

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**



**ANÁLISIS CUANTITATIVO COMPARATIVO
DEL HUEVO COMO FUENTE DE PROTEÍNAS
ESENCIALES EN LA ALIMENTACIÓN DEL SER HUMANO**

INFORME DE TESIS

PRESENTADO POR

ERICK NORMAN SAMAYOA MENÉNDEZ

Para optar al título de

Químico Farmacéutico

Guatemala, Abril del 2005

ÍNDICE GENERAL

| | PÀGINA |
|-----------------------------|---------------|
| I. RESUMEN | 1 |
| II. INTRODUCCIÓN | 3 |
| III. ANTECEDENTES | 5 |
| IV. JUSTIFICACIÓN | 26 |
| V. OBJETIVOS | 27 |
| VI. HIPÓTESIS | 28 |
| VII. MATERIALES Y MÉTODOS | 29 |
| VIII. RESULTADOS | 38 |
| IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 43 |
| X. CONCLUSIONES | 45 |
| XI. RECOMENDACIONES | 46 |
| XII. REFERENCIA | 47 |
| XIII. ANEXOS | 50 |

I. RESUMEN

Este trabajo fue elaborado debido a la creencia popular muy difundida en nuestro país de que los huevos de gallina, de patio o criollos son más nutritivos que los huevos de granja avícola. Debido a ello se plantearon los siguientes objetivos: Evaluar el contenido proteínico de los huevos que se adquieren en nuestro país, como un aporte de proteínas de alto valor biológico accesibles para el pueblo y, establecer si existe alguna diferencia cuantificable que sea provechosa en el contenido proteínico de los huevos de patio en comparación con los huevos procedentes de granjas avícolas.

Para cumplir estos objetivos se analizaron 2 muestras representativas de 64 huevos cada una que se identificaron como “grupo de patio” a la primera y “grupo de granja avícola” a la segunda; según si fueron recolectados en mercados o en supermercados, respectivamente. Se les midió su contenido proteínico de manera cuantitativa, utilizando el método de Kjeldahl para nitrógeno protéico y los datos fueron tabulados y analizados por el método de t de Student.

Por otro lado se compararon estadísticamente los resultados de los valores proteínicos para ambos grupos versus el valor nutricional para un huevo entero crudo, como está reportado en la tabla de composición de alimentos de INCAP.

Los resultados se presentaron mediante tablas y gráficos comparativos que evidenciaron pequeñas diferencias entre los dos grupos analizados, las cuales no son significativas ($p= 1.0000$). También al comparar estos valores con el valor reportado por el INCAP se evidenciaron diferencias que aunque estadísticamente significativas, sin embargo no se consideran nutricionalmente provechosas.

De esta manera se pudo concluir que los huevos de gallina que se adquieren en nuestro país poseen un contenido proteínico aceptable al compararlos con valores regionales. Asimismo que la creencia popular de que el huevo de patio o criollo es más rico en proteínas que el huevo de granja no tiene fundamento sustentable según lo demuestra el análisis por el método kjeldahl para la cuantificación de nitrógeno protéico; por último la comparación cuantitativa entre los 2 tipos de huevo no revela diferencias nutricionalmente provechosas, aun cuando los valores encontrados para ambos grupos muestran diferencias significativas menores en el caso del huevo de patio y mayores en el caso del huevo de granja avícola, comparandolos con el valor reportado por el INCAP en su tabla de composición de alimentos.

II. INTRODUCCIÓN.

El huevo es un alimento que debido a su fácil acceso ha tenido una gran aceptación por las poblaciones desde el inicio de la historia, a esto se debe que se preparen variedad de platillos con ellos y de diversas procedencias, siendo el huevo de gallina uno de los más preferidos por su fácil obtención y su rico sabor. El huevo constituye además una fuente rica en proteínas, que como se sabe son los constituyentes principales de los tejidos.

Si no se consume una adecuada cantidad de proteína el organismo no tendrá los elementos necesarios para construir sus tejidos, derivando esto en problemas de desarrollo, que pueden llevar a enfermedades por desnutrición. Entre ellas se pueden mencionar el desequilibrio proteínico-calórico conocido como marasmo que está asociado con la restricción severa de alimentos, y la enfermedad de Kwashiorkor provocada por la baja ingestión de proteínas de buena calidad.

Por lo cual es necesario incluir en la dieta, sobre todo de los niños, un aporte adecuado de proteínas. Lamentablemente, debido a los problemas socioeconómicos que atraviesa nuestro país, este aporte no puede ser alcanzado, pues en muchas poblaciones no se consume carne; alimento de origen animal que proporciona proteínas de alto valor biológico. El aporte de proteínas se limita entonces a las proporcionadas por el maíz y el frijol en su mayoría y en mínima parte a las procedentes de huevos como los de gallina que pueden aportar un 13% de contenido de nitrógeno proteínico del más alto valor biológico.

