1982) encontraron para el pollo una digestibilidad del 85.88% siendo mas alto que el encontrado en esta investigación probablemente por el tratamiento que ellos aplicaron a su muestra; además no se especifica que parte de músculo emplearon.

Sahar y col. (1997) reportan un valor del porciento de digestibilidad *in vivo* de 90.3% para la res, con la proteína de huevo como referencia, muy por encima encontrado en esta investigación.

Tabla 4. Porcentaje de digestibilidad *in vitro* de músculo de 4 especies de origen terrestre.

Especie	% de digestibilidad <i>in vitro</i> ¹
Res	79.58 ^d
Pollo	81.07 ^c
Puerco	81.58 ^c
Pavo	82.91 ^b
Caseína	90.23 ^a

Los valores son promedio de 9 determinaciones.

Valores con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes.

¹Valores en porcentaje ajustados por digestibilidad de caseína.

Comparativo de Especies Acuáticas y Terrestres

Después de analizar los resultados del porcentaje de digestibilidad *in vitro* para las ocho muestras de músculo aquí estudiadas, se encontró que esta técnica multienzimática si es capaz de establecer diferencias entre estas muestras de proteínas musculares, de amplio consumo regional y reconocidas de alta calidad proteica (Anexo B-1). El análisis estadístico muestra que el músculo de res es significativamente menor al resto de las especies y que las muestras de músculo de cazón, camarón y tilapia fueron estadísticamente mayores a todas las especies, solo la muestra de pavo mostró valores similares a las muestras de especies de origen marino. Ghulam y col. (1989) encontraron en ratas, un porcentaje de digestibilidad mayor en una especie marina (atún) que el encontrado para una especie terrestre (res) que concuerda con lo encontrado por el método de las cuatro enzimas.

La posible diferencia en cuanto a la digestibilidad detectada entre organismos acuáticos y terrestres puede atribuirse al menor contenido de colágeno detectado en los organismos acuáticos como se discutirá mas adelante.

Contenido de Aminoácidos Totales

Las proteínas están formadas por un conjunto básico de 20 aminoácidos (Stryer y col. 2004) de los cuales entre ocho a diez no pueden ser sintetizados por el organismo y son esenciales en cualquier dieta. Estos aminoácidos esenciales son: isoleucina (Ile), leucina (Leu), lisina (Lys), treonina (Thr),

triptófano (Trp), valina (Val) y los pares, metionina (Met) y cisteína (Cys), fenilalanina (Phe) y tirosina (Tyr). En la tabla cinco y seis se muestra el contenido de 17 aminoácidos presentes en los organismos acuáticos y terrestres estudiados en este trabajo.

Antes de proceder con el análisis de los datos, se estableció el coeficiente de variación y reproducibilidad de los resultados (Anexo B-2), obteniéndose un coeficiente de variación menor al nueve por ciento y alta reproducibilidad en todos los casos estudiados.

Especies de Origen Acuático

Los resultados obtenidos del análisis de aminoácidos presentes en las muestras de músculo de especies acuáticas (Tabla cinco), arrojan que están presentes en altas concentraciones los aminoácidos Lys, Met, Cys, Gly, Arg y Ala en comparación con la proteína de referencia (caseína), presentando valores más bajos tenemos a Ile, Leu, Val, Tyr, Pro, Ser, His. Lo cual indica que estas proteínas son buenos aportadores principalmente de Lys, Met, Cys y Ala. En general se sabe que una proteína puede presentar deficiencia en uno o varios de los aminoácidos esenciales y en el caso de las proteínas de origen acuático no es la excepción.

Al comparar el contenido de aminoácidos esenciales entre las especies acuáticas, se detectaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las muestras.

Tabla 5. Contenido de aminoácidos totales de músculo de 4 especies de origen acuático.

Aminoácido	Lys	Met	Cys	Thr	Ile	Leu	Val	Phe	Tyr	Asp	Pro	Glu	Ser	Hist	Gly	Arg	Ala
	-----g de aa/16g de Nitrógeno-----																
Camarón	6.13b	2.21b	1.1b	2.49b	3.37b	5.29b	3.62c	3.22b	2.2b	7.42a	10.44 ^a	12.16b	2.05b	1.61c	6.01a	7.37a	5.06a
Tilapia	8.83a	2.76ab	1.38ab	3.38a	4.42a	6.75ab	4.63bc	3.69b	2.82b	8.74a	6.12b	13.44b	2.22b	2.12b	5.41ab	5.64b	5.73a
Lenguado	9.06a	2.95 ^a	1.47a	3.5a	4.39a	6.74ab	4.88b	3.52b	2.66b	8.5a	4b	13.33b	2.37b	2.21ab	4.22c	5.72b	5.24a
Cazon	9.24a	2.77ab	1.38ab	3.64a	4.73a	7.31a	4.84b	3.72b	2.29b	8.37a	4.15b	13.7ab	2.2b	2.25ab	4.95bc	6.01b	5.67a
Caseína	7.43ab	2.2b	1.1b	3.82a	5.09a	7.62a	6.65 ^a	4.9a	5.26a	7.32a	10.89 ^a	17.69a	4.86a	2.77a	1.78d	3.33c	3.47b

aa: Aminoácido
 Los valores son promedio de 3 determinaciones.
 Valores con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes.

Tabla 6. Contenido de aminoácidos totales de músculos de 4 especies de origen terrestre.

Aminoácido	Lys	Met	cys	Thr	Ile	Leu	Val	Phe	Tyr	Asp	Pro	Glu	Ser	Hist	Gly	Arg	Ala	
g de aa/16g de Nitrogeno																		
Res	10.2a	3.32a	1.66a	3.85a	5.32a	8.32a	5.66a	4.58a	3.8a	8.93a	5.82b	15.81a	2.69b	3.34ab	5.17a	6.68a	6.35a	
Pollo	8.07b	2.59b	1.3b	3.39ab	4.31b	6.53b	4.65b	3.42b	2.7b	7.29b	4.46c	12.67b	2.07b	3.12b	4.27b	5.71b	5.17b	
Puerco	7.42b	2.49b	1.25b	3.43ab	4.08b	6.29b	4.42b	3.33b	2.69b	7.22b	3.6c	13.09b	2.28b	3.98a	4.11b	5.4b	4.95b	
Pavo	7.37b	2.54b	1.27b	3.06b	4.16b	6.42b	4.43b	3.37b	2.6b	7.19b	3.95c	13.08b	2.15b	3b	4.19b	5.66b	5.14b	
Caseína	7.43b	2.2b	1.1c	3.82ab	5.09ab	7.62ab	6.65a	4.9a	5.26a	7.32ab	10.89a	17.69a	4.86a	2.77b	1.78c	3.33c	3.47c	

aa: Aminoácido

Los valores son promedio de 3 determinaciones.

Valores con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes.

presentando en la mayoría de los aminoácidos esenciales una mayor concentración de éstos en los músculos de pescado que en el del camarón. Entre las especies de pescado no se encontraron diferencias significativas ($p>0.05$). El camarón solo presentó contenido de aminoácidos similares al músculo de los pescados en el caso de Phe, Tyr y leu. Al comparar los resultados con otros autores en cuanto el contenido de aminoácidos para pescado y camarón se detectaron valores muy similares (Kim y Lall, 2000; Ezquerro y col., 2003; Limin y col., 2006)

Estos resultados de aminoácidos totales encontrados para las cuatro especies de músculo marino pueden ser analizados de manera más profunda, pero estas diferencias y similitudes entre las especies de origen acuático en su contenido de aminoácidos totales serán resaltadas al emplear estos valores en los indicadores de calidad proteica *in vitro*, mismos que serán analizados más adelante.

Especies de Origen Terrestre

El contenido de aminoácidos esenciales para los cuatro músculos de especies de origen terrestre se muestra en la tabla seis. En términos generales estas muestras de origen terrestre evaluados mostraron valores más altos en los aminoácidos: Met, Gly, Cys, Arg, Ala, pero mostraron valores más bajos en los aminoácidos Thr, Ile, Leu, Val, Phe y Tyr, en comparación con caseína.

Al comparar entre las especies se detectó que el músculo de res mostró los valores de aminoácidos más altos ($p>0.05$). No se detectaron diferencias ($p>0.05$) entre pollo, puerco y pavo en la mayoría de los aminoácidos.

Los resultados del contenido de aminoácidos en la proteína de res, pavo y pollo concuerdan con los resultados reportados por otros autores (Mendel, 1998; Zakhariyev y col., 1980; Ham, 1981; Hernández y col., 1987). En el caso del puerco los valores fueron mayores a los reportados en otros estudios (Chung y Baker, 1992; Bikker y col., 1994; Mahan y Shield, 1998).

Al comparar la composición y contenido de aminoácidos entre especies de origen acuático y terrestre (Anexo B-5) no se detectaron diferencias significativas ($p>0.05$) entre el contenido de aminoácidos de los músculos de pescado y las carnes blancas (pollo, pavo y puerco). De los organismos evaluados el que presentó los valores más bajos en la mayoría de los aminoácidos es el camarón. Se había reportado que la composición de aminoácidos es similar entre aves, mamíferos, peces y crustáceos (Beach y col., 1943), sin embargo el contenido de éstos varía en función de los factores que ya se han mencionado: alimentación, época del año, actividad física entre otros.

Indicadores *in vitro* de Calidad Proteica

PDCAAS

Método aprobado por la FAO/WHO en 1991, en el cual este patrón es calculado en referencia a la habilidad de una fuente de proteína a satisfacer las

necesidades de aminoácidos cuando se consume a una cantidad relativamente baja o suficiente (0.7g/Kg/día) (Reeds y col., 2000).

Este indicador de calidad proteica, como se explicó en la sección de materiales y métodos, considera únicamente el aminoácido limitante de la proteína a evaluar, ajustado en relación al mismo aminoácido en una proteína de referencia (control) y multiplicado por el valor del porcentaje de digestibilidad verdadera de nitrógeno de la proteína prueba. En el presente estudio se empleó el patrón FAO/WHO (1985) como referencia. Además, para el cálculo de PDCAAS se empleó el valor del porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la técnica multienzimática (Satterle y col., 1982), determinada para cada muestra de músculo. Como se explicó en materiales y métodos el aminoácido limitante determinado de acuerdo a Darragh y Hodgkinson (2000) es Treonina (Thr) tanto para especies acuáticas (Figura dos) como terrestres (Figura tres).

Especies de Origen Acuático

No se conocen con total exactitud las necesidades diarias de aminoácidos esenciales para el hombre (Pérez y col., 2002), aunque existen valores de ingesta recomendados por parte de organismos como la FAO/WHO. Tomando como referencia el patrón FAO (1985) se calculó que porcentaje de estas necesidades es cubierto por las proteínas de especies de origen acuático aquí estudiadas (Tabla siete).

Especies acuáticas

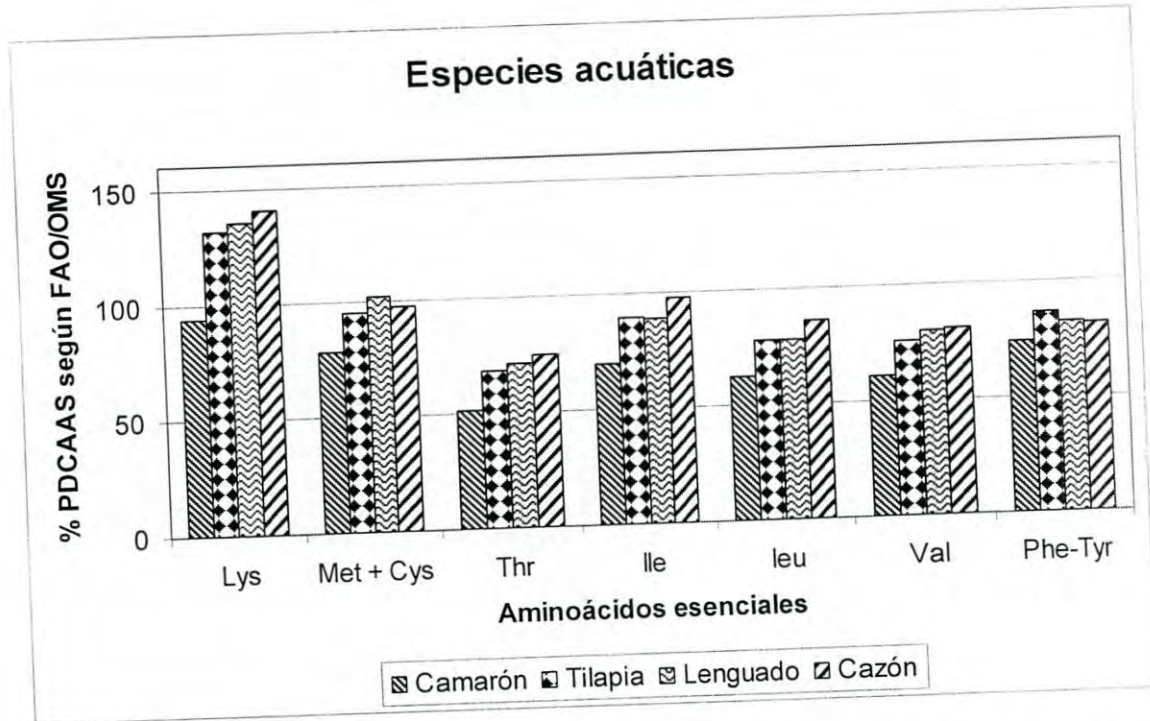


Figura 2. Valores de PDCAAS en aminoácidos esenciales de músculo de 4 especies de origen acuático.

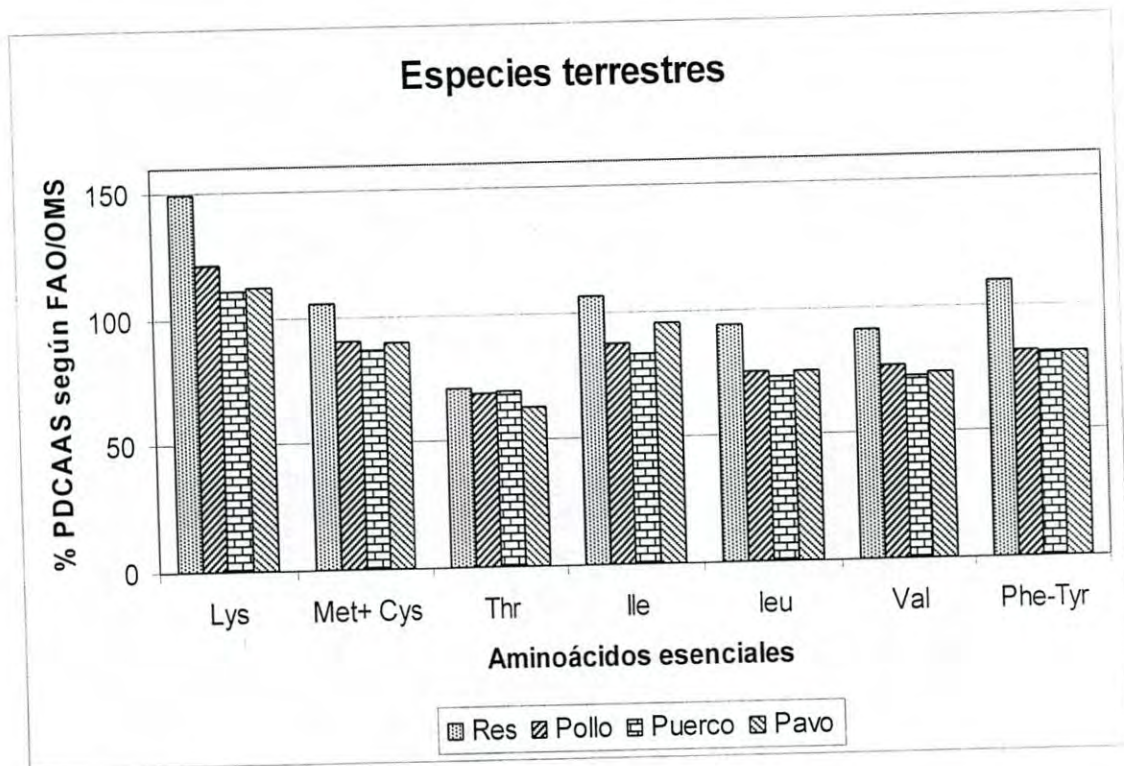


Figura 3. Valores de PDCAAS en aminoácidos esenciales de músculo de 4 especies de origen terrestres.

Tabla 7. Análisis estadístico para valores de PDCAAS para músculo de origen acuático.

Especie	PDCAAS (%) ¹
Camarón	52.58 ^b
Tilapia	70.34 ^a
Lenguado	71.99 ^a
Cazón	76.20 ^a

Las medias son de 3 determinaciones.

¹ Valores de PDCAAS por encima del 100% son ajustados al 100%.

Especies no conectadas por la misma letra son diferentes significativamente

En todos los pescados se observó que las necesidades de aminoácidos serían cubiertas en menor medida por Thr (de 70-76%) no encontrando diferencias significativas ($p>0.05$) entre este grupo, mientras que el camarón (52.58%) estaría por debajo de estos últimos.

Al analizar el contenido de Thr, como el aminoácido limitante en estas cuatro especies de origen acuático, se muestra un contenido menor para el camarón, mientras que no se encontraron diferencias ($p>0.05$) entre las demás especies acuáticas. En cambio al analizar los resultados del porcentaje de digestibilidad, como ya se analizó en una sección anterior, las muestras de músculo de origen acuático no muestran diferencias significativas.

Los resultados del índice PDCAAS para el camarón concuerdan con lo reportado por Ezquerro y col. (2003). En el caso de los pescados los valores fueron menores que los reportados en otros estudios (El y Kavas 1996; Suárez y col., 2006). En el caso de los pescados hay que considerar que en esos estudios las evaluaciones de digestibilidad fueron *in vitro* y se evaluaron otras especies de pescado.

Especies de Origen Terrestre

En la tabla ocho se muestran los valores del índice de calidad proteica PDCAAS para los músculos de cuatro especies de origen terrestre. No se encontraron diferencias significativas ($p>0.05$) entre los valores de PDCAAS

Tabla 8. Análisis estadístico para valores de PDCAAS de músculo de origen terrestre.

Espece		PDCAAS ¹
Res	A	76.52
Pollo	A	69.00
Puerco	A	69.79
Pavo	A	69.45

Las medias son de 3 determinaciones.

¹ Valores de PDCAAS por encima del 100% son ajustados al 100%.

Especies no conectadas por la misma letra son diferentes significativamente.

para estas muestras de proteína de origen terrestre. En estas especies se observó que las necesidades de aminoácidos serían cubiertas en menor medida por Thr (69.0-76.5%)

Al parecer no existe una correspondencia entre los valores calculados de PDCAAS y el porcentaje de digestibilidad en este grupo de especies; dado que la muestra de músculo de res presentó el menor valor del porcentaje de digestibilidad y a su vez el más alto valor de PDCAAS, cuando un aminoácido esencial está faltando, el valor nutricional podría ser equivalente a una dieta libre de ese aminoácido (Hegsted, 1977).

Los resultados obtenidos en este índice para las especies de origen terrestre aquí estudiadas fueron menores a los reportados en otros estudios (Hoffman y Falvo, 2004; U. S. Dairy Export Council).

Lo más significativo resultó ser que el método PDCAAS, como indicador de calidad proteica, no fue capaz de establecer diferencias entre músculos de especies de origen terrestre en este trabajo estudiadas; aun y cuando todos estos son considerados muestras representativas de proteína de alta calidad

Comparativo de Especies Acuáticas y Terrestres

En función de los resultados obtenidos en este estudio y después de analizar los resultados de PDCAAS para el total de las muestras de proteína del músculo (acuático y terrestre) se observa lo siguiente: El PDCAAS como indicador de calidad proteica fue capaz de diferenciar únicamente al camarón

de entre las ocho muestras de proteína muscular aunque todas, las ocho muestras, fueron consideradas proteínas de alta calidad. El análisis estadístico demostró que entre siete muestras, no existieron diferencias significativas en sus valores de PDCAAS (Anexo B-11). Estos resultados nos conducen a concluir que el PDCAAS como indicador de calidad proteica pudiera resultar más conveniente para diferenciar muestras con marcadas diferencias en su calidad proteica (como el camarón).

C-PER

Este indicador de calidad proteica simula el PER (razón de eficiencia proteica) por sus siglas en ingles y mide la eficiencia de utilización de la proteína dietaria por medio de bioensayos. El C-PER utiliza los resultados del contenido de aminoácidos de la proteína prueba y emplea también el porcentaje de digestibilidad de la proteína muestra. El C-PER se calcula mediante ecuaciones. A diferencia de los bioensayos, el C-PER representa un indicador de calidad proteica, sin la mayoría de los inconvenientes que presentan los mismos (Pérea y col., 2008).

