



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUIMICA

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD PROTEÍNICA DE ALGUNOS ALIMENTOS
DE MAYOR CONSUMO EN MEXICO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUIMICO DE ALIMENTOS

PRESENTA

MARIO ALBERTO BARRERA MENESES



MEXICO D. F.

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE: Profesor: Bernardo Lucas Florentino

VOCAL: Profesora: María del Rocío Santillana Hinojosa

SECRETARIO: Profesora: Karla Mercedes Díaz Gutiérrez

1er. SUPLENTE: Profesora: Rosa María Argote Espinoza

2do. SUPLENTE: Profesora: Argelia Sánchez Chinchilla

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: Lab 111, Departamento de Farmacia Conjunto E Facultad de Química UNAM

ASESOR DEL TEMA: M. en C. Bernardo Lucas Florentino _____
(Nombre) (Firma)

SUPERVISOR TECNICO: M. en C. Lucia Cornejo Barrera _____
(Nombre) (Firma)

SUSTENTANTE: Mario Alberto Barrera Meneses _____
(Nombre) (Firma)

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida y todo lo bueno que he obtenido de ella.

A mis padres por traerme al mundo y el apoyo para salir adelante y haber conseguido todo lo que hoy día tengo y a mi hermana por su comprensión.

A todos mis amigos Marco, Aaron, Jhon, Rocko, Carlos, Juan, Jesus, Karlita, y todos los amigos de la ya mas adulta y un poco más obesa pero siempre viva “La Maldad” por estar presentes en cada momento alegre, triste y de apoyo en el que los he necesitado.

A mi jefe Jorge Enrique y Carlos por darme la oportunidad de concluir este ciclo tan importante en la vida y a mis compañeros de trabajo por el apoyo y los consejos.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	01
INTRODUCCIÓN.....	02
CAPITULO 1 ANTECEDENTES.....	04
1.1 GENERALIDADES Y DESCRIPCIÓN DE LOS ALIMENTOS	
1.1.1 CEREALES	04
1.1.2 LEGUMINOSAS.....	05
1.1.3 HUEVO	06
1.1.4 LECHE	09
1.1.5 CARNES	12
1.1.6 COLÁGENO	12
1.1.7 PRODUCCIÓN Y CONSUMO EN MÉXICO	13
1.2 CONSUMO APARENTE DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS AGROPECUARIO	14
1.3 PROTEÍNAS	
1.3.1 DIGESTIÓN DE LAS PROTEÍNAS Y ABSORCIÓN	15
1.3.2 ANABOLISMO Y CATABOLISMO PROTEÍNICOS	16
1.3.3 AMINOACIDOS LIBRES Y PLASMÁTICOS	17
1.3.4 METABOLISMO PROTÉICO Y NITRÓGENO URINARIO..	17
1.3.5 NECESIDADES DEL HOMBRE EN PROTEINASY AMINOÁCIDOS	18
1.3.6 NECESIDADES EN AMINOACIDOS INDISPENSABLES ..	19
1.4 EL VALOR PROTÉICO DE LOS ALIMENTOS	21
1.4.1 CALIDAD DE LAS PROTEÍNAS	21
1.4.2 DISPONIBILIDAD DE AMINOÁCIDOS	22
1.4.3 CUENTA QUÍMICA (CQ) (PREDICCIÓN)	23
CAPITULO 2 PLAN DE INVESTIGACIÓN	25
2.1 OBJETIVO GENERAL	
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
CAPITULO 3 METODOLOGÍA	26
3.1 REACTIVOS Y MATERIAL ESPECIAL	27
3.2 PROCEDIMIENTO	27
3.3 CALCULOS	28
CAPITULO 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
CAPITULO 5 CONCLUSIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	52

RESUMEN

En el presente trabajo se presenta, y analiza la información con que se cuenta en el laboratorio de Nutrición 1 sobre la calidad nutrimental de algunos alimentos de alto consumo en la República Mexicana, como: maíz, frijol, huevo, leche, garbanzo, lenteja, soya, por mencionar algunos; donde se aplican y utilizando dos métodos biológicos que a continuación se mencionan.

Relación de eficiencia protéica (PER) propuesto por Osborne, Mendel y Ferry el cual se ha ido modificando de varias formas para estandarizarla y que incluso es el método oficial que establece la Organización de Químicos Analistas Americanos (AOAC) y que posiblemente es el método más ampliamente utilizado por la mayoría de los investigadores para evaluar “*in vivo*” la calidad de una proteína. Este corresponde al peso ganado por el animal (rata) sobre la proteína consumida bajo ciertas condiciones bien establecidas.

El otro parámetro biológico es la Relación neta de proteína (NPR) el cual fue propuesto más tarde por Bender y Doell, para evaluar la calidad de una proteína. En este estudio se toma en cuenta la pérdida de peso de un grupo control que recibe una dieta sin proteína, dicho decremento de peso se suma al peso ganado del grupo de prueba y se divide entre la cantidad de proteína consumida, donde se asume que la pérdida de peso del lote de animales que se alimentó con una dieta sin proteína, es el equivalente a la pérdida por simple mantenimiento fisiológico normal de los animales.

La integración, análisis y presentación de esta información será la herramienta para elaborar un manual donde se publicaran tablas de valores de PER y NPR dar a conocer la calidad proteínica de los alimentos estudiados.

INTRODUCCIÓN

Los alimentos son imprescindibles para la vida y la necesidad de alimentarse ha movido a los hombres a explotar la naturaleza y a buscar las mejores maneras de usar otros organismos vivos como, fuente de su alimento. En el mundo actual el reto es alimentar a una población creciente, más numerosa que nunca, con el tipo de alimentos la calidad y la cantidad adecuada a la vida humana, logrando que lleguen a todos los hombres de una forma equitativa, obteniendo estos alimentos sin dañar el medio ambiente de forma irreparable [1]. El mundo de hoy es capaz de producir suficientes alimentos para suministrar una dieta adecuada a cada una de las personas; sin embargo centenares de millones de personas sufren hambre y aun persiste la desnutrición crónica. La desnutrición es la mayor fuente de enfermedades y muerte prematura en los países en vías de desarrollo. Asimismo, la ingesta diaria de calorías constituye el principal parámetro para determinar si un individuo puede presentar o no problemas de desnutrición, y para que una persona conserve una buena salud, cierto peso y un nivel mínimo de actividad diaria. Pero, esto da origen a dos graves problemas para determinar la desnutrición [2].

En primer lugar, la definición del requerimiento mínimo diario es arbitraria. Si la gente no recibe la nutrición requerida para mantener un nivel dado de peso y de actividad, se adapta a un peso más bajo y a una menor actividad. Por ejemplo, requerimientos menores a los estándares internacionales que son definidos algunas veces para los países asiáticos, ya que la población de éstos tiende a tener una estatura inferior. No obstante, su baja talla es atribuida, al menos parcialmente, a la inadecuada nutrición en el pasado. Desde que los asiáticos comenzaron a consumir los alimentos suficientes, al igual que los japoneses desde la segunda Guerra Mundial, y los chinos y coreanos recientemente, su peso y talla promedio, así como sus requerimientos calóricos, se han ido incrementando de una generación a otra.

El segundo problema es que los alimentos disponibles se distribuyen inequitativamente. Aun en un país donde se evidencian problemas de desnutrición, la ingesta diaria puede ser un promedio de 2 mil calorías o cercana a ella, ya que existe al menos un grupo de la sociedad que se alimenta tan bien como la gente de los países desarrollados y que genera un sesgo importante en la estimación [1]. Debido a este problema, podría ser mejor y más revelante contar el número de gente desnutrida, en vez de contar las calorías “*per cápita*”.

La presencia de desnutrición, así como sus efectos negativos, es mucho mayor en los niños que en los adultos. A principios de los años noventa, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estimó que el 3% de los niños de los países subdesarrollados estaba afectado por una desnutrición severa (desnutrición de tercer grado), lo que dio origen a enfermedades como el Kwashiorkor, consistente en la deficiencia extrema de proteínas, cuyos síntomas son estómagos inflamados y pupilas cristalizadas. Otro 25% padecía de desnutrición moderada (o de segundo grado) y de 40 a 45% de desnutrición de primer grado. La desnutrición era señalada como el principal problema que contribuía con más de la mitad de las muertes de infantes menores de cinco años en países de bajos ingresos [3].

La mayor parte de la desnutrición mundial en nuestros días es del tipo conocido como desnutrición protéico-calórica (dpc). Entre las enfermedades restantes causadas por deficiencias, la más importante es la falta de vitamina A, la cual puede causar problemas de ceguera y anemia. Hasta hace dos décadas se pensaba que la falta

de proteínas era el principal problema nutricional en el mundo en desarrollo, puesto que la proteína es necesaria para el desarrollo físico y psíquico. Sin embargo, más tarde se descubrió que la mayoría de los niños, cuyas dietas eran deficientes en proteínas, también sufrían de falta de calorías, y si las primeras eran administradas mientras que las segundas seguían siendo insuficientes, el desarrollo del niño mejoraba poco pues seguía faltando la fuente de energía para descomponer las proteínas. Actualmente, la mayoría de los programas tienden a proporcionar calorías principalmente, y vitaminas y minerales secundariamente.

El primero es un problema de cantidad, y consiste en crear las condiciones necesarias para garantizar una producción de alimentos suficiente y así poder cubrir las necesidades de alimentación de las futuras generaciones. El segundo es un problema de calidad y consiste en asegurarse de que los alimentos tendrán al menos los requerimientos mínimos de valores nutricionales; en otras palabras, habrá que asegurar la calidad alimenticia de aquéllos. El tercer problema consiste en identificar las poblaciones con necesidades reales de atención y hacer llegar oportunamente los apoyos mediante un eficiente sistema de distribución [1].

En resumen los alimentos nos proporcionan energía y aportan las moléculas necesarias para la construcción del organismo denominados nutrimentos, dentro de los cuales se encuentran, los hidratos de carbono, grasas, proteínas, fibra, las vitaminas, los minerales y el agua. Que deben ser consumidos diariamente en cantidades específicas para obtener un funcionamiento adecuado del organismo y que conlleve a gozar de una buena salud.

1 ANTECEDENTES

1.1 Generalidades de los alimentos, descripción

1.1.1 Cereales

El maíz junto con el trigo y el arroz son considerados como los tres cereales más cultivados en el mundo. Asimismo, en el transcurso del tiempo, diversas instituciones mundiales, estatales y privadas vienen realizando estudios serios con el objetivo principal de incrementar los niveles de rendimiento y de producción de nuevos y mejorados híbridos para desarrollar variedades con un alto nivel productivo, resistentes al clima y a las enfermedades.

Las proteínas de los cereales más importantes son muy pobres en lisina y ricas en metionina y tienen como aminoácidos esenciales limitantes la Lys, Thr y Trp, pero casi todas presentan una muy buena cantidad o exceso de His, Ile, Leu, Phe Tyr y Val, [4]

Del maíz además de sus granos, podemos obtener la harina nixtamalizada utilizada para la elaboración de tortillas, atole y productos de repostería. También se obtiene aceite alimentario o para la industria, en la fabricación de pinturas o de jabón, sin dejar de lado que sus usos más frecuentes son como materia prima para la obtención de endulzantes alimentarios como la fructosa, y a partir de fermentaciones se pueden generar algunos otros productos como alcohol y biocombustibles como la hidrosina [3].

Pero a pesar de todos los atributos del maíz y de la gran producción que se da no solo en México si no en todo el mundo el maíz para fines nutrimentales posee deficiencia en aminoácidos como **lisina y triptofano**, que hace de las proteínas presentes sean poco asimilables, aunado a la elevada proporción de leucina que neutraliza la absorción de la niacina, que puede generar enfermedades tal como la pelagra que afecta a la piel, al aparato digestivo y al sistema nervioso y que si no se trata bien puede ser mortal.

Hoy en día se realizan numerosos estudios con el fin de mejorar la calidad proteínica del maíz, esto es debido a que en países en vías de desarrollo el maíz es una de las principales fuentes tanto de energía como de proteínas.

Entre las proteínas alimentarias, las del **trigo** son muy singulares por su capacidad de formar una masa viscoelástica que al mezclarse en relación de 3:1 con agua forma una masa apropiada para la fabricación de pan. Siendo las gliadinas y las gluteninas las que dan las características viscoelásticas y que permiten atrapar el gas producido durante la fermentación. El gluten contiene una composición de aminoácidos únicos y que son Glu, Gln y Pro que dan cuenta de más de 50% de los restos de aminoácidos, mientras que la baja solubilidad en agua se debe a su pobreza en Lys, Arg y Asp y que en conjunto suponen menos de un 10%. Por otro lado la glutamina es la responsable de la fijación de agua [5 y 6].

La calidad nutritiva de una proteína deficiente de un aminoácido esencial puede mejorarse mezclándola con otra proteína rica en ese aminoácido esencial. Por ejemplo, la mezcla de proteínas de cereales con proteínas de

leguminosas proporciona un contenido en aminoácidos esenciales completos y bien equilibrados, o bien pueden ser suplementadas con aminoácidos libres en que sean deficientarios, en el caso de los cereales con Lys.

Tabla 1

Contenido de aminoácidos de los principales cereales

Aminoácidos	Fuentes de proteína			
	Maíz	Trigo	Arroz	Centeno
His	27	21	21	20
Ile	34	34	40	35
Leu	127	69	77	67
Lys	25*	23*	34*	32*
Met + Cys	41	36	49	37
Phe + Tyr	85	77	94	79
Thr	32	28	34	29
Trp	6	10	11	11
Val	45	38	54	46
AA esenciales totales	422	336	414	356

*Principal aminoácido limitante. Expresado en mg de aa/ 100 g de proteína de la fuente de cereal.

Fuente [5 y 7]

Además de las características ya mencionadas relacionadas a las proteínas de los cereales, dichas proteínas pueden ser utilizadas en diferentes alimentos para dar funciones específicas a estos, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2

Propiedades funcionales de las proteínas alimentarias en los sistemas alimenticios

Tipo de proteína	Función	Mecanismo	Alimento
Cereales	Elasticidad	Interacciones hidrofóbicas, puentes disulfuro	Carnes y productos horneados
Cereales	Fijación de grasa y sabores	Interacciones hidrofóbicas, atrapamiento	Productos horneados pobres en grasa, buñuelos

Fuente [8]

1.1.2 Leguminosas

Dentro de las leguminosas que se producen y que participan en segundo lugar, después de los cereales en nuestra dieta alimenticia, están el frijól, garbanzo, haba, lenteja, chícharo, cacahuate, soya entre muchos.

La principal característica es el contenido de proteína siendo el frijól y soya donde se presenta mayor proporción (20-40%). Los aminoácidos limitantes en las leguminosas es la Metionina. El más importante para nuestra dieta es el Frijol y del cual existen diversas variedades como el negro, el bayo, el pinto, etc.

Como sabemos, la mayoría de las leguminosas contienen una alta proporción de proteína, sin embargo, son deficientes en algunos aminoácidos esenciales, sobre todo en aquellos que contienen azufre, pero son mejores que los cereales en lisina y triptófano por lo que la ingesta se ve favorecida mejorando la calidad nutritiva cuando se combina el consumo de las leguminosas con los cereales.

El valor biológico de las proteínas es bastante bajo, ya que tienen deficiencia de algún o algunos aminoácidos y más que por su valor nutritivo, debido a una baja digestibilidad. Esto ocurre por la existencia de factores tóxicos en las leguminosas tales como inhibidores de tripsina, quimiotripsina, amilasa pancreática, así como de lectinas, etc. Por fortuna la mayoría de esos factores son termolábiles, por lo que al darles un tratamiento reducen su actividad y favorece la biodisponibilidad de las proteínas [2].

Las proteínas de almacenamiento en semillas como la soya se caracterizan también en su heterogeneidad en el peso molecular obteniéndose por separación de Osborne del 60 al 90 % de globulinas. Entre las proteínas de soya no aparecen prolaminas, ni glutelinas, pero los cacahuates, los guisantes y las habas contienen de un 10-15% de glutelinas. Las globulinas pequeñas representan de un 6 - 8% de la proteína total e incluyen dos inhibidores de tripsina. El inhibidor de Kunitz y el inhibidor de Bowman-Birk. Otras leguminosas contienen una glicoproteína llamada faseolina presente en las alubias y guisantes [9]

1.1.3 Huevo

En alimentación, es el producto de la puesta de animales ovíparos (aves, peces, reptiles) más consumido en todo el mundo.

La clara o albúmen está compuesta básicamente por agua (88%) y proteínas (cerca del 12%). La proteína más importante, no sólo en términos cuantitativos (54% del total proteico) es la ovoalbúmina, cuyas propiedades son de especial interés tanto desde el punto de vista nutritivo como desde el culinario. Nutricionalmente, su riqueza en aminoácidos esenciales y el equilibrio en que dichos aminoácidos se encuentran en la molécula hacen de esta proteína la referencia para valorar la calidad de las procedentes de otros alimentos. En la cocina, la ovoalbúmina es particularmente interesante en la elaboración de muchos platos debido a la estructura gelatinosa que adquiere cuando se somete a la acción del calor. En la clara se encuentran algo más de la mitad de las proteínas del huevo y ningún lípido. Las vitaminas B12 y niacina están en mayor cantidad en la clara que en la yema [10].

Tiene también función protectora ya que la clara es una suspensión acuosa de proteínas.

- a) Ovoalbumina (54 %). Proteína muy importante en la tecnología, capaz de formar espuma. Proteína muy rica en puentes disulfuro. Se desnaturaliza con cierta facilidad, dando grupos SH libres
- b) Conalbumina (13 %). Actividad antimicrobiana. Tiene interés biológico y bromatológico, ya que favorece la conservación. Producto homólogo de la transferrina del suero sanguíneo en tanto que forma complejos con el hierro.
- c) Duomucoide (11 %). Factor antitripsina. Se enlaza con la tripsina del tubo digestivo produciendo indigestión. Se inactiva por el calor.
- d) Lisozima (3,5 %). Actividad antimicrobiana y enzimática

e) Flavoproteínas. Proteínas enlazadas con la riboflavina, vitamina B 12

f) Avidina. Proteína que enlaza la biotina, se inactiva por el calor.

Sujetando la yema para que quede centrada se encuentran unos engrosamientos del albumen denominados chalazas, con forma de filamentos enrollados, que van desde la yema hasta los dos polos opuestos del huevo. El blastodisco es un pequeño disco claro sobre la superficie de la yema en el que tiene lugar la división de las células embrionarias cuando el huevo está fecundado. En la yema, a diferencia de la clara, el contenido en agua alcanza sólo el 50% de su peso. Los sólidos o materia seca se reparten equitativamente entre proteínas y lípidos, quedando una fracción pequeña para vitaminas minerales y carotenoides. Al hablar de su composición nutritiva hay que tener en cuenta que el peso de los huevos se reparte en un rango muy amplio (entre 45 y 80 g) y que las cifras para los distintos nutrientes suelen referirse a 100 g de parte comestible (aproximadamente dos huevos sin cáscara) o, si son por huevo, a un huevo de 60g considerado como de tamaño medio.

El contenido energético por huevo se acerca a las 75 kilocalorías, es decir, el aporte calórico de un huevo es relativamente bajo. No es, por tanto, un alimento que favorezca la obesidad. La riqueza del huevo en proteínas es relativamente alta, con la ventaja de que además son fáciles de digerir y de alto valor biológico.

Un huevo tiene 7,5 g de lípidos totales, de los cuales 2g corresponden a ácidos grasos saturados (AGS), 1,1 g a ácidos grasos poliinsaturados (AGP) y 3 g de ácidos grasos monoinsaturados. La relación AGP/AGS es 0,55, considerada más que aceptable y por tanto recomendable en términos de nutrición. Al mismo tiempo es de destacar la riqueza en ácido oleico (monoinsaturado), valorado por sus efectos favorables sobre la salud. El huevo, por otra parte, es la principal fuente de fosfolípidos de la dieta y contribuye a satisfacer de forma significativa las necesidades en ácido linoleico (ácido graso esencial que el organismo no puede sintetizar)[6].

Las vitaminas y los carotenoides (pigmentos) forman parte del 1% de los lípidos de la yema, en la que se concentra la mayor parte de la biotina, ácido pantoténico y vitaminas B1 y B6. El contenido en vitaminas puede ser muy variable, según la alimentación de la gallina. El interés por el enriquecimiento de este alimento en determinadas vitaminas es reciente, motivado por la mayor sensibilidad del consumidor hacia los efectos de la dieta sobre la salud y el creciente volumen de información sobre las cualidades preventivas.

Entre los minerales destaca la presencia de fósforo, hierro, selenio, yodo y zinc en cantidades de cierta importancia respecto a las necesidades estimadas de estos oligoelementos. El huevo, por último, es la mejor fuente de lecitina o fosfatidilcolina, compuesto de gran interés nutricional por su importancia en diversos procesos metabólicos, en la construcción de membranas celulares y acetilcolina.

Los organismos responsables de la educación nutricional han considerado oportuno considerar la ingesta recomendada para la colina en unos 500 mg/día, prácticamente la cantidad de colina que aporta un huevo [11].

Proteínas

A) Livetina. Proteína característica por su solubilidad en agua,

B) Lipovitulina

C) Lipovitelinina

D) Fosvitina. Alto contenido en serina, careciendo de triptofano, cisteína y metionina; poco valor nutritivo

E) Vitelina

F) Vitelinina)

Tabla 3

Composición del Huevo de Gallina

	Huevo	Yema	Clara
Agua (g)	74,5	51,7	88
Proteínas (g)	12,7	16,1	11,1
Carbohidratos (g)	0,68	0,3	0,7
Almidón (g)	0	0	0
Azúcares sencillos (g)	0,68	0,3	0,7
Lípidos (g)	12,1	31,9	0,2
AGS (g)	3,3	9,5	----
AGM (g)	4,9	13	----
AGP (g)	1,8	5,5	----
Colesterol (mg)	410	1260	0
C 18.1 A. oleico (g)	4,4	11,7	----
C 18.2 A. linoleico (g)	1,6	4,8	----
C 18.3 A. linolénico (g)	0,098	0,26	----
Fibra vegetal (g)	0	0	0
Alcohol (g)	0	0	0
Tiamina (mg)	0,11	0,29	0,022
Riboflavina (mg)	0,37	0,4	0,32
Equivalentes de Niacina (mg)	3,3	4,2	3,4
Vitamina B6 (mg)	0,12	0,3	0,012
Eq. Folato dietético (µg)	51,2	159	9,2
Vitamina B12 (µg)	2,1	2	0,1
Vitamina C (mg)	0	0	0,3
Pantoténico (mg)	1,8	3,7	0,14
Vitamina A (µg)	227	886	0
Retinol (µg)	225	881	0
Carotenoides (µg)	10	29	0
Vitamina D (µg)	1,8	5,6	0
Vitamina E (µg)	1,9	5,5	0
Vitamina K (µg)	8,9	2	0,01
Calcio (mg)	56,2	140	11
Fósforo (mg)	216	590	21
Hierro (mg)	2,2	7,2	0,2
Iodo (µg)	12,7	12	6,8
Zinc (mg)	2	3,8	0,02
Magnesio (mg)	12,1	16	12
Sodio (mg)	144	51	170
Potasio (mg)	147	138	154
Manganeso (mg)	0,071	0,13	0,04
Cobre (mg)	0,065	0,35	0,006
Selenio (µg)	10	19	5,4

Fuente [11]

1.1.4 Leche

La leche es una mezcla compleja de lípidos, proteínas, hidratos de carbono, vitaminas y minerales, en el pasado los criadores habían seleccionado las vacas para una producción de leche alta en grasa debido al valor económico de este componente, sin embargo es de mayor importancia el contenido protéico y los criadores comienzan a seleccionar en base a mayor relación proteína/grasa y más alto rendimiento de proteína.