Este trabajo es un análisis comparativo del contenido de nitrógeno total como componente proteínico en huevos de gallina usando el método de Kjeldahl, para determinar si existe alguna diferencia provechosa entre los huevos conocidos como huevos de patio y los que se expenden en supermercados y que proceden de granjas avícolas de nuestro país.

Además de ello, el conocimiento de las variaciones en el valor nutritivo (proteínico) de los huevos producidos y vendidos en Guatemala es valioso para los nutricionistas que son los responsables del cálculo del contenido de nutrientes de las dietas. Ya que estos datos no existen y solo se asumen los resultados por creencias populares.

III. ANTECEDENTES.

III.1. NUTRIENTES EN LOS ALIMENTOS:

Se dividen en micronutrientes y macronutrientes. Los primeros son aquellos elementos que se consumen en pequeñas cantidades (< 1g / diario) como las vitaminas y minerales y macronutrientes que constituyen fuentes intercambiables de energía como los azúcares, grasas y proteínas (1).

Después del agua, las proteínas representan la parte más importante del organismo de animales y vegetales; esto debido a que son fuente de nitrógeno y energía como se dijo anteriormente. Los vegetales son capaces de producir sus propias proteínas a partir de sustancias nitrogenadas orgánicas e hidratos de carbono sintetizados con la ayuda de la energía solar en la denominada función clorofílica; los animales no pueden sintetizar sus propias proteínas por lo que necesitan obtenerlas de los vegetales o en el caso de los carnívoros de otros animales (2).

III.1.1 LAS PROTEÍNAS Y SUS FUNCIONES BIOLÓGICAS

Las proteínas son las moléculas orgánicas más abundantes en las células, constituyendo el 50 por ciento o más de su peso seco. Se encuentran por todas las partes de la célula, pues son fundamentales en todos los aspectos de la estructura y función celulares. Se conocen muchas clases de proteínas, cada una esta especializada en una función biológica diferente. Además la información genética esta expresada en su mayor parte por ellas (3).

Como moléculas orgánicas, todas están formadas por carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno y en casi todas hay azufre. Se encuentran también otros elementos adicionales, especialmente fósforo, hierro, cinc y cobre, aunque no están en todas (3).

Si bien poseen pesos moleculares altos, cuando se hidrolizan por acción de algún ácido, dan una serie de compuestos orgánicos sencillos de bajo peso molecular; son los α -aminoácidos, que difieren entre sí en la estructura de sus grupos R o cadenas laterales. Estos últimos son como los ladrillos de la estructura proteínica (3).

En las moléculas proteicas los sucesivos restos aminoácidos se hallan unidos entre sí por enlaces característicos llamados enlaces peptídicos que forman largos polímeros no ramificados (polipéptidos), los cuales están ordenados en secuencias características para cada tipo de proteína (3).

Las proteínas se denominan como simples, cuando al sufrir hidrólisis producen solamente aminoácidos, sin ningún otro producto principal, orgánico o inorgánico (3).

Las proteínas conjugadas en cambio contienen un metal o un grupo prostético orgánico (que es la porción no aminoácida de una proteína conjugada) (3).

III.1.2 CONFORMACIÓN DE LAS PROTEÍNAS.

En su forma natural o nativa cada tipo de molécula proteica tiene una forma tridimensional característica que es conocida como su conformación.

Este hecho las ha dividido para su estudio en proteínas *fibrosas*, que son

aquellas formadas por dos cadenas polipeptídicas ordenadas paralelamente a lo largo de un eje central, que les da apariencia fibrosa o laminar. Todas son insolubles en el agua o en disoluciones salinas diluidas. Este tipo de proteínas está presente en tejidos tales como el conjuntivo de los animales superiores que se encuentra formando estructuras como tendones y matriz de los huesos, cabello, cuero, uñas y plumas en las aves (3).

Las proteínas *globulares* por su parte están constituidas por cadenas polipeptídicas muy estrechamente plegadas de modo que adoptan formas esféricas o globulares compactas. La mayoría de ellas son solubles en agua y sistemas acuosos. Generalmente desempeñan funciones móviles o dinámicas en las células. Como ejemplos de ellas están las que forman parte de las enzimas, anticuerpos, algunas hormonas y muchas proteínas que desempeñan función de transporte. Algunas proteínas se encuentran entre los dos tipos mencionados. A este grupo pertenecen la miosina, elemento estructural importante en el músculo y el fibrinógeno, precursor de la fibrina, elemento estructural de los coágulos sanguíneos (3).

El término estructura primaria de una proteína se refiere a su secuencia aminoácida específica. La estructura secundaria es la constituida por la ordenación extendida o helicoidal de las cadenas polipeptídicas a lo largo de un eje simple y prolongado como en las proteínas fibrosas. La estructura terciaria se refiere al modo mediante el cual las cadenas polipeptídicas se pliegan para formar proteínas globulares. En las proteínas oligoméricas, que contienen dos o más cadenas polipeptídicas, el término

“estructura cuaternaria” se refiere a la manera con que las cadenas individuales polipeptídicas se agrupan conjuntamente. En último término la conformación tridimensional dependerá siempre del tipo de aminoácidos presentes y su secuencia específica (3).