Especies de Origen Acuático

En la tabla nueve se muestran los resultados obtenidos para las cuatro muestras de músculo de especies de origen acuático analizadas en este estudio. Todas las muestras presentaron valores de C-PER por encima de la

Tabla 9. Análisis estadístico para valores de C-PER: músculo de origen acuático.

ESPECIE	C-PER ¹
Camarón	3.37 ^a
Tilapia	2.85 ^{bc}
Lenguado	2.93 ^b
Cazón	2.77 ^{bc}
Caseína	2.50 ^c

Las medias son de 3 determinaciones.

¹ Valores de C-PER ajustados por digestibilidad de caseína.

Especies no conectadas por la misma letra son diferentes significativamente.

C-PER calculado según Satterlee y col (1982).

proteína de referencia (caseína). Esto comprueba que todos los músculos de especies de origen marino, analizados en este estudio y de amplio consumo regional, son de alta calidad proteica. De las cuatro muestras de músculo, el camarón resultó ser de mayor valor de C-PER y la muestra de cazón resultó la de menor valor. Al analizar estadísticamente estos resultados, si presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los resultados de C-PER, el camarón resultó ser diferente significativamente a todas las demás especies y las tres especies de pescado resultaron no tener diferencias entre ellas.

Estos resultados de C-PER parecen corresponder al comportamiento del porcentaje de digestibilidad, medido por la técnica *in vitro* multienzimática, por qué en orden de mayor a menor valor son semejantes en las muestras entre estas dos técnicas. Dado que para el cálculo de C-PER se emplea el porcentaje de digestibilidad y el contenido de aminoácidos conviene resaltar que: o bien las muestras de proteína de origen marino son muy similares en composición (especialmente el grupo de lenguado, tilapia y cazón) de ahí que los resultados de C-PER no sean diferentes significativamente, o bien la metodología del C-PER no fue capaz de diferenciar entre proteínas (de pescado utilizadas en este estudio) de muy alta calidad, pero si fue capaz de diferenciar al músculo de camarón, con relación a los demás.

Especies de Origen Terrestre

En la tabla diez se muestran los valores de C-PER para las cuatro muestras de músculo de especies de origen terrestres analizadas en este estudio. El análisis estadístico no presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre muestras de especies de origen terrestre. Al igual que las muestras de origen acuático, todas las muestras de origen terrestre mostraron valores mayores que la proteína de referencia (caseína). Por lo tanto, las muestras de cuatro músculos de especies de origen terrestre son consideradas de alta calidad proteica.

Estos resultados de C-PER para músculo de especies terrestres son al parecer correspondientes en orden de valores al porcentaje de digestibilidad, analizado en un apartado anterior, la muestra de músculo de pavo presentó los valores más altos y la res presentó los valores mas bajos de C-PER igual que en las determinaciones de porcentaje de digestibilidad. Al parecer el indicador de calidad proteica C-PER no fue capaz de establecer diferencias en calidad proteica de proteínas de origen terrestre. Los valores de PER calculado en esta investigación para la carne de res y pollo fueron menores a los reportados por otros autores (Satterlee y col., 1982; Hoffman y Falvo, (2004).

Tabla 10. Análisis estadístico para valores de C-PER: músculo de origen terrestre.

ESPECIE	C-PER ¹
Res	2.60 ^{ab}
Pollo	2.80 ^a
Puerco	2.86 ^a
Pavo	2.89 ^a
Caseína	2.50 ^b

Las medias son de 3 determinaciones.

¹ Valores de C-PER ajustados por caseína.

Especies no conectadas por la misma letra son diferentes significativamente.

C-PER calculado según Satterlee y col (1982).

Comparativo de Especies Marinas y Terrestres

Después de analizar los resultados del C-PER, considerado también un indicador *in vitro* de calidad proteica, para todas las muestras de músculo (tanto especies marinas como terrestres) encontramos que si existen diferencias significativas ($p > 0.05$) en los valores de C-PER entre las ocho muestras analizadas (Anexo B-12). Sin embargo, únicamente la muestra de músculo de camarón fue estadísticamente mayor que el resto. Todas las demás muestras de músculo de especies de origen marino y terrestre de amplio consumo en la región no mostraron diferencias significativas en sus valores de C-PER. Por lo tanto, el C-PER, como indicador *in vitro* de calidad proteica no es recomendable por si solo para diferenciar entre la calidad proteica de proteínas musculares, tanto de origen marino como terrestres estudiadas en esta investigación. Al parecer este indicador (C-PER) no reconoce diferencias entre muestras de proteína con rangos menores a 0.32 unidades de PER computarizado como las de aquí estudiadas.

DC-PER

Este indicador *in vitro* de calidad proteica, al igual que el C-PER simula el PER, solo que únicamente utiliza el contenido de aminoácidos totales de la muestra o proteína prueba. El DC-PER primeramente calcula el porcentaje de digestibilidad, basándose solamente en el contenido de aminoácidos de la muestra y después calcula el DC-PER, con una metodología similar al C-PER.

Especies de Origen Acuático

En la tabla 11 se muestran los resultados obtenidos del indicador DC-PER para muestras de músculo de cuatro especies de origen acuático encontrando lo siguiente: la metodología del cálculo del porcentaje de digestibilidad por el método computarizado, para el caso de estas muestras de proteínas acuáticas, tiende a dar valores muy altos. La mayoría de los valores del porcentaje de digestibilidad calculado por computadora, para las cuatro muestras de músculo de especies de origen marino están en un rango del 95-100%, muy semejante a las muestras de camarón crudo analizadas por Ryu y Lee (1986). Esto no concuerda con los valores obtenidos del porcentaje de digestibilidad, para las mismas muestras, por la técnica multienzimática. Al parecer esta técnica computarizada de cálculo del porcentaje de digestibilidad por el método computarizado del DC-PER tiende a sobreestimar la digestibilidad en estas muestras de proteína muscular analizadas en este estudio.

Analizando los resultado del DC-PER para estas muestras de músculo de especies de origen acuático encontramos que todas las muestras analizadas presentaron valores significativamente mayores que la proteína de referencia (caseína). Esto nos permite comprobar que al igual que el C-PER, el DC-PER reconoce a las cuatro muestras de músculo de especies de origen acuático como proteínas de muy alta calidad.

Tabla 11. Análisis estadístico para valores de DC-PER de músculo de origen acuático.

ESPECIE	DC-PER ¹
Camarón	3.22 ^a
Tilapia	2.66 ^b
Lenguado	2.67 ^b
Cazón	2.76 ^b
Caseína	2.5 ^c

Las medias son de 3 determinaciones.

¹ Valores de DC-PER ajustados por caseína.

Especies no conectadas por la misma letra son diferentes significativamente.

DC-PER calculado según Satterlee y col (1982).

La muestra de camarón tuvo los valores más altos de DC-PER, seguido por las muestras de cazón y al final las muestras de lenguado y tilapia dando valores muy similares de DC-PER. El análisis estadístico demostró que solo la muestra de camarón es significativamente mayor en DC-PER que las otras tres muestras; no encontrándose diferencias significativas entre los valores para las especies de pescado (tilapia, lenguado y cazón).

Al parecer este indicador de calidad proteica computarizado, DC-PER, solo fue capaz de establecer diferencias significativas entre las muestras de proteínas musculares en el caso de camarón, pero no entre muestras musculares de tilapia, lenguado y cazón.

Especies de Origen Terrestre

En la tabla 12 se muestran los resultados para DC-PER de las cuatro muestras de músculo de especies de origen terrestre. Semejante a las muestras de proteína muscular de origen acuático, los resultados del porcentaje de digestibilidad calculado por computadora son mucho mayores que los valores del porcentaje de digestibilidad por la técnica multienzimática, al parecer esta técnica de cálculo del porcentaje de digestibilidad, basada en aminoácidos, por computadora tiende a sobreestimar a las proteínas musculares de especies de origen acuático, comparadas con el porcentaje de digestibilidad por el método de las cuatro enzimas, analizadas en este estudio.

Tabla 12. Análisis estadístico para valores de DC-PER de músculo de origen terrestre.

Espece	DC-PER ¹
Res	2.71 ^b
Pollo	2.70 ^b
Puerco	2.90 ^a
Pavo	2.63 ^c
Caseína	2.50 ^d

Las medias son de 3 determinaciones.

¹ Valores de DC-PER ajustados por caseína.

Especies no conectadas por la misma letra son diferentes significativamente.

DC-PER calculado según Satterlee y col (1982).

Todas las muestras de músculo de especies de origen terrestre arrojaron valores más altos que el de la proteína de referencia (caseína). Esto nos permite comprobar que al igual que el C-PER, el DC-PER reconoce a las cuatro muestras de músculo de origen terrestre como proteínas de alta calidad. La muestra de puerco mostró los valores más altos y significativamente diferentes a los otros tres músculos, la muestra de pavo tuvo el valor mas bajo significativamente y las muestras de res y pollo no tuvieron diferencias significativas además de estar en un valor intermedio. Este indicador de calidad proteica si fue capaz de establecer diferencias significativas entre la calidad proteica de proteínas musculares de origen terrestre analizadas en este estudio.

Comparativo de Especies Acuáticas y Terrestres

Después de analizar los resultados del DC-PER, considerado un indicador *in vitro* de calidad proteica, de todas las muestras de músculo de especies de origen acuático y terrestre, se encontró que si existen diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los valores de DC-PER entre las muestras (anexo B-13). Solo la muestra de músculo de camarón fue estadísticamente mayor, seguida del grupo de puerco, cazón, res y pollo, no mostrando diferencias entre estas muestras, otro grupo sin diferencias significativas son el conformado por cazón, res, pollo lenguado, tilapia y pavo, estos con valores mas bajos de DC-PER. Al parecer este indicador computarizado *in vitro* de calidad proteica (DC-PER) no reconoce diferencias significativas entre las muestras de proteínas con

rangos menores a 0.27 unidades de PER. Es decir, el C-PER puede ser recomendado como indicadores de calidad proteica para muestras de alta calidad solo cuando las muestras presenten diferencias en unidades de PER mayores a 0.27.

Concentración de Colágeno

Se ha establecido que el contenido de colágeno puede ser un factor que determine la digestibilidad y por lo tanto el aprovechamiento de las proteínas. Se considera que a mayor contenido de colágeno, la digestibilidad es mucho más lenta. Por ello es que se llevó a cabo la determinación del contenido de colágeno en las muestras

Especies de Origen Acuático

En la tabla 13 se muestran los resultados del contenido de colágeno para las muestras de músculo de especies de origen acuático. Se puede observar que el colágeno en estas muestras no fue superior al 1.0 mg/g y el rango fluctuó entre 0.4-0.7 mg/g en las cuatro muestras de músculo de especies de origen acuático. Además los resultados estadísticos muestran que existen diferencias significativas ($p > 0.05$) en el contenido de colágeno de estas muestras. Sato y col. (1986) encontraron para la sardina, trucha arco iris, carpa y *Pagrus major* (Besugo) un valor de 0.81, 1.02, 1.21 y 2.0 mg/g respectivamente mientras que

Tabla 13. Análisis estadístico para contenido de colágeno en músculo de origen acuático.

Especie	Colágeno en mg/g
Camarón	0.6 ^{ab}
Tilapia	0.49 ^c
Lenguado	0.64 ^a
Cazón	0.52 ^{bc}

Las medias son de al menos 3 determinaciones.

Especies no conectadas por la misma letra son diferentes significativamente

El contenido de colágeno total (mg/g) se determinó multiplicando el contenido de hidroxiprolina por 7.25 de acuerdo a Goll y col (1963),

Touhata y col. (2000) reporta para la especie *Pagrus major* un contenido de 0.96 mg/g en la misma época del año (de Marzo a Abril) excepto la trucha arco iris (Octubre) mientras que nuestras especies fueron obtenidas en el mes de Febrero.

Bajo las condiciones de estudio se puede presuponer que el contenido de colágeno al no ser diferente significativamente entre los alimentos evaluados, no fue un factor importante en los resultados del porcentaje de digestibilidad *in vitro* o en los indicadores de calidad proteica (PDCAAS, C-PER, DC-PER).

Especies de Origen Terrestre

En la tabla 14 se muestran los resultados del contenido de colágeno para las muestras de músculos de origen terrestre. En las muestras de músculos de especies de origen terrestre el contenido de colágeno fluctuó entre 4.7-6.7 mg/g, existiendo diferencias significativas ($p > 0.05$) entre el contenido de colágeno entre los cuatro músculos de origen terrestre. Los resultados de la concentración de colágeno para la carne de res y puerco concuerdan con lo reportado por otros autores (Burson, 1986; Koohmaraje y col., 1991; Morgan y col., 1991; Sañudo y col., 1998; Wheeler y col., 2000). Sakakibaral y col. (2000) concluyen que el contenido total de colágeno depende de la parte del animal que se analice.

Tabla 14. Análisis estadístico para contenido de colágeno en músculos de origen terrestre.

Especie	Colágeno (mg/g)
Res	4.75 ^a
Pollo	5.41 ^a
Puerco	5.21 ^a
Pavo	5.92 ^a

Las medias son de al menos 3 determinaciones.

Especies no conectadas por la misma letra son diferentes significativamente.

El contenido de colágeno total (mg/g) se determinó multiplicando el contenido de hidroxiprolina por 7.25 de acuerdo a Goll y col (1963),

El contenido en los cuatro músculos de especies de origen terrestre es significativamente mayor que las muestras de músculo de especies de origen acuático (Anexo B-24). Aproximadamente diez veces más contenido de colágeno en las muestras de origen terrestre que en las muestras de origen acuático.

Al parecer, aun cuando el contenido de colágeno resultó ser significativamente mayor en las muestras de músculo de especies terrestres, este contenido de colágeno no fue factor determinante en la respuesta obtenida del porcentaje de digestibilidad de estas muestras de músculo de especies de origen terrestre, pues el contenido de colágeno no fue correspondiente al orden del porciento de digestibilidad *in vitro*.

Comparativo de Especies Acuáticas y Terrestres

Cuando se comparó el contenido de colágeno con los valores del porciento de digestibilidad *in vitro* y los valores de PDCAAS, que se presentaron en las ocho especies, se observa que las especies con menor contenido de colágeno fueron mayores en porcentaje de digestibilidad y en el índice PDCAAS.

Correlación Entre Metodologías de Calidad Proteica

Una vez realizado este estudio y después de haber aplicado las distintas metodologías (indicadores) de calidad en estas muestras de músculo de

especies de origen acuático y terrestre de amplio consumo en la región, se procedió a correlacionar los distintos resultados arrojados por estas metodologías *in vitro*, en un intento por encontrar posibles interacciones entre ellas, cuando son empleadas para muestras de proteína muscular como las evaluadas en este estudio.

En los anexos B-15, B-16 Y B-17 se muestran los resultados de correlación múltiple entre las metodologías *in vitro* utilizados en este estudio. No se encontraron altos valores de correlación entre las distintas metodologías *in vitro* de evaluación de calidad proteica empleadas en este estudio. Solamente los índices de calidad C-PER y DC-PER presentaron factores de correlación para las especies, únicamente acuáticas y únicamente terrestres, mayores a 0.80 y 0.67 respectivamente. Al analizar las ocho muestras (terrestres y acuáticas) el factor de correlación fue de 0.71 para C-PER y DC-PER. Se obtuvo una alta correlación, aunque negativa, entre el PDCAAS y ambos índices C-PER y DC-PER (-0.80 y -0.60 respectivamente), el PDCAAS significa una medición del porcentaje de digestibilidad y utiliza un solo aminoácido para su cálculo; mientras los índices C-PER y DC-PER involucran más aspectos que el PDCAAS (digestibilidad, contenido de aminoácidos, patrones de requerimientos etc.) y probablemente sea por esto el valor de correlación obtenido. La metodología del PDCAAS involucra al contenido del aminoácido limitante, la digestibilidad y ajustar al 100%, si estos se pasan del valor antes mencionado; que no fue necesario en este estudio. En el caso de correlación de

porcentaje de digestibilidad y PDCAAS, el valor de correlación fue de -0.07. La muestra puede tener poca digestibilidad pero el contenido de aminoácidos ser bastante alto y eso lo compensa incrementando la calidad de la proteína y viceversa. Sí el contenido de aminoácido es bajo, puede bajar el valor de PDCAAS. Cuando un aminoácido esencial esta faltando, el valor nutricional podría ser equivalente a una dieta libre de ese aminoácido (Hegsted, 1977).

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de este estudio, se concluye que:

Los músculos magros de especies marinas tienen mayor digestibilidad que los músculos magros de especies terrestres, de amplia producción y consumo en la región del noroeste. Sin embargo en cuanto a la calidad proteica de los músculos cuando se usan métodos oficiales, solo el músculo de camarón resultó ser significativamente mayor en digestibilidad *in vitro*, en valores de C-PER Y DC-PER, que las otras especies.

El contenido de aminoácidos totales no difiere entre la mayoría de las especies aquí estudiadas, considerando a todas como de alta calidad donde el aminoácido treonina resultó ser de los esenciales, el limitante, tanto en músculo de especies marinas como terrestres.

De forma general el contenido de aminoácidos esenciales de las especies aquí estudiadas son capaces de cubrir entre un 50% y 150% las necesidades aminoacídicas

Únicamente se observó un descenso significativo, de relevancia en la calidad proteica, en el aminoácido Treonina para todas las especies. La única especie que mostró valores más bajos fue el camarón a pesar de su alta digestibilidad pero con bajo calificación química

Considerando el método del PDCAAS, recomendado por FAO, para evaluar la calidad proteica de alimentos, se observó que este indicador de calidad no fue capaz de establecer diferencias significativas entre los músculos

de especies marinas o terrestres; Debido, muy probablemente a la reconocida alta calidad de estas muestras.

Los índices de calidad proteica calculados por computadora (C-PER y DC-PER) si fueron capaces de diferenciar entre las distintas muestras de músculos, tanto terrestres como acuáticos; sólo que estas diferencias no resultan ser estadísticamente significativas. Muy probablemente por el hecho de que todas las muestras, analizadas en este estudio, son reconocidas como proteínas de alta calidad, inclusive de mas alta calidad que la proteína control (caseína).

El contenido de colágeno, cuando se analizó las ocho especies, al parecer tuvo una influencia significativa en el porcentaje de digestibilidad *in vitro* y el índice PDCAAS debido a que, a mayor contenido de colágeno, el porcentaje de digestibilidad y valor de PDCAAS fueron menores. El contenido de colágeno no parece tener relación con los resultados de los demás indicadores de calidad proteica (C-PER, DC-PER).

RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos en este estudio deben ser confirmados con estudios posteriores en animales de experimentación (*in vivo*), es decir empleando bioensayos con ratas.

Las técnicas *in vitro* usadas para la evaluación de la calidad proteica deben ser probadas en muestras de alimentos con mayor diferencia en su calidad proteica para probar su eficacia contrastándolas con bioensayos.

El indicador de calidad proteica PDCAAS, no se recomienda en estudios comparativos de evaluación de calidad proteica, cuando las muestras tienen una alta calidad proteica.

Se recomienda estudiar la calidad proteica de estas muestras, incluyendo muestras con tratamiento térmico previo.