La leche contiene de 30-36 g/L de proteína total, de muy alto valor biológico encontrándose 6 productos mayoritarios α 1-caseína, α 2-caseína, β -caseínas, κ -caseínas, β -lactoglobulinas y α -lactoalbúminas. Las proteínas de la leche se clasifican en caseínas o bien como proteínas del suero, todas las caseínas se encuentran con fosfato cálcico en forma de complejos esféricos, altamente hidratados y conocidos como la micela de caseína. La caseína supone el 80% de las proteínas de la leche, las restantes son retenidas en el suero del queso, por lo que se denominan proteínas séricas [12].

En el pasado era frecuente desperdiciar el suero; sin embargo en la actualidad es económicamente factible concentrar o aislar las proteínas del suero, que muestran excelentes funcionalidades y propiedades nutritivas, debido a que el suero contiene albúmina sérica e inmunoglobulinas que proceden de la sangre.

La composición de aminoácidos de la leche se conoce con mucha exactitud, por análisis de aminoácidos y por determinación de la estructura primaria por secuenciado químico o inferido por el secuenciado genético. Un distintivo alto de las caseínas es su alto contenido de residuos fosfoserilos y su moderadamente grande contenido de prolina.

Aunque las caseínas son bastantes pobres en metionina, las proteínas del suero contienen considerablemente mucho más de este residuo. En la tabla 4 y 5 se muestran los aminoácidos presentes en las proteínas de la leche.

Tabla 4
Aminoácidos presentes en las proteínas de la leche

	α , 1-Caseína B-8P	α , 2-Caseína A-11P	κ -Caseína B- 1P	β -Caseína A- 5P	β -Caseína A- 1P
Apolares					
Pro	17	10	20	35	34
Ala	9	8	15	5	5
Val	11	14	11	19	17
Met	5	4	2	10	6
Ile	11	11	13	22	7
Leu	17	13	8	9	19
Phe	8	6	4	1	9
Trp	2	2	1		1
Polar neutro					
Asn	8	14	8	5	3
Thr	5	15	14	9	8
Ser	8	6	12	11	10
Gln	14	16	14	20	20
Gly	9	2	2	5	4
Tyr	10	12	9	4	4
Cistina	0	1	1	0	0
Cisteína	0	0	0	0	0
Polar, ácido					
Asp	7	4	3	4	4
Ser	8	11	1	5	1
Glu	25	24	12	9	2
Polar básico					
Lys	14	24	9	11	10
His	5	3	3	5	5
Arg	6	6	5	4	2
Residuos totales	199	207	169	209	181
Peso Molecular	23623	25238	19006	23988	20523

* Fuente: (12)

Expresada en g de aa / 100 g de proteína

Tabla 5
Aminoácidos presentes en las proteínas de la leche

	β -Caseína A-1P(f106-209)	β -Caseína A	β -Lacto-globulina A	α -Lacto-albúmina B
Apolares				
Pro	21	21	8	2
Ala	2	2	14	3
Val	10	10	10	6
Met	4	4	4	1
Ile	3	3	10	8
Leu	14	14	22	13
Phe	5	5	4	4
Trp	1	1	2	4
Polar neutro				
Asn	1	1	5	12
Thr	4	4	8	7
Ser	7	7	7	7
Gln	10	10	9	5
Gly	2	2	3	6
Tyr	3	3	4	4
Cistina	0	0	2	4
Cisteína	0	0	1	0
Pyr, Glu	0	0	0	0
Polar ácido				
Asp	2	2	11	9
Ser	0	0	0	0
Glu	5	5	16	8
Polar básico				
Lys	4	3	15	12
His	4	3	2	3
Arg	2	2	3	1
Residuos totales	104	102	162	123
Peso Molecular	11824	11559	18363	14174

* Fuente: (13)

Expresada en g de aa / 100 g de proteína

Funcionalidad de las proteínas

Los beneficios de las proteínas de la leche como ingredientes de otros alimentos surgen de sus excelentes propiedades nutricionales y su singular capacidad para contribuir esencialmente en las propiedades funcionales de los alimentos finales, como se puede observar en la tabla 6.

Tabla 6

Relación entre las propiedades moleculares de la leche y funcionalidad de las proteínas.

Propiedad molecular	Propiedades funcionales asociadas
Hidratación	Solubilidad, dispersabilidad, hinchamiento, viscosidad, formación de geles, absorción de agua
Actividad de superficie Potencial interactiva proteína-proteína	Emulsificación, adsorción grasa, espumado, batido Agregación, cohesión, texturización, gelación, elasticidad y extrusionabilidad.
Estructura o arquitectura molecular impartiendo propiedades organolépticas	Color, sabor, olor

Fuente [14]

1.1.5 Carnes

El descubrimiento en Florida de un mastodonte de 12200 años que mostraba signos de consumo de carne, evidencia que la carne ha sido un componente de la dieta humana desde tiempos prehistóricos. Con el paso del tiempo sobre la caza predominó la domesticación y la cría de animales, como medio para proporcionar carne para comer.

Siendo actualmente el pescado la única carne en que predomina la caza que la cría. Sin embargo, el rápido crecimiento de la acuicultura y la preocupación por el agotamiento de varias especies de peces puede variar la fuente y la variedad de los pescados comestibles.

Al igual que con otros tejidos biológicos, la calidad de la carne está condicionada por sus funciones biológicas y la pérdida de homeostasis durante la conversión del músculo en carne. Del contenido total de nitrógeno en el músculo, aproximadamente el 95% es proteína y el 5% son péptidos, aminoácidos y otros compuestos [16].

1.1.6 Colágeno

El colágeno es la principal fracción del tejido conjuntivo. Este componente es muy importante ya que contribuye de manera significativa a la dureza del músculo del mamífero. Además, el colágeno producto de su desnaturalización parcial, es un ingrediente útil en muchos ingredientes alimenticios pues actúa como componente funcional de los geles dependientes de la temperatura en la utilización de postres. El colágeno abunda en los tendones, piel, hueso, sistema vascular de los animales y en las vainas de tejido conjuntivo que envuelven el músculo. El colágeno alcanza un tercio o más del total de las proteínas de los mamíferos. Alrededor del 10% de la proteína de los mamíferos es colágeno. Esta cantidad es generalmente mucho menos en los pescados.

1.1.7 Producción y Consumo en México

México, con una población de aproximadamente 105 millones de habitantes, es el país que tiene el consumo per cápita de maíz más grande del mundo. El consumo “*per cápita*” en algunos grupos poblacionales llega a ser mayor a 120 kg/año por 49 kg de trigo que se consumen y en algunas zonas rurales, el maíz provee aproximadamente el 70% de las calorías y el 50% del consumo protéico diario y son una buena fuente de calcio debido a la cal que es añadida durante la cocción para la obtención del nixtamal. Además, el cocimiento alcalino incrementa la biodisponibilidad de una de las más importantes vitaminas del complejo B, la niacina, sin afectar a otras vitaminas que se encuentran en niveles adecuados en el grano original, tales como la tiamina, la riboflavina y la piridoxina.

Desgraciadamente el maíz no es un alimento perfecto debido a que carece de proteína de buena calidad y de niveles adecuados de hierro, zinc y vitaminas A, D, E y B12. Desde el punto de vista práctico, el consumo exclusivo de tortillas por niños e infantes conlleva a una desnutrición protéica denominada Kwashiorkor. La suplementación de las tortillas con frijoles, soya o alimentos de origen animal es la mejor solución para aliviar problemas de malnutrición pero desafortunadamente algunos grupos poblacionales no tienen los recursos económicos o la disponibilidad para adquirir estos alimentos.

En los últimos 15 años, los mexicanos disminuyeron el consumo de frijól de 18 a 11 kilogramos sustituyendola por 7 kilogramos de arroz por persona. Esto ha llevado a los productores de esa leguminosa en Zacatecas a cambiar de cultivos, aun cuando en el último ciclo agrícola obtuvieron una cosecha de 350 mil toneladas, considerada buena a pesar de la atípica sequía que afectó al estado en 2005. En la tabla 7 se muestra la producción de algunos cereales y leguminosas en México, correpondientes a los años 2005 y 2006 [9].

Tabla 7
Producción de cereales y leguminosas

(Miles de toneladas) Cultivo	2005 Total (1)	2006
Granos		
Maíz	22 052.4	19 524.0
Trigo	2 993.5	3 152.4
Arroz	285.6	286.9
Sorgo	5 937.5	5 468.5
Leguminosas		
Frijol	1 218.6	874.1
Soya	132.9	184.5
Ajonjolí	31.3	16.2
Cártamo	103.5	67.9
Total	32 755.4	29 574.6

NOTA: Año oferta a la acumulación de los resultados de los ciclos primavera-verano y otoño- invierno. [17]

1.2 Consumo aparente de los principales productos agropecuarios

En materia de carne de res y ternera, México tiene un consumo de 19.6 kilogramos por persona por año, en carne de puerco, el consumo en México es de 9.6 kilogramos por persona por año, mientras que en pescado el consumo es de 10 kilos por persona en el DF, por arriba de la media nacional. En el caso de la leche el consumo “*per capita*” de leche para los mexicanos es de 153.5 L y de 25.8 kg de consumo por año de carne de pollo. Siendo ésta la de mayor consumo en México debido en parte también a su fácil preparación, menor costo por kilogramo y fácil acceso.

México es el primer consumidor de huevo fresco en el mundo, con un promedio “*per cápita*” anual de 21.7 kilogramos. La cantidad de producto adquirido por familia es de 21 huevos semanales, en promedio.

Un huevo contiene 212 mg de colesterol y sólo 1.5 mg de grasa saturada; comparado con otros alimentos es sumamente bajo; por ejemplo, en una cucharada de mantequilla encontramos siete gramos de grasa saturada, en dos cucharadas de queso crema seis, en una taza de leche entera cinco y en una salchicha pequeña tres gramos de grasa saturada. México es el sexto productor mundial de huevo; es autosuficiente; durante 2006 se produjeron 2.1 millones de toneladas de huevo en México; en este último año se produjeron 99 millones de cajas de huevo en el país.

El valor de la producción de huevo es mil 550 millones de dólares. El Distrito Federal es la entidad donde se vende más huevo en México y se prevé que en 2007 México registre un consumo per cápita de 20.5 kilogramos. El primer productor mundial es China, con mil 106 millones de cajas. En la tabla 8 se muestra el consumo de algunos alimentos desde 1995 hasta el 2007.

Tabla 8
Consumo de Leche, carne y huevo en México

Toneladas	Leche		Carne en canal					Huevo	
	(Miles de litros)		Bovino	Porcino	Ovino	Caprino	Pollo	Guajolote	
Periodo	Bovino	Caprino	Bovino	Porcino	Ovino	Caprino	Pollo	Guajolote	
1995	7 398 598	139 049	1 412 336	921 576	29 887	37 678	1 283 867	ND	1 241 987
1996	7 586 422	122 925	1 329 947	910 290	29 443	35 879	1 264 366	ND	1 235 872
1997	7 848 105	120 528	1 340 071	939 245	30 161	35 269	1 441 905	ND	1 328 935
1998	8 315 711	127 744	1 379 768	960 689	30 389	38 264	1 598 921	22 434	1 461 153
1999	8 877 314	130 998	1 399 629	994 186	30 785	37 431	1 731 538	22 951	1 634 793
2000	9 311 444	131 177	1 408 618	1 029 955	33 390	38 760	1 825 249	23 485	1 787 942
2001	9 472 293	139 873	1 444 621	1 057 843	36 221	38 839	1 928 022	24 266	1 892 143
2002	9 658 282	146 468	1 467 574	1 070 246	38 196	42 234	2 075 758	26 909	1 900 608
2003	9 842 422	147 607	1 496 030	1 043 030	39 839	41 992	2 156 579	26 178	1 881 766
2004	9 873 755	154 478	1 543 090	1 058 205	42 140	41 626	2 224 588	24 011	1 906 476
2005	9 854 805	160 952	1 559 142	1 087 814	45 436	42 499	2 344 669	24 732	2 065 114
2006	10 050 723	163 440	1 598 803	1 102 469	47 497	42 429	2 406 775	21 203	2 018 908
2007	10,276,226	166,812	1 625061	1 1 26643	48 385	43 329	2 511527	20 192	2 094804

Fuente [17]

1.3. PROTEÍNAS

Están presentes principalmente en la **carne, pescado**, productos **lácteos, huevos**, algunos vegetales. La función principal de las **proteínas** es aportar el nitrógeno y aminoácidos necesarios para la síntesis de las proteínas corporales y demás sustancias nitrogenadas.

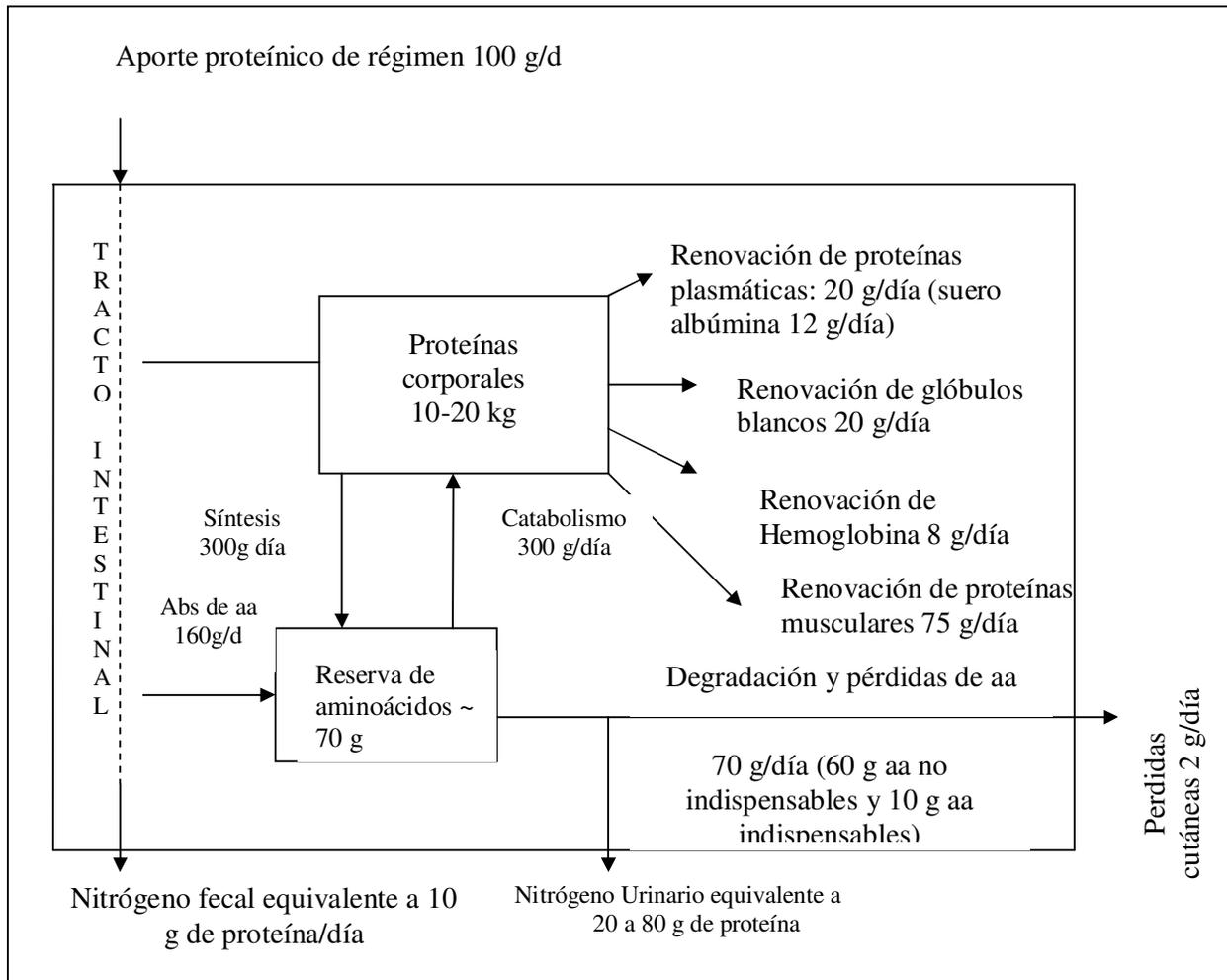
En la digestión son hidrolizadas por enzimas proteolíticas en sus componentes, los **aminoácidos**, que son absorbidos en el intestino delgado. Con estos aminoácidos nuestro organismo fabrica sus propias proteínas, que cumplen importantes funciones, como la enzimática, estructural, transportadora, obtención de energía entre otras. De los veinte aminoácidos, doce pueden ser sintetizados por el organismo, pero los otros ocho deben estar presentes en la dieta. Son los llamados **aminoácidos indispensables**. Alrededor de un 10% de la energía total necesaria en la alimentación debe estar en forma de proteínas.

1.3.1 Digestión de las proteínas y absorción

Las proteínas alimenticias son digeridas por enzimas proteolíticas, en el tracto-intestinal, primero actúa la pepsina presente en el jugo gástrico y después las proteasas segregadas por el páncreas (tripsina, quimotripsina, carboxipeptidasas, dipeptidasas). La mayoría de estos enzimas catalizan la hidrólisis de enlaces peptídicos específicos.

Los aminoácidos libres y los péptidos pequeños, se absorben a través de las células de los pliegues que recubren la mucosa intestinal. Existen mecanismos específicos de absorción para los aminoácidos neutros, ácidos o básicos, así como para los péptidos. La mayoría de los péptidos absorbidos se hidrolizan en el interior de las células intestinales. Los aminoácidos absorbidos se transportan rápidamente hacia el hígado, por la vena porta. Por 100 g de proteínas alimentarias ingeridas al día, solamente se eliminan por las heces unos 10 g (figura 1), si bien más de 50 a 70 g de proteínas “endógenas” (enzimas digestivos y proteínas de las células epiteliales de los pliegues intestinales) se excretan diariamente en el tracto-intestinal. Este mecanismo produce la cantidad y proporción óptima de los diversos aminoácidos necesarios para la síntesis de las proteínas corporales [18].

Figura 1 Comportamiento protéico y grupos de aminoácidos y su flujo diario en un hombre de 70Kg



Fuente [19]

1.3.2 Anabolismo y catabolismo protéicos

Las proteínas corporales (10-20 kg para un hombre de 70 kg) se degradan continuamente en aminoácidos *in situ* (catabolismo) y por consiguiente debe volver a sintetizarse en cantidades apropiadas (anabolismo). Este recambio (renovación dinámica), es rápido (3 a 4 días) para algunos tejidos tales como el hígado y la mucosa intestinal y menos rápido (varios meses) para las proteínas musculares, el colágenos de los huesos y tejidos conjuntivos. Los “pools” (reservas) de aminoácidos libres presentes en el plasma y en los tejidos y disponibles para la síntesis protéica, también quedan asegurados a su vez por las proteínas alimenticias ingeridas y por las proteínas corporales catabolizadas. El catabolismo protéico se produce sobre todo a nivel intracelular, donde diversas

proteasas, conocidas bajo el nombre de catepsinas, están localizadas en los compartimientos lisosomales. Se piensa que se necesita este recambio protéico para que la proporción de proteínas biológicamente activas puedan ajustarse a las variaciones de las necesidades del organismo. Entre el catabolismo y anabolismo protéicos no hay una sincronización perfecta en el tiempo y/o el espacio, los aminoácidos libres presentes en exceso en un momento dado se degradan por la vía del metabolismo glucídico (gluconeogénesis) con producción de energía. El nitrógeno liberado se excreta por la orina, principalmente bajo forma de urea (figura 1). A continuación se resumen algunos de los mecanismos responsables de estos fenómenos [18 y 20].

1.3.3 Aminoácidos libres y plasmáticos.

El hígado controla el flujo de aminoácidos en la sangre y por medio de ésta en todo el cuerpo. Cuando después de una comida rica en proteínas, llegan al hígado aminoácidos en cantidad superior a las necesidades corporales, los enzimas de degradación de los aminoácidos son rápidamente “inducidos” y sintetizados en las células hepáticas. La degradación se produce por desaminación oxidativa. Posteriormente el ácido glutámico y amoníaco resultantes, se transforman en urea en el hígado.

La proporción de aminoácidos libres en la sangre periférica (aminoácidos plasmáticos) solo refleja parcialmente los aminoácidos contenidos en la comida. Las deficiencias del aporte protéico (tal como se observa en algunos niños) reducen el nivel plasmático de la mayoría de los aminoácidos indispensables y en particular de aquellos de cadena alifática ramificada (isoleucina, leucina, valina). La proporción plasmática de triptófano, afecta a su penetración en el cerebro ya que se convierte en serotonina, que es un neurotransmisor.

Las reservas corporales de aminoácidos libre se presentan en un 0.5% de los aminoácidos ligados a las proteínas. La concentración de aminoácidos libres en los tejidos depende tanto del catabolismo y anabolismo, como de las proteínas ingeridas, pero también del hecho de que varios aminoácidos no indispensables (glicina, ácido glutámico, glutamina, alanina, ácido aspártico y serina, que participan en numerosas vías metabólicas) se sintetizan en los tejidos en grandes cantidades.

1.3.4 Metabolismo protéico y nitrógeno urinario

Los músculos del esqueleto representan alrededor de un 45% del peso del cuerpo del hombre adulto y contiene la mayor parte de las proteínas corporales. En un hombre de 70 kg, cada día se renueva 75 g de proteínas musculares. Estas proteínas constituyen reservas orgánicas que pueden utilizarse durante la juventud u otros periodos de privación calórica.