III.1.3 FUNCIONES

Las proteínas poseen muchas y diferentes funciones. La clase más amplia la constituyen las que funcionan como enzimas. Ellas pues catalizan o aumentan la velocidad de las reacciones químicas, y son extraordinariamente específicas en su función. Por ejemplo: la enzima exoquinasa que participa en la primera etapa del metabolismo energético de la glucosa. Otras enzimas deshidrogenan moléculas de combustible. También transfieren electrones hacia el oxígeno molecular durante la respiración celular, como es el caso del citocromo c. Algunas enzimas como las alostéricas pueden ejercer acciones reguladoras además de su acción catalítica (3).

Algunas proteínas desempeñan una función de transporte de moléculas por la sangre como la seroalbúmina y la hemoglobina (3).

También las hay que desempeñan funciones protectoras como la trombina y fibrinógeno que participan en el proceso de coagulación de la sangre y las muy importantes inmunoglobulinas o anticuerpos que combaten a los agentes infecciosos (3).

Otra clase importante de proteínas se desempeña en el almacenamiento de aminoácidos como elementos nutritivos y como sillares para el embrión en crecimiento, por ejemplo, la ovoalbúmina de la clara de huevo, la caseína de la leche y la gliadina de las semillas de trigo (3).

Las proteínas también son componentes de las toxinas; las proteínas contráctiles como la actina y miosina; algunas hormonas como la somatotropina (hormona del crecimiento), y la insulina; y las proteínas estructurales como las del tejido conectivo y las del hueso (3).

Es sorprendente que todas las proteínas incluso las que ejercen efectos tóxicos y biológicos, estén constituidas por los mismos aminoácidos (20 en total). La conformación tridimensional es la que confiere a cada proteína su actividad biológica específica; la conformación, por su parte, está determinada por la secuencia específica de los aminoácidos en sus cadenas polipeptídicas (3).

III. 1.4. VALOR BIOLÓGICO DE LAS PROTEÍNAS

El valor biológico se define como el tanto por ciento de proteínas absorbidas que son realmente retenidas por el animal (2).

Como se sabe los animales toman proteínas en su dieta, las cuales rompen hasta transformarlas en los aminoácidos originales de que están formadas. Después estos aminoácidos los usan para formar sus propias cadenas proteínicas. Cuanto más similar sea la proteína ingerida a la que se quiere formar, mayor será su valor biológico (2).

El valor 100 se daría pues para aquella que por gramo de proteína ingerida diese un gramo de proteína endógena (2).

Lógicamente, las proteínas animales son de más alto valor biológico que las vegetales cuando se habla de alimentación de animales. Las proteínas vegetales sirven para mantener el equilibrio nitrogenado en los animales, pero para conseguir el crecimiento de los mismos se requiere un aporte proteínico de su propio reino (2).

Las proteínas de la leche son las que más alto valor biológico tienen, (100%), seguidas de las procedentes de huevos (95%) y carne(80%).

En general se dice que los individuos adultos necesitan como mínimo un gramo de proteína al día por cada kilogramo de peso y de ello, la cantidad total de proteína necesaria, el 30 – 60% ha de ser procedente de fuentes animales (2).

III.1.5 PROTEÍNAS EN EL HUEVO.

Las proteínas del huevo ocupan aproximadamente el 13% de su peso seco total, y se distribuyen tanto en la yema (17.50%), como en la clara o albúmina (11.00%), pero no en la cáscara cuyo componente mayoritario es el calcio (96 %) en forma de carbonato y en menor proporción algunas sales como fosfato y magnesio, siendo el aporte de proteínas únicamente del 1.00 % (4) y (5).

III.2 EL HUEVO DE GALLINA.

Diferenciándose de los mamíferos, que nutren al embrión dentro de su cuerpo, paren crias vivas y las amamantan, las aves ponen huevos que contienen sustancias nutritivas suficientes para el completo desarrollo del embrión hasta el momento en que el pollito rompe el cascarón. En la gallina, la formación del huevo como fase de la reproducción, es un proceso continuo (6) exceptuando la temporada de la muda, o sea el período en que el ave cambia su plumaje (7).

El desarrollo del huevo comienza en el ovario, donde se forma la yema. En el ovario existen cantidad de folículos que son lugares de almacenamiento de óvulos; al romperse los folículos dejan en libertad a los óvulos ya transformados en yemas para que pasen através del oviducto en donde se rodean de la clara y luego de la cáscara en procesos separados que duran varias horas. Durante su paso por el oviducto, el óvulo es fecundado si hay allí espermatozoides. Después de completada la formación de la cáscara, el huevo sale por el ano; en donde es *empollado* por veintiún días hasta que nace el polluelo (6).