Continuar investigando la aplicación de estas metodologías y técnicas *in vitro* para generar mayor información que permita en un futuro, ajustar las ecuaciones de cálculo tanto del porcentaje de digestibilidad por el método multienzimático como en los índices de C-PER y DC-PER de evaluación de calidad proteica

REFERENCIAS

- Akeson, W. R. y Stahman, M. A. 1964. A pepsin-pancreatin digest. Index of protein quality evaluation. *J. Nutr.* 83:257-261.
- Albaladejo, A. 2008. Métodos de investigación *in vitro* de los factores que afectan la durabilidad de la adhesión a dentina. *ALAN*. Vol. 24, No. 4.
- Amaya, H., Acevedo, E. y Bressani, R. 1991. Effect of reheating on iron availability and the protein nutritive value of cooked black bean (*Phaseolus vulgaris*), *Arch. Latinoam. Nutr.* 41(2): 222-237.
- Anuario Estadístico de Pesca. 2003. INEGI. México, D.F.
- A. O. A. C. 2000. Métodos oficiales de análisis. Asociación Oficial de Química Analítica. EUA.
- Arenas-de-Moreno. L., Vidal, A., Huerta, D., Navas, Y., Uzcátegui, Soján y Huerta, N. 2000. Análisis comparativo proximal y de minerales entre carnes de iguana, pollo y res. *ALAN*. 50: 4, 409-415.
- Ballesteros. V. M. N. 1989. Valor nutritivo proteico de la dieta sonoreña. Tesis maestría CT/CIAD.
- Ballesteros. V. M. N., Valencia, E. M. y Brown, D. S. 1993. . Effect of Diet Composition on Protein Requirements of Children and Adults in Northern Mexico. *Annals of Nutrition & Metabolism*; 37:90-100.
- Barrón, J., M. 1984. Textural, nutritional and toxicological qualities of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis doctoral. Department of food science and nutrition. Queen Elizabeth College, University of London, London

- Barrón, J. M., Chaires, C., Navarro A. L., Vázquez F. y Yañez, G. A. 2003. Effect of alcali treatment on the nutritional characteristic of soybean (*Glycine max*) albumins and globulins. J. Food Proc. Pres. 26: 375-383.
- Beach, E. F., Monks, B. y Robinson, A. 1943. Amino acid composition of animal tissue protein. J. Boil. Chem. 148, 431
- Bender, A. E. y Doell, B. H. 1957. Biological evaluation of protein: A new concept. Brit. J. Nutr. 11:140-148.
- Bikker, P., Vergstegen, M. W. A. y Bosch, M. W. 1994. Amino acid composition of growing pigs is affected by protein and energy intake. J. Nutr. 124:1961-1969.
- Boody, G. y Desborough, S. 1983. In vitro digestibility and calculated PER as rapid methods for the nutritional evaluation of potato protein. Plant Food Human Nutr. Vol. 34, No.1. 27-39
- Bressani, R. 1977. Human assays and applications. In Evaluation of proteins for human. C. E. Bodwell. Ed. AVI Publishing Company, Wesport, CT. pp 81-88.
- Bressani, R., De Mora, D. Flores, R. y Gómez, R. 1991. Evaluation of two methods to determine the polyphenol content in raw and cooked beans and its effect on protein digestibility. Arch. Latinoam. Nutr. 41(4): 569-583.
- Bressani, R., Elias, L. G. y Gomez, R. A. 1969. Protein quality of opaque-2 corn evaluation in rats. J nutr. 97:173-180.

- Burson, D. E. y Hunt, M. C. 1986. Proportion of collagen types I and III in four bovine muscles differing in tenderness. *J. food Sci.* Vol. 51 No.1 pp 51-53
- Caire J. G. 1991. Determinación de aminoácidos por cromatografía de líquidos de alta resolución y calidad proteica nutricional in vitro de alimentos de consumo frecuente en el estado de Sonora. Tesis maestría CT/CIAD
- Carias, D., Cioccia, A. y Hevia, P. 1995. Grado de concordancia entre la digestibilidad de proteínas animales y vegetales medidas *in vivo* e *in vitro* y su efecto sobre el cómputo químico. *Arch. Latinoam. Nutr*; 45 (2): 111.
- Carlderón, E. Velásquez, L. y Bressani, R. 1992. Comparative study of the chemical composition and nutritive value of runner bean (*Phaseolus coccineus*) and of common bean (*Phaseolus vulgaris*). *Arch. Latinoam. Nutr.* 42(1): 64-67.
- Castro, G., Ojeda, V., Montaña, B., Ledesma, C. y Pérez, G. 2007. Evaluación de los ácidos grasos n-3 de 18 especies de pescados marinos mexicanos como alimentos funcionales. *ALAN.* 57, No 1.
- Chang, H. I., Catignani, G. I. y Swaisgood, H. E. 1992. Effects of sucrose, starch and oil on the *in vitro* determination of protein digestibility using the immobilized enzyme assay (IDEA) system. *J. Food Biochem.* 16, 133-140.
- Chavez, J. F. & Pellet, P. L. 1976. Protein quality of some representative latin american diets by rat bioassay. *J. Nutr.* 106, 792-801.

- Chong, A. S. C., Hashim, R. y Ali, A., 2002. Assessment of dry matter and protein digestibilities of selected raw ingredients by discus fish (*Symphysodon aequifasciata*) using *in vivo* and *in vitro* methods. *Aqua. Nut.* 8: 229-238.
- Cutulle, Ch., Eddi, C., Caracostantogolo, J., Castaño, Z. y Schapiro, J. 1999. Métodos *in vitro* para el diagnóstico de resistencia antihelmíntica. *Vet. Arg.* Vol 16 (157); 514-521.
- Darragh, A. j. y Hodgkinson, S. M. 2000. Quantifying the digestibility of dietary protein. *J. Nutr.* 130: 1850S-1856S.
- Del Angel, A. R. y Sotelo, A. 1982. Nutritive value of mixtures using chickpeas with wheat, triticale, normal and opaque-2 corn. *J. Nutr.* 112: 1474-1480.
- EI, S., N. y Kavas A. 1996. Determination of protein quality of rainbow trout (*Salmon irideus*) by *in vitro* protein digestibility- corrected amino acid score. *J. Food Chem.* 55(3): 221-223.
- EI-Niely y Hania, F. g. 2007. Effect of radiation processing on antinutrients, *in vitro* protein digestibility and protein efficiency ratio bioassay of legume seed. *Rad. Phys. Chem.* 76: 1050-1057.
- Elías, L. G., Braham, J. E., Navarrete, D. A. y Bressani, R. 1984. The protein quality of commercial products of texturized soybean protein and meat mixtures. *Arch. Latinoam. Nutr.* 34(2): 355-365.
- Ezquerro, J. M., Parra, N. V. y Carrillo, C. 2003. Efecto postcosecha de la concentración de proteína en la dieta sobre la calidad química,

- microbiológica y textura de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) cultivado. Biotécnica. Vol. 5, No. 1: 34-41.
- Falcon, M. R., Yañes, G. A. y Barrón 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. Chil. Nutr. Vol. 33, No. 3. pp 511-517.
- FAO/WHO/UNU (FAO/OMS/UNU). 1985. Energy and Protein Requirements: Report of an FAO/WHO/UNU Expert consultation. WHO Tech. Rept. Ser. No 724. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- FAO/WHO/UNU (FAO/OMS/UNU). 1991. Evaluación de la calidad de la proteína. Reporte de la comisión conjunta de la FAO/OMS.
- FAO/WHO/UNU. 1992. Evaluación de la calidad de las proteínas. Informe de una consulta FAO/WHO de expertos en evaluación de la calidad de las proteínas. Roma: Estudio FAO, Alimentación y Nutrición.
- FAO/WHO/UNU (FAO/OMS/UNU). 2002. Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Colección FAO: Alimentación y nutrición No. 29 ISSN 1014-3181. Roma, Italia.
- Fernández, P., Débora, V., Troncoso, A. y García, P. 2006. Revisión de los métodos de evaluación de la actividad antioxidante *in vitro* del vino y valoración de sus efectos *in vivo*. ALAN. Vol. 56, No. 2

- García-Arias, M. T., Navarro, M. P., García L., M. C. 2004. Effects of different thermal treatments and storage on the proximate composition and protein quality in canned tuna. 54(1): 112-117.
- Garduño, L. M., Granados, A. I., Olver, N. M. y Muños, C. G. 2003. Comparison of growth, fillet yield and proximate composition between Stirling Nile tilapia (wild type) (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) and red hybrid tilapia (Florida red tilapia x Stirling red *O. niloticus*) males. Aquac. Res. 34(12):1023-1028.
- Geervani, P., Vimala, V., Uma, P. y Rama, D. 1996. Effect of processing on protein digestibility, biological value and net protein utilization of millet and legume based infant mixes and biscuits. Plant Food Hum. Nutr. 49(3): 221-227.
- Ghulam, S. y Robert W.P. 1986. Comparisons between true digestibility of total nitrogen and limiting amino acids in vegetable proteins fed to rats. J. Nutr. 116: 1172-1184.
- Ghulam, S., Robert W.P., Herbert, G. B. y Brule, D. 1989. Digestibility of protein and amino acids in selected food as determined by rat balance method. Plant Foods Hum. Nutr. 39(1):21-32
- Goldbohm, R. A. Van-Den-Brandt, P.A. Van-'t-Veer, P. Brants, H., A. Dorant E. Sturmans, F. Hermus, R. J. 1994. A prospective cohort study on the relation between meat consumption and the risk of colon cancer. Cancer Research. 54(3): 718-23.

- Goll, D.E., Bray, R. W., Hoekstra, W. G. 1963. Age-associated change in muscle composition. The isolation and properties of a collagenous residue from bovine musclea. J. Food Sci. 28(5): 503-509.
- Granfeldt., Björck., Drew. Y Tovar. 1992. An *in vitro* procedure basen on chewing to predict metabolic response to starch in cereal and legume products. European J. Clinical Nutr. 46: 649-660.
- Gronemann, S. T., Ribel-Madsen, S., Bartels, E. M., Danneskiold-Samnsoe, B., y Bliddal, H. 2004. Collagen and muscle pathologyin fibromyalgia patients. J. Rheumatol. 43: 27-31.
- Guadalajara-Boo, J. F. 1996. Cardiologia 1^{era} Edicion. Ed. Intersistemas, Pag. 41.
- Haard, N. F. 1992. Control of chemical composition and food quality attributes of cultured fish. Food res. Int. 25:285-307
- Hamm, D. 1981. Amino acid composition of breast and thigh meat from broilers produced in four location of the united states. J. Food Sci. 46:1122-1124.
- Harris, D. A., Burns, R. A., Ali, R. 1988. Evaluation of infant formula protein quality: comparison of *in vitro* with *in vivo* methods. J Assoc. anal. chem. 71(2):353-7
- Hegarty, V. 1992. Nutrition, Food and the Environment. ed. Eagan. pp 432.
- Hegsted, D. M. 1977. Protein quality and its determination, en Food protein, Ed. AVI. Cap. 14 pag. 351

- Herman J. R. 2007. Protein and the body. Bulletin t-3163. Oklahoma cooperative extension service. Division of agricultural science and natural resources.
- Hernández , M., Chávez, A. y Bourges, H. 1987. Valor nutritivo de los alimentos mexicano. Instituto nacional de la nutrición. 10a Edición. México. pp. 55
- Hernández, M.M., Sousa V.I., y Sotelo, A. 1996. The protein efficiency ratios of 30:70 mixtures of animal: Vegetable proteins are similar or higher than those of the animal foods alone. J. Nutr. 126: 574-581.
- Hoffma, J. R. y Falvo, M. 2004. Protein- which is best?. J. Sports Sci. Medicine, 3, 118-130.
- Holm, J., Björck, I., Otrowska, S., Eliasson, A., Asp, N., Larsson, K. y Lundquist, I. 1983. Digestibility of amylose-lipid complexes *in vitro* and *in vivo*. *Starch/Stärke* 9: 294-297.
- Holm, J., Björck, I., Drews, A. y Asp, N. 1986. A rapid method for the analysis of starch. *Starch/Starke* 38:224-229
- Hsu, h. w., Varak, D. L., Satterlee, L. D. y Miller, G. A. 1977. A multienzyme technique for estimating protein digestibility. J. Food Sci. 42: 1269-1273.
- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>
- Jahan, K., Paterson, A. y Spickett, C. M. 2004. Fatty acid composition, antioxidants and lipid oxidation in chicken breast from different production regimes International. J. Food Sci. and Tech., 39, 443-453

- Jahan, K. y Paterson, A. 2007. Lipid composition of retailed organic, free-range and conventional Chicken breast. *International Journal of Food Sci. and Tech.*, 42, 251-262.
- Jansen G. R. 1962. Influence of Rat Strain and Protein Level on Protein Efficiency Ratio (PER) Determination. *J. Nutri.* 78(2): 231-240.
- Jewell, D. K., Kendrick, J. G. y Satterlee, L. D. 1980. The DC-PER assay: A method for predicting protein quality solely from amino acid compositional data. *Nutr. Rep. Int.* 21:25-38.
- Hank, C. R., Kunkel, M. E., Dawson, P. L., Acton, J. C. y Wardlaw, Jr. 2001. The effect of shell egg pasteurization on the protein quality of albumen. *Poultry Sci.* 80:821-824.
- Kim, J. y Lall, S. 2000. Amino acid composition of whole body tissue of atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*), yellowtail flounder (*Pleuronectes ferruginea*) and japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture* 187: 367-373.
- Lacroix, M., Bos, C., Léonil, J., Airinei, G., Luengo, C., Dare, S., Benamouzing, R., Fouillet, H., Fauquand, J., Tomé, D y Gaudichon, C. 2006. Compared with casein or total milk protein, digestion of milk soluble proteins is too rapid to sustain the anabolic postprandial amino acid requirement. *Am. J. of Clinic. Nutr.* 84(5): 1070-1079.

- Lancaster, K., J. Watts, S., O. Dixon, L., B. 2006. Dietary intake and risk of coronary heart disease differ among ethnic subgroups of black americans. J. Nutr. 136(2): 446-51.
- Lazo, J. P., Romaine, R. P. y Reigh, R. C. 1998. Evaluation of three *in vitro* enzyme assays for estimating protein digestibility in the pacific white shrimp *Penaeus vannamei*. J. World Aquac. Soc. 29(4): 441-450.
- Limin, L., feng, X. y Jing, H. 2006. Amino acids composition difference and nutritive evaluation of the muscle of five species of marine fish, *Pseudosciaena crocea* (large yellow croaker), *Lateolabrax japonicus* (common sea perch), *Pagrosomus major* (red sea bream), *Seriola dumerili* (dumeril's amberjack) and *Hapalogenys nitens* (black grunt) from Xiamen bay of China. Aquac. Nutr. 12: 53-59.
- Linder, M., Rozan, R., Lamghari, E. K., Fanny, C. Villaume, L., Parmentier, M. 1997. Nutritional value of veal bone hydrolysate. J. Food Sci. 62(1): 183-198.
- Liñan, C., Meneses, A. y Delgado, L. 2007. Evaluación *in vitro* del efecto erosivo de tres bebidas carbonatadas sobre la superficie del esmalte. Rev. Estomatol. Herediana. 17(2): 58-62.
- Luna, R., Urciaga, G., Salinas, Z., Cisneros, M. y Beltran, M. 2006. Diagnóstico del consumo del calamar gigante en México y en Sonora. Econom. Soc. terr. 6(2): 535-560.

- Lyman, C. M. y Kuiken, K. A. 1949. The amino acid composition of meat and some other food. Tex Agr. Expt. Sta. Bull. 708.
- Mahan, D. C. y Shield, R. G. 1998. Essential and nonessential amino acid composition of pigs from birth to 145 kilograms of body weight, and comparison to other studies. J. Anim. Sci. 76: 513-521.
- Malca, S., Lucas, O., Arbaiza, T., Carcelén, F. y Martin, F. 2006. Comparación de dos técnicas para determinar la digestibilidad proteica de insumos y alimentos comerciales para caninos. Rev. Invest. Vet. Perú. 17 (2): 96-103.
- Mathews, C. K., Van Holde, K. E. y Ahern, K. G. 2001. Bioquímica. Ed. Pearson 3ª Edición. Madrid, España. pp. 93-198. 804,805.
- McDonough, F. E., Steinke, F. H., Sarwar, G., Eggum, B. O., Bressani, R., Huth, P. J., Barbeau, W. E., Mitchell, G. V. y Phillips, J. G. 1990. In vivo rat assay for true protein digestibility: collaborative study. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 73(5): 801-805.
- McLarney, M. J., Pellet, P. L. y Young, V. R. 1996. Pattern of amino acid requirements in humans: An interspecies comparison using published amino acid requirement recommendations. J. Nutr. 126:1871-1882.
- Medrano C. T. 1994. Caracterización química, bioquímica y nutricional, de algunas especies de pescado en el golfo de California. Tesis maestría CT/CIAD
- Melvin, H. Williams. 2005. Nutrición para la salud, condición física y deporte. Ed. Mc Graw Hill. Pp. 550.

- Mendel, F. 1998. Nutritional Value of Protein from Different Food Source. A Review. *J. Agric. Food Che.* 44. 6-29.
- Millares, R y Fellers, C. R. 1948. Amino acid content of chicken. *J. Am. Dietet. Assoc.* 24, 1057.
- Millares, R y Fellers, C. R. 1949. Vitamin and amino acid content of processed chicken meat products. *Food Res.* (14): 131
- Miller, B. F., Olesen J. L., Hansen, M., Dossing, S., Cramer, R. M., Welling, R. J., Langberg, H., Flyvbjerg, A., Kjaer, M., Barbraj, J. A., Smith, K. y Rennie, M. J. 2005. Coordinated collagen and muscle protein synthesis in human patella tendon and quadriceps muscle after exercise. *J. Physiol.* 567(3): 1021
- Miller, D. S. y Bender, A. E. 1955. The determination of the net utilization of protein by shortened method. *Brit. J. Nutr.* 9(4): 382-388.
- Mitchell, H. H. 1924. A method of determining the value of protein. *T. Biol. Chem.* (58): 873-903.
- Mitchell, H. H., y Block, R. J. 1946. Some relationships between the amino acid contents of proteins and their nutritive value for the rat. *J. Biol. Chem.* 163: 599-620
- Moore, L., L. Singer, M., R. Bradlee, M., L. Djousse, L. Proctor, M., H. Cupples, L., A. Ellison, R., C. 2005. Intake of fruits, vegetables and dairy products in early childhood and subsequent blood pressure change. *J. Epid.* 16(1): 4-11.

- Morris, H. J., Carrillo, O., y Bermúdez, R. C. 2003. Enfoque integral en la utilización de los métodos químicos de evaluación de la calidad proteica. Rev. Cub. Salud Pública. 29(1):42-47
- Moughan, P.J. 2005. Dietary protein quality in humans-An overview. J. AOAC Int. 88: 2.
- Negrão, C. C., Mizubuti, I. Y., Morita, M. C., Colli, C., Ida, E. I., Shimokomaki, M. 2005. Biological evaluation of mechanically deboned chicken meat protein quality. Food Chem. 90(4): 579-583.
- Obato, V., Ketiku, A. y Adebawale, E. 2003. Effect of feeding maize/legume mixtures on biochemical indices in rats. Annals Nutr. & Metabolism. 47:170-175.
- Oser B. L., 1951. Method for integrating essential amino acid content in the nutritional evaluation of protein. J. Am. Dietetic Ass. 27: 396-399.
- Osborne, t. B., Mendel, L. B., y Ferry, E. L. 1919. A method for expressing numerically the growth promoting value of a protein. J. Biol. Chem. (37): 223.
- Parada J. y Aguilera J. M. 2007. Food microstructure affects the bioavailability of several nutrients. J Food Sci. 72(2): 21-32.
- Pellet P.L., Young V.R. 1980. Nutritional evaluation of protein foods. The United Nations University, Tokio, Japan.
- Perea, A., Gómez, E., Mayorga, Y. y Yohanna, C. 2008. Caracterización nutricional de pescados de producción y consumo regional en Bucaramanga, Colombia. ALAN. Vol 58 No. 1

- Pérez-Olleros, L., García-Cuevas, M., Pérez, M., Ruiz-Rozo, B. y Varela, G. 1997. Various aspects of the nutritional values of four different commercial varieties of canned sardines. *Alimentaria*; (288): 137-141
- Peter J. Reeds y Peter J. Garlick 2003. Protein and amino acid requirements and the composition of complementary foods. *J. Nutr.* 133: 2953S-2961S.
- Phimphilai, S., Galyean, R. y Wardlaw, F. 2006. Relationship of two in vitro assay in protein efficiency ratio determination on selected agricultural by-products. *Songklanakarin*, 28 (suppl. 1):81-87
- Reeds, P., Schaafsma, G., Tomé, D., y Young, V., 2000. Summary of the workshop with recommendations. *J. Nutr.* 130: 1875S-1876S.
- Rasmussen, R. S., Morrisey, M. T. y Carrol, S. 2006. Effect of seasonality, location and size on lipid content in north pacific troll-caught albacore tuna (*Thunnus alalunga*). *J. Aquatic Food Prod. Tech.* 15 (2): 73
- Ryu, H. S. y Lee K. H. 1985. Effect of heat treatment on the In vitro protein and trypsin indigestible substrate (TIS) contents in some seafoods. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 14(1) 1-12
- Ryu, H. S. y Lee K. W. 1985. Protein nutritional quality of precooked seafood as predicted by the C-PER assay. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 14(1) 13-22.
- Ryu, H. S., Lee K. H. Kim, J. Y. y Choi, B. D. 1985 Predicting the nutritional value of seafood proteins as measured by newer *in vitro* model1. C-PER and DC-PER of shellfish proteins. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 14(3) 265-273

- Ryu, H. S. y Lee K. W. 1986. Predicting the nutritional value of seafood proteins as measured by newer in vitro model. 2. C-PER and DC-PER of marine crustacea. Dep. Nutr. Food Sci., Natl. Fish. Univ. Pusan, Pusan, S. Korea. Han'guk Susan Hakhoechi, 19(3), 219-26. CODEN: HSHKAW ISSN: 0374-8111.
- Ryu, H. S., Hwang, E. Y., Lee, J. Y. y Cho H. K. 1998. A new regression equation of pH drop procedure for measuring protein digestibility. J. Food Sci. Nutr. 3(2): 180-185
- Sakakibara, k., Tabata, S., Shiba, N., Gotoh, T., Nishimura, S. y Iwamoto, I. 2000. Myofibre composition and collagen content in *M. iiotibialis lateralis* and *M. pectoralis* of silkie and white leghorn chickens. 41(5): 570-574.
- Sarwar, G. 1984. Available amino acid score for evaluating protein quality of foods. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 67(3): 623-626.
- Sarwar, G. 1997. The protein digestibility corrected amino acid score method overestimates quality of proteins containing antinutritional factors and of poorly digestible proteins supplemented with limiting amino acids in rat. J. Nutr. 127: 758-764.
- Sarwar, G. Blair, R., Friedman, M., Gumbmann, M., heckler, L., pellet, P. y Smith, T. 1985. Comparison of interlaboratory variation in amino acid analysis and rat growth assays for evaluating protein quality. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 68(1): 52-56.