Cuando el aporte nitrogenado es muy bajo (alrededor de un 4% de proteínas en el régimen) y el aporte calórico suficiente, la degradación de proteínas corporales es mínima [21]. Este mecanismo de adaptación complica la evaluación de las necesidades proteicas diarias, pues mientras que un déficit de proteínas alimenticias reduce la proporción de catabolismo protéico, una deficiencia conjunta en proteínas y calorías lo aumenta, al menos al principio. La insulina y otras hormonas aumentan la síntesis protéica e inhiben la degradación de proteínas en el músculo. El recambio de las proteínas musculares, desciende con la edad.

Una deficiencia protéica también desciende la síntesis hepática, la cantidad en sangre y el catabolismo de las proteínas plasmáticas. Para valorar la malnutrición protéica se propusieron como índices la proporción en sangre de prealbúminas fijadoras de tirosina, las proteínas fijadoras de retinol, las albúminas y/o las prealbúminas totales.

Los productos finales del catabolismo de las proteínas y de los aminoácidos se expulsan por la orina bajo la forma de urea (representa normalmente 80% del nitrógeno urinario), ácido úrico, creatinina y amoniaco. La juventud o la deficiencia de aporte protéico, reduce mucho la secreción urinario del nitrógeno, aunque aumenta la secreción de amoniaco. La producción de creatinina refleja el catabolismo muscular, mientras que un aporte protéico que sobrepase las necesidades corporales, aumenta la proporción de nitrógeno urinario y no produce una acumulación de proteínas [19].

1.3.5 Necesidades del hombre en proteínas y aminoácidos

El metabolismo de las proteínas corporales, puede expresarse por la diferencia entre el aporte y la eliminación de nitrógeno, diferencia que se llama equilibrio nitrogenado. La cual si es positiva, como la que se produce durante el crecimiento, convalecencia, cicatrización, entonces la retención de nitrógeno sirve para depósito tisular y síntesis protéica. Si fuese negativa como la que se da durante una malnutrición, heridas infecciones, etc. Entonces se pierde nitrógeno. En el hombre adulto el equilibrio nitrogenado es igual a 0 pues se mantiene aunque el aporte sea mayor.

Las necesidades protéicas del adulto pueden calcularse como el aporte protéico mínimo, necesario para mantener el equilibrio. En la lactancia o infancia, se considera como aporte protéico mínimo aquel que permite una tasa de crecimiento óptima. Sin embargo, en el adulto frecuentemente las necesidades protéicas se determina a partir de la inevitable pérdida de nitrógeno, provocada por un régimen desprovisto de proteínas (método factorial). Después que un adulto haya sufrido este régimen por algunos días, la pérdida de nitrógeno urinario cae a 37 mg por día por kg de peso corporal, la pérdida de nitrógeno fecal a unos 12 mg, las pérdidas menores de nitrógeno (piel, sudor, etc) a 5 mg y la pérdida total de nitrógeno a 54 mg por día por kg de peso corporal [18]. Las pérdidas pueden variar según los individuos, por lo que se añade al valor final un factor de 1.3 además se sabe que se necesitan 1.3g de una proteína fácilmente absorbible y de utilización eficaz, tal como las proteínas del huevo o de la leche, para compensar la pérdida metabólica de 1 g de proteína. Finalmente, teniendo en cuenta que del conjunto de las proteínas alimenticias de los regímenes occidentales corrientes, contrariamente a las proteínas del huevo solo se absorben y se utilizan alrededor del 75%, por lo que la necesidad protéica diaria se aproxima a 0.8g de proteína por día por kg (56 g de proteína para un hombre de 70 kg).

En la tabla 9 se indican las necesidades protéicas diarias para un hombre o mujer adultos, para lactantes de menos de 6 meses y niños menores de 12 años. Estos valores están de acuerdo con los resultados de experimentación sobre equilibrio nitrogenado y son los recomendados por la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y alimentación (F.A.O) la Organización Mundial de la Salud (O.M.S) de naciones unidas y la “Nacional Academy of Science” (N. A. S) de U.S.A [20], como “aporte protéico de seguridad” para gentes en

buenas condiciones. Los adultos requieren menos proteínas por kg que los niños, porque el “recambio” protéico desciende con la edad y el crecimiento se detiene. En la mayor parte de los países occidentales el aporte protéico es unas dos veces superior al “aporte protéico de seguridad” por lo que las calorías protéicas alcanzan hasta un 11 a un 14 % del aporte total de calorías, mientras que el valor aconsejado es del 8%. Sin embargo si el consumo de proteína es superior a 150 o 200g puede afectar la salud y más si estas provienen de carnes con contenido alto de grasas saturadas. Las necesidades están influenciadas por el aporte calórico y si este es insuficiente, una parte de las proteínas alimenticias del régimen se utilizan para producir energía.

Las necesidades protéicas aumentan durante el crecimiento (crianza, embarazo) y la producción de secreciones (mujer lactante). Las heridas, quemaduras, infecciones, ataques parasitarios, malnutrición anterior y otros factores, también pueden aumentar las necesidades protéicas.

Actualmente se discuten los valores del “aporte protéico de seguridad” recomendado para el adulto. Ya que en los países en vías de desarrollo, los adultos logran mantener su equilibrio nitrogenado, consumiendo únicamente 0.44g por día por kg de proteínas de arroz [18 y 20], lo que solo es posible gracias a su adaptación metabólica a un aporte habitualmente bajo en proteínas. Aun se desconocen los efectos que puedan representar en salud a largo plazo un aporte protéico mínimo (funcionamiento de los órganos, resistencia a enfermedades) y la productividad en el trabajo. Por lo que las recomendaciones son de 1g por día por kg y por eso son importantes los valores finamente admitidos porque vana condicionar los programas de educación nutricional, la forma de interpretar las encuestas de consumo alimentario, las exigencias del etiquetado informativo, etc.

1.3.6 Necesidades en aminoácidos indispensables

Mientras que los aminoácidos “no indispensables” se sintetizan eficazmente en el organismo, ya sea a partir de metabolitos intermedios o de aminoácidos indispensables (cisteína a partir de metionina; tirosina a partir de fenilalanina), el hombre adulto no puede sintetizar los 8 aminoácidos “indispensables” o tan solo hacerlo en una proporción inapreciable. Por lo tanto, estos ocho aminoácidos tienen que ser aportados por el régimen. La alimentación humana también tiene necesidad de un aporte de histidina en el régimen.

Esta claramente establecido que regímenes deficientes en uno a varios aminoácidos indispensables impiden conseguir un crecimiento normal y pueden conducir a un enfermedad o mortalidad creciente y a daños precoces en el cerebro que afectan la capacidad de aprender. Sin embargo no se conocen las necesidades diarias exactas de aminoácidos indispensables. Su determinación, se intentó utilizando conjuntamente el método del equilibrio nitrogenado y regímenes en los que el nitrógeno era aportado por aminoácidos libres. Los valores provisionales recomendados por la FAO [16]. Utilizando estos valores al mismo tiempo que las necesidades protéicas diarias, la FAO propuso modelos provisionales de composición de aminoácidos indispensables para un régimen protéico ideal (“combinations types”) para lactantes, niños y adultos. Se considera que estos regímenes protéicos corresponden a las necesidades del organismo para cada uno de los aminoácidos indispensable; la utilización de aminoácidos debe ser, por lo tanto, completa.

La síntesis protéica a nivel ribosomal cesa o se retarda acusadamente cuando hay deficiencia de uno de estos aminoácidos (concentración media muy baja o velocidad de aporte muy variable). Eso motiva a que en un

régimen mal equilibrado, se utilicen parcialmente como fuente de energía, otros aminoácidos en vez de destinarse para el crecimiento o conservación de los tejidos. Se resalta que se comprobó que la relación entre la necesidad total en aminoácidos indispensables y las necesidades protéicas (E/T) es del 37% para los lactantes y del 15% para los adultos. En los adultos, las necesidades de aminoácidos indispensables son bajas, porque son capaces de reciclar eficazmente estos; esto explica que los adultos utilizan mejor las proteínas de los cereales, que los lactantes. Sin embargo, durante el crecimiento, el régimen tiene que aportar los aminoácidos indispensables para que sean incorporados a los tejidos. La relación E/T para el conjunto de las proteínas corporales está cerca al 45%. La edad y enfermedades influyen en la adaptación nutricional de una determinada fuente protéica. Por ahora, se conoce más el efecto que tienen el nivel de aporte protéico y las posibles interacciones entre aminoácidos sobre las necesidades de aminoácidos indispensables.

Investigaciones recientes indican que la velocidad de síntesis de las proteínas del conjunto del organismo (así como el “turnover”) aumenta cuando los niveles en lisina o leucina de régimen sobrepasan mucho las necesidades. Como no se conoce la velocidad óptima del “recambio” protéico, es difícil determinar las necesidades óptimas en aminoácidos indispensables.

Tabla 9
Necesidades de aminoácidos para los humanos*

Aminoácidos	Necesidades del niño de pecho (0-6 meses) mg/ [(día)(kg)]	Combinación tipo provisional (niños de pecho) mg/ g prot	Necesidades del niño (10-12 años) mg/ [(día)(kg)]	Combinación tipo provisional (niño) mg/g prot	Necesidades del adulto mg/ [(día)(kg)]	Combinación tipo provisional (adulto) mg/g prot
Fenilalanina (+ tirosina) (2)	125	63	27	34	14	25
Histidina	28	14	0	0	0	0
Isoleucina	70	35	30	37	10	18
Leucina	161	80	45	56	14	25
Lisina	103	52	60	75	12	22
Metionina (+ cisteina) (1)	58	29	27	34	13	24
Treonina	87	44	35	44	7	13
Triptofano	17	8.5	4	4.6	3.5	6.5
Valina	93	47	33	41	10	18
Total de aminoácidos indispensables	742	372.5	261	325.6	83.5	151.5
Total de necesidades en proteínas (huevo o leche)	2000		800		550	

(1) la cisteina puede cubrir como máximo 1/3 de la necesidad total de a.a. azufrados

(2) La tirosina puede cubrir como máximo 1/3 de la necesidad de a.a. aromáticos

*Expresada en mg/ kg

Fuente [18]

1.4 EL VALOR PROTÉICO DE LOS ALIMENTOS

Muchos alimentos básicos contienen menos del 3% de proteína (mandioca, patata) no satisfaciendo las necesidades protéicas del hombre, salvo que se ingieran en cantidades que sobrepasen las necesidades calóricas. Por el contrario, un régimen de cereales (de 8 a 10% en proteína), asegura las necesidades protéicas de un adulto, al mismo tiempo que cubre sus necesidades calóricas. Esto explica, probablemente, que en los países en vías de desarrollo la malnutrición tanto protéica y calórica (MARASMO) es más corriente que la malnutrición debida solamente a una deficiencia protéica (KWASHIORKOR).

1.4.1 Calidad de las proteínas

La calidad, el valor o equilibrio de una proteína alimenticia depende de la naturaleza y cantidades de aminoácidos que contiene, lo que representa una medida de la eficacia de cómo el organismo puede utilizar esa proteína. Una proteína equilibrada o de alta calidad, contiene los aminoácidos indispensables en proporciones correspondientes a las necesidades humanas. En general, las proteínas de origen animal, son de mejor calidad que las vegetales. Este hecho puede comprobarse comparando el contenido en aminoácidos de diversas proteínas con el modelo de referencia de la FAO que está calculado para satisfacer las necesidades de un adolescente.

Frecuentemente las proteínas de cereales son pobres en lisina y en algunos casos deficientes en triptófano y treonina. Las leguminosas suelen ser pobres en metionina. Los aminoácidos indispensables que resultan más deficientes con relación a las necesidades, se llaman “aminoácidos limitantes”.

Cuando la distribución en aminoácidos de un régimen difiere acusadamente del modelo ideal, se habla de “desequilibrio en aminoácidos”. Esto puede conducir a una menor eficacia en la utilización de estos o bien a un crecimiento retardado y una mayor susceptibilidad a las enfermedades y/o a una deficiencia permanente de la capacidad mental del niño.

Es posible compensar más o menos las deficiencias en aminoácidos mediante un régimen que contenga varias proteínas o proporciones complementarios de aminoácidos; esto puede lograrse aunque cada proteína por si sola sea de baja calidad. Así las proteínas de cereales pueden complementarse eficazmente con pequeñas cantidades de soya o leche, pero las proteínas de soya se complementan menos eficazmente por pequeñas cantidades de proteínas animales. También puede conseguirse mejorar el equilibrio en aminoácidos indispensables y la cantidad protéica en conjunto suplementando el régimen con aminoácidos libres (habitualmente L-lisina y D.L-metionina). La suplementación y complementación se ocupa mucho en alimentación animal [20]. La complementación es normal en la diversificada alimentación del mundo occidental y en algunos otros países. En general, un régimen en el cual un 30 a 40% sean proteínas de origen animal, tendrá un equilibrio conveniente en aminoácidos. La encuesta de la FAO de 1977 sobre el suministro de proteínas, indica que la disponibilidad media diaria en proteínas animales y vegetales era, respectivamente de 73 y 34 g por persona en USA mientras que no alcanzaba 12 y 44 g por persona en países en vías de desarrollo. Se intentó añadir lisina en los regimenes de cereales

consumidos por diversas poblaciones humanas de África y del Medio Oriente pero, sin embargo parece que este intento no mejora las condiciones fisiológicas, porque probablemente los cereales satisfacen ellos solos las necesidades protéicas. Una suplementación excesiva puede conducir a “antagonismos” entre aminoácidos e inclusive a una toxicidad. El antagonismo proviene de un aumento de necesidades en determinados aminoácidos, debido al aumento en el régimen de otro aminoácido. Por ejemplo en el pollo, un aporte de leucina que exceda las necesidades (lo cual puede producirse después de una ingestión de maíz o sorgo) rebaja la utilización del triptófano e isoleucina y por tanto aumenta las necesidades de estos dos aminoácidos. Grandes excesos de metionina, cisteína, tirosina, triptófano e histidina reducen el crecimiento e ingestión alimenticia originando así en el animal ciertos estados patológicos.

1.4.2 Disponibilidad de aminoácidos

Los aminoácidos presentes en las proteínas de los regímenes no están siempre disponibles de forma total, por lo que la digestión de la proteína o absorción de estos puede ser incompleta. Generalmente, los aminoácidos de las proteínas animales se digieren y absorben en una proporción del 90% mientras que las de algunas proteínas vegetales, solo pueden ser absorbidos en un 60 a 70% Esta deficiente utilización puede deberse a varios factores:

- 1) Conformación de la proteína. Las proteasas atacan más lentamente a las proteínas fibrosa, insolubles, que a las globulinas que son solubles. Sin embargo frecuentemente, la desnaturalización protéica por medio de un calentamiento moderado aumenta la digestión.
- 2) La fijación de metales, lípidos, ácidos nucleicos, celulosa y otros polisacaridos puede rebajar parcialmente la digestión de las proteínas.
- 3) La presencia de factores antinutricionales, tales como los inhibidores trípina y quimiotrípsicos que pueden disminuir la digestión y otros disminuyen la absorción.
- 4) El tamaño y la extensión de la superficie de las proteínas.
- 5) Los tratamientos térmicos a alta temperatura o a pH alcalino o en presencia de glúcidos reductores, disminuyen la digestibilidad y la disponibilidad especialmente de lisina.
- 6) Las diferencias biológicas existentes entre individuos pueden afectar a su capacidad para digerir las proteínas.

La cronología de la liberación de un aminoácido resulta casi tan importante como el periodo de digestión, porque puede influenciar en el aprovechamiento de los mismos. Una liberación y absorción rápida, motivan una degradación acelerada en el hígado. De esta forma puede haber en los lugares de absorción una competencia entre

aminoácidos especialmente si alguno está en exceso. Estos factores explicarían porque las proteínas poseen a igualdad de masa un valor nutritivo superior a una mezcla equivalente de aminoácidos libres [22].

1.4.3 Cuenta Química (CQ) (Predicción)

Es un método para evaluar la calidad proteínica basada en los requerimientos de aminoácidos del humano. Este método fue adoptado recientemente por la Food and Drug Administration (FDA) y por la FAO Food and Agricultural Organization of the United Nations/World Health Organization (FAO/WHO 1993). y que es mencionado como el mejor método para determinar la calidad proteínica de alimentos que beneficien el sustento y desarrollo de los humanos [23].

Este método nos da la siguiente escala

Tabla 10
Valores de referencia para el score químico

Referencia	(1.0)
Huevo blanco	(1.0)
Caseína	(1.0)
Leche	(1.0)
Carne	(0.92)
Soya	(0.91)
Frijol	(0.68)
Trigo	(0.54)
Lentejas	(0.52)
Cacahuates	(0.52)

Fuente [24]

La evaluación de la proteína en el score químico es diferente que en el PER y demás métodos biológicos. El PER se basa en los requerimientos que necesitan las ratas para su desarrollo, lo cual es significativamente diferente a los de los humanos. El score químico se basa en las necesidades de aminoácidos de los humanos para evaluar la calidad proteínica (ajustado por digestibilidad). Considerando que los niños de 2 a 5 años de edad son el grupo con una mayor demanda de aminoácidos. Otros métodos de evaluación biológica usan la absorción de nitrógeno como base. Sin embargo no toma en cuenta ciertos factores que influyen en la digestión de las proteínas y tiene limitaciones para el uso en humanos ya que no se sabe cual es el verdadero valor de los requerimientos de nitrógeno. Pero si puede ser usado para evaluar alimentos con diferencias proteínicas conocidas y para conocer las cantidades absorbidas de nitrógeno, que se asume son las utilizadas para la síntesis de proteínas, como indicador de evaluación de estas.

Usando el score químico la calidad proteínica es determinada por comparación del perfil de aminoácidos de un alimento en específico contra un perfil estándar de aminoácidos que tiene el valor más alto 1.0, que significa que dicho alimento al ser digerido provee el 100% de aminoácidos requeridos o más.

La FDA dio dos razones del porque se adoptó el score químico como método oficial:

1. El método del score químico se basa en requerimientos de aminoácidos de humanos a diferencia de otros métodos en donde se utilizan requerimientos de animales.
2. Debido a la previa recomendación de la FAO de implementarlo con propósitos regulatorios.

Limitaciones

Los aminoácidos que llegan a porciones del ileum en el organismo son menos absorbidos que otros, además de que estos pueden ser utilizados por bacterias, lo cual repercute directamente en la cantidad de nitrógeno en heces y que no se puede medir ocasionando una variación en la medición de absorción de nitrógeno debido a la digestión. Además de que no sabemos cuales fueron las proteínas utilizadas por el hombre [24].

Existen aminoácidos que se pierden debido a la presencia de factores antinutricionales como los taninos presentes en la soya y que se asume son absorbidos por el organismo.

Este método aun está incompleto ya que en las dietas normales no se tiene un solo tipo de proteína, sin embargo permite calcular el score químico ya que se puede obtener un perfil de aminoácidos y la cantidad que provee cada uno de los alimentos en la dieta, y que es diferente a los demás perfiles.

Por ejemplo las proteínas de los cereales tienen un score químico de 0.4 a 0.5 limitado por Lisina, pero por otro lado las leguminosas tienen un valor de 0.6 a 0.7 limitado por metionina. Cuando los dos son consumidos juntos, el valor que se tiene es de 1.0 ya que las proteínas se suplementan.

2 PLAN DE INVESTIGACIÓN

2.1 Objetivo General:

- ❖ Recopilación, integración, depuración y análisis estadístico de los datos disponibles sobre la determinación de relación de eficiencia proteica (PER) y relación neta proteínica (NPR) de alimentos de mayor consumo en México, realizadas en el laboratorio de Nutrición de la Facultad de Química de la UNAM.

3 METODOLOGÍA

3.1 ENSAYOS BIOLÓGICOS

Existen dos grandes categorías de ensayos biológicos para evaluar la calidad de una proteína, aquellas que se basan en el balance de peso corporal de los animales y las que se basan en el balance de nitrógeno (nitrógeno absorbido o retenido).

Fue hasta el siglo XX en que se mostró interés en averiguar la influencia de la composición de los aminoácidos (aa) de una proteína y por los estudios hechos en ese tiempo se llegó a conocer que el factor determinante del valor nutritivo de una proteína lo constituye la composición y proporción de los aa indispensables contenidos en ella. En estudios realizados por Rosse y colaboradores que llegaron a establecer las necesidades de proteínas por el hombre y los requerimientos de aa en hombres y mujeres jóvenes, calculando la cantidad y proporción de aa indispensables necesitados a una determinada edad para el mantenimiento del cuerpo en adultos y niños en crecimiento. El cálculo de proteína y aa necesarios por el hombre se publican periódicamente por la Organización de Agricultura y Alimentos (FAO por sus siglas en inglés) y la Organización Mundial de la Salud y más recientemente National Research Council (NRC) [25,26 y 27]

Dentro de los ensayos para evaluar la calidad de una proteína se tienen métodos químicos y biológicos, de los cuales los últimos son hasta el momento los más confiables especialmente en el estudio de las funciones de la nutrición. Se han realizado interesantes intentos para reemplazar a los animales utilizados en los ensayos biológicos por microorganismos (mo.); sin embargo, para ello es necesario de disponer de cepas de mo. con los mismos requerimientos nutritivos que los del hombre; además, su manejo y cultivo es complicado sobretodo en el manejo de protozoarios [28]

3.2 RELACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PROTEÍNA (REP)

El grado de crecimiento de un animal bajo condiciones bien definidas, provee la información para evaluar la calidad nutritiva de una proteína, ya que si ésta tiene una deficiencia en uno o más aminoácidos indispensables, el crecimiento del animal se verá reducido al compararse con una proteína patrón utilizada al mismo tiempo que la que está en prueba.

En 1915 Osborne, Mendel, McCollum y Davis introdujeron el concepto de PER que corresponden a la siglas del término en inglés Protein Efficiency Ratio, que se podría traducir como Relación de Eficiencia Proteínica (REP), el cual ha sido varias veces modificado y constituye el procedimiento más utilizado para la evaluación de la calidad nutritiva de una proteína en el área de la ciencia de los alimentos [29 y 30].

3.2.1 REACTIVOS Y MATERIALES

Se debe contar con un bioterio que cuente con un rack metálico de acero inoxidable para colocar las jaulas individuales donde se ponen los animales de experimentación.

- Ratas machos recién destetadas raza Wistar.
- Dieta de referencia (caseína)
- Dieta de la fuente de proteína a evaluar (isoproteica e isocalórica)
- Mezcla de Vitaminas y Minerales
- Jaulas de acero inoxidable.
- Comederos y bebederos.
- Balanza granataría
- Balanza para pesar los animales
- Papel Manila .
- Cernidor (de 2 ± 0.5 mm de abertura)
- Franela o un trapo limpio.