III.2.1 LA CÁSCARA.

La cáscara es la parte externa del huevo; tiene dos membranas en su polo obtuso, que están separadas por una cámara de aire, ya que la cáscara es permeable al gas. Esta cámara aumenta su volumen según el tiempo de conservación, en parte por intercambio gaseoso y también por

pérdida de vapor de agua. Su altura es indicadora de la frescura según criterios oficiales; aunque esto no es del todo cierto porque si el huevo se conserva en atmósfera húmeda, se preservará el contenido de humedad y se estará exponiendo al huevo a riesgos bacteriológicos (8).

TABLA # 1. COMPOSICIÓN DEL HUEVO

| FRACCIÓN | % | AGUA | PROTEÍNA | GRASA | CENIZA |
|-----------------|----------|-------------|-----------------|--------------|---------------|
| Huevo entero | 100.00 | 65.50% | 11.80% | 11.00% | 11.70% |
| Clara | 58.00 | 88.00% | 11.00% | 0.20% | 0.80% |
| Yema | 31.00 | 48.00% | 17.50% | 32.50% | 2.00% |
| | | Carbonato | Carbonato | Fosfato de | materia |
| | | De calcio | De magnesio | Calcio | Orgánica |
| Cascarón | 11.00 | 94.00% | 1.00% | 1.00% | 4.00% |

(Potter, 1978)

La cáscara está formada esencialmente por carbonato de calcio (96%) y un poco de fosfato de magnesio entrelazados en un retículo fibrilar. También están presentes la vitamina D y el fósforo, así como el manganeso. La dureza de la cáscara está relacionada con la naturaleza de este retículo y con el contenido de magnesio (8).

El color del cascarón proviene de los pigmentos de la capa exterior los cuales van de blancos a cafés. La raza de las gallinas determina el color del cascarón. Una raza con plumas y con los lóbulos de las orejas blancas pone huevos blancos; las razas con los lóbulos de las orejas y plumas rojas ponen huevos cafés. Como las ponedoras de

huevos cafés son aves más grandes y requieren una mayor alimentación, estos huevos son usualmente más caros que los huevos blancos (9).

III.2.2 LA YEMA.

La yema o la porción amarilla forma parte de 33% del peso líquido del huevo.

Es una dispersión de partículas en una fase acuosa continua o plasma. Contiene toda la grasa del huevo y un poco menos de la mitad de las proteínas (9).

Su contenido graso se distribuye en triglicéridos en un 70% formados por los ácidos grasos palmítico y esteárico, que también forman parte de moléculas de lecitina. A su vez los ácidos grasos oleico y linoleico forman parte de triglicéridos y en menor cantidad de fosfolípidos.

TABLA # 2

COMPOSICIÓN PROTEÍNAS DE LA YEMA DEL HUEVO DE GALLINA

| Proteínas | Porcentaje de extracto seco | Masa molecular | Contenido en lípidos | Proporción en porcentaje de proteínas | Fósforo en porcentaje en las proteínas | Localización |
|---------------------|-----------------------------|---|----------------------|---------------------------------------|--|---------------|
| Fosvitina | 4 | 36.00 | 0 | 10 | 10 | Partículas |
| Lipovitelina, HDL | 16 | 400.000 | 20 | 36 | $\alpha=0.5$ $\beta=0.25$ | Partículas |
| Lipovitelinas, LDL. | 68 | 3×10^6 | 88 | 24 | 0.1 | Fase continua |
| Livetinas | 10 | $\alpha:80.000$ $\beta:45.000$ $\gamma:150.000$ | 0 | 30 | — | Fase continua |

(Alais & Linden, 1990)

Las proteínas de la yema son esencialmente la fosvitina y la lipovitulina, también se encuentran la lipovitelina, de baja densidad y unas proteínas globulares, las livetinas, procedentes del plasma sanguíneo (8).

III.2.2.1. FOSVITINA.

Una proteína con alto contenido de fósforo, un 10% de la proteína; muy rica en el aminoácido serina (con un 30%) de todos sus restos aminoácidos. No existe cisteína y se encuentran en muy poca cantidad tirosina, triptofano y metionina.

La fosvitina reúne un 80% del fósforo protéico de la yema, mientras que solo constituye un 10% del total de proteínas de la misma. Es una reserva de fósforo para el embrión y también una fuente de hierro, pues esta proteína se fija muy fácilmente al metal (8).

III.2.2.2. LIPOVITELINA O VITELINA.