- Sarwar, G. y Peace, R. 1994. The protein quality of some enteral products is inferior to that of casein as assessed by rat growth methods and digestibility-corrected amino acid scores. *J. Nutr.* 124: 2223-2232.
- Sarwar, G., Peace, R., Botting, H., Brulé, D. 1989. Relationship between amino acid scores and protein quality indices based on rat growth. *Plant Food Hum. Nutr.* 39(1): 33-44
- Sarwar, G., Robert, W., Peace, R., Herbert, G. y brulé, D. 1989. Digestibility of protein and amino acids in selected food as determined by rat balance method. *Food Human Nutr.* 39(1).
- Sato, K., Yoshinaka, R., Sato, M. y Shimizu, Y. 1968. Collagen content in the muscle of fishes in association with their swimming Movement and meat texture. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 52(9): 1595-1600
- Satterlee, L. D., Kendrick, J. G., Marshall, H. F., Jewell, D.K., Ali, R. A., Heckman, M. M., Steinke, H. F., Larson, P., Phillips, R. D., Sarwar, G., Slump, P., 1982. *In-vitro* assay for predicting protein efficiency ratio as measured by rat bioassays. Collaborative study. *J. Assoc. Anal. Chem.* 65, (4): 798-809.
- Satterlee, L. D. 1984. The C-PER, a rapid assay for protein nutritional quality. *J. Food Quality.* 6:153-167.
- Saunders, R. M., Connor, M. A., Booth, A. N., Bickoff, E. ;. Y Kohler, G. O. 1973. Measurement of digestibility of alfalfa protein concentrates by *in vivo* and *in vitro* methods. *J. Nutr.* 103: 530-535.

- Schaafsma, G. 2000. The Protein digestibility-corrected amino acid score. J. Nutr. 130: 1865S-1867S.
- Scorzi, C. P., Brunoro, C. Paixao, R. y Sousa, O. 2006. Protein quality of calves fed with protected lipids. Ciencia Tecnologia Alimentos. 26(4): 799-804.
- Scott, M. L. 1933 Essential amino acid composition (composition of turkey meat). J. Am. Dietet. Assoc. 35, 247.
- Seet S. T. y Duane Brown W. 1983. Nutritional quality of raw, precooked and canned albacore tuna (*Tunnus alalunga*). J. Food Sci. 48: 288-289.
- Seligson, F. H. y Mackey, L. N. 1984. Variable predictions of protein quality by chemical score due to amino acid analysis and reference pattern. J. Nutr. 114: 682-691
- Shipton, T. A. y Britz, P. J. 2002. Evaluation o fan *in vitro* digestibility technique for the prediction of proteína digestibility in the Routh African abalone, *Haliotis midae* L. Aquac. Nutr. 8; 15-21.
- Sotelo, A. y Lucas, B. 1978 Determination of Net Protein Utilization Using Whole Carcass, Hind Leg or Liver of the Rat and its Relationship with Protein Efficiency Ratio Determination. J. Nutr. 108: 61-66
- Snook, J. T. 1984. Nutrition, a guide to decision-making. ed. Prentice-Hall. Englewood Cliffs. pp. 99-126.
- Suárez, M. M., Kizlanky, A., y López, L. B. 2006. Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el escore de aminoácidos corregido por digestibilidad. Nutr. Hosp. 21(1):47-51.

- Stryer, L., Berg, J. M. y Tymoczko, J. L. 2004. Bioquímica. Ed. Reverté. 5^{ta} Edición. Barcelona España. pp. 671.
- Touhata, K., Tanaka, M., Toyohara, H., Tanaka, H. y Sakaguchi, M. 2000. Seasonal change in collagen content of red seabream muscle. Fisheries Science. 66(3): 553-557.
- Uchman, W., Withmore, R. A., Ackema, S. A. y Happichh, M. L. 1977. Estimation of digestibility of meat products containing extenders. J Food Sci. 42(5): 1404-1405
- Vázquez-Ortiz, F. A., Caire, G., Higuera-Ciajara, I., Hernandez, G. 1995. High performance liquid chromatographic determination of free amino acids in shrimp. J. Liq. Chromatogr. 18(10): 2059-2068.
- Vázquez-Ortiz, F. A., Morón-Fuenmayor, O. E. y González-Méndez, N. F. 2004. Hydroxyproline measurement by HPLC: Improved method of total collagen determination in meat sample. J. Liq. Chromatogr. 27(17): 2771-2780.
- Vendrell, M. I. 2006. Evaluación y desarrollo de modelos *in vitro* para la predicción de neurotoxicidad. Aproximación proteómica a la neurotoxicidad inducida por metilmercurio. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona
- Vidal, M. L., Periago, M. J. y Ros, G. 2003. Influencia del tratamiento enzimático sobre la calidad de la proteína del guisante. J. An. Vet. 19:43-

- Vierira, P. Almeida, O., Rosa, C y Brunoro, C. 2006. Nutritional quality and Chemicals score of amino acids from different protein sources. 26(1): 179-187.
- Winston, J. C. 1992. Is plant protein enough?- vegetarian diet. May-Jun. Vibrante Life. WWW.Vbrantlife.com
- Wladyka, E. J. y Dawson, L. E. 1968. Essential amino acid composition of Chicken meat and drip alter 30 and 90 days of frozen storage. J. Food Sci. 33: 453-455.
- Wu, W. Williams, W. P., Kunkel, M. E., Acton, J. C., Huang, Y., Wardlaw, F. B. y Grimer, L. W. 1996 Thermal effects on net protein ratio of red kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L). J. Sci. Food Agric. 71: 491-495.
- www.usdec.org/Products/content.cfm?ItemNumber=82510&navItemNumber=82259
- www.fishbase.org/identification/specieslist.cfm?famcode=514&areacode
- Wyatt, C. J., Triana, T., Méndez, R. y Valencia, M. 2001. Protein Quality Evaluation in Rats of Typical Diets for 4- to 6-Year-Old Children from Different Socioeconomic Areas Living in Oaxaca, Mexico. Annals Nutr. Metabolism; 45:19-23.
- Zakhariev, T. Ibrishimov, N. y Monov, g. 1980. Amino acid makeup of beef. Vet. Med. Nauki. 17(8): 31

- Zarkadas, C. G. 1992. Assessment of the protein quality of selected meat products based on their amino acids profiles and their myofibrillar and connective tissue protein contents. J. Agric. Food. Chem, 40, 790-800.
- Zubay, G. 1988. Biochemistry. 2^{da} Edicion. Ed. Macmillan. U. S. A. Pag. 750.

RIS T1187

ANEXOS

Anexo A. Encuesta realizada a establecimiento de la ciudad de Hermosillo

¿Qué especie de pescado se vende en mayor cantidad?

¿Cuáles son las partes más vendidas de las siguientes especies terrestres?

<u>Puerco</u>	<u>Pollo</u>	<u>Pavo</u>	<u>Res</u>
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>

ANEXO B
TABLAS Y ESTADÍSTICOS

Anexo B-1. Prueba de Tukey para el porcentaje de Digestibilidad de 8 Tipos de Músculos Utilizados en este Estudio.

Especie				% de digestibilidad <i>In-vitro</i> ¹
Cazón	A			83.69
Camarón	A			83.46
Tilapia	A			83.36
Pavo	A	B		82.91
Lenguado	A	B	C	82.36
Puerco		B	C	81.58
Pollo			C	81.07
Res			D	79.58

Los valores son promedio de 9 determinaciones.

Valores con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes.

¹Valores en porcentaje ajustados por digestibilidad de caseína.

Anexo B- 2. Determinación de Coeficiente de Variación en las Determinaciones de Contenido de Aminoácidos por HPLC Utilizando la Proteína Control

Aminoácido	-----CASEINA-----										X	Sx	CV(%)	Aminoácido				
	0.88	0.96	0.91	0.94	0.95	0.94	0.96	0.93	1.01	0.98					0.97	0.96	0.95	0.93
Aspártico	0.88	0.96	0.91	0.94	0.95	0.94	0.96	0.93	1.01	0.98	0.97	0.96	0.95	0.93	0.95	0.03	3.14	Aspártico
Glutámico	0.94	1.01	0.96	0.99	1.02	1.03	1.00	1.00	1.05	1.01	0.99	1.00	1.00	0.96	1.00	0.03	2.90	Glutámico
Serina	1.06	1.10	1.05	1.09	1.06	1.06	1.22	1.20	1.05	1.08	1.04	1.06	1.06	1.08	1.09	0.05	4.93	Serina
Histidina	1.33	1.25	1.33	1.26	1.25	1.35	1.35	1.28	1.18	1.15	1.12	1.12	1.16	1.14	1.24	0.09	7.16	Histidina
Glicina	1.46	1.44	1.49	1.44	1.48	1.52	1.40	1.38	1.74	1.60	1.72	*	1.67	1.72	1.55	0.13	8.14	Glicina
Treonina	1.10	1.09	1.05	1.07	1.06	1.07	1.05	1.15	1.12	1.01	0.99	0.91	0.90	0.96	1.03	0.08	7.51	Treonina
Arginina	1.07	1.03	1.05	1.08	1.06	1.08	1.21	1.07	1.21	1.19	1.17	1.18	1.18	1.20	1.13	0.07	6.14	Arginina
Alanina	1.40	1.37	1.25	1.41	1.27	1.31	1.65	1.49	1.23	1.35	1.29	1.26	1.37	1.33	1.35	0.11	7.99	Alanina
Tirosina	0.99	0.99	1.04	0.96	1.05	1.05	0.86	0.94	1.07	1.02	1.04	1.04	0.99	1.00	1.00	0.05	5.40	Tirosina
EST INT	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	EST INT
Metionina	1.15	1.22	1.20	1.20	1.21	1.20	1.22	1.31	1.21	1.25	1.25	1.25	1.24	1.22	1.22	0.04	2.99	Metionina
Valina	0.89	0.99	0.97	0.96	0.99	0.98	0.96	1.02	1.00	0.99	0.99	1.00	1.00	0.95	0.98	0.03	3.14	Valina
Fenilalanina	0.92	1.00	0.98	0.97	0.99	1.00	1.02	1.10	0.97	1.00	0.99	1.00	1.01	0.95	0.99	0.04	3.78	Fenilalanina
Isoleucina	0.85	0.94	0.99	0.93	1.05	1.07	1.00	0.96	0.99	1.09	1.07	1.05	1.10	1.05	1.01	0.07	6.89	Isoleucina
Leucina	0.97	1.19	1.03	1.10	1.16	1.09	1.06	1.09	1.01	1.15	1.10	1.10	1.16	1.10	1.09	0.06	5.29	Leucina
Lisina	2.00	2.12	1.87	2.10	1.91	1.85	1.78	*	1.68	1.84	1.94	2.03	1.87	1.86	1.92	0.12	6.39	Lisina

Cada valor es el cociente del área bajo la curva de la proteína estándar calculado cada cuatro o cinco corridas en el HPLC y el estándar interno.

Valores adimensionales

X: Media

Sx: desviación estándar

CV: coeficiente de variación

*: No determinado

Anexo B-3. Contenido de Aminoácidos en Músculo de 4 Especies de Origen Acuático.

Aminoácido	Cam1	Cam2	Cam3	Tilapia 1	Tilapia 2	Tilapia 3	Lenguado1	Lenguado2	Lenguado3	Cazón 1	Cazón 2	Cazón 3
-----gram de aa/16gram de Nitrógeno-----												
Aspártico	12.04	7.27	7.57	9.10	8.74	8.38	8.20	7.70	9.60	8.07	8.64	8.41
Glutámico	20.06	11.80	12.51	14.03	13.66	12.62	12.80	12.15	15.05	12.87	13.84	14.39
Serina	2.63	1.89	2.20	2.47	2.25	1.95	2.35	2.21	2.56	2.02	2.34	2.25
Histidina	2.60	1.47	1.76	2.12	2.15	2.10	2.08	2.09	2.46	2.27	2.35	2.15
Glicina	10.36	5.85	6.17	5.28	5.83	5.12	4.05	4.03	4.57	4.65	5.17	5.04
Treonina	3.95	2.37	2.62	3.55	3.35	3.24	3.40	3.21	3.88	3.40	3.80	3.73
Arginina	12.53	7.20	7.55	5.83	5.64	5.45	5.46	5.32	6.38	5.66	6.17	6.20
Alanina	8.37	5.01	5.10	5.85	5.78	5.55	5.04	4.89	5.80	5.39	5.88	5.74
Tirosina	3.44	2.05	2.35	2.61	2.48	3.36	2.54	2.57	2.87	2.02	2.38	2.47
Metionina	3.74	2.17	2.25	2.88	2.87	2.55	2.82	2.73	3.29	2.59	2.86	2.86
Valina	5.96	3.58	3.66	4.73	4.70	4.46	4.65	4.51	5.48	4.67	5.10	4.76
Fenilalanina	5.33	3.09	3.36	3.73	3.74	3.61	3.47	3.16	3.92	3.54	3.82	3.81
Isoleucina	5.56	3.33	3.41	4.52	4.47	4.27	4.21	3.99	4.96	4.56	4.93	4.69
Leucina	9.29	5.15	5.42	6.83	6.70	6.71	6.48	6.11	7.61	6.86	7.56	7.51
Lisina	10.01	6.07	6.20	8.46	9.23	8.79	8.74	8.49	9.94	9.26	9.30	9.16
cisteina	1.87	1.08	1.12	1.44	1.43	1.27	1.41	1.37	1.65	1.29	1.43	1.43
prolina	19.00	9.96	10.93	5.84	5.00	7.53	2.94	4.41	4.65	3.53	4.61	4.33

Los valores son promedio de 2 determinaciones.

aa: Aminoácido

Tabla B-4. Contenido de Aminoácidos de Músculo de 4 Especies de Origen Terrestre.

Aminoácido	Res 1	Res 2	Res 3	Pollo 1	Pollo 2	Pollo 3	Puerco 1	Puerco 2	Puerco 3	Pavo 1	Pavo 2	Pavo 3	Aminoácido
-----gram de aa/16gram de Nitrógeno-----													
Aspártico	8.94	7.60	10.25	6.63	7.86	7.37	6.95	7.35	7.37	7.09	7.62	6.86	Aspártico
Glutámico	15.61	13.62	18.18	11.76	13.65	12.60	12.40	13.53	13.34	13.21	13.66	12.38	Glutámico
Serina	2.88	2.19	3.00	1.76	2.65	1.81	1.88	2.32	2.64	2.35	2.09	2.02	Serina
Histidina	3.49	2.92	3.62	2.71	3.52	3.14	3.79	4.07	4.08	3.03	3.23	2.74	Histidina
Glicina	5.12	4.43	5.95	4.11	4.53	4.17	3.78	4.32	4.25	4.24	4.33	4.01	Glicina
Treonina	4.24	3.20	4.10	3.61	3.62	2.93	3.09	3.46	3.72	3.25	3.11	2.83	Treonina
Arginina	6.78	5.69	7.58	5.63	6.17	5.33	5.00	5.59	5.60	5.80	5.93	5.25	Arginina
Alanina	6.42	5.60	7.05	4.88	5.61	5.01	4.62	5.21	5.01	5.14	5.40	4.87	Alanina
Tirosina	3.81	3.34	4.24	2.86	3.12	2.13	2.29	2.72	3.05	2.84	2.75	2.23	Tirosina
Metionina	3.41	2.88	3.66	2.66	2.75	2.37	2.33	2.54	2.60	2.60	2.65	2.36	Metionina
Valina	5.77	4.90	6.31	4.52	4.95	4.47	4.24	4.49	4.52	4.34	4.83	4.12	Valina
Fenilalanina	4.63	3.96	5.14	3.35	3.70	3.22	3.16	3.43	3.39	3.35	3.60	3.17	Fenilalanina
Isoleucina	5.34	4.54	6.07	4.17	4.61	4.17	3.93	4.24	4.08	4.07	4.45	3.96	Isoleucina
Leucina	8.43	7.22	9.32	6.46	7.09	6.04	5.97	6.39	6.52	6.34	6.79	6.14	Leucina
Lisina	10.68	8.57	11.36	8.21	8.54	7.45	7.05	7.34	7.88	7.72	7.68	6.70	Lisina
cisteina	1.71	1.44	1.83	1.33	1.37	1.19	1.17	1.27	1.30	1.30	1.32	1.18	cisteina
prolina	5.88	4.94	6.66	5.10	4.16	4.11	3.27	3.63	3.91	4.10	3.78	3.98	prolina

Los valores son promedio de 2 determinaciones

aa: Aminoácido

Anexo B-5. Prueba de Tukey para contenido de aminoácidos de 8 tipos de músculos utilizados en este estudio.

Aminoácido	Lys	Met	cys	Thr	Ile	Leu	Val	Phe	Tyr	Asp	pro	Glu	Ser	Hist	Gly	Arg	Ala
	gram de aa/16gram de Nitrogeno																
Camarón	6.13c	2.21b	1.1c	2.49b	3.37c	5.29c	3.62d	3.22c	2.2c	7.42a	10.44a	12.16b	2.05b	1.61d	6.01a	7.37a	5.06bc
Tilapia	8.83ab	2.76ab	1.38abc	3.38ab	4.42abc	6.75abc	4.63bcd	3.69bc	2.82bc	8.74a	6.12b	13.44ab	2.22b	2.12cd	5.41a	5.64b	5.73ab
Lenguado	9.06ab	2.95ab	1.47ab	3.5ab	4.39abc	6.74abc	4.88bc	3.52c	2.66c	8.5a	4bc	13.33ab	2.37b	2.21cd	4.22b	5.72b	5.24ab
Cazon	9.24ab	2.77ab	1.38abc	3.64a	4.73ab	7.31ab	4.84bcd	3.72abc	2.29c	8.37a	4.15bc	13.7ab	2.2b	2.25cd	4.95ab	6.01ab	5.67ab
Res	10.2 ^a	3.32a	1.66 ^a	3.85a	5.32a	8.32a	5.66ab	4.58a	3.8ab	8.93a	5.82b	15.81ab	2.69b	3.34ab	5.17ab	6.68ab	6.35a
Pollo	8.07bc	2.59b	1.3bc	3.39ab	4.31abc	6.53bc	4.65bcd	3.42c	2.7bc	7.29a	4.46bc	12.67b	2.07b	3.12b	4.27b	5.71b	5.17b
Puerco	7.42bc	2.49b	1.25bc	3.43ab	4.08bc	6.29bc	4.42cd	3.33c	2.69c	7.22a	3.6c	13.09ab	2.28b	3.98a	4.11b	5.4b	4.95bc
Pavo	7.37bc	2.54b	1.27bc	3.06ab	4.16bc	6.42bc	4.43cd	3.37c	2.6c	7.19a	3.95bc	13.08ab	2.15b	3b	4.19b	5.66b	5.14b
Caseína	7.43bc	2.2b	0.34d	3.82ab	5.09ab	7.62ab	6.65a	4.9a	5.26a	7.32a	10.89a	17.69a	4.86a	2.77bc	1.78c	3.33c	3.47c

Las medias son de 6 determinaciones.

Valores no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

aa: Aminoácido

Anexo B-6. Contenido de Aminoácidos en Músculo de Res.