3.2.2 ELABORACIÓN DIETA DE REFERENCIA

Es importante hacer notar que la dieta debe llevar un 10% de proteína, de tal manera que se garantice que toda la proteína va a ser incorporada si la calidad es buena.

La composición de la dieta de referencia se muestra en la tabla 11.

Tabla 11. Dieta de referencia caseína

Ingredientes	g/100 g de dieta
Caseína (94.3% de proteína)	10.6
Sacarosa	22.0
Glucosa	19.0
Dextrina	25.0
Manteca vegetal	8.0
Aceite de maíz o cártamo	6.0
Mezcla de sales	2.0
Mezcla de vitaminas	1.0
Colina (solución al 50%)	0.4
Celulosa comercial	6.0
Total	100.0

Fuente [31]

Pesar los ingredientes sólidos, excepto las vitaminas, homogenizar en la mezcladora y adicionar la manteca (fundida) junto con el aceite, agregar al final la mezcla de vitaminas, previamente mezclarlas con un poco de sólidos, en un mortero, para dispersarla mejor.

3.2.3 ELABORACIÓN DIETA EXPERIMENTAL

Con el fin de evaluar la calidad nutricia de una proteína es necesario como ya se dijo antes, elaborar una dieta isoproteínica e isocalórica con respecto a la dieta de referencia, que en la mayoría de los estudios es caseína.

Para elaborar la dieta es indispensable contar con el análisis proximal del alimento en estudio para poder ajustar los nutrimentos a la composición de la dieta de referencia y hacer las comparaciones pertinentes.

De igual manera que en la dieta de referencia se hace notar la importancia que la dieta debe llevar un 10% de proteína experimental, de tal manera que las condiciones sean las mismas.

Debido a que la dieta experimental posee difentes porcentajes a los de la dieta d referencia esta debe ser ajustada para mantener la condición de isoproteínica e isocalórica

A continuación se muestra un ejemplo para cálculo de dieta experimental de *Bahuinia purpureae* de la cual conocemos su análisis proximal que se muestra en la tabla 12

Tabla 12. Análisis proximal de *Bahuinia purpurea*

Componentes	g/100 g de muestra
Humedad (Pérdida por secado)	4.41
Proteína (%N X 6.25)	29.61
Grasa (extracto etéreo)	18.48
Cenizas (550°C)	3.42
Fibra cruda	5.04
Hidratos de carbono (por diferencia)	39.04
Total	100.0

Como la dieta debe ser isoproteínica con respecto a la de referencia se calcula a 10% de proteína:

$$\begin{array}{l} 29.61 \text{ g proteína vegetal} \text{ -----} 100\text{g muestra} \\ 10 \text{ g de proteína vegetal} \text{ -----} X \\ \qquad \qquad \qquad X=33.77 \text{ g de muestra} \end{array}$$

En 33.77g de muestra se tienen 10 g de proteína de la fuente a estudiar, pero a su vez dicha cantidad proporciona lo siguiente:

$$\begin{array}{l} 100 \text{ g de muestra} \text{ -----} 18.48 \text{ g lípidos} \\ 33.77 \text{ g} \text{ -----} X \\ \qquad \qquad \qquad X=6.24\text{g de lípidos} \end{array}$$

De igual manera se calcula el contenido de hidratos de carbono digeribles, cenizas, fibra cruda y humedad:

Proteína		= 10 g
Lípidos (grasa)	=33.77 X 0.1848	= 6.24 g
Hidratos de carbono digeribles	=33.77 X 0.3904	= 13.18 g
Cenizas (minerales)	=33.77 X 0.0342	= 1.15 g
Fibra (celulosa)	=33.77 X 0.0504	= 1.70 g
Humedad	=33.77 X 0.044	= 1.50 g
Total		33.77 g

Ya que la dieta de referencia tiene una densidad energética de 18.0 kJ/g se tiene que ajustar el contenido energético de la dieta de estudio de la siguiente manera:

Es necesario calcular las proporciones de cada uno de los ingredientes que aportan hidratos de carbono en la dieta de referencia.

Los 66 g (100%) de hidratos de carbono totales provienen de:

Ingrediente	g	Cálculo	Relación en %
Sacarosa	22	$(22 \times 100) / 66$	33.33
Glucosa	19	$(19 \times 100) / 66$	28.79
Dextrina	25	$(25 \times 100) / 66$	37.88

Igualmente se calculan las proporciones para los lípidos considerando 14 g como total:

Ingrediente	g	Cálculo	Relación en %
Manteca	8.0	$(8 \times 100) / 14$	57.14
Aceite de maíz	6.0	$(6 \times 100) / 14$	42.86

Una vez que se conocen las proporciones en las que se encuentran tanto los hidratos de carbono como los lípidos en la dieta de referencia, la dieta de estudio se ajusta de la siguiente forma:

Hidratos de carbono:

La fuente de proteína aporta 13.18 g de hidratos de carbono, entonces se calcula cuanto se debe adicionar para completar los 66 g que se requiere para que se mantenga isoenergética la dieta con respecto a la de referencia.

$66\text{g} - 13.18\text{g} = 52.82\text{g}$ de hidratos de carbono que se tienen que adicionar.

Ingrediente	Cálculo	Cantidad a adicionar (g)
Sacarosa	$(52.82 \times 33.33) / 100$	17.60
Glucosa	$(52.82 \times 28.79) / 100$	15.21
Dextrina	$(52.82 \times 37.88) / 100$	20.01
Total		52.82

Se procede de igual forma para ajustar el contenido de lípidos:

$14.0\text{g} - 6.24\text{g} = 7.76\text{g}$ de lípidos que se tienen que adicionar a la fuente de proteína.

Ingrediente	Cálculo	Cantidad a adicionar (g)
Manteca	$(7.76 \times 57.14) / 100$	4.43
Dextrina	$(7.76 \times 42.86) / 100$	3.33
Total		7.76

Una vez ajustados el contenido de proteína, hidratos de carbono y lípidos en la dieta se ajusta el contenido de minerales:

$$2\text{g (referencia)} - 1.15\text{ g (fuente de proteína)} = 0.85\text{ g de minerales a adicionar.}$$

La cantidad de vitaminas y colina se adicionan como se indica en la dieta de referencia.

Con respecto al ajuste de celulosa se debe mencionar que al no considerarse la humedad en las dietas, habrá una pequeña discrepancia entre las dietas, por lo que se usa a la celulosa para ajustar la formulación de la siguiente manera:

$$\text{Celulosa adicional} = 100 - \Sigma (\text{proteína, hidratos de carbono, lípidos, minerales, vitaminas y colina})$$

Una vez realizados todos los ajustes se tiene ajustada la dieta experimental de *Bahuinia purpurea* que se muestra en la tabla 13.

Tabla 13 Formulación final de la dieta experimental de *Bahuinia purpurea*

Ingredientes	g/100 g de dieta
Fuente de proteína	33.77
Sacarosa	17.60
Glucosa	15.21
Dextrina	20.01
Manteca vegetal	4.43
Aceite de maíz o cártamo	3.33
Mezcla de sales	0.85
Mezcla de vitaminas	1.00
Colina (solución al 50%)	0.4
Σ	96.60
Celulosa (Cantidad para reajustar a 100 g)	3.40

3.2.4 SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DE ANIMALES

Para el método de REP se acepta que la ganancia en peso de los animales de ensayo provee una medida confiable del valor nutricional de la fuente de proteína en un dieta; sin embargo, ya que factores tales como la edad, sexo, periodo de ensayo, nivel de proteína entre otros, definitivamente afectan la determinación de la REP, a continuación se mencionan los mínimos requerimientos para llevar a cabo este bioensayo [25 y 32].

Se deben emplear ratas macho **Wistar** o **Sprague Dowley** ya que los expertos en estos bioensayos manifiestan que en los estudios de nutrición realizados con estas especies de roedor, su crecimiento refleja fielmente la calidad nutricional de su alimentación; además, las ratas de esta raza son poco sensibles a los factores ambientales e infecciosos a diferencia de otros roedores. Las ratas deben ser de 21 a 23 días de edad (recién destetadas) y el intervalo de peso del lote de las ratas no debe rebasar los 10 gramos.

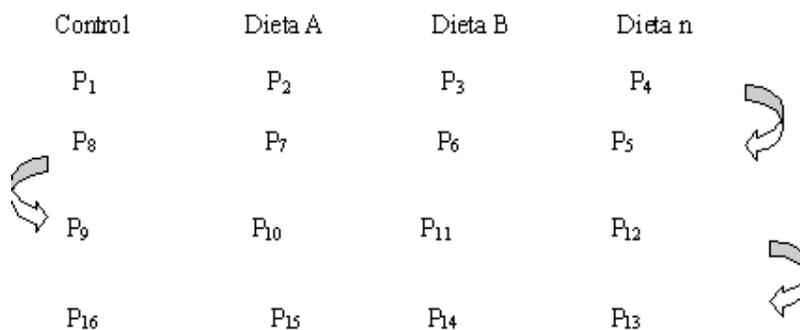
El periodo de ensayo va de 21 a 28 días y deben mantenerse con alimento y agua “*ad libitum*”, en condiciones de 12 horas de iluminación por 12 horas de oscuridad con una temperatura de 23 a 24°C y una humedad relativa entre 30 a 35% [31].

Una vez contando con la dieta de la fuente de proteína ensayar y las ratas que cumplan las especificaciones, se realiza la distribución en donde primero se pesan todos los animales al azar (balance especial para animales pequeños de laboratorio) y con estos datos se ordenan de forma ascendente (del menor peso al mayor de los animales de acuerdo a su peso corporal utilizando el método de “culebra japonesa” que se indica a continuación.

P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9,.....Pn

El número de ratas para cada lote de la dieta de estudio y la de control (caseína) es entre 6 y 10 ratas por lote. En el laboratorio de nutrición se utilizan 6 ratas.

Distribución en lotes de acuerdo al peso



Una vez distribuidos los animales en las jaulas individuales se les colocará el comedero con la dieta correspondiente, en cantidad que siempre contenga exceso de alimento para que su consumo sea “*ad libitum*”, lo mismo se debe hacer con el bebedero. Como las ratas al alimentarse tienden a desperdiciar alimento, es conveniente colocar debajo de cada jaula una charola hecha con papel manila, para recuperar este alimento separándolo de las heces con la ayuda de un cernidor y considerar el alimento real ingerido. Los animales se deben pesar cada tercer día (lunes, miércoles y viernes) y se registrará el peso de cada rata y el alimento ingerido considerando el alimento recolectado de la charola de papel manila. Esto se realiza durante los 21 días que dura el experimento.

Para llevar a cabo el control de datos, es necesario contar con un formato para anotar adecuadamente los resultados obtenidos a través del periodo de experimentación, para lo anterior se propone el formato de registro de datos que se encuentra en el [anexo 1].

3.2.5 CALCULOS

Contando con los resultados al final del experimento, se procede a calcular la REP de cada uno de los animales de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$REP = \frac{\Delta P}{\Sigma AI \times F} = \frac{\Delta P}{Cant_{proteína ingerida}}$$

Donde:

ΔP = Incremento de peso (expresado en gramos) ($P_f - P_i$)

ΣAI = Alimento ingerido acumulativo o total (expresado en gramos)

F = factor de conversión unitario del contenido de proteína en el alimento (% de proteína en la dieta /100)

Con cada uno de los valores individuales de la REP, se procede a calcular el REP promedio del lote en estudio con su correspondiente desviación estándar y su coeficiente de variación (CV) de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$REP = \frac{\sum_{i=1}^n REP_i}{n}$$

$$CV = \frac{\sigma}{\overline{REP}} \times 100$$

Donde:

σ = Desviación estándar de los datos.

—

\overline{REP} = valor promedio de la REP

Los datos de este bioensayo deben mostrar homogeneidad, para lo cual es necesario que el CV sea $\leq 15\%$, en caso contrario se debe de reducir el rango de los datos presentados, por consiguiente se deben eliminar los valores extremos, o sea el dato más alto y el más bajo y de nuevo volver a recalcular el CV.

Ya que los métodos biológicos con mucha frecuencia presentan variación interlaboratorio, no es sorprendente que exista una variación considerable entre los laboratorios, en la obtención del valor absoluto de una variable biológica y como la REP no es la excepción, algunos investigadores han sugerido expresar el valor de la REP en términos de Relación de Eficiencia Proteínica ajustada o corregida (REP_a); para lo cual, es necesario contar con el valor experimental de este índice biológico del lote de animales alimentados con la dieta de caseína (referencia) que cumplan los requisitos mínimos de experimentación

Para calcular el REP ajustado se utilizan los valores de caseína experimental y el estandarizado como se muestra en la siguiente ecuación.

$$REP_a = REP (PRUEBA) \frac{REP (CASEÍNA)_{STD}}{REP (CASEÍNA)_{EXP}}$$

$REP (caseína)_{exp}$ = REP de caseína obtenido del experimento.

$REP(prueba)$ = REP experimental de la proteína a evaluar.

$REP(caseína)_{std}$ = REP de la caseína estandarizado (2.5)

REP_a = REP ajustado

3.3 DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE PROTEÍNA NETA (RPN)

No obstante que el método biológico más utilizado para evaluar la calidad de la proteína es la REP, tiene el inconveniente de que como su fundamento se basa en el crecimiento de los animales de ensayo, proteínas de baja o mala calidad nutritiva, manifiestan una respuesta muy variable, debido a que se exagera la variabilidad intraespecie y con este método es difícil asignar un valor preciso, ya que las proteínas de baja calidad, solo pueden cubrir una parte de las necesidades de mantenimiento de proteína. Aunado a lo anterior, si se reduce la ingestión de alimento por el animal, el valor de la REP de una proteína será mucho menor, ya que como el animal de experimentación tiene una necesidad de mantenimiento fija en lo que respecta a proteína, si se reduce la ingestión de ésta, quedará una proporción más pequeña disponible para el crecimiento cuando en ocasiones los valores de REP son negativos [33].

El anterior inconveniente puede solucionarse, determinando la cantidad de peso corporal que se perdería si el animal de experimentación no ingiriera proteína durante el periodo de ensayo, ya que antes de que se genere el incremento de peso corporal, la proteína por ensayar debe cubrir las necesidades proteínicas de mantenimiento. Bender y Doell propusieron en 1957 el método biológico de balance corporal de NPR, que corresponden a las siglas del término en inglés Net Protein Ratio, que se traduce en Relación de Proteína Neta (RPN) y que elimina casi por completo el efecto no deseable que producen proteínas de baja calidad al realizar el método de la REP [26].

3.3.1 REACTIVOS Y MATERIAL

Es el mismo que se utiliza en el método de REP.

3.3.2. PROCEDIMIENTO

El método de RPN se efectúa en forma similar al de la REP, pero requiere de alimentar a un lote de animales de experimentación con una dieta libre de nitrógeno (exenta de proteína), que producirá una pérdida de peso

corporal, la cual debe sumarse a la ganancia en peso al lote de animales alimentado con la dieta de la fuente de proteína a ensayar. Por lo tanto, la RPN tiene la ventaja de poder evaluar proteínas de baja calidad; además, es un método biológico relativamente corto, ya que estrictamente sólo se requiere de 10 días de experimentación, debido a que es el tiempo razonable para poder mantener con la dieta libre de nitrógeno (DLN) a los animales de este lote tabla 14. Se asume que la pérdida de peso corporal del lote de las ratas alimentado con la DLN, es equivalente a las necesidades proteínicas para su mantenimiento [29].

Tabla 14 Dieta Libre de Nitrógeno

Ingredientes	g/100 g de dieta
Sacarosa	22.0
Glucosa	29.5
Dextrina	25.0
Manteca vegetal	8.0
Aceite de maíz o cártamo	6.0
Mezcla de sales	2.0
Mezcla de vitaminas	1.0
Colina (solución al 50%)	0.4
Celulosa comercial	6.1
Total	100.0

Una vez contando con la dieta de la fuente de proteína a ensayar (por ejemplo maíz) y las ratas que cumplan las especificaciones, se realiza la distribución de los animales de acuerdo a su peso corporal utilizando el método de “culebra japonesa” que se mencionó en el método de REP.

Para llevar a cabo el control de datos, es necesario contar con un formato para anotar adecuadamente los resultados obtenidos a través del periodo de experimentación, para lo anterior se propone el formato de registro de datos que se anexa a este protocolo [anexo 2].

3.3.3 CALCULOS

Contando con los resultados al final de los 10 días de experimentación, se procede a calcular la RPN de cada uno de los animales, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$RPN = \frac{[\Delta P (\text{PRUEBA}) + \Delta P (\text{DLN})]}{\Sigma AI \times F}$$

Donde:

$\Delta P (\text{PRUEBA})$ = Incremento de peso con la dieta de prueba (g) ($P_f - P_i$)

$\Delta P (\text{DLN})$ = Decremento de peso con la DLN (g) ($P_i - P_f$)

ΣAI = Alimento ingerido en le periodo de 10 días (g)

F = factor de conversión unitario del contenido de proteína en el alimento (% de proteína en la dieta /100)

Con cada uno de los valores individuales de la RPN, se procede a calcular la RPN promedio del lote en estudio con su correspondiente desviación estándar, para su vez su coeficiente de variación (CV) de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$RPN = \frac{\sum_{i=1}^n RPN_i}{n}$$

$$CV = \frac{\sigma}{\overline{RPN}} \times 100$$

Donde:

σ = Desviación estándar de los datos.

—

RPN = valor promedio de la RPN

Los datos de este bioensayo deben mostrar homogeneidad, para lo cual es necesario que el CV sea $\leq 20\%$, en caso contrario se debe de reducir el rango de los datos presentados, por consiguiente se deben eliminar los valores extremos, o sea el dato más alto y el más bajo y de nuevo volver a recalcular el CV

Para calcular el RPN ajustado se utilizan los valores de caseína experimental y el estandarizado.

$RPN_{(caseína)_{exp}} = RPN$ de caseína obtenido del experimento.

$REP_{(prueba)} = RPN$ experimental de la proteína a evaluar.

$REP_{(caseína)_{std}} = RPN$ de la caseína estandarizado (4.1)

3.4 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis de la información se utilizó el programa estadístico “SPSS 12.0 para Windows”, en donde se capturaron los datos para cada una de las fuentes de proteínas alimenticias, calculando en primera instancia, promedio, desviación estándar, valores de PER y NPR ajustados y coeficiente de variación con la dieta de caseína experimental que se realizó en cada uno de los semestres como referencia.

Posteriormente se realizó la prueba de datos anómalos, y que se muestran en gráficos comparativos de cajas, con el fin de eliminar todos aquellos valores que son improbables debido a su lejanía con la media y aquellos que

tienen coeficientes de variación mayores a 15 en el caso de PER y 20 en el caso de NPR. Para disminuir el rango y la desviación estándar, procurando tener en todos los casos como mínimo 3 valores de cada una de las dietas.

Posteriormente se clasificaron las fuentes de proteínas alimenticias, en cereales, leguminosas, carnes y derivados, lácteos y huevo, para poder analizar por grupos y cuyos resultados se muestran las tablas que contienen la información de PER y NPR.

Como parte del análisis estadístico se utilizaron algunas fórmulas básicas como son las de promedio, desviación estándar, coeficiente de variación y datos anómalos.

Media: (media aritmética o simplemente media). es el promedio aritmético de las observaciones, es decir, el cociente entre la suma de todos los datos y el número de ellos. Si x_i es el valor de la variable y n_i su frecuencia, tenemos que:

$$\bar{x} = \frac{\sum_i x_i}{n}$$

La desviación estándar: o desviación típica (σ) es una medida de centralización o dispersión para variables de razón (ratio o cociente) y de intervalo, de gran utilidad en la estadística descriptiva. σ

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

El coeficiente de variación (de Pearson): es una medida de dispersión útil para comparar dispersiones a escalas distintas pues es una medida invariante ante cambios de escala. Sirve para comparar variables que están a distintas escalas pero que están correlacionadas estadísticamente y sustantivamente con un factor en común. Es decir, ambas variables tienen una relación causal con ese factor. Su fórmula expresa la desviación estándar como porcentaje de la media aritmética, mostrando una mejor interpretación porcentual del grado de variabilidad que la desviación típica o estándar. Por otro lado presenta problemas ya que a diferencia de la desviación típica este coeficiente es variable ante cambios de origen. Por ello es importante que todos los valores sean positivos y su media de por tanto un valor positivo. A mayor valor de C.V. mayor heterogeneidad de los valores de la variable; y a menor C.V., mayor homogeneidad en los valores de la variable. Suele representarse por medio de las siglas C.V.

$$C_V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100$$

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS REP

Una vez realizados los ensayos en las condiciones establecidas se recolectaron todos los datos de las dietas y se determinó el REP para cada una de estas y que se muestran en la tabla 15.

Para no repetir los cálculos, solo se describirán dos ejemplos del análisis de las dietas: caseína y maíz, a los cuales se les determinó, promedio, desviación estándar y coeficiente de variación.

Debido a que los valores promedios de las dietas de caseína están por arriba y por abajo del 2.5 que es el valor estándar reportado para caseína, se realizó un análisis estadístico para definir el rango de aceptación de los datos de REP de las dietas, utilizando el programa estadístico SPSS 12.0 para Windows cuyo resultado se muestra en la gráfica 1 y tabla 16.

En la gráfica 1 para caseína se muestra con una línea la tendencia central, la caja representa el rango de los valores, y por consiguiente los datos que están fuera de la caja son los datos anómalos y son los datos a eliminar.

Una vez detectados los datos anómalos se procede a su eliminación como y nuevamente se realiza el análisis estadístico para obtener de nuevo el valor de tendencia central o media, rango y coeficiente de variación gráfica 2 y tabla 17.

Como resultado del nuevo estudio estadístico se obtuvo que el valor REP experimental de caseína es de 2.58 que es muy similar al 2.5 de valor de referencia de caseína.

Tabla 15
Valores del ensayo biológico PER para dieta de caseína.

VALOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	3.17	2.74	2.88	2.22	2.48	2.33	2.22	2.44	3.93	2.42	3.44	2.46
2	2.99	1.57	2.71	--	2.66	2.31	1.92	2.39	1.49	2.06	3.35	2.43
3	3.0	3.23	2.82	2.85	3.59	1.05	2.34	2.06	2.64	1.99	2.44	2.12
4	3.05	2.66	2.86	2.16	2.84	2.37	2.48	1.93	2.99	2.62	2.87	2.91
5	2.94	3.13	3.67	2.75	2.67	2.48	1.88	2.72	2.33	2.39	2.05	2.86
6	2.27	2.54	2.47	2.47	2.54	2.31	2.15	2.38	3.62		2.76	2.53
X	2.9	2.77	2.75	2.49	2.8	2.36	2.16	2.48	2.89	2.30	2.97	2.55
Σ	0.14	0.255	0.169	0.308	0.408	0.071	0.234	0.16	0.553	0.264	0.418	0.295
c.v.	4.8	9.2	6.1	12.3	14.5	3.0	10.8	6.5	19.1	11.4	14	11.5

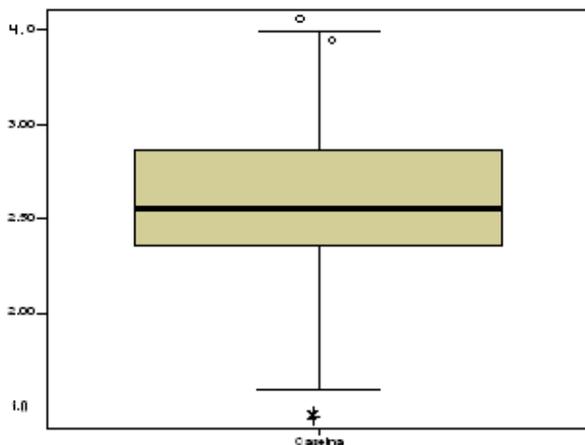
VALOR	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1.20	2.78	2.46	1.55	3.61	3.13	2.4	3.14	1.20	3.34
2	1.20	2.57	2.6	1.42	3.97	3.44	2.34	2.70	1.68	3.25
3	0.55	1.99	3.04		3.27	2.93	2.43	2.48	2.28	2.49
4	0.67	2.6	2.74	2.01	3.49	3.14	1.79	3.03	2.77	2.30
5	0.87	2.12	3.29	2.39	3.14	2.88	2.04	2.39	2.88	2.35
6	1.06	2.14	2.01	1.93	3.48	2.6	2.36	3.82	2.38	2.64
x	0.92	2.37	2.71	1.97	3.49	3.02	2.22	2.84	2.38	2.73
σ	0.251	0.322	0.304	0.344	0.288	0.285	0.258	0.303	0.438	0.457
c.v.	27.2	13.5	11.2	17.5	8.2	9.43	11.6	10.7	19.2	16.7

VALOR	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1	2.83	1.27	1.75	2.81	1.53	2.42	2.60	2.29	3.06	2.47
2	2.87	1.55	1.87	1.89	2.33	3.24	2.83	2.74	1.13	1.86
3	2.96	1.84	2.15	3.29	0.78	2.82	2.02	2.77	3.28	2.74
4	2.61	1.6	2.14	3.32	1.72	3.11	2.28	0.75	2.77	2.84
5	3.49	1.58	2.08	2.23	2.30	2.1	2.42	2.53	3.1	2.41
6	3.27	1.69	1.43		2.13	1.95	2.69	2.22	1.1	2.7
\bar{x}	3.0	1.59	1.9	2.7	1.92	2.61	2.47	2.51	3.05	2.5
σ	0.321	0.185	0.282	0.635	0.354	0.383	0.269	0.225	0.183	0.327
c.v.	10.7	11.6	14.8	23.5	18	14.7	10.9	9.0	6.0	13.1

VALOR	33	34	35	36	37	38	39	40
1	2.86	3.87	3.38	4.21	2.48	1.36	2.7	3.61
2	3.37	3.41	3.52	4.30	2.43	2.46	2.58	3.12
3	2.99	3.11	3.05	3.93	2.42	1.46	1.88	2.98
4	2.68	4.14	3.82	4.73	2.30	2.56	1.88	3.56
5	2.11	5.22	3.51	4.35	2.59	2.35	1.80	3.11
6	1.62	4.18	3.05	3.77	1.92	1.99	2.31	3.15
\bar{x}	2.8	3.98	3.22	4.21	2.35	1.84	2.17	3.26
σ	0.413	0.734	0.289	0.338	0.234	0.41	0.341	0.262
c.v.	14.8	18.4	8.9	8.0	9.9	22.3	15.7	8.1

A continuación se muestra el gráfico 1 y tabla 16 de resultados del análisis estadístico.

Gráfico 1 Datos REP de caseína



16 Datos de caseína con datos anómalo

n	40
Valor superior	4.21
Valor inferior	0.92
Promedio	2.56
Rango	3.29
Desviación estándar	0.7395

análisis

Gráfico 2 Datos REP de caseína analizados

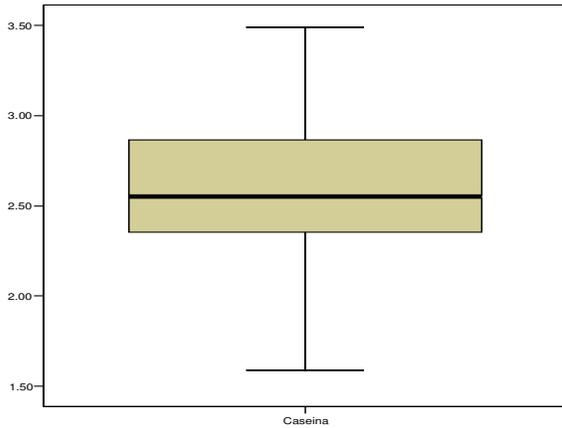


Tabla 17 Datos de caseína sin datos anómalos

n	37
Valor superior	2.72
Valor inferior	2.44
Promedio	2.58
Rango	0.28
Desviación estándar	0.4295

Para la dieta de caseína no se determina REP ajustado debido a que esta es el valor de referencia para este método de estudio

MAÍZ

La siguiente dieta presentada es la de maíz que se presenta en la tabla 18 y a los cuales se les da el mismo análisis estadístico que a la dieta de caseína, con la finalidad de ver si en esta serie de datos existen valores anómalos.

Tabla 18
Valores de REP para cada uno de los ensayos de la dieta de Maíz

VALOR	1	2	3	4	5	6	7
1	1.4	1.26	1.0	1.89	1.06	1.24	1.16
2	1.14	1.15	1.53	0.72	1.06	0.65	0.9
3	1.30	2.01	1.59	0.65	1.01	1.1	1.06
4	1.53	1.22	1.3	1.1	0.81	1.3	1.4
5	1.37	1.1	1.38	0.93	0.79	1.22	1.25
6	1.21	2.36	1.41	1.07	0.92	1.12	1.33
x	1.32	1.52	1.37	1.06	0.95	1.2	1.18
σ	0.14	0.532	0.208	0.445	0.95	0.084	0.183
c.v.	10.6	35	15.2	42	100	7	15.5

VALOR	8	9	10	11	12	13	14	15
1	-1.09	1.09	1.18	1.17	-0.61	0.82	0.56	2.73
2	0.18	0.86	0.56	0.52	0.08	1.23	-0.89	2.93
3	-0.1	0.84	1.13	0.51	-0.75	1.17	0.19	2.74
4	0.91	-0.04	0.57	0.84	0.78	1.08	0.28	1.59
5	0.94	0.37	0.18	0.78	-1.15	1.26	-0.21	2.7
6	1.68	0.77	1.15	0.52	-0.03	1.43	0.13	2.77
x	0.48	0.71	0.85	0.67	-0.37	1.17	-0.07	2.73
σ	0.524	0.229	0.328	0.173	0.365	0.203	0.478	0.046

c.v.	108	32.2	38.6	25.8	>>>15	17.4	>>>15	1.6
------	-----	------	------	------	-------	------	-------	-----

VALOR	16	17	18	19	20	21	22
1	1.09	1.6	2.63	1.12	0.45	0.73	0.18
2	1.32	1.48	2.69	0.69	0.92	-0.65	0.21
3	1.30	0.95	2.76	1.01	1.02	-0.04	1.26
4	1.5	1.51	1.8	0.45	-0.3	0.28	0.94
5	1.21	1.62	2.08	1.28	1.11	-0.06	0.91
6	1.13	0.4	2.42	1.27	0.52	-0.08	0.76
\bar{x}	1.26	1.38	2.4	1.02	0.73	0.23	0.71
σ	0.135	0.255	0.382	0.243	0.277	0.369	0.339
c.v.	10.7	18.5	15.9	>15	37.9	>>>15	47.7

En el gráfico 3 se muestran los valores anómalos presentados en la dieta de maíz y en la tabla 19 se presenta el valor de media, rango y coeficiente de variación previo a la eliminación de dichos datos.

Gráfico 3 de cajas para datos anómalos REP de la dieta de Maíz

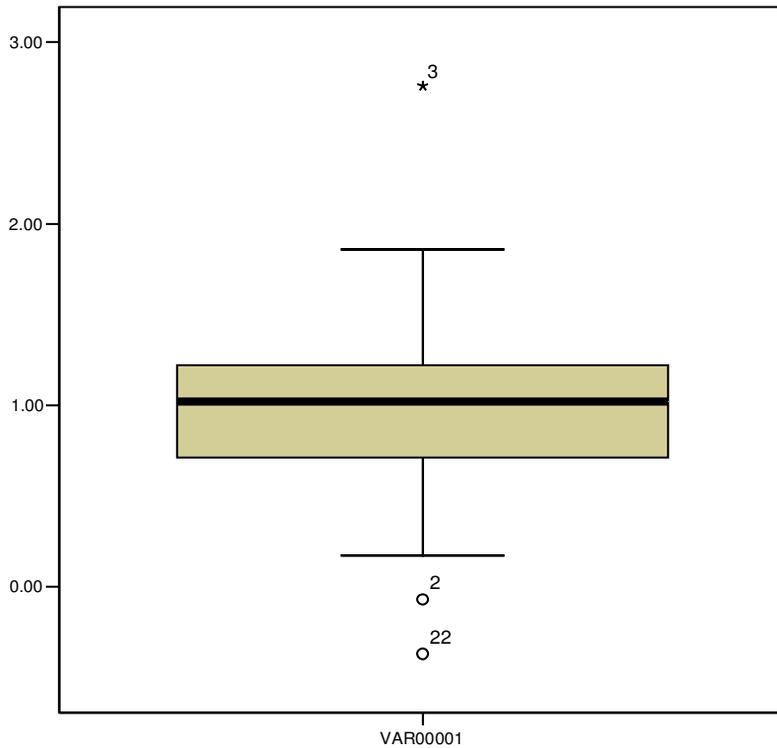


Tabla 19 Datos con anómalos

n	22
Valor superior	2.73
Valor inferior	-0.37
Promedio	0.96
Rango	3.1
Desviación estándar	0.6422

Al realizar la eliminación de datos anómalos se puede apreciar que el valor de la media aumentó de 0.96 a 0.98, el rango disminuyó de 0.57 a 0.34 y que la desviación se disminuyó de 0.6422 a 0.2681, lo que permite afirmar con mayor seguridad que el valor esperado de REP para una dieta de maíz tiene que caer dentro de ese rango.

En el gráfico 4 se muestra el resultado del nuevo estudio estadístico, y estos datos se muestran en la tabla 20

Gráfico 4 de cajas para datos depurados REP de la dieta de Maíz

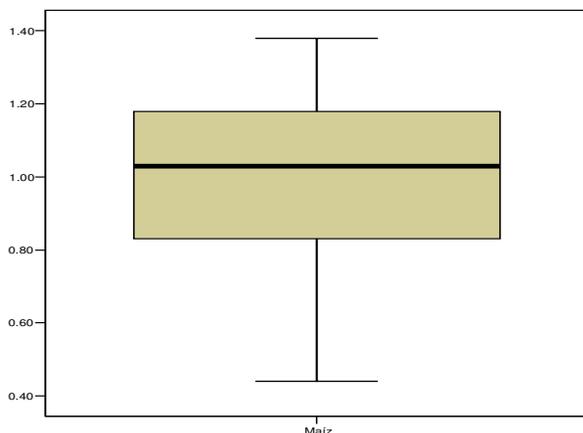


Tabla 20 Datos de maíz sin valores anómalos

n	19
Valor superior	1.18
Valor inferior	0.84
Promedio	0.98
Rango	0.34
Desviación estándar	0.2681

Una vez que se obtuvo el valor de REP para la dieta de maíz eliminando los valores anómalos, se realiza el cálculo del REP ajustado.

A continuación se muestran las tablas de todas las dietas analizadas para datos anómalos y calculadas de PER ajustado, presentándose por grupos de alimentos con valor promedio, el rango para su serie de datos, su desviación estándar y coeficiente de variación

Los datos originales para cada una de las dietas, se presentan en el Anexo 2.

En la tabla 21 se presentan los valores de REP analizados mediante el método estadístico de datos anómalos y REP ajustado para cereales.

Tabla 21
Datos REP para cereales

Datos	Maíz	Trigo	Arroz	Avena
REP _a promedio	0.98	1.23	1.96	1.73
Valor superior	1.18	1.94	2.07	2.08
n	19	4	5	7
Valor inferior	0.84	0.52	1.85	1.38
Desviación estándar	0.2681	0.4474	0.0903	0.3818
Rango	0.34	1.42	0.22	0.71
CV	27.29	36.37	4.61	22.09

n = número de muestras

Como se esperaba el valor de REP más bajo para los cereales es el de la dieta de Maíz y el valor mayor fue para la dieta de avena superando esta a la dieta de trigo que se esperaba mayor a la de arroz. Se puede apreciar que el valor de coeficiente de variación para las dietas de trigo y avena es mayor al esperado que debe ser no mayor al 15 % pero debido a que se cuentan con pocas muestras, se decidió tomar como valido el estudio y valdría la pena ampliar los datos con estudios posteriores.

En la tabla 22 se presentan los valores de REP analizados mediante el método estadístico de datos anómalos y REP ajustado para leguminosas.

Tabla 22
Datos REP para leguminosas

Datos	Soya	Frijol	Garbanzo
REP_a promedio	1.91	0.42	2.05
Valor superior	2.15	0.60	2.63
n	15	8	5
Valor inferior	1.67	0.24	1.47
Desviación estándar	0.4327	0.2171	0.4658
Rango	0.48	0.36	1.16
CV	22.68	51.84	22.70

n = número de muestras

Para las dietas de leguminosas resalta el valor de la dieta de frijol que es mucho menor al de la dieta de soya y garbanzo siendo este un valor no esperado, pero que puede estar relacionado al tratamiento térmico debido a que se trata de una dieta de frijol cocido lo que nos habla de la importancia del cuidado de la cocción de los alimentos afectando la disponibilidad de la proteínas y que se ve también en el coeficiente de variación, el cual es muy alto pues se tiene muchas disparidad en los valores, sin embargo el análisis estadístico nos dice que si son probables por lo que no se eliminan.

En la tabla 23 se presentan los valores de REP analizados mediante el método estadístico de datos anómalos y REP ajustado para productos cárnicos.

Tabla 23
 Datos REP para productos cármicos

Datos	Res	Pollo	Gelatina
REP_a promedio	2.84	3.02	-1.73
Valor superior	3.15	3.59	-1.51
n	3	6	25
Valor inferior	2.92	2.45	-1.95
Desviación estándar	0.512	0.5397	0.5345
Rango	0.23	1.13	0.44
CV	18.05	17.87	-30.93

Para las dietas de productos cármicos se ve con claridad la calidad y asimilación de sus proteínas que tanto el pollo como la carne de res son de un valor de REP superior al de la caseína, no así la dieta de gelatina que presenta un valor negativo pues no cumple con las necesidades protéicas.

En la tabla 24 se presentan los valores de REP analizados mediante el método estadístico de datos anómalos y REP ajustado para productos lácteos y huevo.

Tabla 24
 Datos REP para lácteos y huevo

Datos	Caseína	Leche	Huevo
REP_a promedio	2.58	2.73	3.21
Valor superior	2.72	3.01	3
n	37	24	3.59
Valor inferior	2.44	2.65	2.83
Desviación estándar	0.4295	0.4308	0.1513
Rango	0.28	0.36	0.29
CV	2.01	15.77	4.71

Para el caso del huevo y la leche se ve que son superiores al valor de la caseína aunque quizás se esperaría un valor mayor de REP para el caso de la leche, pero este puede deberse a que es leche deshidratada la cual recibió un tratamiento térmico, que también pudo haber afectado las proteínas.

En la tabla 25 se presentan los valores de REP analizados mediante el método estadístico de datos anómalos y REP ajustado para pescado.

Tabla 25
Datos REP de pescado

Datos	Pescado
REP_a promedio	3.03
Valor superior	3.81
n	3
Valor inferior	2.15
Desviación estándar	0.835
Rango	1.66
CV	22.5

Como se puede ver en el caso del pescado se tiene el mínimo de muestras para analizar pero el valor de REP de pescado es el mayor valor de todas las dietas analizadas aun cuando también se esperaría un valor mayor pero se trata de carne de pescado deshidratada y las proteínas se pudieron ver afectadas.

En la tabla 26 se presentan los valores de REP analizados mediante el método estadístico de datos anómalos y REP ajustado para mezclas de Leche con otra fuente de alimentos.

Tabla 26
Datos REP para mezclas de Leche (Relación proteica 50:50)

Datos	Leche-Arroz	Leche-Avena	Leche-Maíz	Leche-Gelatina
REP_a promedio	2.72	2.89	2.73	1.55
Valor superior	3.15	3.37	3.18	1.76
n	6	5	4	12
Valor inferior	2.29	2.42	2.27	1.34
Desviación estándar	0.4077	0.381	0.2854	0.3342
Rango	0.86	0.95	0.91	0.42
CV	15.00	13.17	10.47	21.53

Para las mezclas de leche se puede ver claramente que en la dieta de mezcla de leche-gelatina se tiene una dilución de la dieta de leche pues es menor al valor de leche solo y por el caso contrario se puede ver una suplementación en el caso de la dieta de leche –avena donde el valor obtenido es mayor al de las dos dietas por separado esto debido a que la leche cuenta con mayor proporción de aminoácidos como lisina y prolamina y cisteína y el avena cuenta con mayor cantidad de aminoácidos como leucina, fenilalanina y torosina.

En la tabla 27 se presentan los valores de REP analizados mediante el método estadístico de datos anómalos y REP ajustado para mezclas de Soya con otra fuente de alimentos.

Tabla 27
Datos REP para mezclas de Soya (Relación proteica 50:50)

Datos	Soya-Avena	Soya-Leche	Soya-Trigo	Soya-Arroz	Soya-Maíz
REP_a promedio	2.24	2.88	2.58	2.41	2.27
Valor superior	2.38	3.22	3.26	3.37	2.58
n	6	4	3	3	8
Valor inferior	2.09	2.53	1.91	1.46	1.96
Desviación estándar	0.1363	0.2137	0.273	0.3842	0.3648
Rango	0.29	0.68	1.36	1.91	0.61
CV	6.09	7.43	10.57	15.92	16.07

Se puede ver que la soya es una buena fuente de proteínas y con buena diversificación de aminoácidos como leucina, fenilalanina, tirosina, lisina y valina. Pues para el caso de las dietas de mezclas de soya estas incrementaron el valor de REP en todos los casos.

En la tabla 28 se presentan los valores de REP analizados mediante el método estadístico de datos anómalos y REP ajustado para mezclas de Maíz con otra fuente de alimentos.

Tabla 28
 Datos REP para mezclas de Maíz (Relación proteica 50:50)

Datos	Maíz-Avena	Maíz-Garbanzo	Maíz-Frijol
REP _a promedio	1.79	1.61	1.78
Valor superior	2.91	1.88	2.38
n	3	3	8
Valor inferior	1.60	1.49	1.19
Desviación estándar	0.4521	0.33843	0.7121
Rango	1.31	0.39	1.19
CV	25.26	19.98	39.95

Para el caso de las dietas de maíz vemos que se tiene una dilución con la dieta de avena, esto debido a que tanto el maíz como avena presentan algunos aminoácidos similares por ser del mismo grupo de alimentos y por el contrario vemos una clara suplementación con la dieta de frijol esto por los aminoácidos azufrados y no azufrados.

4.2 RESULTADOS RPN

Como se mencionó en la metodología es muy importante realizar el ensayo de dieta libre de Nitrógeno (DLN) para poder realizar el cálculo de RPN de todas las dietas.

En la tabla 29 se muestra el valor obtenido de ΔP promedio para la DLN de este bioensayo.

Tabla 29
 Datos Dieta Libre de Nitrógeno (DLN)

Datos	DLN
ΔP	-10.03
Valor superior	-11.23
N	22
Valor inferior	-8.82
Desviación estándar	1.68
Rango	-2.41

En este apartado solo se muestra la dieta de Maíz como ejemplo de cálculo de RPN, donde X representa el valor promedio de RPN para cada lote de animales, es decir que ya está considerado el valor de la DLN. Posteriormente se da el análisis de forma similar al estudio de REP depurando primero los datos que se consideran improbables o anómalos para posteriormente recalcular el RPN promedio de todos los lotes.

En la tabla 30 se muestran los valores de RPN de cada lote así como promedio, desviación y coeficiente de variación de la dieta de Maíz.

Tabla 30 Tabla de valores de dieta de Maíz

VALOR	1	2	3	4	5	6
1	6.49	3.28	3.74	2.31	2.86	3.21
2	7.69	2.99	3.15	2.53	3.05	3.43
3	4.49	3.55	3.56	2.68	2.35	3.5
4	4.72	2.85	4.17	2.98	3.17	3.58
5	3.29	2.89	1.41	2.71	2.77	4.49
6	3.74	2.95	3.28	2.79	2.6	3.71
X	4.05	3.08	3.43	2.67	2.8	3.65
Σ	0.666	0.274	0.267	0.232	0.315	0.442
c.v.	16.4	8.9	7.78	8.7	11.25	12.1

VALOR	7	8	9	10	11	12
1	2.36	3.53	3.49	2.4	3.31	2.04
2	2.38	3.05	2.08	1.48	2.57	1.96
3	2.36	3.09	2.59	0.9	2.28	1.82
4	2.84	3.92	2.56	2.34	2.96	1.4
5	2.43	2.79	2.69	-0.07	2.49	-0.49
6	2.3	3.47	1.94	4.39	2.09	2.53
X	2.44	3.14	2.48	1.78	2.62	1.8
Σ	0.198	0.297	0.275	0.721	0.449	0.259
c.v.	8.11	9.5	11.1	40.5	17.2	14.4

VALOR	13	14	15	16	17	18	19
1	6.22	3.17	3.25	4.92	2.78	3.6	3.32
2	6.51	3.3	3.09	4.69	3.2	4.1	1.7
3	5.85	3.42	1.92	5.07	3.59	3.21	1.63
4	3.34	2.99	3.19	3.94	2.78	2.12	1.6
5	5.22	2.66	3.71	4.19	3.23	2.85	1.44
6	5.61	2.61	1.6	4.37	3.04	1.3	1.39
x	5.46	3.03	2.86	4.53	3.1	2.95	1.68
σ	1.033	0.305	0.547	0.438	0.308	0.621	0.335
c.v.	18.9	10.1	19.1	9.67	9.9	21.0	19.9

En la gráfica 5 se muestra el resultado del análisis estadístico, donde podemos ver que se tiene 3 puntos que distan mucho de la tendencia central de los demás valores y que por consiguiente debemos eliminarlos para tener un valor promedio más preciso y un menor rango de dispersión de datos.