Una proteína de alta densidad, HDL, es decir, son proteínas con un bajo contenido de fósforo y un contenido mediano en lípidos (20%). Tiene una masa molecular de 400.000 que le asemeja a un dímero, su forma estable a $\text{PH} < 7,0$. Su estructura lipídica se compone de fosfolípidos, lípidos neutros, colesterol y triglicéridos. Es una proteína bastante resistente a las condiciones a las que se

degradan otras lipoproteínas. Es muy rica en cisteína y predominan las cadenas laterales ácidas (Ácido aspártico y glutámico) (8).

III.2.2.3. LIPOVITELINA.

Representa a las proteínas de baja densidad LDL. Contiene una elevada cantidad de lípidos, entre ellos lípidos neutros, fosfolípidos y colesterol. Su composición aminoácida es similar a la de la Vitelina, pero con una baja cantidad de cisteína. Es bastante estable en fase acuosa por su núcleo hidrófobo (de triglicéridos y colesterol esterificado), una monocapa envolvente formada por apoproteínas y lípidos polares (8).

III.2.2.4. LIVETINAS.

Se corresponden con proteínas plasmáticas bien conocidas: La livetina α es idéntica a la seroalbúmina, la livetina β es idéntica a la α_2 -glicoproteína, la livetina γ es idéntica a la γ -globulina (8).

III.2.2.5. OVOVITELINA.

Esta proteína posee propiedades importantes en comparación con la caseína de la leche:

- Contiene un 0.9% de fósforo y un 0.95% de azufre;
- Coagula por acción de la quimosina;

- Se desfosforila por calentamiento;
- Por hidrólisis proteásica (pepsina, tripsina.) da lugar a péptidos ricos en fósforo (8).

En cuanto a vitaminas; si se exceptúan a la riboflavina y la niacina, la yema contiene una proporción más alta en vitaminas que el cascarón y la clara. Todas las vitaminas del huevo A, D y E se encuentran en la yema. La yema de los huevos es uno de los pocos alimentos que contienen la vitamina D en forma natural. La yema contiene fósforo, manganeso, hierro, yodo, cobre y calcio en mayor proporción que las demás partes del huevo y contiene todo el cinc.

En los huevos fértiles, la yema es el sitio de formación del embrión. La yema es la responsable de las propiedades emulsificantes (9).

El color depende de la dieta de la gallina. Si ésta obtiene gran cantidad de plantas con pigmentación amarilla-anaranjada conocidas como xantofilas, estas serán depositadas en la yema. Si se alimentan con una mezcla que contenga maíz amarillo y alfalfa tendrán una yema de color amarillento, mientras aquellas que ingieran trigo o cebada producirán yemas de colores claros. Una dieta sin color, por ejemplo basada en maíz blanco dará yemas casi

sin color. Los pigmentos de la yema son relativamente estables y no se pierden ni se alteran durante el cocimiento (9).

Algunas veces se descubre un anillo verdoso alrededor de la yema de los huevos duros. Esto es resultado de la presencia de azufre y hierro dentro del huevo los cuales reaccionan en la superficie de la yema. Esto sucede si los huevos han sido cocidos previamente o si el agua de cocimiento contiene gran cantidad de hierro. Se puede evitar si se cocen a temperaturas y tiempos apropiados y se enfrían rápidamente los huevos cocidos (9).

III.2.3 LA CLARA O ALBÚMINA.

El albumen como también se le conoce tiene una estructura de gel tras la puesta, pero poco a poco se fluidifica, sobre todo antes de las primeras 48 horas. Esto es debido a una evolución del complejo ovomucina-lisozima y no a una hidrólisis de las proteínas. Su disociación se favorece al aumentar el pH; y se retrasa al acidificar el medio. Este pH en un huevo fresco es de 7.4 aproximadamente, y aumenta a pH 9 en tres días; después tiene pocos cambios, pero con frecuencia esta elevación trae consigo efectos desfavorables.

La albúmina en los huevos crudos es opalescente y no aparece blanca hasta que es batida o cocida. Una apariencia verdosa o amarillenta cuando está cruda puede ser indicadora de riboflavina. Una clara densa se debe a la

presencia de dióxido de carbono el cual no tuvo tiempo de escapar a través del cascarón, e indica un huevo muy fresco (9).

TABLA # 3 PROTEÍNAS DE LA CLARA DEL HUEVO DE GALLINA

| Proteínas * | Porcentaje de extracto seco | Masa molecular | Glúcidos porcentaje | Punto isoelectrico | Propiedades. |
|---------------|-----------------------------|----------------|---------------------|--------------------|-------------------------|
| Ovoalbúmina | 58 | 46.000 | 3.5 | 4.6 | Agente gelificante |
| Conalbúmina | 14 | 82.000 | 2 | 6.5 | Inhibidor de bacterias |
| Ovomucoide | 11 | 28.000 | 23 | 4.0 | Inhibe a la tripsina |
| Ovoglobulinas | 4+4 | 36.000/45.000 | - | 5.6 | Propiedades espumantes |
| Lisozima | 3.5 | 14.300 | 0 | 10.5 | Lisis de bacterias |
| Ovomucina | 2 | - | 25 | - | Factor de viscosidad |
| Ovoinhibidor | 1 | 45.000 | 6 | 5.1 | Inhibe varias proteasas |
| Flavoproteína | 0.8 | 34.000 | 14 | 4.0 | Fija la vitamina B2 |

* Además, existen otras proteínas minoritarias como la avidina que fija la biotina. (Alais & Linden, 1990)

Para conservar los huevos frescos se pueden mantener en atmósfera de dióxido de carbono (4% de CO₂) y a 10 °C lo que retrasa la elevación del pH y la licuefacción de la clara. Se puede también mantener la calidad de los huevos conservándolos a -1 °C y con un 90% de humedad relativa.