	Este reporte	Mendel Friedman	Zakhariev y col.
	2008	1996	1980
	-----gram de aa/16gram de Nitrógeno-----		
Thr	3.85	4.21	4.09
Cys+Met	4.98	3.27	NR
Val	5.66	4.54	5.12
Ile	5.32	4.18	4.67
Leu	8.32	7.75	8.42
Tyr+Phe	8.35	7.02	8.18
His	3.34	3.2	3.37
Lys	10.2	7.94	7.77
Trp	1	0.99	1.4

NR: Valor no reportado
 aa: Aminoácido

Anexo B-7. Contenido de Aminoácidos en Músculo de Pollo y Pavo.

	pollo	pavo	Pollo				Wladyka y Dawson	pavo
			North carolina	Texas	Delmarva	Georgia		
	Este reporte	Este reporte	Hamm*				1968	Hernández y col
	2008	2008	1981				1968	1987
	-----gram de aa/16gram de Nitrógeno-----							
Thr	3.39	3.06	4.96	4.78	4.72	4.59	4.06	4.22
Cys+Met	3.89	3.81	3.93	3.78	4.05	4.11	NR	NR
Val	4.65	4.43	4.49	4.61	4.62	5.09	5.89	4.94
Ile	4.31	4.16	4.23	4.25	4.29	4.6	5.49	5.25
Leu	6.53	6.42	8.16	8.2	8.18	8.48	8.83	7.65
His	3.12	3	3.7	4.83	4.53	4.09	3.13	NR
Lys	8.07	7.37	8.45	8.23	8.25	8.3	8.99	9.05

NR: Valor no reportado.

* Muestras de diferentes plantas de aves

aa: Aminoácido

Anexo B-8. Contenido de Aminoácidos en Músculo de Puerco.

Aminoácido	Este reporte	Mahan y Shield	Bikker y col.	Chung y Baker
	2008	1998	1994	1992
-----gram de aa/16gram de Nitrógeno-----				
Thr	3.43	3	3.6	3.6
Cys+Met	3.74	2.3	3	3.1
Val	4.42	4	4.4	4.4
Ile	4.08	2.6	3.5	3.2
Leu	6.29	5.4	6.5	6.8
Tyr+Phe	6.02	6.2	5.9	6.2
His	3.98	2.2	2.8	2.6
Lys	7.42	5.5	6.6	6
Trp	1	1	NR	0.8

NR: Valor no reportado
aa: Aminoácido

Anexo B-9. Contenido de Aminoácidos en Músculo de Camarón.

Aminoácido	Este reporte	Hernández y col	Beach y col
	-----gram de aa/16gram de Nitrógeno-----		
	1986	1943	
Thr	2.46	4	3.96
Cys+Met	3.31	NR	4
Val	3.62	5	NR
Ile	3.37	5	NR
Leu	5.29	8	NR
Tyr+Phe	5.42	NR	9.51
His	1.61	NR	1.8
Lys	6.13	8.1	8.34
Trp	1	1	1.24

NR: Valor no reportado
aa: Aminoácido

Anexo B-10. Contenido de Aminoácidos en Músculo de Lenguado

Aminoácido	Este reporte	Cola amarilla	Japonés
		Kim y Lall	
		2000	
-----gram de aa/16gram de Nitrógeno-----			
Thr	3.5	4.43	4.49
Cys+Met	4.42	3.5	3.89
Val	4.88	5.63	4.57
Ile	4.39	4.11	3.91
Leu	6.74	7.57	7.59
Tyr+Phe	6.18	6.51	7.86
His	2.21	2.54	2.36
Lys	9.06	8.56	9.15
Trp	1	1.32	1.06

aa: Aminoácido

Anexo B-11. Prueba de Tukey para Valores de PDCAAS de 8 Tipos de Músculos Utilizados en este Estudio.

Especie			PDCAAS
Camarón		B	52.58
Tilapia	A	B	70.34
Lenguado	A	B	71.99
Cazón	A		76.20
Res	A		76.52
Pollo	A	B	69.00
Puerco	A	B	69.79
Pavo	A	B	63.49

Las medias son de 3 determinaciones.

¹ Valores de PDCAAS por encima del 100% son ajustados al 100%.

Especies no conectadas por la misma letra son diferentes significativamente.

Anexo B-12. Prueba de Tukey para Valores de C-PER de 8 Tipos de Músculo Utilizados en este Estudio.

ESPECIE			C-PER ¹
Camarón	A		3.36
Lenguado	B		2.92
Pavo	B	C	2.89
Puerco	B	C	2.86
Tilapia	B	C	2.85
Pollo	B	C	2.80
Cazon	B	C	2.77
Res	B	C	2.60
Caseína		C	2.50

Las medias son de 3 determinaciones.

¹ Valores de C-PER ajustados por caseína.

Especies no conectadas por la misma letra son diferentes significativamente.

C-PER calculado según Satterlee y col (1982).

Anexo B-13. Prueba de Tukey para Valores de DC-PER de 8 Tipos de Músculo Utilizados en este Estudio.

ESPECIE				DC-PER ¹
Camarón	A			3.22
Puerco		B		2.90
Cazon		B	C	2.76
Res		B	C	2.71
Pollo		B	C	2.70
Lenguado			C	2.67
Tilapia			C	2.66
Pavo			C D	2.63
Caseína			D	2.50

Las medias son de 3 determinaciones.

¹ Valores de DC-PER ajustados por caseína.

Especies no conectadas por la misma letra son diferentes significativamente DC-PER calculado según Satterlee y col (1982).

Anexo B-14. Prueba de Tukey para Contenido de Colágeno en 8 Tipos de Músculos Utilizados en este Estudio.

Espece			Colágeno en mg/g
Pavo	A		5.92
Pollo	A	B	5.41
Puerco	A	B	5.21
Res		B	4.75
Lenguado		C	0.64
Camarón		C	0.60
Cazón		C	0.52
Tilapia		C	0.48

Las medias son de al menos 3 determinaciones.
 Especies no conectadas por la misma letra son diferentes significativamente.

Anexo B-15. Valores de Correlación entre Diferentes Métodos de Evaluación de Calidad Proteica para Músculo de Origen Acuático.

	DIGESTIBILIDAD	C-PER	DC-PER	PDCAAS	COLÁGENO
DIGESTIBILIDAD	1	-0.2047	0.2303	0.0114	-0.0325
C-PER	-0.2047	1	0.8025	-0.8194	0.1871
DC-PER	0.2303	0.8025	1	-0.9210	0.2878
PDCAAS	0.0114	-0.8194	-0.9210	1	-0.1165
COLÁGENO	-0.0325	0.1871	0.2878	-0.1165	1

Anexo B-16. Valores de Correlación entre Diferentes Métodos de Evaluación de Calidad Proteica para Músculo de Origen Terrestre.

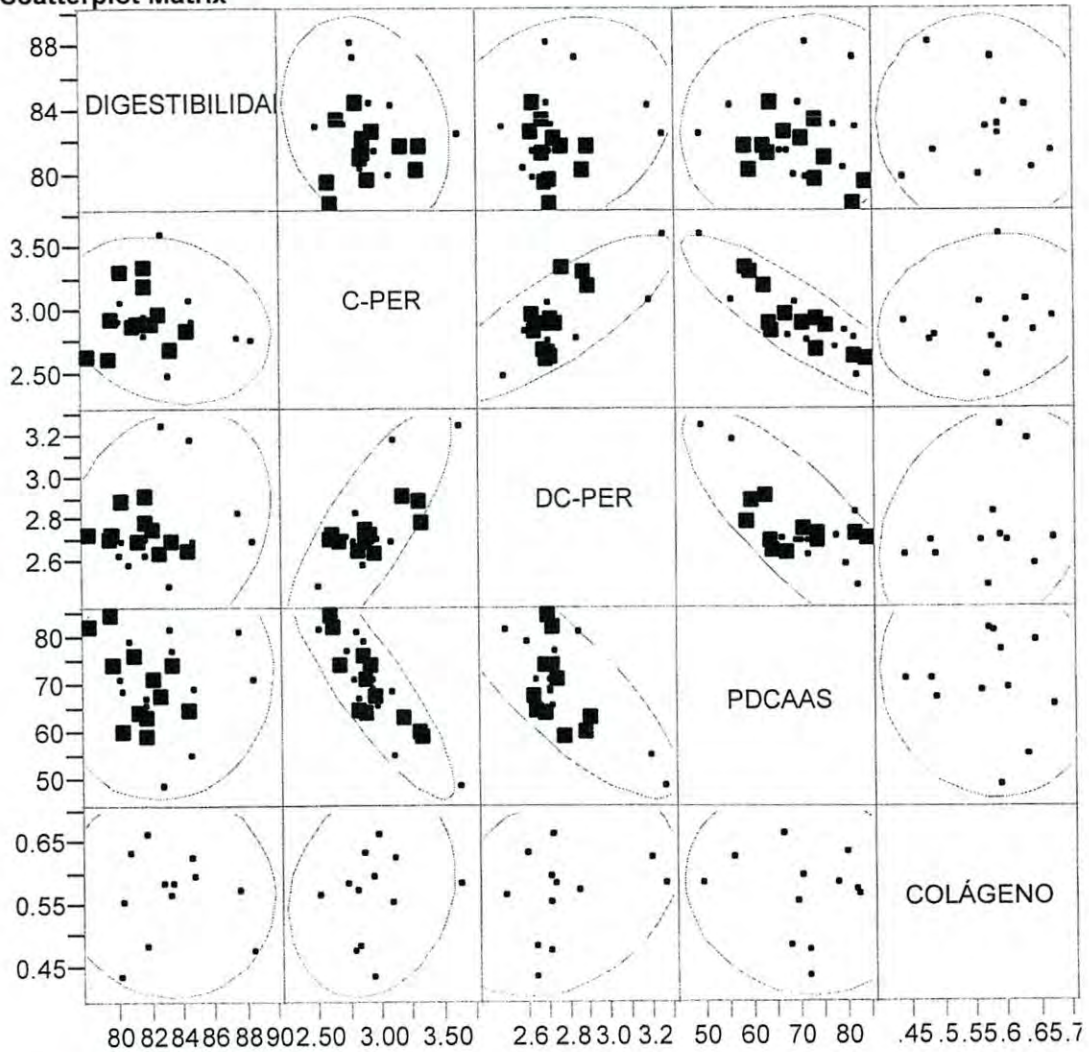
	DIGESTIBILIDAD	C-PER	DC-PER	PDCAAS	COLÁGENO
DIGESTIBILIDAD	1	0.1435	-0.2788	-0.0136	0.3845
C-PER	0.1435	1	0.6753	-0.8825	0.7222
DC-PER	-0.2788	0.6753	1	-0.8916	0.3631
PDCAAS	-0.0136	-0.8825	-0.8916	1	-.6639
COLÁGENO	0.3845	0.7222	0.3631	-0.6639	1

Anexo B-17. Valores de Correlación entre Diferentes Métodos de Evaluación de Calidad Proteica para 8 Tipos de Músculo Utilizados en este Estudio.

	DIGESTIBILIDAD	C-PER	DC-PER	PDCAAS	COLÁGENO
DIGESTIBILIDAD	1	-0.0593	0.1591	0.0419	-0.3356
C-PER	-0.0593	1	0.7144	-0.8386	0.0855
DC-PER	0.1591	0.7144	1	-0.8404	-0.0712
PDCAAS	-0.0725	-0.8543	-0.6645	1	-0.1566
COLÁGENO	-0.3356	0.0855	-0.0712	-0.1566	1

Anexo B-18. Análisis Estadístico de Correlación para los 4 Métodos Utilizados en este Estudio, Solamente Músculos de Origen Acuático.

Scatterplot Matrix

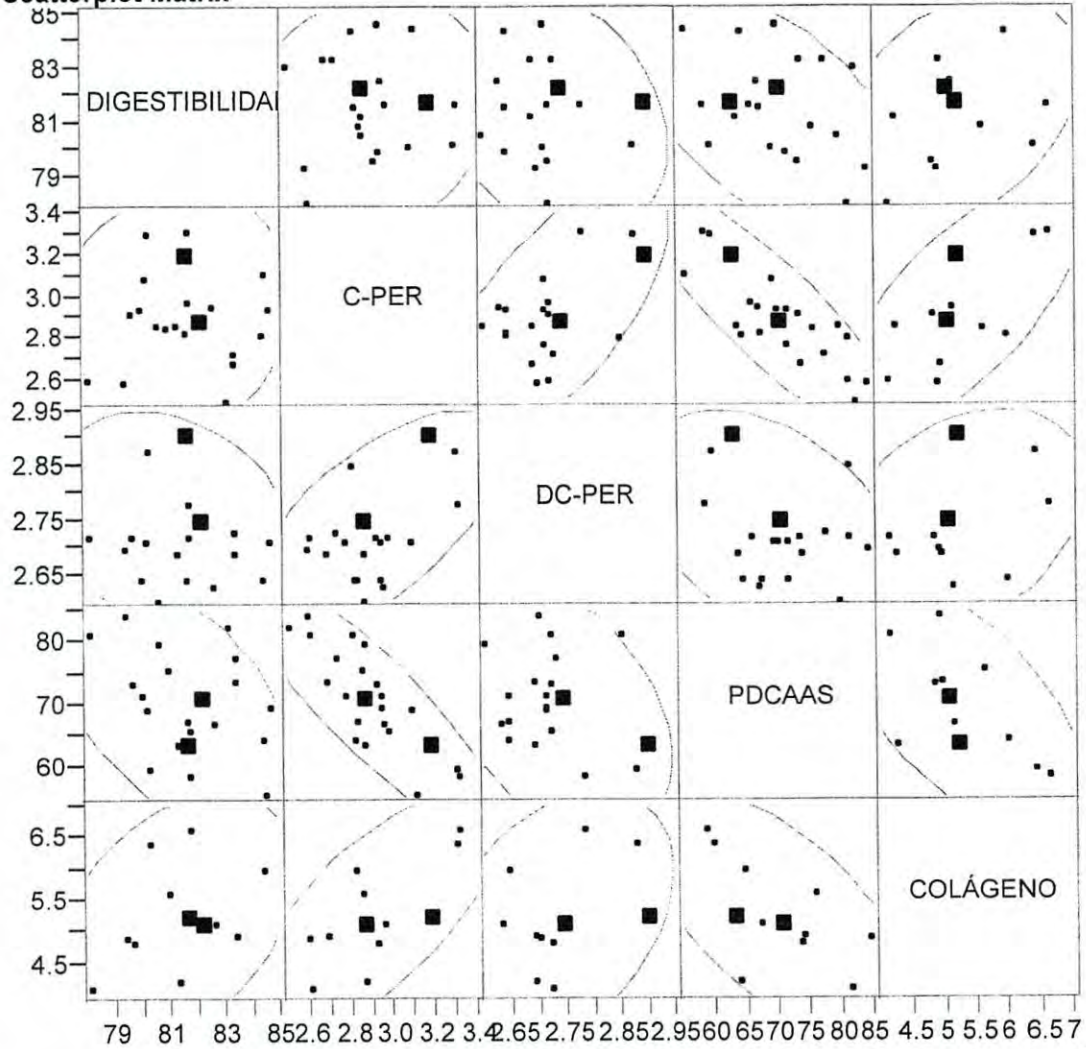


Pairwise Correlations

Variable	by Variable	Correlation	Count	Signif Prob	Plot Corr
C-PER	DIGESTIBILIDAD	-0.2047	12	0.5234	
DC-PER	DIGESTIBILIDAD	0.2303	12	0.4715	
DC-PER	C-PER	0.8025	12	0.0017	
PDCAAS	DIGESTIBILIDAD	0.1029	12	0.7503	
PDCAAS	C-PER	-0.8701	12	0.0002	
PDCAAS	DC-PER	-0.8085	12	0.0015	
COLÁGENO	DIGESTIBILIDAD	-0.0325	12	0.9201	
COLÁGENO	C-PER	0.1871	12	0.5604	
COLÁGENO	DC-PER	0.2878	12	0.3643	
COLÁGENO	PDCAAS	-0.1165	12	0.7185	

Anexo B-19. Análisis Estadístico de Correlación para los 4 Métodos Utilizados en este Estudio, Solamente Músculos de Origen Terrestre.

Scatterplot Matrix



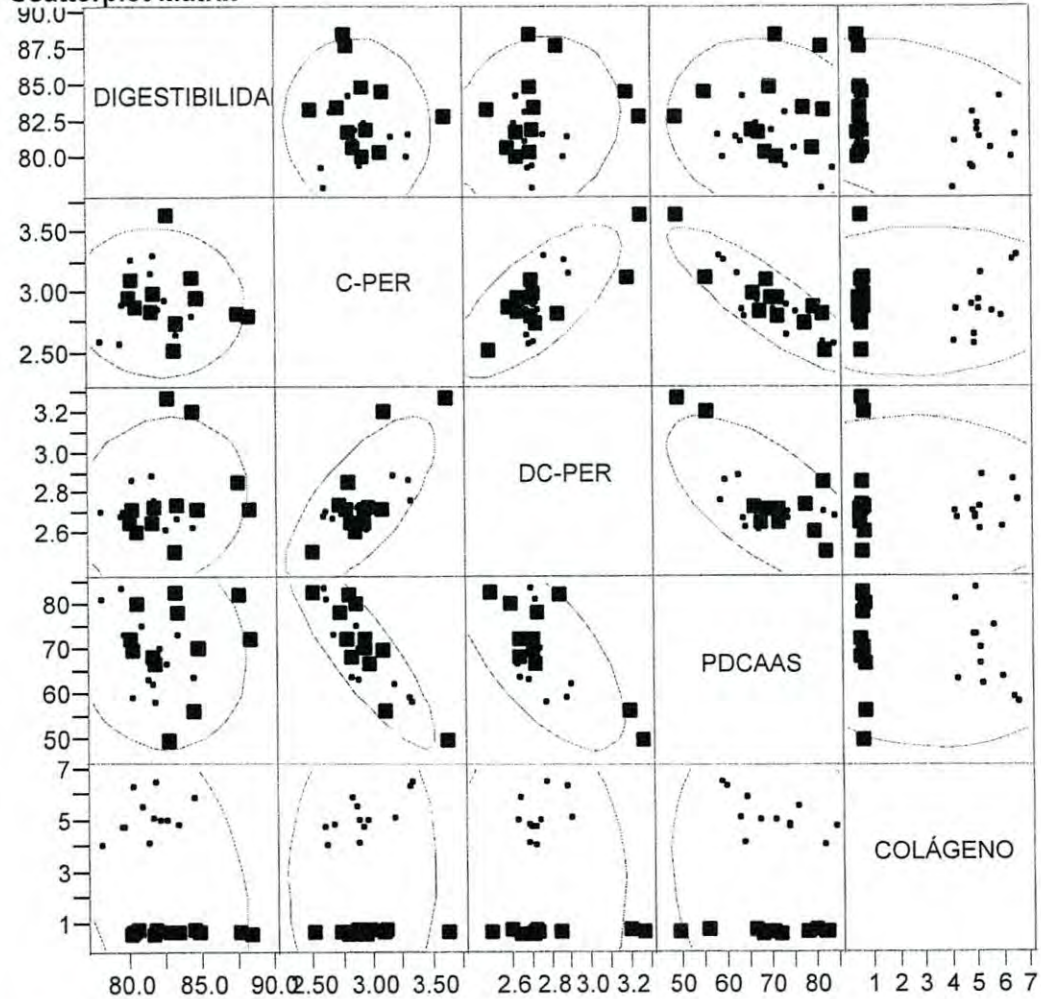
Pairw

Pairwise Correlations

Variable	by Variable	Correlation	Count	Signif Prob	Plot Corr
C-PER	DIGESTIBILIDAD	0.1483	12	0.6456	
DC-PER	DIGESTIBILIDAD	-0.2788	11	0.4065	
DC-PER	C-PER	0.6753	11	0.0226	
PDCAAS	DIGESTIBILIDAD	-0.4975	12	0.0998	
PDCAAS	C-PER	-0.8596	12	0.0003	
PDCAAS	DC-PER	-0.4025	11	0.2197	
COLÁGENO	DIGESTIBILIDAD	0.3697	12	0.2369	
COLÁGENO	C-PER	0.7000	12	0.0113	
COLÁGENO	DC-PER	0.3631	11	0.2723	
COLÁGENO	PDCAAS	-0.6052	12	0.0371	

Anexo B-20. Análisis Estadístico de Correlación para los 4 Métodos y Ocho Músculos Utilizados en este Estudio.