Gráfica 5 de cajas para datos anómalos RPN para la dieta de Maíz

anómalos

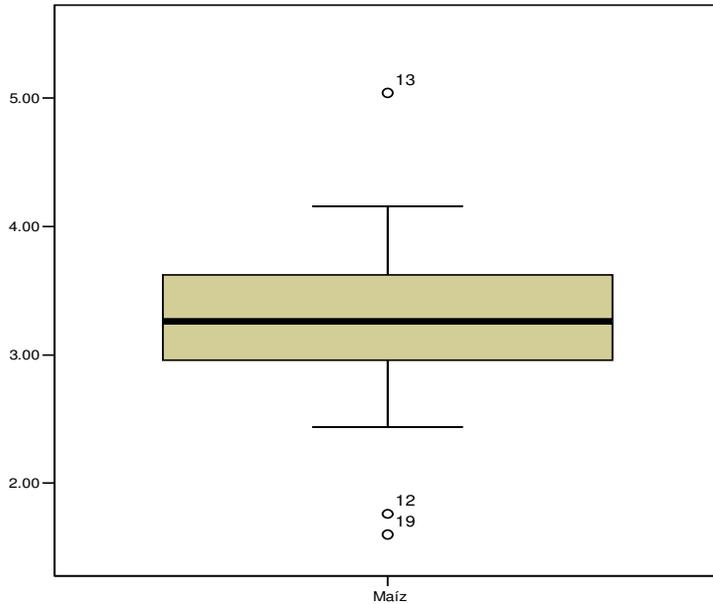


Tabla 31 Datos de maíz con

n	19
Valor superior	5.46
Valor inferior	1.68
Promedio	3.22
Rango	3.78
Desviación estandar	0.7834

Una vez determinados los puntos a eliminar se realiza nuevamente el análisis estadístico y que su resultado se muestra en la gráfica 6 y sus datos en la tabla 32.

Gráfica 6 de cajas para datos depurados RPN de la dieta de Maíz

anómalos

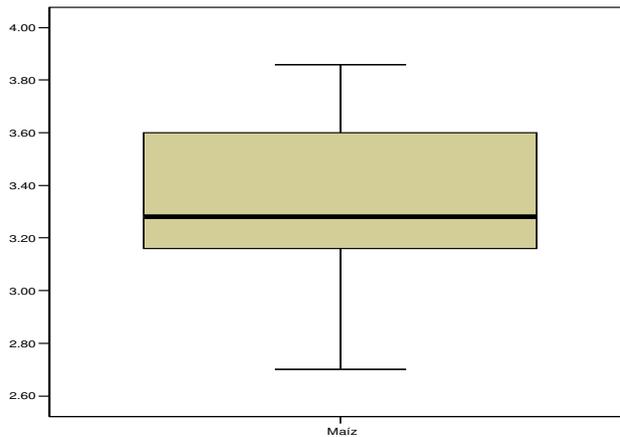


Tabla 32 Datos de Maíz sin

n	16
Valor superior	4.53
Valor inferior	1.8
Promedio	3.31
Rango	0.38
Desviaciones	0.3258

A continuación se muestran los resultados de RPN promedio de todas las dietas analizadas, depurada y presentadas por grupo de alimentos.

En la tabla 33 se muestran los datos de RPN para leche y gelatina.

Tabla 33
Datos RPN para Leche y Gelatina

Datos	Leche	Gelatina
RPN promedio	4.62	0.69
Valor superior	4.85	0.88
n	24	23
Valor inferior	4.39	0.49
Desviación estándar	0.46	0.41
Rango	0.46	0.39

Debido a que en la expresión algebraica el valor de la dieta libre de nitrógeno se tiene que restar del valor de incremento de peso de la dieta a estudiar y el valor de la DLN es negativo esta se suma al valor del incremento de peso por lo que los valores deben ser mayores a los presentados en el estudio de REP, tal es el caso de la leche que obtiene un valor de RPN de 4.62 en comparación de 2.73 que se obtiene en el estudio de REP.

Aquí también se aprecia que la proteína de la gelatina es de muy baja calidad por lo cual presenta un valor de RPN muy bajo debido a que apenas alcanza a que no cubre las necesidades del recambio celular.

En la tabla 34 se muestran los datos de RPN para cereales.

Tabla 34
Datos RPN para cereales

Datos	Maíz	Trigo	Arroz	Avena
RPN promedio	3.30	2.27	3.69	3.08
Valor superior	3.49	2.70	4.70	3.53
n	16	3	6	6
Valor inferior	3.12	1.83	2.67	2.63
Desviación estándar	0.32	0.17	0.63	0.42
Rango	0.38	0.87	2.02	0.90

Podemos ver que el comportamiento de los resultados de RPN para cereales y las leguminosas son los mismos a los que se dan en el estudio de REP siendo el arroz el de mayor calidad proteínica y el frijol el de menor calidad.

En la tabla 35 se muestran los datos de RPN para leguminosas.

Tabla 35
Datos RPN para leguminosas

Datos	Soya	Frijol
RPN promedio	3.28	2.03
Valor superior	3.62	2.45
n	18	10
Valor inferior	2.94	1.62
Desviación estándar	0.65	0.53
Rango	0.67	0.83

En la tabla 36 se muestran los datos de RPN para mezclas de Leche, Maíz y Soya.

Tabla 36
Datos RPN para mezclas Leche, Maíz y Soya

Datos	Leche-Avena	Leche-Gelatina	Leche-Arroz	Soya-Arroz	Maíz-Soya	Maíz-Leche	Maíz-Frijol
RPN promedio	4.84	3.09	4.32	4.11	4.10	4.12	3.14
Valor superior	5.63	3.31	4.93	5.87	4.94	5.86	3.85
n	3	14	6	3	6	5	8
Valor inferior	4.05	2.87	3.71	2.34	3.26	2.36	2.41
Desviación estándar	0.31	0.37	0.48	0.71	0.52	0.70	0.68
Rango	1.57	0.43	1.21	3.53	1.68	3.50	1.44

Para las mezclas de las dietas podemos apreciar la dilución de la dieta de leche con la gelatina y la suplementación de la soya con arroz que son de las más marcadas.

5 CONCLUSIONES

- El valor REP experimental de caseína es de 2.58 que es muy similar al 2.5 del valor Teórico tomado como referencia de caseína.
- De todas las dietas el que tiene una mejor calidad proteínica es el huevo debido a que se obtuvo un valor de REP de 3.21.
- La dieta de menor calidad es la de gelatina con un valor de REP de -1.73.
- Las dietas donde hubo suplementación fueron: leche-avena, soya-avena, soya-leche, soya-trigo, soya arroz, soya-maíz y maíz-frijol ya que presentaron un valor de REP mayor al de las materias primas.
- La soya es una buena fuente en proteínas, ya que en todas sus mezclas se presentó una suplementación.
- Como era de esperarse la dieta de maíz-frijol presenta una buena suplementación.
- Las dietas en las que se tubo una dilución fueron, maíz-avena, maíz-garbanzo, leche-arroz y leche-gelatina.
- El tratamiento térmico que se da para la preparación de los alimentos es determinante en la asimilación de las proteínas tal es el caso de la dieta con fríjol.
- Como era de esperarse todos los valores del ensayo de RPN son mayores a los valores de REP siendo el valor de la leche el más alto 4.62 y el valor de la gelatina el más bajo 0.69 por ser una proteína de mala calidad.

6 BIBLIOGRAFIA

1. Dunham D. Food Coast Review, U.S, Department of agriculture, Economic Research Service, Washington D.C. pp 432 (1992).
2. Robinson S.D., Bioquímica y valor nutritivo de los alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza (1991). pág 206 – 210.
3. Arroyo P. Nutriología Clínica. Fundación Mexicana para la Salud. Fondo Nestle para la nutrición Ed. Panamericana. México D. F. (1994). pag. 111 – 129.
4. Eggum, B. O., and Beames R. M, The nutritive value of seed proteins. (W. Gottschalk H. P. , The Hague, 1983) pág. 499 – 531.
5. Mertz, E.T., Jambunathan, R., Villegas, E., Bauer, R. Kies, C., McGinnis, J. and Shenk, J.S. (1975). Use of small animals for evaluation of protein quality in cereals. High-Quality-protein maize,. CYMMYT-Purdue International Symposium on Protein Quality in Maize, (1972), México D. F., pag. 306 –329.
6. Fennema O.R., Química de los alimentos. 2da edición. Editorial Acribia Zaragoza (1992) pag. 1000-1028, 1046-1066.
7. FAO/WHO Protein quality evaluation. Report of a joint. FAO/WHO/ONU Export consultation. 51, FAO, pp. 23-24.
8. Khan, K. et Bushuk, W. Structure of wheat gluten in relation to functionality in breadmaking. American Chemical Society, Washington, D.C. (1979) pp191.
9. Wrigley, C. W. and J. A. Bietz. Proteins and amino acids In: Wheat Chemistry and Technology (Y Pomeranz, Ed.). American Association of cereal Chemists (1982) pág. 179-181.
10. Vickie A. Vaclavik, P H. D., R.D, Fundamentos de ciencia de los alimentos 1era edición Ed. Acribia Zaragoza (2002), pág.75-95, 189-218, 219-247.
11. Dominic W.S. Wong, Química de los alimentos mecanismo y teoría. Edit Acribia Zaragoza (1995), pág 53-109.
12. Swaisggod, H.E. Chemistry of milk protein In: Developments in Dairy Chemistry (P.F. Fox P. F. Ed.) Applied Science, London (1982) pág. 50-59.
13. Swaisggod, H.E. Chemistry of caseins, in Advanced Dairy Chemistry (P.F. Fox ed.) Elsevier Applied Science, London (1992) pág. 90-110.

14. Corbin, E. A., and E. O. Whittier. The composition of milk In: fundamentals of dairy chemistry (Webb B. H. and Johnson A. H., Eds.) AVI, Westport (1965) pág. 25-36.
15. David S. R., Bioquímica y valor nutritivo de los alimentos, Ed. Acribia Zaragoza, (1991) pág. 375-399.
16. Badui Salvador., Química de los alimentos, 3 era. Edición, Longman de México Editores México D.F. (1996), pág. 521-556.
17. SAGARPA, de (2000 a 2004). Anuario estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Sistema de información agropecuaria de consulta (SIACON 1980-2006) México D. F. (2007). INEGI. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos.
18. Chetel J.C., Proteínas Alimentarias. Propiedades funcionales, valor nutritivo y modificaciones químicas. Ed. Acribia Zaragoza (1989) pag. 107-139.
19. Munro H. N., Clinical Nutrition Update; Amino acids, Green Holliday and Munro. Edited by Am. Medical Association, Chicago (1977), pp. 141.
20. Cole D. J. A., Boorman, K.N., et Swan, H. Eds., Protein metabolism and nutrition. London (1976), pag. 120-128.
21. Belitz H.D., Química de los alimentos. 2da edición Ed. Acribia Zaragoza (1988), pag. 433-446.
22. Darragh A. J., Schaafsma G., and Moughan P. J. Impact of amino acid availability on the protein digestibility corrected amino acid score. Proceedings of the nutrition week of the international Dairy Federation, Wellington, New Zeland, March (1998), pp. 9-11.
23. Sarwar G. Health Canada, Bureau of nutritional Sciences, Banting Research Centre, Ottawa, Ontario. The protein digestibility-corrected amino acid score method overestimates quality of protein containing antinutritional factors and of poorly digestible proteins supplemented whit limiting amino acids in rats. Journal of Nutricion (1997) May; 127(5): pag. 758-64.
24. Schaafsma G. TNO Nutrition and food research, PO Box 360, The Netherlands, The protein digestibility-corrected amino acid score (PDCAAS) a concept for describing protein quality in foods and food ingredients: A critical Review J. AOAC int. (2005) May-June(3):988-94. The validity of PDCAAS under critical review.

25. Adrian, J., Potus, J., Poiffait, A., Dauvillier, P., Análisis nutricional de los alimentos. Ed. Acribia, Zaragoza, pág. 247-262 (2000).
26. Bender, and Doell, B. Biological evaluation of protein: a new aspect. Brit. J. Nutr. 11:140-147 (1957).
27. WHO, Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNO Expert Consultation, Technical Report Series 724, World Health Organization, Rome, pp. 71-80 (1985).
28. Mc. Laughlan, J., Keith, M., Bioassays for protein quality. In: Protein nutritional quality of foods and feeds. Friedman, M. Ed., Vol. 1, Marcel Dekker, Inc. New York (1975). Pag. 89-95.
29. Pellett, P.L.and Young, V.R., Nutritional evaluation of proteins foods. The United Nations University, Tokyo, pp. 1-5, 103-117 (1980).
30. Soriano del Castillo, J.M. Conceptos y evolución histórica de la nutrición, En: Nutrición básica humana. Soriano del Castillo, Ed., Publicaciones Universidad de Valencia, Valencia, pág. 23-36 (2006).
31. Hoewwitz, W. AOAC, Official methods of analysis of AOAC International, Ed., 17^a ed., Vol II (45.3.04), Gathersburg (2000).
32. Robinson, D.S., Bioquímica y valor nutritivo de los alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza, pág. 109-141 (1991).
33. Muller, H.G. y Tobin, G., Nutrición y ciencia de los alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza, pág. 82-102 (1985).
34. Rickmers A.D., Introducción a la estadística. Editorial Continental, Barcelona, pág. 299-300 y 625 (1974).

ANEXO 1

Formato para registro de Peso de animales estudio

ANEXO II REGISTRO DE DATOS PARA LA PRUEBA BIOLÓGICA NUTRICIONAL													
Rata: _____ Sexo: _____ Peso inicial (Pi): _____ Dieta: _____ Fecha: _____													
Tiempo (días)													
Peso animal ($P_{día}$)													
Incremento acumulado ($P_{día}-P_i$)													
Alimento inicial (I)													
Alimento final (F)													
Alimento ingerido ($AI=I-F$)													
Alimento acumulado (ΣAI)_{día}													
Observaciones: _____													
Rata: _____ Sexo: _____ Peso inicial (Pi): _____ Dieta: _____ Fecha: _____													
Tiempo (días)													
Peso animal ($P_{día}$)													
Incremento acumulado ($P_{día}-P_i$)													
Alimento inicial (I)													
Alimento final (F)													
Alimento ingerido ($AI=I-F$)													
Alimento acumulado (ΣAI)_{día}													
Observaciones: _____													

ANEXO 2

RESULTADOS:

Tablas de resultados del ensayo biológico PER de diferentes dietas

Tablas de valores del ensayo biológico PER para dieta de caseína con un nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	3.17	2.74	2.88	2.22	2.48	2.33	2.22	2.44	3.93	2.42	3.44	2.46
2	2.99	1.57	2.71	--	2.66	2.31	1.92	2.39	1.49	2.06	3.35	2.43
3	3.0	3.23	2.82	2.85	3.59	1.05	2.34	2.06	2.64	1.99	2.44	2.12
4	3.05	2.66	2.86	2.16	2.84	2.37	2.48	1.93	2.99	2.62	2.87	2.91
5	2.94	3.13	3.67	2.75	2.67	2.48	1.88	2.72	2.33	2.39	2.05	2.86
6	2.27	2.54	2.47	2.47	2.54	2.31	2.15	2.38	3.62		2.76	2.53
\bar{x}	2.9	2.77	2.75	2.49	2.8	2.36	2.16	2.48	2.89	2.30	2.97	2.55
σ	0.14	0.255	0.169	0.308	0.408	0.071	0.234	0.16	0.553	0.264	0.418	0.295
c.v.	4.8	9.2	6.1	12.3	14.5	3.0	10.8	6.5	19.1	11.4	14	11.5

VALOR	13	14	15	16	17	17	18	19	20	21	22	23
1	1.20	2.78	2.46	0.7	1.55	3.61	3.13	2.4	3.14	1.20	3.34	2.83
2	1.20	2.57	2.6	0.81	1.42	3.97	3.44	2.34	2.70	1.68	3.25	2.87
3	0.55	1.99	3.04	1.42		3.27	2.93	2.43	2.48	2.28	2.49	2.96
4	0.67	2.6	2.74	1.43	2.01	3.49	3.14	1.79	3.03	2.77	2.30	2.61
5	0.87	2.12	3.29	1.13	2.39	3.14	2.88	2.04	2.39	2.88	2.35	3.49
6	1.06	2.14	2.01	1.83	1.93	3.48	2.6	2.36	3.82	2.38	2.64	3.27
\bar{x}	0.92	2.37	2.71	1.2	1.97	3.49	3.02	2.22	2.84	2.38	2.73	3.0
σ	0.251	0.322	0.304	0.293	0.344	0.288	0.285	0.258	0.303	0.438	0.457	0.321
c.v.	27.2	13.5	11.2	24.4	17.5	8.2	9.43	11.6	10.7	19.2	16.7	10.7

VALOR	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1	3.04	1.27	1.75	2.81	1.53	2.42	2.60	2.29	3.06	2.47	2.86	3.84
2	2.56	1.55	1.87	1.89	2.33	3.24	2.83	2.74	1.13	1.86	3.37	3.6
3	2.16	1.84	2.15	3.29	0.78	2.82	2.02	2.77	3.28	2.74	2.99	3.37
4	2.62	1.6	2.14	3.32	1.72	3.11	2.28	0.75	2.77	2.84	2.68	3.53
5	2.07	1.58	2.08	2.23	2.30	2.1	2.42	2.53	3.1	2.41	2.11	2.64
6	2.28	1.69	1.43		2.13	1.95	2.69	2.22	1.1	2.7	1.62	1.86
x	2.45	1.59	1.9	2.7	1.92	2.61	2.47	2.51	3.05	2.5	2.8	3.28
σ	0.355	0.185	0.282	0.635	0.354	0.383	0.269	0.225	0.183	0.327	0.413	0.382
c.v.	14.5	11.6	14.8	23.5	18	14.7	10.9	9.0	6.0	13.1	14.8	11.6

VALOR	37	38	39	40	41	42	43
1	3.87	3.38	4.21	2.48	1.36	2.7	3.61
2	3.41	3.52	4.30	2.43	2.46	2.58	3.12
3	3.11	3.05	3.93	2.42	1.46	1.88	2.98
4	4.14	3.82	4.73	2.30	2.56	1.88	3.56
5	5.22	3.51	4.35	2.59	2.35	1.80	3.11
6	4.18	3.05	3.77	1.92	1.99	2.31	3.15
x	3.98	3.22	4.21	2.35	1.84	2.17	3.26
σ	0.734	0.289	0.338	0.234	0.41	0.341	0.262
c.v.	18.4	8.9	8.0	9.9	22.3	15.7	8.1

Tablas de valores del ensayo biológico PER para dieta de maíz un nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1.4	1.26	1.0	1.89	1.06	1.24	1.16	-1.09	1.09	1.18	1.17	-0.61
2	1.14	1.15	1.53	0.72	1.06	0.65	0.9	0.18	0.86	0.56	0.52	0.08
3	1.30	2.01	1.59	0.65	1.01	1.1	1.06	-0.1	0.84	1.13	0.51	-0.75
4	1.53	1.22	1.3	1.1	0.81	1.3	1.4	0.91	-0.04	0.57	0.84	0.78
5	1.37	1.1	1.38	0.93	0.79	1.22	1.25	0.94	0.37	0.18	0.78	-1.15
6	1.21	2.36	1.41	1.07	0.92	1.12	1.33	1.68	0.77	1.15	0.52	-0.03
\bar{x}	1.32	1.18	1.37	0.96	0.95	1.2	1.18	0.48	0.71	0.85	0.67	-0.37
σ	0.14	0.071	0.208	0.173	0.95	0.084	0.183	0.524	0.229	0.328	0.173	0.365
c.v.	10.6	6	15.2	18	100	7	15.5	108	32.2	38.6	25.8	>>>15
Per aj	1.14	1.07	1.22	0.83	1.03	1.01	1.18	0.44	0.71	0.93	0.56	-0.37

VALOR	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	0.82	0.56	2.73	1.09	1.6	2.63	1.12	0.45	0.73	0.18
2	1.23	-0.89	2.93	1.32	1.48	2.69	0.69	0.92	-0.65	0.21
3	1.17	0.19	2.74	1.30	0.95	2.76	1.01	1.02	-0.04	1.26
4	1.08	0.28	1.59	1.5	1.51	1.8	0.45	-0.3	0.28	0.94
5	1.26	-0.21	2.7	1.21	1.62	2.08	1.28	1.11	-0.06	0.91
6	1.43	0.13	2.77	1.13	0.4	2.42	1.27	0.52	-0.08	0.76
\bar{x}	1.17	-0.07	2.73	1.26	1.38	2.4	1.02	0.73	0.23	0.71
σ	0.203	0.478	0.043	0.135	0.255	0.382	0.243	0.277	0.369	0.339
c.v.	17.4	>>>15	1.6	10.7	18.5	15.9	>15	37.9	>>>15	47.7
Per aj	1.31	-0.07	2.76	1.26	1.38	1.86	1.08	0.84	0.17	0.71

Tablas de valores del ensayo biológico PER para dieta de gelatina un nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-1.18	-1.34	-1.58	-1.68	-0.75	-2.53	-1.19	-2.18	-1.51	-3.08	-1.53	-1.19
2	-0.49	-1.95	-2.61	-1.62	-0.75	-1.67	-1.22	-2.66	-2.25	-3.28	-1.93	-1.62
3	-1.68	-1.05	-1.52	-1.84	-1.52	-2.17	-0.28	-2.81	-2.97	-3.3	-1.07	-1.5
4	-1.49	-1.1	-2.32	-2.34	-1.17	-2.39	-1.3	-1.9	-1.84	-3.15	-1.63	-1.12
5	-0.93	-1.32	-1.8	-1.43	-0.99	-1.95	-0.98	-2.21	-2.68	-2.74	-1.18	-2.84
6	-0.9	-1.84	-2.39	-1.65	-1.11	-2.28	-0.83	---	-1.39	-3.31	-2.82	-1.56
7	-1.2	-1.02	-2.28	--	---	---	---	---	---			
8	-1.4	-1.16	-4.82	--	---	---	---	---	---			
<i>x</i>	-1.18	-1.23	-2.07	-1.76	-1.0	-2.16	-1.06	-2.35	-2.07	-3.14	-1.7	-1.47
σ	0.239	0.118	0.361	0.313	0.186	0.312	0.184	0.374	0.511	0.218	0.632	0.195
c.v.	20.2	9.6	17.4	17.8	18.6	14.4	17.4	15.9	24.7	6.9	37.17	13.3
Per aj	-1.06	-1.23	-2.19	-1.77	-0.86	-2.74	-1.06	-1.94	-1.82	-2.61	-1.7	-1.47