Existe una transferencia de pequeñas moléculas entre la clara y la yema:

1. De la yema a la clara: Hay un paso de aminoácidos libres y de hierro;
2. De la clara a la yema: Hay difusión de agua y paso de iones divalentes (8).

Los principales constituyentes de la clara además del agua son las proteínas, que constituyen aproximadamente un 85% del total del peso seco. Los valores relativos en porcentaje de proteínas totales son, poco diferentes de los valores en *porcentaje* del extracto seco. La principal proteína de la clara del huevo que representa más de la mitad del total, es la ovoalbúmina (10).

III.2.3.1. OVOALBÚMINA.

Es sin duda la principal proteína del huevo. Comparable a la seroalbúmina del plasma sanguíneo. Se encuentra en la sangre de las gallinas ponedoras (aunque no está en los machos ni hembras de aves no ponedoras). Esta ligeramente fosforilado, 0.13% de fósforo y contiene residuos de glúcidos por molécula de 46,000 daltons. Es

importante indicar que la ovoalbúmina contiene manosa y glucosamina, en un solo bloque, pero no contiene ácido neuramínico.

La composición en aminoácidos es notablemente equilibrada, pues solo un aminoácido está en cantidad mayor al 10% (Glutamina) y ninguno está en cantidad inferior al 1.3%.

La ovoalbúmina tiene propiedades gelificantes y espumantes que se utilizan en la práctica. Aunque suelen reducirse debido al estado de la proteína que aumenta en proporción de S-ovoalbúmina (Ovoalbúmina con muchos puentes disulfuro, que es más termoestable que la proteína nativa (8).

III.2.3.2. CONALBÚMINA.

Se la llama también ovotransferina; su masa molecular es casi el doble del de la ovoalbúmina, 87,000 daltons. Se asemeja con la siderofilina del suero sanguíneo en cuanto a su composición aminocídica y también por su capacidad de combinación con metales.

Se distingue por su parte glucídica, que no contiene ácido neuramínico; y contiene manosa y glucosamina en partes iguales.

Presenta una acción inhibidora sobre algunas bacterias. Es menos resistente al calor que la ovoalbúmina, pues se coagula hacia los 63 °C que también es la temperatura de coagulación de la clara del huevo (8).

III.2.3.3. OVOMUCOIDE.

Su nombre indica que es una glicoproteína rica en glucosamina. También contiene manosa en menor cantidad y algo de galactosa y ácido neuramínico. Su masa molecular es 28,000. Posee un 13% de nitrógeno y un 2% de azufre que es un valor elevado. Aunque se desnaturaliza por el calor es más resistente que las anteriores. Con la desnaturalización se forman más puentes disulfuro. Cabe destacar que esta proteína no posee el aminoácido triptófano.

El Ovomucoide es un factor antitripsina. Cuando la clara esta coagulada y dura se digiere rápidamente en el intestino porque se desnaturaliza la proteína. Si la clara esta cruda puede resistir a la digestión (8).

III.2.3.4. OVOMUCINA

Es otra glicoproteína, pero mucho menos conocida que la anterior en lo que se refiere a su estructura química. Se sabe del papel de la Ovomucina al asociarse a la lisozima que confiere a la clara una forma espesa.

Aunque insoluble en agua, puede solubilizarse en agua salada a un pH de 7.0. Es bastante resistente al calor, aunque hoy se sabe que puede ser destruida por radiaciones ionizantes, lo que reducirá

ostensiblemente el espesor de la clara (11). Contribuye a la estabilización de las espumas por frío.

La Ovomucina es un inhibidor de la hemaglutinación vírica (aglutinación de hematíes causada por virus) (8).

Entre las otras proteínas de la clara del huevo destaca la lisozima, a la que se ha hecho referencia. Es producida por la industria farmacéutica (por precipitación del cloruro de sodio a pH 10), sobre todo con el objetivo de "maternizar" la leche de vaca. También se ha utilizado aunque más actualmente para evitar la fermentación butírica en la fabricación de quesos con pasta prensada y cocida (8).

III.2.4 LA QUELAZA.

Es el centro de la clara. Entre más prominente es, más fresco es el huevo. La quelaza no interfiere con el cocimiento o la batida de la clara y no es necesario removerla (9).