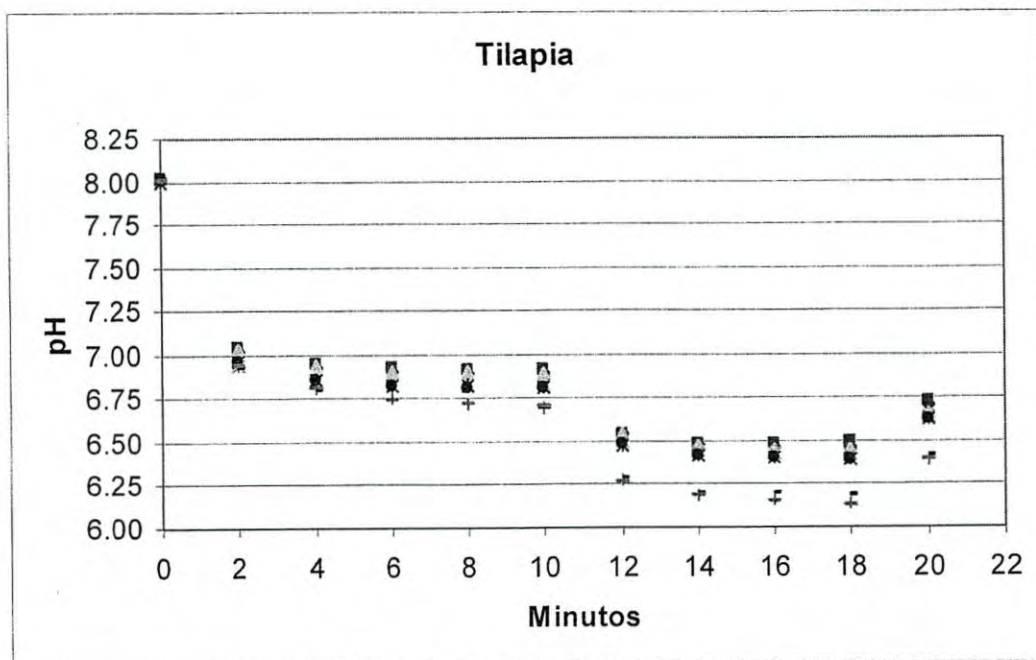
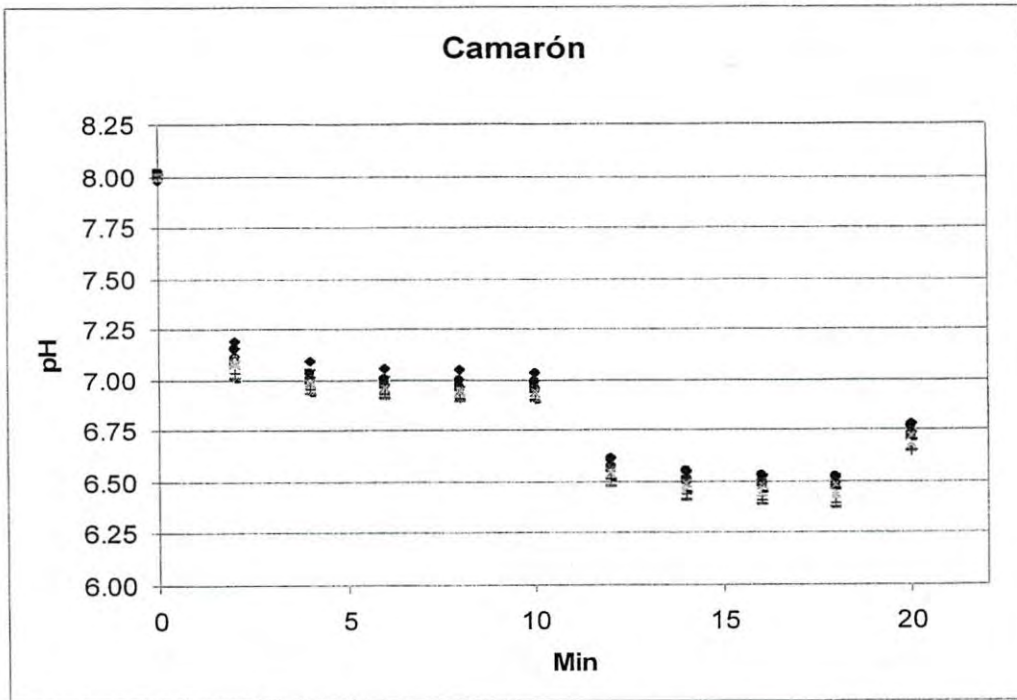
Scatterplot Matrix

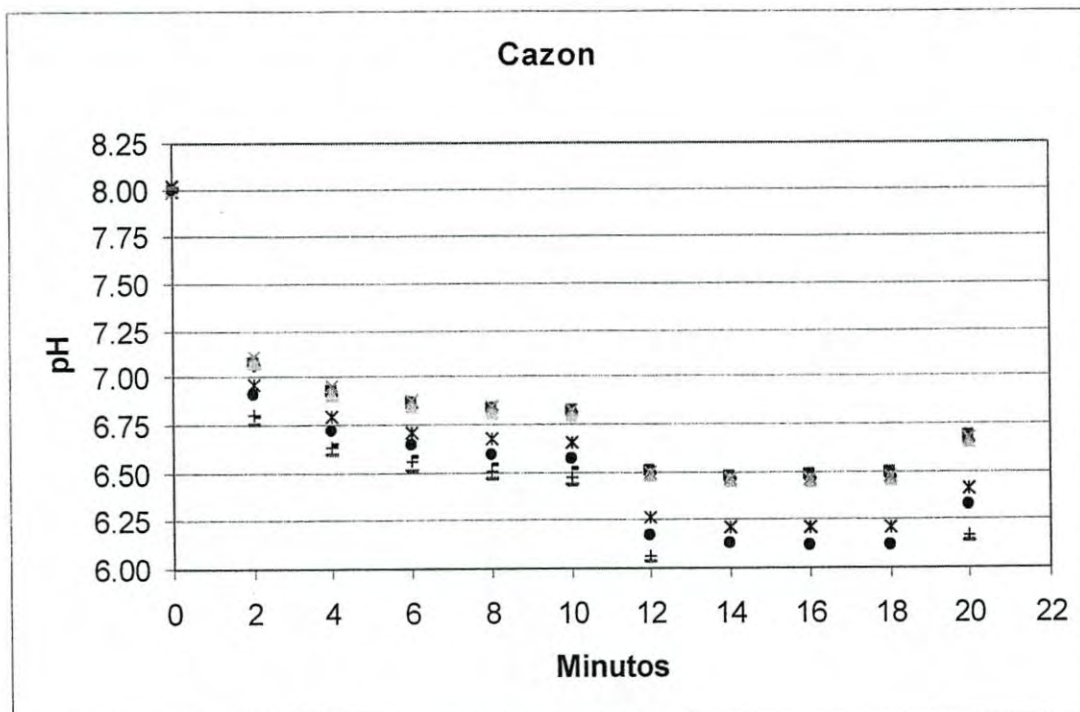
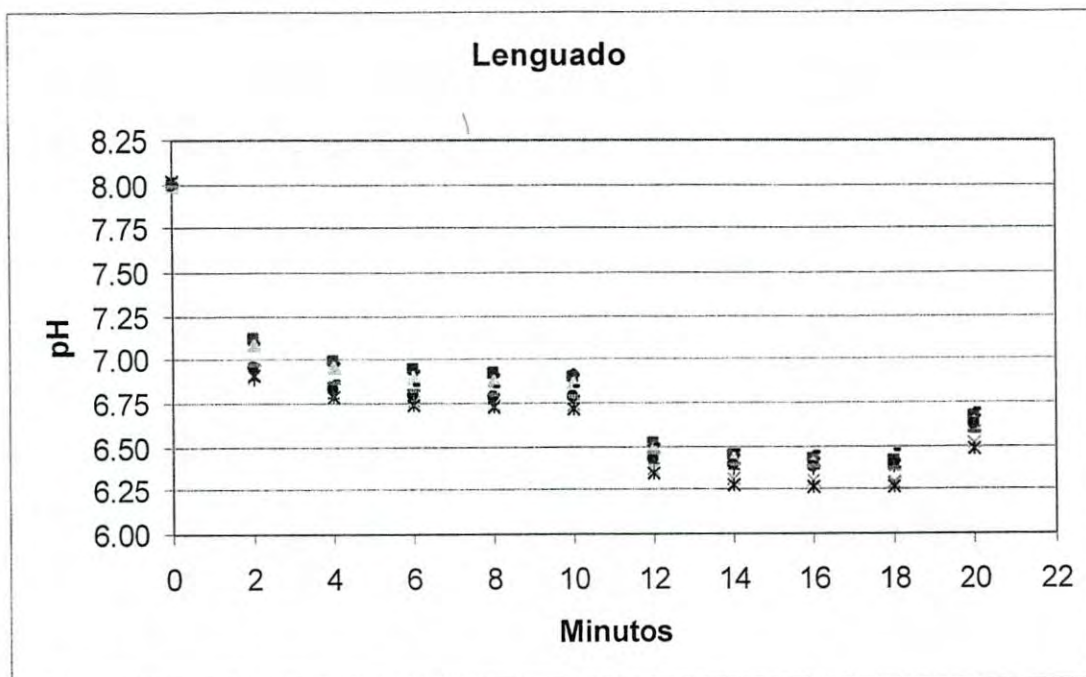


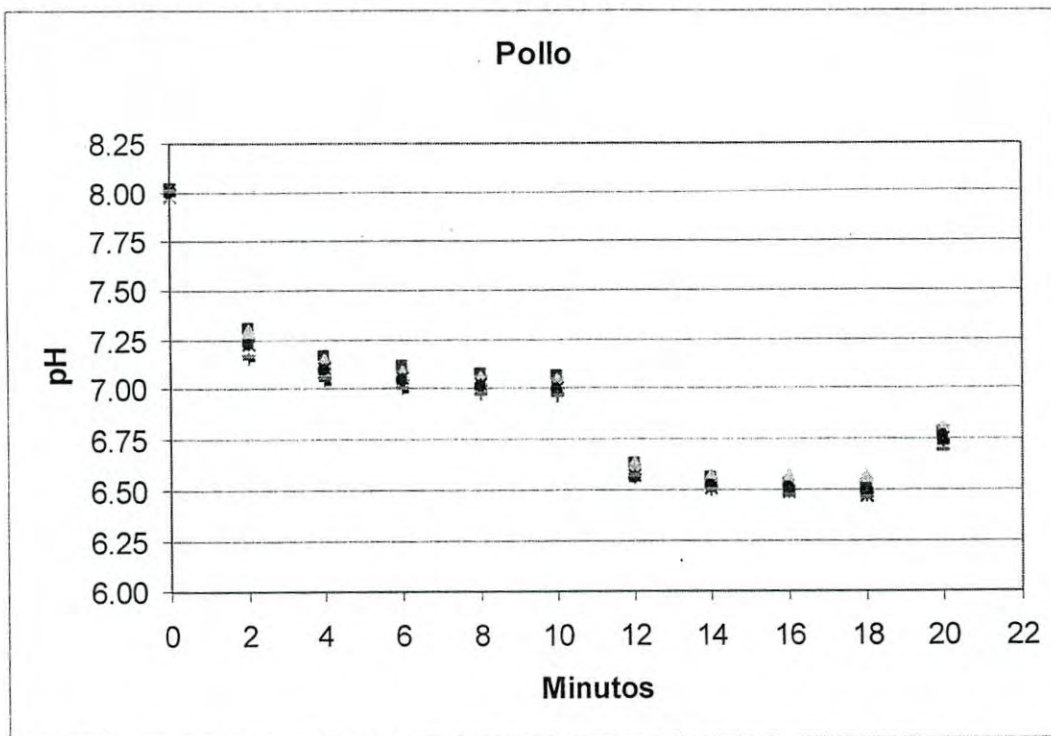
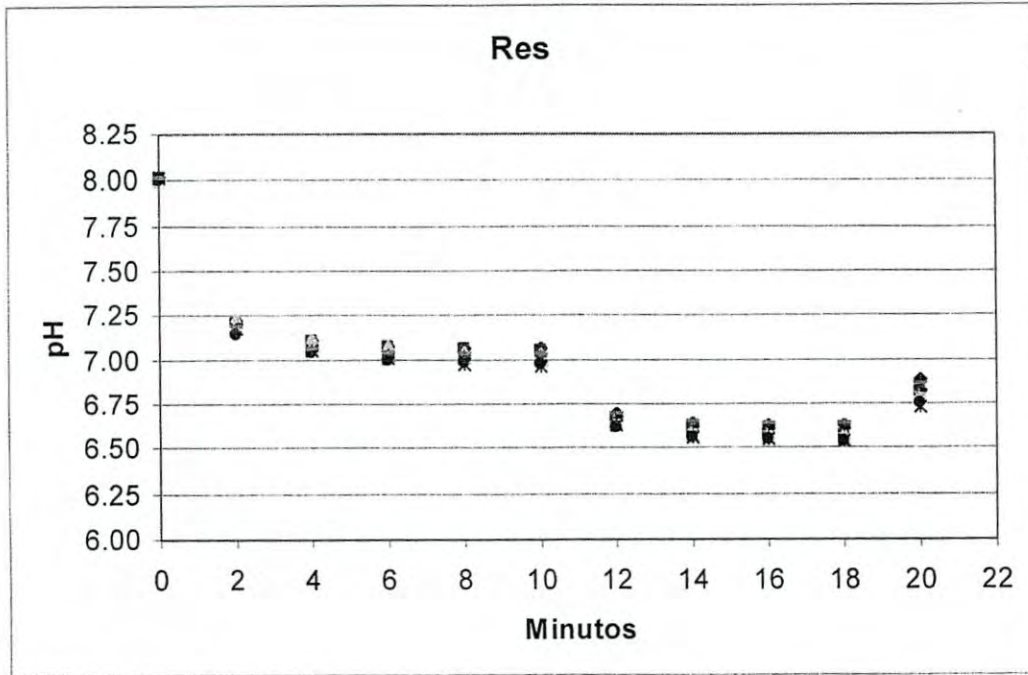
Pairwise Correlations

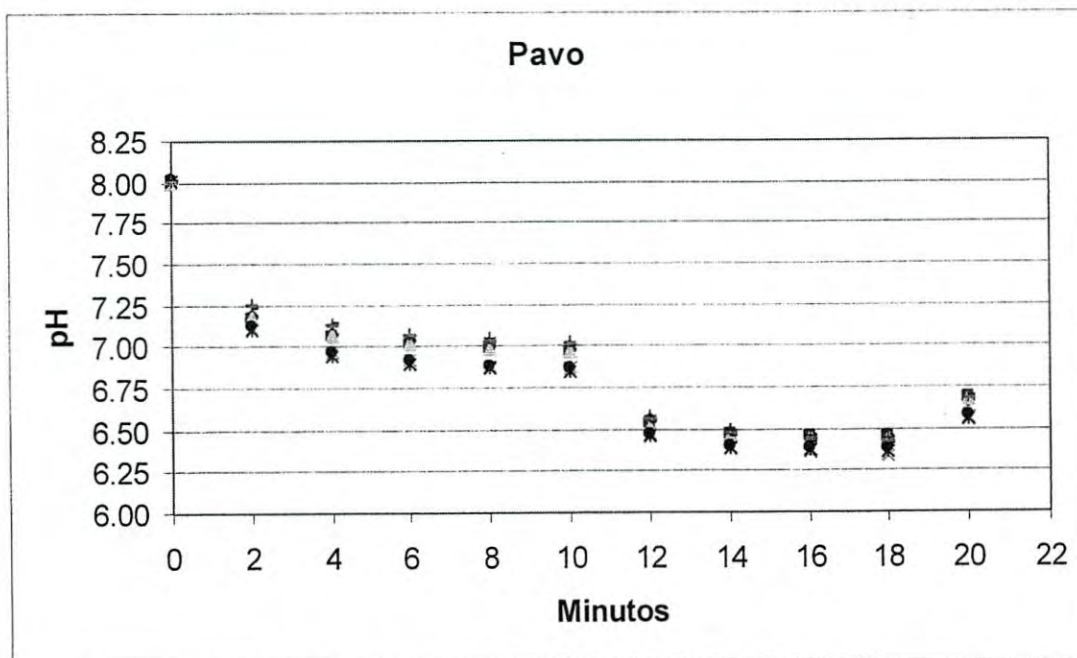
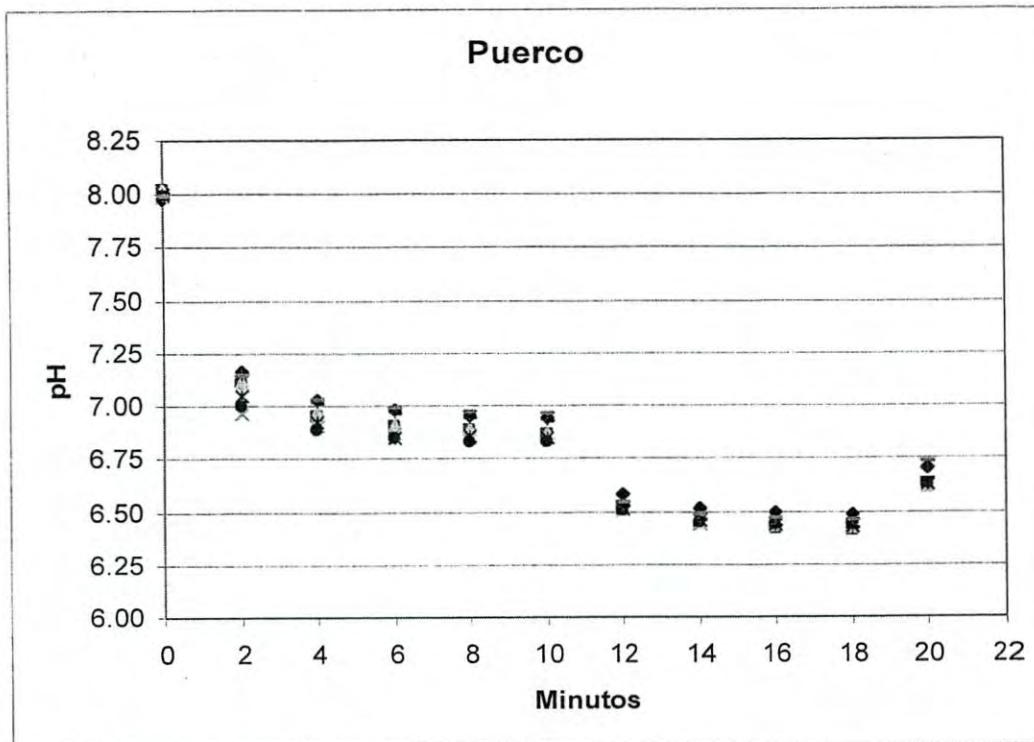
Variable	by Variable	Correlation	Count	Signif Prob	Plot Corr
C-PER	DIGESTIBILIDAD	-0.0515	24	0.8110	
DC-PER	DIGESTIBILIDAD	0.1591	23	0.4683	
DC-PER	C-PER	0.7144	23	0.0001	
PDCAAS	DIGESTIBILIDAD	-0.0876	24	0.6840	
PDCAAS	C-PER	-0.8628	24	0.0000	
PDCAAS	DC-PER	-0.6645	23	0.0005	
COLÁGENO	DIGESTIBILIDAD	-0.3515	24	0.0921	
COLÁGENO	C-PER	0.0695	24	0.7468	
COLÁGENO	DC-PER	-0.0712	23	0.7467	
COLÁGENO	PDCAAS	-0.1183	24	0.5821	

ANEXO C
DESARROLLO DE LA CAÍDA DE PH DURANTE LA HIDRÓLISIS DE
DIFERENTES MÚSCULOS POR LA TÉCNICA MULTIENTZIMÁTICA DE
SATTERLEE Y COL. (1982).