VALOR	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0.13	1.41	-1.19	-1.1	-1.71	-1.48	-0.43	-2.26	-1.76	-3.36	-2.38	-1.89
2	0.2	1.32	-1.46	-1.21	-1.43	-2.46	-1.6	-2.4	-2.72	-2.67	-2.37	-1.23
3	0.18	0.18	-1.08	-0.94	-1.19	-2.01	-0.41	-2.57	-2.03	-3.07	-1.68	-1.32
4	0.19	0.67	-1.22	-1.36	-1.54	-1.52	-1.25	-1.75	-3.93	-3.6	-2.14	-1.82
5	0.24	0.56	-1.66	-1.49	-1.24	-1.69	-0.48	-1.82	-3.04	-3.86	-1.85	-1.22
6	0.18	-0.65	-1.28	-1.4	-1.57	-1.22	-1.75	-1.81	-1.23	-3.05	-2.23	-1.76
<i>x</i>	0.19	0.69	-1.32	-1.27	-1.45	-1.78	-0.94	-2.1	-2.39	-3.27	-2.11	-1.53
σ	0.035	0.410	0.191	0.138	0.181	0.394	0.501	0.321	0.593	0.427	0.286	0.3
c.v.	18.3	59.4	14.5	10.9	12.5	22.1	53.3	15.3	24.8	13.1	13.5	19.6
Per aj	0.19	0.66	-1.33	-1.27	-1.2	-1.78	-0.83	-2.1	-2.39	-1.94	-2.24	-2.01

VALOR	25	26	27
1	-1.94	-2.05	-1.62
2	-1.68	---	-1.52
3	-1.39	-1.8	-1.5
4	-2.39	-1.28	-1.84
5	-1.71	-0.79	-2.14
6	-2.25	-2.14	-2.01
<i>x</i>	-1.89	-1.82	-1.77
σ	0.263	0.386	0.256
c.v.	13.9	21.2	15.1
	-2.17	-1.42	-2.07

Tablas de valores del ensayo biológico PER para dieta de soya un nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1.53	1.61	1.67	1.72	3.11	2.26	0.86	1.24	2.11	2.2	1.94	2.15
2	1.68	2.07	2.92	1.1	3.0	3.43	1.95	0.81	1.47	1.66	1.92	2.48
3	1.26	1.92	2.07	0.97	2.55	2.2	2.25	0.93	1.6	2.53	1.28	2.16
4	1.79	1.37	2.69	1.52	2.41	2.79	1.36	0.89	1.64	4.63	2.21	1.73
5	1.86	1.64	1.78	0.95	3.16	---	1.65	0.88	1.78	3.2	3.69	2.32
6	1.94	2.33	2.27	1.03	2.94	2.58	1.53	0.78	1.62	2.68	1.82	1.97
<i>x</i>	1.67	1.81	2.2	1.15	2.86	2.45	1.62	0.88	1.7	2.65	1.97	2.14
σ	0.25	0.223	0.382	0.249	0.309	0.277	0.249	0.049	0.223	0.41	0.167	0.262
c.v.		12.3	17.4	21.6	10.8	11.3	15.3	5.7	13.11	15.5	8.47	12.2
Per aj	1.44	1.66	1.9	1.25	2.4	2.4	1.49	0.88	1.7	2.19	2.21	1.88

VALOR	13	14	15	16	17	18	19	20
1	2.77	2.05	-0.45	2.37	0.66	2.16	2.3	2.39
2	3.02	2.18	-1.25	1.99	0.5	2.31	1.17	1.53
3	-0.14	2.44	-0.59	2.13	0.4	2.42	1.98	1.5
4	3.29	2.47	-0.24	1.97	0.63	2.24	1.7	1.72
5	-0.26	2.14	-0.08	2.18	0.6	1.79	1.41	1.48
6	3.24	1.80	0.31	2.33	0.55	2.29	1.81	1.64
\bar{x}	3.08	2.18	-0.38	2.16	0.56	2.2	1.73	1.57
σ	0.238	0.249	0.481	0.151	0.078	0.199	0.241	0.094
c.v.	7.7	11.4	>>>15	6.9	13.9	9.1	13.3	6.0
Per aj	3.43	2.72	-0.38	1.8	0.46	2.2	1.35	1.38

Tablas de valores del ensayo biológico PER para dieta de leche un nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	3.28	3.29	2.29	3.29	2.92	3.44	2.99	2.69	2.75	1.15	2.54	3.5
2	3.44	3.07	3.14	---	3.28	3.35	3.56	3.07	2.54	1.15	1.88	2.35
3	3.17	3.67	2.79	2.65	3.02	2.23	2.77	2.82	2.3	1.3	1.64	2.95
4	2.92	3.44	2.41	3.26	2.98	2.87	3.53	2.35	2.43	0.65	1.88	3.27
5	3.44	3.1	3.52	3.42	2.79	2.93	3.63	2.4	2.65	1.17	1.52	2.53
6	3.19	3.68	2.3	3.13	3.05	2.61	2.59	2.54	2.51	1.33	2.19	2.99
\bar{x}	3.24	3.37	2.66	3.15	3.01	2.96	3.18	2.65	2.53	1.22	1.9	2.93
σ	0.197	0.26	0.383	0.299	0.162	0.479	0.452	0.271	0.163	0.088	0.225	0.434
c.v.	6.0	7.71	14.4	9.5	5.4	16.2	14.2	10.2	6.4	7.2	11.9	14.8
Per aj	2.92	3.06	2.3	3.42	2.53	2.9	3.35	2.65	2.53	1.0	2.13	3.27

VALOR	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	1.78	2.72	2.39	2.62	3.15	3.83	4.32	3.65	2.38	3.94	3.94	3.29	4.49
2	2.2	2.6	2.03	2.38	2.95	3.21	2.53	4.41	2.4	4.16	3.71	2.67	4.59
3	1.83	2.42	2.03	1.96	2.9	3.22	3.16	4.46	2.73	3.61	3.73	3.7	4.02
4	1.5	3.11	2.82	2.36	3.45	2.42	3.4	5.31	2.23	3.49	2.9	3.88	4.5
5	2.03	2.77	2.52	2.59	1.6	2.9	3.42	4.67	2.36	--	3.44	3.32	4.32
6	2.22	2.79	2.69	2.14	1.24	2.63	2.82	4.14	2.92	--	3.17	0.92	3.82
x	1.93	2.82	2.41	2.34	2.65	3.03	3.2	4.44	2.5	3.8	3.48	3.37	4.29
σ	0.277	0.176	0.330	0.257	0.707	0.459	0.244	0.505	0.238	0.264	0.355	0.417	0.306
c.v.	14.3	6.2	13.7	10.9	26.6	15.2	7.62	11.4	9.5	6.9	10.2	12.4	7.1
Per aj	1.76	2.87	3.17	2.62	3.31	2.9	3.23	4.44	2.5	3.8	3.1	3.37	2.54

VALOR	25	26	27
1	4.17	0.93	4.14
2	5.52	2.71	4.54
3	4.05	1.64	4.09
4	4.56	1.97	3.22
5	4.88	2.5	4.17
6	6.61	1.1	3.14
x	4.75	1.8	3.88
σ	0.695	0.587	0.568
c.v.	14.6	32.6	14.6
Per aj	5.05	2.5	3.03

Tablas de valores del ensayo biológico PER para dieta de avena un nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1.9	1.6	0.58	1.57	1.82	2.03	1.86	3.97	2.91
2	1.9	1.98	1.67	2.05	2.25	1.59	1.98	2.52	2.83
3	1.73	1.99	1.19	2.27	2.03	1.74	2.07	1.87	2.96
4	1.85	1.94	1.63	1.85	1.89	1.65	1.85	2.28	2.7
5	2.04	2.2	0.93	2.78	2.13	2.25	2.1	2.64	2.86
6	1.9	2.17	1.7	2.67	2.15	1.86	1.92	2.7	2.63
\bar{x}	1.89	1.98	1.35	2.21	2.05	1.85	1.96	2.53	2.81
σ	0.1	0.215	0.357	0.351	0.164	0.251	0.106	0.186	0.127
c.v.	5.3	10.85	26.4	15.9	8.0	13.6	5.4	7.3	4.5
Per aj	1.71	1.99	1.36	2.21	2.05	1.62	1.16	3.32	3.23

Tablas de valores del ensayo biológico PER para dieta de soya-maíz un nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2.4	2.21	2.34	2.61	1.64	2.19	2.37	1.99	2.08
2	2.78	2.07	2.25	2.16	2.32	2.28	2.11	2.19	2.83
3	2.36	2.0	2.25	2.48	2.92	1.78	2.99	1.25	1.09
4	2.3	1.77	2.23	2.43	2.33	2.31	2.49	1.74	0.09
5	2.37	2.03	2.46	2.23	2.58	2.2	1.78	2.5	2.31
6	2.79	2.37	2.6	2.37	---	1.96	2.8	2.92	0.94
\bar{x}	2.5	2.08	2.36	2.38	2.54	2.12	2.44	2.11	1.61
σ	0.223	0.26	0.148	0.165	0.282	0.208	0.285	0.584	0.689
c.v.	8.92	12.5	6.3	6.9	11.1	0.53	11.7	15.2	42.8
Per aj	2.16	1.89	2.73	2.05	2.76	1.78	2.44	2.35	1.25

Tablas de valores del ensayo biológico PER para dieta de huevo y maíz-huevo un nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4
1	4.36	2.83	4.93	3.51
2	4.15	2.89	4.12	3.13
3	3.67	3.71	3.38	3.61
4	3.85	2.92	4.02	3.94
5	3.74	3.43	3.53	4.2
6	3.75	---	3.89	3.22
x	3.92	3.16	3.98	3.6
σ	0.272	0.392	0.546	0.412
c.v.	6.9	12.4	13.7	11.4
Per aj	3.38	3.16	3.09	3.96

Tablas de valores del ensayo biológico PER para dieta de leche-avena un nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5
1	2.27	3.02	3.35	2.44	3.55
2	2.65	3.23	3.39	2.8	2.84
3	2.46	3.34	3.24	2.63	2.82
4	2.84	3.16	2.73	2.33	3.4
5	2.15	2.72	3.26	3.15	3.43
6	3.71	2.71		2.96	3.49
x	2.56	3.03	3.19	2.72	3.26
σ	0.243	0.266	0.268	0.31	0.339
c.v.	9.5	8.8	8.4	11.4	10.4
Per aj	2.31	3.05	3.12	2.72	3.26

Tablas de valores del ensayo biológico PER para dieta de pollo nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6	7
1	3.31	3.45	3.4	2.82	3.06	2.82	2.47
2	3.54	3.5	3.09	2.43	3.39	2.7	2.7
3	3.57	3.53	3.15	2.47	3.27	2.69	2.33
4	4.51	3.06	3.53	2.63	3.31	2.87	2.55
5	3.83	3.45	5.54	2.07	2.96	2.96	2.03
6	3.81	3.41	4.44	2.29	2.94	2.71	2.04
x	3.69	3.4	3.63	2.45	3.15	2.79	2.35
σ	0.154	0.169	0.562	0.259	0.192	0.11	0.275
c.v.	4.2	4.9	15.5	10.5	6.1	3.9	11.7
Per aj	3.71	3.01	3.63	2.45	2.77	2.55	2.35

Tablas de valores del ensayo biológico PER para dieta de frijol nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0.82	0.39	0.6	0.32	-0.7	0.38	2.12	-0.27	1.05	0.36	-0.08	-1.11
2	0.46	0.27	0.22	0.11	-0.66	-0.15	1.2	0.62	0.13	-0.74	-0.23	-0.11
3	-0.32	0.53	0.22	-2.4	-0.17	-0.32	-0.55	0.06	0.82	-0.6	0.56	-0.4
4	1.51	0.89	0.05	0.64	-0.42	0.3	0.15	0.35	1.08	-0.46	0.47	-0.64
5	0.77	0.53	0.15	0.61	-0.04	0.24	0.1	-0.28	0.38	-0.38	0.5	0.07
6	-0.05		0.17	0.67	-0.54	0.21	-0.35	-0.96	-1.05	1.25	0.48	0.57
x	0.89	0.52	0.19	0.52	-0.42	0.15	0.28	-0.04	0.6	-0.27	0.34	-0.28
σ	0.443	0.231	0.035	0.177	0.269	0.2	0.664	0.261	0.36	-0.43	0.282	0.305
c.v.	49.8	44.6	18.7	33.8	63.9	135.6	>>>15	>>>15	60.1	>>>15	>15	>>>15
Per aj	0.81	0.46	0.19	0.47	-0.38	0.15	0.31	-0.04	0.6	-0.2	0.36	-0.32

Tablas de valores del ensayo biológico PER para dieta de avena-soya nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6
1	2.42	2.43	2.25	2.6	2.35	1.96
2	2.09	1.66	2.35	2.59	1.84	2.46
3	1.71	2.4	2.27	2.09	2.09	2.4
4	2.21	2.25	2.48	2.35	2.15	2.1
5	2.7	3.17	2.2	1.98	2.43	1.91
6	2.28	2.63	2.8	1.92	2.56	2.12
<i>x</i>	2.25	2.43	2.56	2.26	2.24	2.16
σ	0.137	0.156	0.37	0.302	0.261	0.244
c.v.	6.1	6.4		13.4	11.6	10.4
Per aj	2.03	2.44	2.28	2.27	2.24	0.19

Tablas de valores del ensayo biológico PER para dieta de soya-leche nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4
1	2.57	2.45	3.11	2.36
2	1.64	2.42	2.84	2.46
3	2.74	3.2	3.52	2.77
4	2.49	3.64	3.14	1.91
5	2.42	2.64	3.08	2.76
6	2.12	3.61	3.27	3.14
<i>x</i>	2.47	2.97	3.16	2.59
σ	0.228	0.529	0.222	0.209
c.v.	9.2	17.8	7.02	9.07
Per aj	2.85	2.97	3.09	2.59

Tablas de valores del ensayo biológico PER para dieta de soya-trigo nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3
1	2.38	2.86	2.33
2	3.05	2.22	2.51
3	2.53	2.09	2.04
4	2.97	2.3	2.1
5	2.8	2.77	2.71
6	1.8	2.77	2.24
x	2.75	2.5	2.32
σ	0.286	0.335	0.254
c.v.	10.4	13.4	10.9
Per aj	2.77	2.71	2.27

Tablas de valores del ensayo biológico PER para dieta de trigo nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5
1	0.75	1.27	0.56	1.64	0.32
2	0.38	1.31	1.21	1.88	0.57
3	0.5	0.74	0.67	2.13	0.68
4	0.83	1.21	1.6	1.67	0.94
5	0.18	0.9	1.28	1.6	0.69
6	0.42	---	1.04	1.84	0.76
x	0.51	1.09	1.05	1.78	0.68
σ	0.166	0.249	0.273	0.22	0.075
c.v.	32.5	23.0	25.9	12.3	11.0
Per aj	0.51	1.18	1.02	1.87	0.85

Tablas de valores del ensayo biológico PER para dieta de avena-maíz nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3
1	1.98	1.78	1.52
2	2.65	1.44	1.4
3	1.56	1.39	2.26
4	2.6	1.46	1.78
5	2.94	2.02	1.67
6	3.08	1.52	1.88
x	2.54	1.6	1.75
σ	0.406	0.249	0.302
c.v.	16	15.5	17.25
Per aj	2.29	1.61	1.47

Tablas de valores del ensayo biológico PER para dieta de leche-maíz leche-trigo nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6	7
1	3.74	2.84	1.82	3.25	2.69	-0.32	3.44
2	3.44	2.87	2.77	3.09	3.51	-0.91	2.46
3	2.95	2.95	3.34	2.94	3.28	0.39	3.08
4	3.08	1.83	2.72	2.64	2.15	0.56	2.7
5	3.1	2.85	2.77	3.11	2.67	-0.9	2.5
6	2.86	2.47	2.78	3.16	3.51	-1.08	3.18
x	3.2	2.79	2.76	3.03	3.04	-0.43	2.9
σ	0.355	0.187	0.027	0.217	0.425	-0.432	0.364
c.v.	11.1	6.7	0.98	7.2	13.9	>>>15	12.5
Per aj	3.47	2.34	2.76	3.03	3.39	-0.43	2.77

Tablas de valores del ensayo biológico PER para dieta de leche-gelatina nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1.84	1.6	0.05	1.25	0.33	0.13	1.63	2.29	4.32	1.76	1.96	1.87
2	1.42	1.13	-0.41	1.63	1.85	0.2	1.14	3.23	2.53	1.51	1.36	2.36
3	2.18	0.57	-0.08	0.35	0.56	0.18	1.37	2.77	3.16	2.36	1.67	1.95
4	1.97	1.34	0.07	1.17	---	0.19	1.18	2.64	3.4	1.36	1.61	1.23
5	1.78	0.9	0.52	1.64	1.36	0.24	1.56	2.95	3.42	1.95	1.28	2.74
6	2.16	1.58	0.59	0.14	---	0.18	1.55	2.91	2.82	1.51	1.33	1.88
x	1.89	1.24	0.14	1.1	1.02	0.19	1.4	2.8	3.2	1.68	1.54	2.02
σ	0.282	0.291	0.261	0.239	0.704	0.035	0.209	0.289	0.244	0.185	0.238	0.202
c.v.	14.9	23.4	187	48.9	68.9	18.3	14.9	10.3	7.62	11.0	15.5	9.9

VALOR	13	14	15
1	1.79	1.23	1.93
2	1.12	0.77	-1.11
3	0.89	1.16	1.74
4	1.74	0.61	1.43
5	1.81	0.61	2.03
6	2.24	0.65	2.16
x	1.62	0.8	1.78
σ	0.355	0.251	0.279
c.v.	>15	31.4	15.7
Per aj	1.75	1.11	1.39

Tablas de valores del ensayo biológico PER para dieta de huevo gelatina nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1 (10.58% PROT)	2 (10.37% PROT)	3 (10.34%)
1	1.41	2.82	2.36
2	1.2	2.48	2.52
3	1.5	2.58	0.58
4	0.69	2.3	1.72
5	1.52	1.99	1.69
6	1.19	2.6	1.89
<i>x</i>	1.32	2.46	1.92
σ	0.158	0.286	0.310
c.v.	11.9	11.6	16.1
	1.32	2.06	2.11

Tablas de valores del ensayo biológico PER para dieta de frijol-maíz nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2.79	0.99	1.09	0.74	2.55	2.98	1.58	3.79
2	2.28	1.37	1.14	1.06	1.86	2.86	1.06	2.6
3	2.25	1.17	0.45	1.36	1.97	2.08	0.29	1.8
4	2.14	1.16	1.28	0.97	1.84	2.84	1.22	3.13
5	2.49	0.79	1.35	1.39	2.04	---	1.2	2.56
6		1.16	1.06	0.72	2.14	2.69	2.07	2.2
<i>x</i>	2.39	1.17	1.15	1.03	2.07	2.69	1.26	2.62
σ	0.257	0.135	0.109	0.257	0.239	0.356	0.222	0.389
c.v.	10.7	11.5	9.5	25	11.5	13.2	17.6	14.9
Per aj	2.39	1.07	1.15	1.15	2.07	2.08	1.34	3.01

Tablas de valores del ensayo biológico PER para dieta de res nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4
1	2.67	2.39	3.03	0.28
2	3.27	3.1	2.93	-1.8
3	3.15	2.42	2.9	-1.2
4	3.48	2.3	2.48	-0.28
5	3.57	2.54	3.27	-1.75
6	2.76	2.26	2.99	-1.32
<i>x</i>	3.15	2.5	2.92	-1.14
σ	0.37	0.31	0.256	0.621
c.v.	11.7	12.4	8.7	54.5
Per aj	3.32	2.3	2.89	-1.14

Tablas de valores del ensayo biológico PER para dieta de leche-arroz y soya-arroz nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	4	5	6	7		VALOR	1	2	3
1	2.69	3.08	3.19	1.84	2.03	4.28		1	1.89	2.22	3.04
2	2.45	2.79	2.18	2.45	1.84	3.19		2	2.36	3.0	2.63
3	2.7	2.28	3.33	2.65	1.9	3.06		3	2.8	2.24	2.39
4	2.07	2.95	2.97	2.72	1.45	3.25		4	2.7	2.07	2.83
5	2.06	2.68	3.31	2.56	1.92	3.5		5	2.16	2.25	2.51
6	1.66	3.15	2.53	2.75	1.8	3.72		6	--	2.31	2.51
<i>x</i>	2.32	2.82	2.92	2.5	1.79	3.5		<i>x</i>	2.38	2.33	2.65
σ	0.308	0.318	0.466	0.34	0.173	0.41		σ	0.378	0.289	0.242
c.v.	13.25	11.3	15.9	13.6	9.6	11.7		c.v.	15.8	12.4	9.1
Per aj	2.32	3.17	2.92	2.55	2.23	3.12			1.97	2.62	2.65

Tablas de valores del ensayo biológico PER para dieta de arroz nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6	7
1	1.85	1.42	2.53	2.66	-0.22	2.98	2.92
2	1.33	1.51	1.74	2.74	1.74	2.67	2.67
3	1.46	1.71	2.23	2.19	1.61	2.24	1.44
4	1.6	1.67	1.91	3.05	1.79	1.7	2.13
5	1.42	2.04	1.94	2.57	1.37	2.54	2.04
6	2.31	1.72	2.09	3.08	2.05	1.93	--
\bar{x}	1.59	1.68	2.07	2.71	1.63	2.34	2.44
σ	0.204	0.214	0.279	0.33	0.188	0.286	0.422
c.v.	12.8	12.7	13.5	12.2	11.5	12.2	17.3
Per aj	1.31	1.89	1.89	2.76	2.03	2.08	1.9