III.2.5 MEMBRANAS DEL CASCARÓN.

Dentro del cascarón hay dos membranas, la interna y la externa. Después de que el huevo es puesto y comienza a enfriarse, la cavidad de aire se forma entre estas dos capas al final del huevo (9).

III.2.6 CAVIDAD DE AIRE.

Es el espacio vacío entre la clara y el cascarón en el extremo romo del huevo. Cuando el huevo es puesto, está caliente. Cuando se va enfriando, el contenido se contrae y la membrana interna del cascarón se separa de la externa para formar esta cavidad (9).

El productor usa el tamaño de la cavidad de aire como la base para la determinación del grado de frescura. En el grado AA, la cavidad de aire no debe exceder de 7 mm de altura (en profundidad). La cavidad de aire de un huevo grado A no debe exceder de 10 mm de altura en profundidad. Los huevos grado B, no exceden de los 12mm de altura (10).

III.2.7 MEMBRANA VITELINA.

Esta es la cobertura de la yema. Su fuerza protege a la yema para que no se rompa. La membrana Vitelina es débil en el disco germinal y tiende a convertirse en frágil conforme a la edad del huevo (9).

III.2.8 DISCO GERMINAL.

Es el canal que guía al centro de la yema. El disco germinal es raramente visible como una ligera depresión sobre la superficie de la yema. Cuando el huevo es fertilizado, el espermatozoide entra por el disco y baja al centro y el embrión se empieza a formar (4).

III.3 LA MALNUTRICIÓN PROTEICO ENERGÉTICA (MPE) Y EL DESARROLLO

Frecuentemente la ingestión de proteínas es más limitada que la de calorías. Esto sucede debido a que las proteínas comestibles son más costosas que los carbohidratos o las grasas; a que las proteínas de alto valor biológico (principalmente de origen animal) son más costosas que las proteínas de bajo valor biológico, principalmente de las origen vegetal (11).

En Guatemala, el maíz y sus derivados se constituye como el cereal de mayor importancia, pues no solo representa el 79% del consumo en gramos del grupo, sino porque también es consumido por el 99% de los hogares a nivel nacional (12).

Cuando el contenido de la dieta incluye casi exclusivamente cereales o alimentos de origen vegetal, se desarrolla progresivamente el tipo de desnutrición conocida como malnutrición proteico -energética (13).

El marasmo es la forma predominante de malnutrición proteicoenergética en la mayoría de países en vías de desarrollo como el nuestro. Se asocia a la interrupción temprana de la lactancia o su ausencia. Debido a la carencia de alimentos y con ello de un adecuado aporte energético, el organismo debe utilizar sus propias reservas (1) y (14).

Los lactantes marásmicos muestran gran apetito, pérdida de peso, retraso del crecimiento y atrofia del tejido adiposo (grasa) subcutáneo y de los músculos. Todo esto les da una apariencia de "piel y huesos". En los casos más severos la deshidratación, gastroenteritis aguda y enfermedades respiratorias son comunes pudiendo llegar a un Shock infeccioso y coagulación intravascular lo que provoca la muerte (1).

El Kwashiorkor aparece como resultado de una dieta pobre en proteínas totales y aminoácidos esenciales, aunque sea rica en alimentos energéticos, como es el caso de los postlactantes que son alimentados con cereales, bananos y otras frutas cuyos contenidos de proteínas son deficientes para cubrir sus requerimientos de nitrógeno, que es el elemento constituyente de aminoácidos y proteínas formadoras de tejidos. El Kwashiorkor se caracteriza por un edema generalizado, piel escamosa, debilitamiento y pérdida del color del cabello, hígado aumentado de tamaño y apatía, además del retraso del crecimiento. En nuestros países los niños gravemente desnutridos pueden ser también seropositivos para el Virus de Inmunodeficiencia Adquirida (VIH) (1).

I. JUSTIFICACIÓN.

Uno de los principales pilares de la alimentación en nuestro país es el consumo de cereales, siendo el maíz y el frijol consumidos por casi la totalidad de la población. Es en las áreas rurales así como en los estratos más pobres donde su consumo se ha generalizado. Esto obedece no solo a los hábitos alimentarios de la población, sino a limitaciones de disponibilidad y acceso a otros productos alimenticios que les proporcionen un mejor aporte proteínico.

Una alternativa puede ser el consumo de alimentos que además de proveer de los principales nutrientes, sean de fácil obtención y bajo costo.

Un ejemplo de este tipo de alimento es el huevo de gallina, el cual aporta proteínas de alto valor biológico y excelente digestibilidad; lo que le hace idóneo en la alimentación tanto infantil como geriátrica, y que actualmente se producen y venden en comunidades rurales gracias a programas de desarrollo por cooperativas como ASED OG.