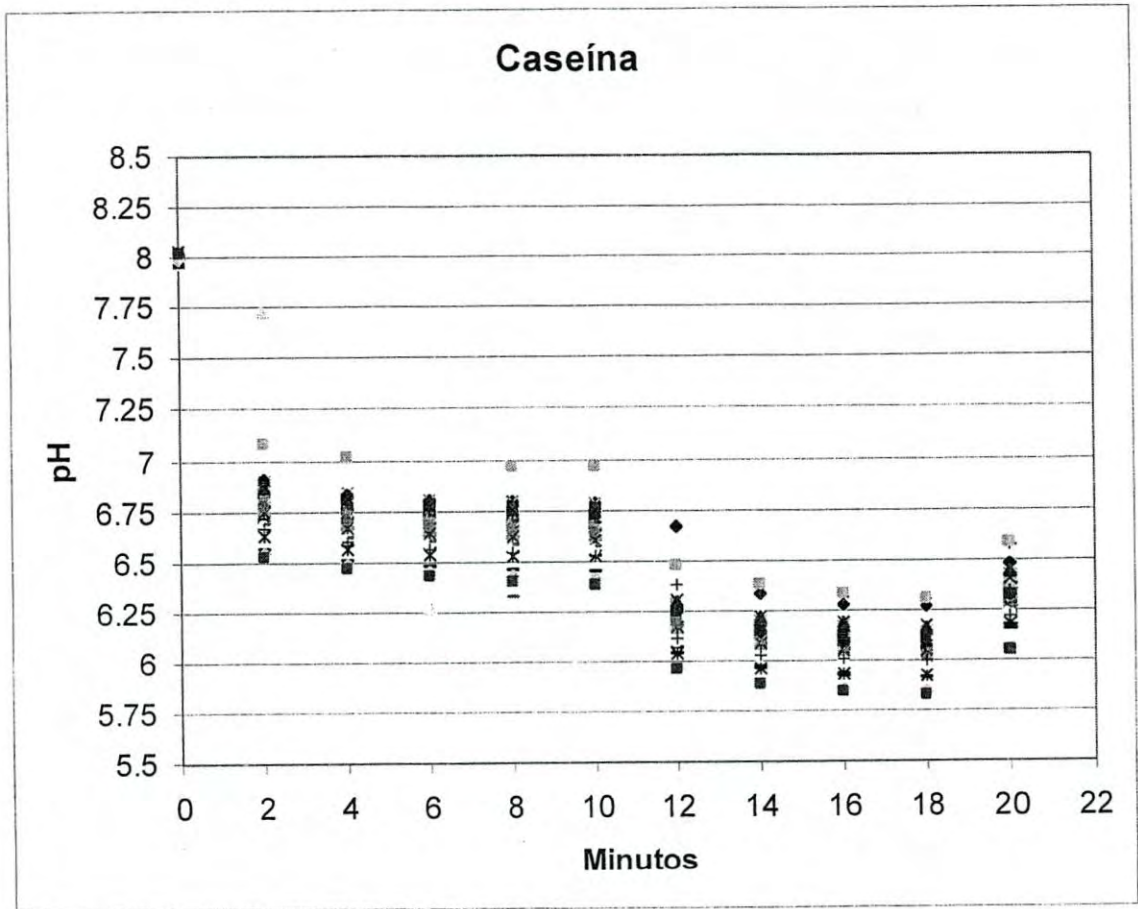








Caseína



ANEXO D

SALIDAS DE COMPUTADORA DE LAS DIFERENTES MUESTRAS PARA
C-PER Y DC-PER

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: C-PER

Sample: camaron2
 Date: 2506
 No.: 2

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	% Of FAO*	WT-S	
LYS	6.07	120	123	1.00	1.00
M+C	3.25	95	85	1.00	2.83
THR	2.37	49	86	11.31	2.83
ILE	3.33	94	115	2.00	1.00
LEU	5.15	85	98	2.83	2.00
VAL	3.58	82	121	2.83	1.00
P+T	5.14	82	151	2.83	1.00
TRP	1.00	86	91	2.83	2.00

X Sample= 0.4051 X Casein= 0.1401
 Y Sample= 26.63 Y Casein= 13.66

EAA Sample= 65.7401 EAA Casein= 97.4782 Ratio 0.6744

Z= 1.686 Group No.= 4 Value= 635.6441

C-PER= 3.62

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 82.71% for the Sample and 90.23% for the Casein.

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: C-PER

Sample: CAMARON 3

Date: 2606

No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	6.20	126	7.43	123	1.00	1.00
M+C	3.37	132	3.33	85	1.00	2.83
THR	2.62	55	3.82	86	8.00	2.83
ILE	3.41	128	5.09	115	1.00	1.00
LEU	5.42	112	7.62	98	1.00	2.00
VAL	3.66	92	6.65	121	1.00	1.00
P+T	5.71	89	10.16	151	1.00	1.00
TRP	1.00	88	0.97	91	2.83	2.00

X Sample= 0.2255 X Casein= 0.1401

Y Sample= 16.83 Y Casein= 13.66

EAA Sample= 74.6206 EAA Casein= 97.4782 Ratio 0.7655

Z= 1.9138 Group No.= 4 Value= 697.1767

C-PER= 3.11

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 84.52% for the Sample and 90.23% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: C-PER

Sample: TILAPIA 1
 Date: 2606
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	8.46	121	7.43	123	1.00	1.00
M+C	4.32	91	3.33	85	2.83	2.83
THR	3.55	71	3.82	86	4.00	2.83
ILE	4.52	83	5.09	115	2.83	1.00
LEU	6.83	73	7.62	98	4.00	2.00
VAL	4.73	73	6.65	121	4.00	1.00
P+T	5.98	78	10.16	151	4.00	1.00
TRP	1.00	83	0.97	91	2.83	2.00

X Sample= 0.3241 X Casein= 0.1401
 Y Sample= 25.49 Y Casein= 13.66

EAA Sample= 78.6523 EAA Casein= 97.4782 Ratio 0.8069

Z= 2.0172 Group No.= 4 Value= 596.3321

C-PER= 2.94

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 80.00% for the Sample and 90.23% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: C-PER

Sample: TILAPIA 2

Date: 2606

No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	9.23	128	7.43	123	1.00	1.00
M+C	4.30	96	3.33	85	2.00	2.83
THR	3.35	68	3.82	86	5.66	2.83
ILE	4.47	94	5.09	115	2.00	1.00
LEU	6.70	82	7.62	98	2.83	2.00
VAL	4.70	81	6.65	121	2.83	1.00
P+T	6.22	83	10.16	151	2.83	1.00
TRP	1.00	85	0.97	91	2.83	2.00

X Sample= 0.2693 X Casein= 0.1401

Y Sample= 21.98 Y Casein= 13.66

EAA Sample= 81.6074 EAA Casein= 97.4782 Ratio 0.8372

Z= 2.093 Group No.= 4 Value= 625.9383

C-PER= 2.83

Adjusted for digestibility
Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
and a digestibility of 81.63% for the Sample and 90.23% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: C-PER

Sample: TILAPIA 3

Date: 2606

No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	8.79	121	7.43	123	1.00	1.00
M+C	3.82	89	3.33	85	2.83	2.83
THR	3.24	72	3.82	86	4.00	2.83
ILE	4.27	92	5.09	115	2.00	1.00
LEU	6.71	76	7.62	98	4.00	2.00
VAL	4.46	80	6.65	121	4.00	1.00
P+T	6.97	96	10.16	151	2.00	1.00
TRP	1.00	92	0.97	91	2.00	2.00

X Sample= 0.263 X Casein= 0.1401

Y Sample= 21.83 Y Casein= 13.66

EAA Sample= 83.0058 EAA Casein= 97.4782 Ratio 0.8515

Z= 2.1288 Group No.= 4 Value= 697.6803

C-PER= 2.78

Adjusted for digestibility
Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
and a digestibility of 88.42% for the Sample and 90.23% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: C-PER

Sample: LENGUADO 1
 Date: 2606
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	8.74	110	7.43	123	1.00	1.00
M+C	4.23	84	3.33	85	2.83	2.83
THR	3.40	72	3.82	86	4.00	2.83
ILE	4.21	83	5.09	115	2.83	1.00
LEU	6.48	72	7.62	98	4.00	2.00
VAL	4.65	72	6.65	121	4.00	1.00
P+T	6.01	79	10.16	151	4.00	1.00
TRP	1.00	88	0.97	91	2.83	2.00

X Sample= 0.3255 X Casein= 0.1401
 Y Sample= 25.49 Y Casein= 13.66

EAA Sample= 78.3079 EAA Casein= 97.4782 Ratio 0.8033

Z= 2.0083 Group No.= 4 Value= 655.7609

C-PER= 2.94

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 84.74% for the Sample and 90.23% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: C-PER

Sample: LENGUADO 2

Date: 2606

No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. OF N	% Of FAO*	G/16 G. OF N	% Of FAO*		
LYS	8.49	110	7.43	123	1.00	1.00
M+C	4.10	89	3.33	85	2.83	2.83
THR	3.21	66	3.82	86	5.66	2.83
ILE	3.99	87	5.09	115	2.83	1.00
LEU	6.11	74	7.62	98	4.00	2.00
VAL	4.51	74	6.65	121	4.00	1.00
P+T	5.73	81	10.16	151	4.00	1.00
TRP	1.00	85	0.97	91	2.83	2.00

X Sample= 0.3508 X Casein= 0.1401

Y Sample= 27.15 Y Casein= 13.66

EAA Sample= 77.404 EAA Casein= 97.4782 Ratio 0.7941

Z= 1.9852 Group No.= 4 Value= 616.9836

C-PER= 2.98

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 81.73% for the Sample and 90.23% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: C-PER

Sample: LENGUADO 3
 Date: 2606
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	9.94	117	7.43	123	1.00	1.00
M+C	4.94	89	3.33	85	2.83	2.83
THR	3.88	78	3.82	86	4.00	2.83
ILE	4.96	82	5.09	115	2.83	1.00
LEU	7.61	75	7.62	98	4.00	2.00
VAL	5.48	73	6.65	121	4.00	1.00
P+T	6.79	83	10.16	151	2.83	1.00
TRP	1.00	84	0.97	91	2.83	2.00

X Sample= 0.3018 X Casein= 0.1401
 Y Sample= 24.32 Y Casein= 13.66

EAA Sample= 80.5965 EAA Casein= 97.4782 Ratio 0.8268

Z= 2.067 Group No.= 4 Value= 606.8605

C-PER= 2.86

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 80.60% for the Sample and 90.23% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: C-PER

Sample: CAZON 1
 Date: 2606
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
IYS	9.26	114	7.43	123	1.00	1.00
M+C	3.88	89	3.33	85	2.83	2.83
THR	3.40	68	3.82	86	5.66	2.83
ILE	4.56	82	5.09	115	2.83	1.00
LEU	6.86	72	7.62	98	4.00	2.00
VAL	4.67	70	6.65	121	5.66	1.00
P+T	5.56	71	10.16	151	5.66	1.00
TRP	1.00	84	0.97	91	2.83	2.00

X Sample= 0.4082 X Casein= 0.1401
 Y Sample= 30.47 Y Casein= 13.66

EAA Sample= 74.6391 EAA Casein= 97.4782 Ratio 0.7657

Z= 1.9143 Group No.= 4 Value= 602.2652

C-PER= 3.09

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 80.17% for the Sample and 90.23% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: C-PER

Sample: CAZON 2
 Date: 2606
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	9.30	117	7.43	123	1.00	1.00
M+C	4.29	94	3.33	85	2.00	2.83
THR	3.80	79	3.82	86	4.00	2.83
ILE	4.93	93	5.09	115	2.00	1.00
LEU	7.56	80	7.62	98	4.00	2.00
VAL	5.10	81	6.65	121	4.00	1.00
P+T	6.20	82	10.16	151	2.83	1.00
TRP	1.00	87	0.97	91	2.83	2.00

X Sample= 0.2686 X Casein= 0.1401
 Y Sample= 22.66 Y Casein= 13.66

EAA Sample= 84.3652 EAA Casein= 97.4782 Ratio 0.8655

Z= 2.1637 Group No.= 4 Value= 651.3335

C-PER= 2.73

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 83.17% for the Sample and 90.23% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: C-PER

Sample: CAZON 3
 Date: 2606
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	9.16	108	7.43	123	1.00	1.00
M+C	4.29	88	3.33	85	2.83	2.83
THR	3.73	82	3.82	86	2.83	2.83
ILE	4.69	87	5.09	115	2.83	1.00
LEU	7.51	76	7.62	98	4.00	2.00
VAL	4.76	73	6.65	121	4.00	1.00
P+T	6.28	81	10.16	151	2.83	1.00
TRP	1.00	91	0.97	91	2.00	2.00

X Sample= 0.273 X Casein= 0.1401
 Y Sample= 22.32 Y Casein= 13.66

EAA Sample= 81.7614 EAA Casein= 97.4782 Ratio 0.8388

Z= 2.0969 Group No.= 4 Value= 704.1258

C-PER= 2.81

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 87.52% for the Sample and 90.23% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: C-PER

Sample: Res 1
 Date: 2706
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	10.68	146	7.43	123	1.00	1.00
M+C	5.12	115	3.33	85	1.00	2.83
THR	4.24	84	3.82	86	2.83	2.83
ILE	5.34	106	5.09	115	1.00	1.00
LEU	8.43	95	7.62	98	2.00	2.00
VAL	5.77	92	6.65	121	2.00	1.00
P+T	8.44	110	10.16	151	1.00	1.00
TRP	1.00	83	0.97	91	2.83	2.00

X Sample= 0.1445 X Casein= 0.1401
 Y Sample= 13.66 Y Casein= 13.66

EAA Sample= 94.5067 EAA Casein= 97.4782 Ratio 0.9695

Z= 2.4238 Group No.= 4 Value= 609.7861

C-PER= 2.59

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 79.40% for the Sample and 90.23% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: C-PER

Sample: Res 2
 Date: 2706
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	8.57	91	7.43	123	2.83	1.00
M+C	4.32	100	3.33	85	2.00	2.83
THR	3.20	65	3.82	86	5.66	2.83
ILE	4.54	92	5.09	115	2.00	1.00
LEU	7.22	83	7.62	98	2.83	2.00
VAL	4.90	80	6.65	121	4.00	1.00
P+T	7.29	97	10.16	151	2.00	1.00
TRP	1.00	85	0.97	91	2.83	2.00

X Sample= 0.2977 X Casein= 0.1401
 Y Sample= 24.15 Y Casein= 13.66

EAA Sample= 81.1245 EAA Casein= 97.4782 Ratio 0.8322

Z= 2.0806 Group No.= 4 Value= 617.2053

C-PER= 2.87

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 81.28% for the Sample and 90.23% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: C-PER

Sample: Res 3
 Date: 2706
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	11.36	89	7.43	123	2.83	1.00
M+C	5.49	122	3.33	85	1.00	2.83
THR	4.10	80	3.82	86	4.00	2.83
ILE	6.07	118	5.09	115	1.00	1.00
LEU	9.32	103	7.62	98	1.00	2.00
VAL	6.31	99	6.65	121	2.00	1.00
P+T	9.38	120	10.16	151	1.00	1.00
TRP	1.00	81	0.97	91	2.83	2.00

X Sample= 0.1714 X Casein= 0.1401
 Y Sample= 15.66 Y Casein= 13.66

EAA Sample= 91.3627 EAA Casein= 97.4782 Ratio 0.9373

Z= 2.3432 Group No.= 4 Value= 606.6225

C-PER= 2.61

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 78.05% for the Sample and 90.23% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: C-PER

Sample: Puerco 1
 Date: 2706
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	7.05	131	7.43	123	1.00	1.00
M+C	3.50	81	3.33	85	2.83	2.83
THR	3.09	63	3.82	86	5.66	2.83
ILE	3.93	80	5.09	115	4.00	1.00
LEU	5.97	69	7.62	98	5.66	2.00
VAL	4.24	70	6.65	121	5.66	1.00
P+T	5.45	73	10.16	151	4.00	1.00
TRP	1.00	85	0.97	91	2.83	2.00

X Sample= 0.4328 X Casein= 0.1401
 Y Sample= 31.64 Y Casein= 13.66

EAA Sample= 73.1074 EAA Casein= 97.4782 Ratio 0.75

Z= 1.875 Group No.= 4 Value= 607.672

C-PER= 3.18

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 81.66% for the Sample and 90.23% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: C-PER

Sample: puerco 2
 Date: 2706
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	7.34	128	7.43	123	1.00	1.00
M+C	3.82	89	3.33	85	2.83	2.83
THR	3.46	71	3.82	86	4.00	2.83
ILE	4.24	87	5.09	115	2.83	1.00
LEU	6.39	75	7.62	98	4.00	2.00
VAL	4.49	74	6.65	121	4.00	1.00
P+T	6.15	83	10.16	151	2.83	1.00
TRP	1.00	86	0.97	91	2.83	2.00

X Sample= 0.3028 X Casein= 0.1401

Y Sample= 24.32 Y Casein= 13.66

EAA Sample= 80.3213 EAA Casein= 97.4782 Ratio 0.824

Z= 2.06 Group No.= 4 Value= 621.2477

C-PER= 2.87

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 82.18% for the Sample and 90.23% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: C-PER

Sample: Puerco 3
 Date: 123
 No.: 3

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	7.88	117	7.43	123	1.00	1.00
M+C	3.90	90	3.33	85	2.83	2.83
THR	3.72	75	3.82	86	4.00	2.83
ILE	4.08	83	5.09	115	2.83	1.00
LEU	6.52	75	7.62	98	4.00	2.00
VAL	4.52	74	6.65	121	4.00	1.00
P+T	6.49	86	10.16	151	2.83	1.00
TRP	1.00	84	0.97	91	2.83	2.00

X Sample= 0.3016 X Casein= 0.1401
 Y Sample= 24.32 Y Casein= 13.66

EAA Sample= 80.6459 EAA Casein= 97.4782 Ratio 0.8273

Z= 2.0683 Group No.= 4 Value= 606.569

C-PER= 2.85

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 80.90% for the Sample and 90.23% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: C-PER

Sample: Pollo 1
 Date: 2706
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	8.21	124	7.43	123	1.00	1.00
M+C	3.99	90	3.33	85	2.83	2.83
THR	3.61	72	3.82	86	4.00	2.83
ILE	4.17	83	5.09	115	2.83	1.00
LEU	6.46	73	7.62	98	4.00	2.00
VAL	4.52	73	6.65	121	4.00	1.00
P+T	6.21	81	10.16	151	2.83	1.00
TRP	1.00	83	0.97	91	2.83	2.00

X Sample= 0.308 X Casein= 0.1401
 Y Sample= 24.32 Y Casein= 13.66

EAA Sample= 78.9526 EAA Casein= 97.4782 Ratio 0.81

Z= 2.0249 Group No.= 2 Value= 588.0493

C-PER= 2.92

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 79.61% for the Sample and 90.23% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: C-PER

Sample: Pollo 2
 Date: 2706
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	8.54	141	7.43	123	1.00	1.00
M+C	4.12	98	3.33	85	2.00	2.83
THR	3.62	75	3.82	86	4.00	2.83
ILE	4.61	96	5.09	115	2.00	1.00
LEU	7.09	84	7.62	98	2.83	2.00
VAL	4.95	83	6.65	121	2.83	1.00
P+T	6.81	93	10.16	151	2.00	1.00
TRP	1.00	87	0.97	91	2.83	2.00

X Sample= 0.2231 X Casein= 0.1401
 Y Sample= 19.49 Y Casein= 13.66

EAA Sample= 87.3729 EAA Casein= 97.4782 Ratio 0.8963

Z= 2.2408 Group No.= 4 Value= 647.3802

C-PER= 2.68

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 83.39% for the Sample and 90.23% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: C-PER

Sample: Pollo 3
 Date: 2706
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	7.45	130	7.43	123	1.00	1.00
M+C	3.56	81	3.33	85	2.83	2.83
THR	2.93	59	3.82	86	8.00	2.83
ILE	4.17	84	5.09	115	2.83	1.00
LEU	6.04	69	7.62	98	5.66	2.00
VAL	4.47	72	6.65	121	4.00	1.00
P+T	5.35	71	10.16	151	5.66	1.00
TRP	1.00	84	0.97	91	2.83	2.00

X Sample= 0.4641 X Casein= 0.1401
 Y Sample= 32.81 Y Casein= 13.66

EAA Sample= 70.69 EAA Casein= 97.4782 Ratio 0.7252

Z= 1.813 Group No.= 4 Value= 589.6286

C-PER= 3.3

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 80.23% for the Sample and 90.23% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: C-PER

Sample: Pavo 1
 Date: 2706
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	7.72	141	7.43	123	1.00	1.00
M+C	3.91	92	3.33	85	2.00	2.83
THR	3.25	67	3.82	86	5.66	2.83
ILE	4.07	84	5.09	115	2.83	1.00
LEU	6.34	74	7.62	98	4.00	2.00
VAL	4.34	72	6.65	121	4.00	1.00
P+T	6.19	84	10.16	151	2.83	1.00
TRP	1.00	86	0.97	91	2.83	2.00

X Sample= 0.3227 X Casein= 0.1401
 Y Sample= 25.15 Y Casein= 13.66

EAA Sample= 77.9276 EAA Casein= 97.4782 Ratio 0.7994

Z= 1.9986 Group No.= 4 Value= 621.0846

C-PER= 2.96

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 82.56% for the Sample and 90.23% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: C-PER

Sample: Pavo 2
 Date: 2706
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	7.68	144	7.43	123	1.00	1.00
M+C	3.97	95	3.33	85	2.00	2.83
THR	3.11	66	3.82	86	5.66	2.83
ILE	4.45	94	5.09	115	2.00	1.00
LEU	6.79	81	7.62	98	2.83	2.00
VAL	4.83	82	6.65	121	2.83	1.00
P+T	6.34	88	10.16	151	2.83	1.00
TRP	1.00	88	0.97	91	2.83	2.00

X Sample= 0.2689 X Casein= 0.1401
 Y Sample= 21.98 Y Casein= 13.66

EAA Sample= 81.7371 EAA Casein= 97.4782 Ratio 0.8385

Z= 2.0963 Group No.= 4 Value= 655.584

C-PER= 2.82

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 84.44% for the Sample and 90.23% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: C-PER