Tablas de valores del ensayo biológico PER para dieta de garbanzo, maíz-garbanzo nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6	7		VALOR	1	2	3
1	3.86	0.64	2.46	1.99	0.92	3.2	3.34	1.99	1	1.76	1.34	1.45
2	2.89	2.15	1.95	2.26	1.34	3.49	3.12	2.06	2	1.42	1.0	2.11
3	2.52	2.15	1.78	2.21	1.29	2.58	4.07	1.97	3	1.17	1.82	0.91
4	2.86	1.92	2.19	2.09	1.38	3.11	3.86	2.07	4	1.59	2.18	1.72
5	2.98	1.99	2.28	0.7	1.59	2.88	3.59	1.69	5	1.8	1.81	3.21
6	2.74	2.01	1.71	1.71	1.33	2.43	1.92	1.85	6	1.09	2.16	2.24
\bar{x}	2.97	2.04	2.06	2.06	1.31	2.94	3.48	1.93	\bar{x}	1.49	1.78	1.88
σ	0.46	0.085	0.297	0.195	0.199	0.365	0.319	0.145	σ	0.253	0.293	0.315
c.v.	15.5	4.2	14.4	9.5	15.2	12.4	9.2	7.5	c.v.	16.9	16.5	16.7
Per aj	2.47	2.44	2.57	1.97	1.32	2.62	2.06	2.53		1.24	1.7	1.9

Resultados:

Resultados del ensayo biológico RPN para diferentes dietas

Valores del ensayo biológico RPN para dieta de caseína con un nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	6.49	4.49	3.94	4.24	3.0	3.01	2.84	5.46	5.78	4.71	10.82	6.8
2	7.69	4.42	4.17	5.34	4.22	4.02	3.12	3.27	5.05	4.39	8.51	6.49
3	4.49	4.09	3.97	4.22	3.8	2.82	3.25	5.96	5.09	4.65	10.77	5.41
4	4.72	3.86	3.97	2.87	4.14	3.48	3.4	4.98	5.79	4.58	7.92	6.16
5	3.29	2.78	3.43	2.54	1.92	3.22	3.12	4.5	4.33	3.7	11.13	5.4
6	3.74	3.99	4.08	3.99	3.5	3.8	2.99	4.21	6.06	4.03	6.36	4.71
x	4.05	4.09	3.93	3.83	3.61	3.39	3.12	4.79	5.35	4.34	9.25	5.83
σ	0.666	0.239	0.258	0.65	0.484	0.462	0.195	0.549	0.645	0.4	1.94	0.789
c.v.	16.4	5.85	6.5	16.9	13.4	13.6	6.25	11.5	12	9.21	20.9	13.5

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	4.05	4.06	3.02	5.41	3.33	5.24	2.48	3.89	3.36	2.27	3.91	4.71
2	3.85	4.53	3.69	5.28	2.72	4.36	2.08	2.87	2.62	2.01	3.86	5.81
3	4.84	4.38	2.94	4.77	3.24	3.31	2.95	4.31	3.99	2.76	4.93	3.07
4	2.74	4.71	4.58	5.41	3.35	3.18	2.83	4.05	4.0	3.0	4.24	4.05
5	2.96	4.54	4.72	4.77	3.17	1.98	2.8	4.05	1.1	2.7	4.26	4.75
6	4.15	4.93	4.13	4.05	3.72	2.96	2.62	3.71	---	2.76	4.3	4.67
x	3.75	4.52	3.85	4.95	3.25	3.45	2.63	3.81	3.49	2.58	4.25	4.51
σ	0.543	0.295	0.762	0.529	0.326	0.621	0.313	0.503	0.659	0.369	0.348	0.826
c.v.	14.5	6.5	19.8	10.7	10	18	11.9	13.2	18.8	14.3	8.2	18.3

	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
1	4.28	3.75	3.74	4.8	4.81	5.95	4.24	3.33	4.37	4.04
2	4.36	2.14	3.62	4.93	5.54	6.24	3.66	3.57	3.7	5.19
3	4.18	4.7	4.63	4.19	4.88	6.43	3.85	2.21	2.42	3.94
4	2.83	4.12	3.92	5.62	4.24	6.62	4	1.96	3.54	4.62
5	3.04	4.12	3.68	3.67	5.31	6.81	4.38	3.31	2.86	3.81
6	3.27	2.2	1.75	2.2	4.5	5.06	2.95	3.17	3.02	4.16
\bar{x}	3.66	4.17	3.91	4.4	4.88	6.18	3.85	3.0	3.32	4.29
σ	0.628	0.34	0.37	0.504	0.486	0.627	0.51	0.535	0.403	0.521
c.v.	17.2	8.2	9.5	11.5	9.9	10.1	13.2	17.8	12.1	12.2

Valores del ensayo biológico RPN dieta libre de nitrógeno a un nivel de proteína aproximado

VALOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-5.8	-3.5	-12.9	-14.7	-6.2	-9.8	-7.7	-7.8	-12.7	-5.9	-12.0	-10.5
2	-6.7	-8.9	-11.1	-16.6	-4.9	-7.1	-6.8	-11.2	-11.6	-5.5	-9.0	-10.0
3	-3.0	-10.0	-13.5	-14.1	-7.1	-11.1	-9.9	-8.5	-11.3	-6.5	-16.5	-10.5
4	-6.2	-8.0	-14.2	-.25.7	-12.5	-9.1	-12.3	-8.7	-11.9	-9.1	--	-16.7
5	-6.9	-7.8	-12.5	-16.4	-10.2	-10.0	-8.3	-11.4	-11.3	-6.9	-16.5	-14.9
6	-6.6		-11.4	-25.0	-13.6	-9.7	-9.7	-10.9	-11.5	-10.0	--	-13.1
\bar{x}	-6.32	-8.23	-12.6	-18.75	-9.0	-9.47	-9.11	-9.75	-11.72	-7.0	-15.0	-12.6
σ	0.411	0.59	1.197	5.206	2.89	1.33	1.95	1.58	0.531	1.51	2.59	2.75
c.v.	6.5	7.17	9.5	27.8	32.16	14.05	21.4	16.3	4.54	21.7	17.3	21.8

VALOR	13	14	15	16
1	-8.6	-5.8	-11.5	-9.4
2	-15.2	-8.2	-12.6	-6.5
3	-15.6	-9.2	-7.8	-6.9
4	-19.2	-13.4	-12.7	-10.9
5	-14.7	-12.3	-15.0	-11.4
6	-12.1	-14.2	-16.8	-9.8
x	-15.4	-10.78	-12.9	-9.25
σ	2.54	2.47	1.47	1.69
c.v.	16.5	22.9	11.4	18.27

Valores del ensayo biológico RPN dieta de leche a un nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	4.17	3.97	5.66	5.14	4.1	3.34	4.04	2.03	2.92	4.69	4.09	2.18
2	3.93	3.61	5.59	5.41	3.69	4.18	4.67	1.91	3.3	4.93	3.04	2.94
3	4.23	4.97	5.71	3.7	4.55	3.7	4.62	1.71	2.96	3.47	3.39	3.47
4	4.04	3.7	5.47	3.91	4.63	3.22	4.28	1.58	3.18	4.35	3.75	2.76
5	4.79	2.9	4.43	3.72	3.63	3.84	4.77	2.42	2.9	2.59	4.34	2.87
6	3.51	2.75	4.5	3.95	3.38	3.75	4.32	2.33	2.7	4.1	3.83	2.54
x	4.11	3.54	5.22	4.18	3.99	3.67	4.45	2.02	3.0	4.15	3.74	2.79
σ	0.418	0.456	0.596	0.648	0.518	0.348	0.282	0.309	0.217	0.515	0.47	0.43
c.v.		12.89		15.5					7.2	12.4	12.6	15.4

VALOR	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	4.3	2.64	2.91	3.89	4.93	5.49	5.44	4.22	5.13	5.54	5.63	4.97
2	3.91	3.08	2.41	3.28	5.03	3.93	6.32	5.53	6.72	4.31	5.17	5.0
3	3.81	3.18	1.68	3.7	4.61	4.62	6.19	4.44	5.46	5.11	4.41	5.76
4	3.6	4.35	2.34	4.84	3.73	4.57	6.79	3.87	4.52	4.04	5.73	4.41
5	2.87	3.72	2.51	2.63	4.72	4.64	5.83	3.94	--	5.17	4.55	6.4
6	3.75	3.74	2.28	2.27	4.1	4.28	6.37	4.52	4.39	5.26	1.63	4.74
x	3.7	3.25	2.35	3.38	4.52	4.59	6.16	4.42	5.24	4.9	5.09	5.21
σ	0.472	0.605	0.398	0.558	0.459	0.474	0.428	0.548	0.838	0.54	0.541	0.732
c.v.	12.8	17.5	16.9	16.5	10.2	10.3	6.9	12.4	16.0	11	10.6	14.1

VALOR	25	26	27
1	5.77	4.1	9.8
2	6.06	4.56	11.04
3	5.7	3.7	8.3
4	--	3.38	6.54
5	3.03	3.3	8.85
6	8.84	2.48	6.0
x	5.84	3.59	8.37
σ	0.191	0.717	1.36
c.v.	3.3	19.9	16.4

Valores del ensayo biológico RPN dieta de maíz a un nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	6.49	3.28	3.74	2.31	2.86	3.21	2.36	3.53	3.49	2.4	3.31	2.04
2	7.69	2.99	3.15	2.53	3.05	3.43	2.38	3.05	2.08	1.48	2.57	1.96
3	4.49	3.55	3.56	2.68	2.35	3.5	2.36	3.09	2.59	0.9	2.28	1.82
4	4.72	2.85	4.17	2.98	3.17	3.58	2.84	3.92	2.56	2.34	2.96	1.4
5	3.29	2.89	1.41	2.71	2.77	4.49	2.43	2.79	2.69	-0.07	2.49	-0.49
6	3.74	2.95	3.28	2.79	2.6	3.71	2.3	3.47	1.94	4.39	2.09	2.53
<i>x</i>	4.05	3.08	3.43	2.67	2.8	3.65	2.44	3.14	2.48	1.78	2.62	1.8
σ	0.666	0.274	0.267	0.232	0.315	0.442	0.198	0.297	0.275	0.721	0.449	0.259
c.v.	16.4	8.9	7.78	8.7	11.25	12.1	8.11	9.5	11.1	40.5	17.2	14.4
n	4		4					4	4	4		4

VALOR	13	14	15	16	17	18	19
1	6.22	3.17	3.25	4.92	2.78	3.6	3.32
2	6.51	3.3	3.09	4.69	3.2	4.1	1.7
3	5.85	3.42	1.92	5.07	3.59	3.21	1.63
4	3.34	2.99	3.19	3.94	2.78	2.12	1.6
5	5.22	2.66	3.71	4.19	3.23	2.85	1.44
6	5.61	2.61	1.6	4.37	3.04	1.3	1.39
<i>x</i>	5.46	3.03	2.86	4.53	3.1	2.95	1.68
σ	1.033	0.305	0.547	0.438	0.308	0.621	0.335
c.v.	18.9	10.1	19.1	9.67	9.9	21.0	19.9

Valores del ensayo biológico RPN dieta de gelatina a un nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-0.17	0.78	0.88	1.47	0.72	-0.32	0.78	2.35	0.98	2.27	1.27	0.75
2	0.49	-0.57	0.00	1.93	0.5	0.3	0.58	0.74	1.13	2.01	1.63	0.82
3	0.7	0.4	-0.24	0.48	-0.74	-0.1	0.51	1.35	0.96	2.76	1.89	0.52
4	-0.07	0.04	-0.3	1.04	0.36	0.05	0.02	1.92	1.24	3.0	1.24	0.58
5	0.48	0.05	-2.63	2.13	0.18	0.43	0.46	0.58	1.2	2.7	0.77	0.63
6	0.44	-1.69	-1.78	-0.04	0.64	0.13	0.05	0.27	0.84	2.76	0.84	1.03
\bar{x}	0.52	0.14	-0.51	1.23	0.42	0.1	0.4	1.15	1.06	2.58	1.27	0.72
σ	0.117	0.499	0.851	0.616	0.184	0.172	0.305	0.608	0.157	0.369	0.398	0.172
c.v.	22.5	>>>15	166	50.1	43.8	171.6	76.25	52.9	14.8	14.3	31.4	23.9

VALOR	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	0.36	-0.16	1.945	1.85	-1.08	1.27	1.48	0.44	0.66	1.58	-0.66
2	0.38	-0.12	1.54	0.75	-0.28	2.27	2.08	0.45	0.8	1.36	-0.05
3	0.29	0.25	0.78	1.41	-0.52	0.89	1.05	0.67	1.3	0.73	-0.4
4	-0.27	0.48	0.48	0.34	-0.41	0.49	0.7	0.55	0.26	-0.16	-0.61
5	-0.07	0.41	0.79	0.86	-0.65	2.56	0.59	-0.38	0.33	0.23	0.15
6	-0.14	0.59	1.22	-0.4	-0.02	1.9	0.15	-0.62	0.57	0.0	-0.92
\bar{x}	0.11	0.25	1.13	0.84	-0.46	1.58	0.95	0.26	0.59	0.58	-0.43
σ	0.251	0.232	0.498	0.382	0.136	0.619	0.401	0.433	0.198	0.601	0.277
c.v.	>>20	>>>20	44.0	45.5	29.6	39.2	>>>20	>>>20	33.5	103	64.5

Valores del ensayo biológico RPN dieta de soya a un nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	3.2	2.44	3.47	3.23	3.9	3.29	3.0	3.12	3.95	4.21	2.96	4.47
2	3.1	2.44	3.22	4.38	2.83	2.42	3.38	3.75	4.69	3.9	4.18	2.56
3	3.11	2.95	4.96	4.79	3.86	3.02	2.98	3.59	4.42	2.82	4.01	2.48
4	3.38	2.43	4.06	3.89	3.14	2.92	3.32	2.71	6.76	3.21	3.79	2.6
5	3.81	2.76	3.77	1.03	3.09	3.12	2.51	3.2	4.83	5.24	4.0	2.06
6	3.11	1.98	2.59	3.28	2.74	2.21	3.09	3.75	3.22	3.49	3.78	2.53
x	3.28	2.5	3.63	3.69	3.26	2.83	3.05	3.35	4.48	3.7	3.79	2.44
σ	0.278	0.333	0.364	0.546	0.504	0.42	0.31	0.414	0.373	0.441	0.434	0.22
c.v.	8.5	13.3	10	14.8	15.5	14.8	10.2	12.3	8.3	11.9	11.4	9.0

VALOR	13	14	15	16	17	18	19
1	4.96	3.92	1.26	4.43	2.63	3.87	3.99
2	5.38	4.02	1.43	4.04	2.04	4.04	2.12
3	5.01	4.07	0.92	3.85	1.89	3.9	4.39
4	4.3	4.1	0.74	3.11	2.4	3.33	2.76
5	3.53	4.04	0.66	3.34	1.88	3.02	2.95
6	4.99	3.39	1.12	3.59	1.96	3.54	2.37
x	4.68	3.92	1.01	3.73	2.13	3.61	3.02
σ	0.662	0.27	0.228	0.439	0.281	0.358	0.692
c.v.	14.1	6.9	22.5	11.8	13.2	9.9	22.9

Valores del ensayo biológico RPN dieta de maíz-soya a un nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6
1	2.67	3.25	5.14	6.16	2.43	4.49
2	2.46	3.65	4.07	4.94	2.4	4.25
3	2.66	3.74	3.88	4.96	2.79	3.77
4	2.98	3.14	3.77	3.7	2.58	3.19
5	2.75	3.26	4.05	6.54	2.66	3.9
6	2.84	3.09	3.68	6.46	2.49	4.77
\bar{x}	2.72	3.35	4.1	4.28	2.56	4.06
σ	0.179	0.273	0.532	0.667	0.149	0.564
c.v.	6.6	8.15	12.9	15.6	5.8	13.9

Valores del ensayo biológico RPN dieta de maíz-leche a un nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6
1	3.72	5.21	5.27	4.86	0.7	5.28
2	3.21	4.37	5.73	5.38	2.26	3.28
3	4.09	5.04	4.7	5.01	1.18	3.6
4	3.8	18.03	4.95	4.3	0.64	2.45
5	3.37	26.32	4.39	3.53	1.16	3.84
6	3.73	24.92	4.5	4.99	-1.04	4.5
\bar{x}	3.65	4.87	4.93	4.68	0.92	3.8
σ	0.316	0.444	0.509	0.662	0.289	0.451
c.v.	8.6	9.11	10.3	14.1	31.5	11.9

Valores del ensayo biológico RPN dieta de avena y trigo a un nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6	7	VALOR	1	2	3
1	2.66	3.47	2.22	2.83	2.88	7.85	4.14	1	2.59	2.25	3.05
2	2.89	2.62	2.24	2.78	2.67	4.44	3.71	2	2.12	2.16	1.67
3	3.37	3.26	3.19	3.1	3.08	2.87	3.63	3	2.54	2.28	2.3
4	3.39	2.62	1.81	3.0	2.64	2.76	3.78	4	2.26	2.08	2.13
5	2.09	2.78	2.88	3.34	3.01	3.81	3.61	5	2.18	1.47	1.89
6	2.94	3.18	2.89	3.18	2.67	3.5	3.49	6	2.15	0.74	1.71
x	2.89	2.98	2.56	3.04	2.82	3.65	3.72	x	2.31	1.99	2.01
σ	0.485	0.361	0.378	0.212	0.192	0.653	0.225	σ	0.207	0.354	0.267
c.v.	16.8	12.1	14.8	6.97	6.8	17.9	6.0	c.v.	8.9	17.8	13.3

Valores del ensayo biológico RPN dieta de leche-avena a un nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3
1	5.16	6.15	4.87
2	4.78	5.78	6.1
3	4.56	6.07	3.5
4	4.62	5.12	4.94
5	3.53	5.47	4.53
6	4.28	6.45	4.97
x	4.49	5.84	4.82
σ	0.553	0.488	0.837
c.v.	12.3	8.3	17.4

Valores del ensayo biológico RPN dieta de leche-gelatina a un nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2.32	2.52	3.29	2.55	1.97	2.83	2.84	3.17	3.86	2.99	3.57	3.77
2	2.58	1.77	3.11	3.89	1.72	2.24	4.62	3.12	3.53	3.28	2.85	2.54
3	3.65	2.6	2.09	2.64	--	2.34	2.9	3.83	3.52	3.16	2.72	2.39
4	2.73	2.09	2.53	---	0.28	1.91	4.22	3.12	3.27	3.31	1.64	2.79
5	3.18	2.0	3.18	3.52	1.92	2.23	4.15	3.47	3.96	2.52	4.07	2.85
6	2.47	2.0	1.69	---	2.31	2.74	3.78	2.5	3.56	2.42	2.93	3.8
x	2.82	2.16	2.73	3.15	1.98	2.38	3.75	3.2	3.62	2.95	3.02	3.02
σ	0.501	0.325	0.515	0.66	0.255	0.344	0.667	0.403	0.23	0.352	0.328	0.613
c.v.	17.7	15.0	18.9	20.9	12.9	14.4	17.8	12.6	6.4	11.9	10.8	20.3

VALOR	13	14	15
1	2.81	4.26	1.09
2	2.29	2.52	0.96
3	2.86	3.83	1.64
4	1.67	2.8	1.85
5	2.16	3.6	1.4
6	2.08	2.74	1.3
x	2.31	3.24	1.37
σ	0.456	0.554	0.334
c.v.	19.7	17.1	24.37

Valores del ensayo biológico RPN dieta de frijol-maíz a un nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2.66	3.0	2.85	1.94	3.68	4.7	3.33	5.36
2	2.71	3.59	2.68	2.4	3.9	4.7	2.5	4.15
3	2.41	3.25	1.52	2.36	3.25	4.05	3.1	3.88
4	2.59	2.82	2.79	1.45	3.44	4.21	2.91	5.39
5	2.99	4.12	2.47	2.18	3.17	3.6	3.07	5.29
6	2.74	4.53	2.4	1.43	3.58	3.98	3.71	3.85
\bar{x}	2.69	3.55	2.49	1.95	3.5	4.21	3.1	4.65
σ	0.191	0.664	0.506	0.435	0.25	0.431	0.405	0.769
c.v.	7.1	18.7	20.3	22.3	7.1	10.2	13.1	16.5

Valores del ensayo biológico RPN para dieta de frijol a un nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	3.02	2.79	1.17	1.77	3.04	1.15	1.37	4.45	2.69	1.37	1.6
2	2.16	1.99	0.49	0.71	2.38	-0.84	1.95	5.78	1.73	1.46	2.42
3	2.15	2.2	1.05	0.27	1.69	0.85	2.33	3.62	1.77	2.44	1.97
4	2.28	2.89	0.61	1.0	2.25	1.63	1.51	3.67	1.71	2.22	0.64
5	2.02	1.74	1.1	0.5	2.22	0.97	1.42	4.74	1.77	1.86	1.61
6	2.23	0.63	0.99	0.45	2.0	-0.23	0.33	3.76	5.07	1.77	154
\bar{x}	2.2	2.18	0.9	0.67	2.26	0.68	1.56	4.34	1.99	1.82	168
σ	0.061	0.448	0.28	0.262	0.45	0.626	0.234	0.769	0.467	0.313	0.194
c.v.	2.79	20.6	31.1	39.2	19.9	92.1	14.9	17.7	23.5	17.2	11.5

Valores del ensayo biológico RPN dieta de arroz a un nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6	7
1	3.39	2.62	2.69	4.6	2.95	5.96	3.36
2	3.3	2.54	2.14	4.97	3.8	4.42	4.11
3	4.02	2.73	2.85	4.56	3.96	4.16	2.73
4	3.08	2.5	2.74	6.85	3.6	3.3	3.78
5	2.74	2.51	2.23	5.64	3.64	3.83	2.83
6	3.89	3.86	2.96	5.38	3.27	3.75	---
x	3.4	2.79	2.6	5.34	3.54	4.24	3.36
σ	0.484	0.531	0.388	0.865	0.37	0.847	0.595
c.v.	14.2	19.0	13.0	16	10.4	19.9	17.7

Valores del ensayo biológico RPN dieta de leche-arroz a un nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3	4	5	6
1	4.12	5.26	4.91	3.48	2.34	6.2
2	4.49	4.2	4.39	3.32	2.52	4.7
3	4.16	4.35	4.13	3.82	2.51	3.6
4	4.07	4.62	4.32	4.01	2.05	5.14
5	4.5	4.14	4.66	3.56	2.71	3.82
6	4.04	4.48	4.31	3.32	2.55	4.81
x	4.23	4.51	4.45	3.58	2.45	4.71
σ	0.208	0.408	0.281	0.276	0.228	0.859
c.v.	4.9	9.0	6.3	7.7	6.3	18.2

Valores del ensayo biológico RPN dieta de soya-arroz a un nivel de proteína aproximado al 10%

VALOR	1	2	3
1	3.74	4.07	5.37
2	3.84	3.56	4.88
3	4.5	2.75	3.32
4	4.65	3.41	4.8
5	3.72	2.44	3.88
6	--	2.6	4.35
x	4.09	3.08	4.43
σ	0.45	0.476	0.742
c.v.	11.0	15.4	16.8