Sample: Pavo 3
 Date: 2706
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	6.70	138	7.43	123	1.00	1.00
M+C	3.54	82	3.33	85	2.83	2.83
THR	2.83	58	3.82	86	8.00	2.83
ILE	3.96	81	5.09	115	4.00	1.00
LEU	6.14	71	7.62	98	4.00	2.00
VAL	4.12	68	6.65	121	5.66	1.00
P+T	5.40	73	10.16	151	4.00	1.00
TRP	1.00	85	0.97	91	2.83	2.00

X Sample= 0.4573 X Casein= 0.1401
 Y Sample= 32.32 Y Casein= 13.66

EAA Sample= 70.6731 EAA Casein= 97.4782 Ratio 0.725

Z= 1.8125 Group No.= 3 Value= 607.4085

C-PER= 3.32

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 81.73% for the Sample and 90.23% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: DC-PER

Sample: Camarón 2
 Date: 25
 No.: 2

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	6.07	151	7.43	131	1.00	1.00
M+C	3.25	117	3.33	90	1.00	2.83
THR	2.37	57	3.82	91	8.00	2.00
ILE	3.33	109	5.09	122	1.00	1.00
LEU	5.15	98	7.62	103	2.00	1.00
VAL	3.58	95	6.65	128	2.00	1.00
P+T	5.14	95	10.16	160	2.00	1.00
TRP	1.00	100	0.97	97	2.00	2.00

X Sample= 0.2481 X Casein= 0.1135
 Y Sample= 19 Y Casein= 11.83

EAA Sample= 76.5729 EAA Casein= 104.1918 Ratio 0.7349

Z= 1.8373 Group No.= 4 Value= 826.6368

DC-PER= 3.26

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 102.02% for the Sample and 95.57% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: DC-PER

Sample: Camarón 3
 Date: 2606
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	6.20	126	7.43	131	1.00	1.00
M+C	3.37	95	3.33	90	1.00	2.83
THR	2.62	58	3.82	91	8.00	2.00
ILE	3.41	135	5.09	122	1.00	1.00
LEU	5.42	118	7.62	103	1.00	1.00
VAL	3.66	113	6.65	128	1.00	1.00
P+T	7.49	110	10.16	160	1.00	1.00
TRP	1.00	93	0.97	97	2.00	2.00

X Sample= 0.205 X Casein= 0.1135
 Y Sample= 16 Y Casein= 11.83

EAA Sample= 78.0603 EAA Casein= 104.1918 Ratio 0.7492

Z= 1.873 Group No.= 4 Value= 764.6431

DC-PER= 3.19

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 100.87% for the Sample and 95.57% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: DC-PER

Sample: Tilapia 1
 Date: 2506
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	8.46	149	7.43	131	1.00	1.00
M+C	4.32	112	3.33	90	1.00	2.83
THR	3.55	87	3.82	91	2.83	2.00
ILE	4.52	103	5.09	122	1.00	1.00
LEU	6.83	90	7.62	103	2.83	1.00
VAL	4.73	90	6.65	128	2.83	1.00
P+T	6.34	97	10.16	160	2.00	1.00
TRP	1.00	103	0.97	97	1.00	2.00

X Sample= 0.1511 X Casein= 0.1135
 Y Sample= 14.49 Y Casein= 11.83

EAA Sample= 95.9046 EAA Casein= 104.1918 Ratio 0.9205

Z= 2.3012 Group No.= 4 Value= 864.9213

DC-PER= 2.64

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 97.07% for the Sample and 95.57% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: DC-PER

Sample: Tilapia 2
 Date: 2606
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	9.32	151	7.43	131	1.00	1.00
M+C	4.30	113	3.33	90	1.00	2.83
THR	3.35	81	3.82	91	4.00	2.00
ILE	4.47	111	5.09	122	1.00	1.00
LEU	6.70	97	7.62	103	2.00	1.00
VAL	4.70	96	6.65	128	2.00	1.00
P+T	6.22	98	10.16	160	2.00	1.00
TRP	1.00	100	0.97	97	1.00	2.00

X Sample= 0.1461 X Casein= 0.1135
 Y Sample= 14 Y Casein= 11.83

EAA Sample= 95.8052 EAA Casein= 104.1918 Ratio 0.9195

Z= 2.2988 Group No.= 4 Value= 839.3537

DC-PER= 2.64

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 98.49% for the Sample and 95.57% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: DC-PER

Sample: TILAPIA 3

Date: 2606

No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	8.79	137	7.43	131	1.00	1.00
M+C	3.82	101	3.33	90	1.00	2.83
THR	3.24	81	3.82	91	4.00	2.00
ILE	4.27	104	5.09	122	1.00	1.00
LEU	6.71	86	7.62	103	2.83	1.00
VAL	4.46	90	6.65	128	2.83	1.00
P+T	6.97	108	10.16	160	1.00	1.00
TRP	1.00	104	0.97	97	1.00	2.00

X Sample= 0.1598 X Casein= 0.1135
 Y Sample= 14.66 Y Casein= 11.83

EAA Sample= 91.735 EAA Casein= 104.1918 Ratio 0.8804

Z= 2.2011 Group No.= 4 Value= 862.6502

DC-PER= 2.71

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 97.91% for the Sample and 95.57% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: DC-PER

Sample: Lenguado 1
 Date: 2606
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	8.74	129	7.43	131	1.00	1.00
M+C	4.23	99	3.33	90	2.00	2.83
THR	3.40	85	3.82	91	2.83	2.00
ILE	4.21	98	5.09	122	2.00	1.00
LEU	6.48	85	7.62	103	2.83	1.00
VAL	4.65	85	6.65	128	2.83	1.00
P+T	6.01	93	10.16	160	2.00	1.00
TRP	1.00	104	0.97	97	1.00	2.00

X Sample= 0.1794 X Casein= 0.1135
 Y Sample= 16.49 Y Casein= 11.83

EAA Sample= 91.9224 EAA Casein= 104.1918 Ratio 0.8822

Z= 2.2056 Group No.= 4 Value= 871.8445

DC-PER= 2.71

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 99.16% for the Sample and 95.57% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: DC-PER

Sample: Lenguado 2
 Date: 2606
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	8.49	132	7.43	131	1.00	1.00
M+C	4.10	107	3.33	90	1.00	2.83
THR	3.21	79	3.82	91	4.00	2.00
ILE	3.99	104	5.09	122	1.00	1.00
LEU	6.11	89	7.62	103	2.83	1.00
VAL	4.51	89	6.65	128	2.83	1.00
P+T	5.73	97	10.16	160	2.00	1.00
TRP	1.00	102	0.97	97	1.00	2.00

X Sample= 0.1713 X Casein= 0.1135

Y Sample= 15.66 Y Casein= 11.83

EAA Sample= 91.4098 EAA Casein= 104.1918 Ratio 0.8773

Z= 2.1933 Group No.= 4 Value= 854.0314

DC-PER= 2.72

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 100.49% for the Sample and 95.57% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: DC-PER

Sample: Lenguado 3
 Date: 2606
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	9.94	144	7.43	131	1.00	1.00
M+C	4.94	110	3.33	90	1.00	2.83
THR	3.88	96	3.82	91	2.00	2.00
ILE	4.96	101	5.09	122	1.00	1.00
LEU	7.61	92	7.62	103	2.00	1.00
VAL	5.48	90	6.65	128	2.83	1.00
P+T	6.79	102	10.16	160	1.00	1.00
TRP	1.00	103	0.97	97	1.00	2.00

X Sample= 0.1194 X Casein= 0.1135
 Y Sample= 11.83 Y Casein= 11.83

EAA Sample= 99.0966 EAA Casein= 104.1918 Ratio 0.9511

Z= 2.3777 Group No.= 4 Value= 874.9339

DC-PER= 2.6

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 95.12% for the Sample and 95.57% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: DC-PER

Sample: Cazón 1
 Date: 2606
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	9.26	140	7.43	131	1.00	1.00
M+C	3.88	110	3.33	90	1.00	2.83
THR	3.40	84	3.82	91	2.83	2.00
ILE	4.56	100	5.09	122	1.00	1.00
LEU	6.86	89	7.62	103	2.83	1.00
VAL	4.67	86	6.65	128	2.83	1.00
P+T	5.56	87	10.16	160	2.83	1.00
TRP	1.00	103	0.97	97	1.00	2.00

X Sample= 0.1667 X Casein= 0.1135
 Y Sample= 15.32 Y Casein= 11.83

EAA Sample= 91.8873 EAA Casein= 104.1918 Ratio 0.8819

Z= 2.2048 Group No.= 4 Value= 869.9813

DC-PER= 2.71

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 98.01% for the Sample and 95.57% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: DC-PER

Sample: Cazón 2
 Date: 2606
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	9.30	136	7.43	131	1.00	1.00
M+C	4.29	109	3.33	90	1.00	2.83
THR	3.80	92	3.82	91	2.00	2.00
ILE	4.93	108	5.09	122	1.00	1.00
LEU	7.56	93	7.62	103	2.00	1.00
VAL	5.10	94	6.65	128	2.00	1.00
P+T	6.20	95	10.16	160	2.00	1.00
TRP	1.00	101	0.97	97	1.00	2.00

X Sample= 0.1212 X Casein= 0.1135
 Y Sample= 12 Y Casein= 11.83

EAA Sample= 98.9728 EAA Casein= 104.1918 Ratio 0.9499

Z= 2.3748 Group No.= 4 Value= 847.7466

DC-PER= 2.73

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 94.84% for the Sample and 95.57% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: DC-PER

Sample: Cazón 3
 Date: 2606
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	9.16	121	7.43	131	1.00	1.00
M+C	4.29	99	3.33	90	2.00	2.83
THR	3.73	92	3.82	91	2.00	2.00
ILE	4.69	98	5.09	122	2.00	1.00
LEU	7.51	86	7.62	103	2.83	1.00
VAL	4.76	82	6.65	128	2.83	1.00
P+T	6.28	91	10.16	160	2.00	1.00
TRP	1.00	103	0.97	97	1.00	2.00

X Sample= 0.1698 X Casein= 0.1135
 Y Sample= 15.66 Y Casein= 11.83

EAA Sample= 92.2396 EAA Casein= 104.1918 Ratio 0.8853

Z= 2.2132 Group No.= 4 Value= 863.1071

DC-PER= 2.85

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 94.96% for the Sample and 95.57% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: DC-PER

Sample: Res 1
 Date: 2706
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	10.68	172	7.43	131	1.00	1.00
M+C	5.12	136	3.33	90	1.00	2.83
THR	4.24	99	3.82	91	2.00	2.00
ILE	5.34	125	5.09	122	1.00	1.00
LEU	8.43	112	7.62	103	1.00	1.00
VAL	5.77	109	6.65	128	1.00	1.00
P+T	8.44	130	10.16	160	1.00	1.00
TRP	1.00	97	0.97	97	2.00	2.00

X Sample= 0.0879 X Casein= 0.1135

Y Sample= 10 Y Casein= 11.83

EAA Sample= 113.7954 EAA Casein= 104.1918 Ratio 1.0922

Z= 2.7304 Group No.= 4 Value= 814.3619

DC-PER= 2.7

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 92.26% for the Sample and 95.57% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: DC-PER

Sample: Res 2
 Date: 2706
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	8.57	106	7.43	131	1.00	1.00
M+C	4.32	117	3.33	90	1.00	2.83
THR	3.20	76	3.82	91	4.00	2.00
ILE	4.54	108	5.09	122	1.00	1.00
LEU	7.22	97	7.62	103	2.00	1.00
VAL	4.90	94	6.65	128	2.00	1.00
P+T	7.29	114	10.16	160	1.00	1.00
TRP	1.00	99	0.97	97	2.00	2.00

X Sample= 0.1508 X Casein= 0.1135
 Y Sample= 14 Y Casein= 11.83

EAA Sample= 92.8138 EAA Casein= 104.1918 Ratio 0.8908

Z= 2.227 Group No.= 4 Value= 810.9775

DC-PER= 2.69

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 95.68% for the Sample and 95.57% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: DC-PER

Sample: Res 3
 Date: 2706
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	11.36	125	7.43	131	1.00	1.00
M+C	5.49	131	3.33	90	1.00	2.83
THR	4.10	86	3.82	91	2.83	2.00
ILE	6.07	128	5.09	122	1.00	1.00
LEU	9.32	112	7.62	103	1.00	1.00
VAL	6.31	107	6.65	128	1.00	1.00
P+T	9.38	130	10.16	160	1.00	1.00
TRP	1.00	88	0.97	97	2.83	2.00

X Sample= 0.1273 X Casein= 0.1135
 Y Sample= 12.66 Y Casein= 11.83

EAA Sample= 99.4432 EAA Casein= 104.1918 Ratio 0.9544

Z= 2.3861 Group No.= 4 Value= 693.7681

DC-PER= 2.72

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 88.84% for the Sample and 95.57% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: DC-PER

Sample: Puerco 1
 Date: 2706
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	7.05	166	7.43	131	1.00	1.00
M+C	3.50	103	3.33	90	1.00	2.83
THR	3.09	80	3.82	91	4.00	2.00
ILE	3.93	101	5.09	122	1.00	1.00
LEU	5.97	88	7.62	103	2.83	1.00
VAL	4.24	88	6.65	128	2.83	1.00
P+T	5.45	93	10.16	160	2.00	1.00
TRP	1.00	108	0.97	97	1.00	2.00

X Sample= 0.171 X Casein= 0.1135
 Y Sample= 15.66 Y Casein= 11.83

EAA Sample= 91.5646 EAA Casein= 104.1918 Ratio 0.8788

Z= 2.197 Group No.= 4 Value= 922.6868

DC-PER= 2.72

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 99.82% for the Sample and 95.57% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: DC-PER

Sample: Puerco 2
 Date: 2706
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	7.34	148	7.43	131	1.00	1.00
M+C	3.82	110	3.33	90	1.00	2.83
THR	3.46	87	3.82	91	2.83	2.00
ILE	4.24	107	5.09	122	1.00	1.00
LEU	6.39	92	7.62	103	2.00	1.00
VAL	4.49	92	6.65	128	2.00	1.00
P+T	6.15	102	10.16	160	1.00	1.00
TRP	1.00	105	0.97	97	1.00	2.00

X Sample= 0.1201 X Casein= 0.1135
 Y Sample= 11.83 Y Casein= 11.83

EAA Sample= 98.5405 EAA Casein= 104.1918 Ratio 0.9458

Z= 2.3644 Group No.= 4 Value= 897.6796

DC-PER= 2.90

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 98.22% for the Sample and 95.57% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: DC-PER

Sample: Puerco 3
 Date: 123
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	7.88	142	7.43	131	1.00	1.00
M+C	3.90	109	3.33	90	1.00	2.83
THR	3.72	91	3.82	91	2.00	2.00
ILE	4.08	100	5.09	122	1.00	1.00
LEU	6.52	91	7.62	103	2.83	1.00
VAL	4.52	89	6.65	128	2.83	1.00
P+T	6.49	105	10.16	160	1.00	1.00
TRP	1.00	102	0.97	97	1.00	2.00

X Sample= 0.1302 X Casein= 0.1135
 Y Sample= 12.66 Y Casein= 11.83

EAA Sample= 97.2327 EAA Casein= 104.1918 Ratio 0.9332

Z= 2.333 Group No.= 4 Value= 856.3425

DC-PER= 2.74

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 98.17% for the Sample and 95.57% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: DC-PER

Sample: Pollo 1
 Date: 2706
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	8.21	157	7.43	131	1.00	1.00
M+C	3.99	114	3.33	90	1.00	2.83
THR	3.61	91	3.82	91	2.83	2.00
ILE	4.17	105	5.09	122	1.00	1.00
LEU	6.46	92	7.62	103	2.00	1.00
VAL	4.52	92	6.65	128	2.00	1.00
P+T	6.21	103	10.16	160	1.00	1.00
TRP	1.00	105	0.97	97	1.00	2.00

X Sample= 0.1184 X Casein= 0.1135
 Y Sample= 11.83 Y Casein= 11.83

EAA Sample= 99.8745 EAA Casein= 104.1918 Ratio 0.9586

Z= 2.3964 Group No. = 4 Value= 895.6061

DC-PER= 2.72

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 98.76% for the Sample and 95.57% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: DC-PER

Sample: Pollo 2
 Date: 12
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	8.54	151	7.43	131	1.00	1.00
M+C	4.12	113	3.33	90	1.00	2.83
THR	3.62	87	3.82	91	2.83	2.00
ILE	4.61	111	5.09	122	1.00	1.00
LEU	7.09	97	7.62	103	2.00	1.00
VAL	4.95	96	6.65	128	2.00	1.00
P+T	6.81	108	10.16	160	1.00	1.00
TRP	1.00	100	0.97	97	1.00	2.00

X Sample= 0.1177 X Casein= 0.1135
 Y Sample= 11.83 Y Casein= 11.83

EAA Sample= 100.5259 EAA Casein= 104.1918 Ratio 0.9648

Z= 2.412 Group No.= 4 Value= 836.4241

DC-PER= 2.69

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 96.26% for the Sample and 95.57% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: DC-PER

Sample: Pollo 3
 Date: 2706
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	7.45	146	7.43	131	1.00	1.00
M+C	3.56	104	3.33	90	1.00	2.83
THR	2.93	75	3.82	91	4.00	2.00
ILE	4.17	107	5.09	122	1.00	1.00
LEU	6.04	88	7.62	103	2.83	1.00
VAL	4.47	93	6.65	128	2.00	1.00
P+T	5.35	91	10.16	160	2.83	1.00
TRP	1.00	107	0.97	97	1.00	2.00

X Sample= 0.1722 X Casein= 0.1135
 Y Sample= 15.66 Y Casein= 11.83

EAA Sample= 90.9477 EAA Casein= 104.1918 Ratio 0.8729

Z= 2.1822 Group No.= 4 Value= 919.422

DC-PER= 2.88

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 99.48% for the Sample and 95.57% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: DC-PER

Sample: Pavo 1
 Date: 2706
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	7.72	142	7.43	131	1.00	1.00
M+C	3.91	113	3.33	90	1.00	2.83
THR	3.25	83	3.82	91	2.83	2.00
ILE	4.07	104	5.09	122	1.00	1.00
LEU	6.34	92	7.62	103	2.00	1.00
VAL	4.34	89	6.65	128	2.83	1.00
P+T	6.19	104	10.16	160	1.00	1.00
TRP	1.00	106	0.97	97	1.00	2.00

X Sample= 0.1308 X Casein= 0.1135
 Y Sample= 12.66 Y Casein= 11.83

EAA Sample= 96.8065 EAA Casein= 104.1918 Ratio 0.9291

Z= 2.3228 Group No.= 4 Value= 907.816

DC-PER= 2.63

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 98.82% for the Sample and 95.57% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: DC-PER

Sample: Pavo 2
 Date: 2706
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	7.68	141	7.43	131	1.00	1.00
M+C	3.97	113	3.33	90	1.00	2.83
THR	3.11	78	3.82	91	4.00	2.00
ILE	4.45	111	5.09	122	1.00	1.00
LEU	6.79	97	7.62	103	2.00	1.00
VAL	4.83	97	6.65	128	2.00	1.00
P+T	6.34	104	10.16	160	1.00	1.00
TRP	1.00	104	0.97	97	1.00	2.00

X Sample= 0.1354 X Casein= 0.1135
 Y Sample= 13 Y Casein= 11.83

EAA Sample= 95.9777 EAA Casein= 104.1918 Ratio 0.9212

Z= 2.3029 Group No.= 4 Value= 885.8536

DC-PER= 2.64

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 96.77% for the Sample and 95.57% for the Casein

COMPUTERIZED PROTEIN EFFICIENCY RATIO: DC-PER

Sample: Pavo 3
 Date: 2706
 No.: 1

Amino Acid	Sample		Casein Standard		WT-S	WT-C
	G/16 G. Of N	% Of FAO*	G/16 G. Of N	% Of FAO*		
LYS	6.70	123	7.43	131	1.00	1.00
M+C	3.54	103	3.33	90	1.00	2.83
THR	2.83	73	3.82	91	4.00	2.00
ILE	3.96	102	5.09	122	1.00	1.00
LEU	6.14	90	7.62	103	2.83	1.00
VAL	4.12	85	6.65	128	2.83	1.00
P+T	5.40	91	10.16	160	2.00	1.00
TRP	1.00	107	0.97	97	1.00	2.00

X Sample= 0.176 X Casein= 0.1135
 Y Sample= 15.66 Y Casein= 11.83

EAA Sample= 88.9626 EAA Casein= 104.1918 Ratio 0.8538

Z= 2.1346 Group No.= 4 Value= 917.6538

DC-PER= 2.78

Adjusted for digestibility
 Assuming Casein= 2.50 per and using standard profile
 and a digestibility of 98.72% for the Sample and 95.57% for the Casein