Este trabajo presenta un análisis comparativo del contenido proteínico en huevos de gallina que se adquieren en nuestro país, para determinar si existe alguna diferencia provechosa entre los huevos conocidos como huevos de patio (o huevos criollos) y, los procedentes de granjas avícolas.

También el conocimiento de las variaciones en el valor nutritivo (proteínico) de los huevos producidos y vendidos en Guatemala es valioso para los nutricionistas que son los responsables del contenido de nutrientes en las dietas.

II. OBJETIVOS.

V. 1. GENERALES.

- V.1.1. Evaluar la calidad del contenido proteínico de los huevos de gallina que se adquieren en nuestro país, como un aporte de proteínas de alto valor nutritivo accesibles para el pueblo.
- V.1.2. Desarrollar un criterio que permita opinar sobre la creencia de que existen diferencias en el contenido nutricional del huevo de patio sobre el huevo de granja avícola, desde un punto de vista científico.

V.2. ESPECÍFICOS.

- V.2.1. Analizar el contenido proteínico de huevos de gallina de patio y huevos de gallina de granja avícola.
- V.2.2. Realizar una comparación cuantitativa entre ambos tipos de huevo, para determinar si existen diferencias en valores proteínicos.
- V.2.3. Comparar estadísticamente los resultados obtenidos con el valor reportado regionalmente para el contenido de proteínas en huevo de gallina entero crudo.

III. HIPÓTESIS.

El contenido proteínico del huevo crudo de gallina de patio es mayor que el contenido proteínico del huevo crudo de gallina de granja avícola.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS.

VII.1. UNIVERSO DE TRABAJO: Conformado por la producción de huevos de gallina que se consumen en nuestro país; procedentes de las granjas avícolas y mercados cantonales y municipales.

VII.1.1. MUESTRA:

Huevos de gallina adquiridos en supermercados de la capital. Estos representan el grupo de huevos de granja avícola (64 huevos).

Huevos de gallina adquiridos en mercados municipales y cantonales. Estos representan el grupo de huevos criollos o de patio. (64 huevos).

VII.2. RECURSOS:

VII.2.1. HUMANOS:

- Autor de la investigación: Br. Erick Norman Samayoa M.
- Asesora de la investigación: Licda. Julia Amparo García Bolaños.
- Asesor estadístico: Lic. Federico Nave.

VII.2.2. INSTITUCIONALES:

- Centro de Documentación Biblioteca CEDOBF de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. USAC.
- Laboratorio de Análisis Aplicado de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

- Biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la USAC.
 - Biblioteca del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. INCAP.
 - Centros de Informática consultados.

VII.2.3. MATERIALES:

VII.2.3.1. EQUIPO:

- Balanza y estufa.
- Matraz Kjeldahl de 500 ml para digestión
- Aparato destilador
- Bureta calibrada de 50 ml
- Cristalería y material de laboratorio en general.

VII.2.3.2. REACTIVOS:

- Sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), libre de nitrógeno.
- Sulfato de potasio (K_2SO_4) en polvo o Sulfato de sodio (Na_2SO_4) anhidro, grado reactivo, libre de N_2 .
- Ácido sulfúrico (H_2SO_4) 93-98%, libre de nitrógeno.
- Reguladores de ebullición en granallas (perlas de vidrio).

- Solución de ácido bórico (se diluyen 40 g de H_3BO_3 , en agua y se diluye a 1 litro).
- NaOH (hidróxido de sodio), Pellets o solución libre de nitrato. Para hacer la solución disuelva 450g de NaOH en H_2O , enfríe y diluya hasta 1 litro. (gravedad específica de la solución 1.36.)
- Indicador rojo de metilo o azul de metileno.
- HCl (ácido clorhídrico), solución patrón. 0.5 M, o 0.1 N.
- Parafina.

VII.3. METODOLOGÍA:

La forma de trabajo está dada por los métodos que sugiere la Norma COGUANOR NGO 34 125 h2; así como la Asociación Oficial de Química Analítica de Estados Unidos (AOAC); para la determinación del contenido de nitrógeno en huevo (15 y 16).

VII.3.1. PROCEDIMIENTO:

Preparación de la Muestra.

- a) Huevo Líquido: Pesar 2-3 gramos de muestra bien mezclada, por diferencia de peso dentro de un frasco Kjeldahl de 500 ml. Rango de peso cercano a 0.0001G.
- b) Huevo Seco: Transferir una porción de muestra de 1 gramo, cuidadosamente pesada en un frasco Kjeldahl de 500 ml. Rango de peso cercano a 0.0001g,

VII.3.2. DETERMINACIÓN:

1. Colocar una porción pesada de la muestra (0.7-2.2g) en un matraz de digestión.
2. Añadir algunas granallas de ebullición. Agregar 15 g de sulfato de potasio anhidro y 0.5 g de sulfato de cobre.
3. Agregar 25 ml de ácido sulfúrico y mezclar agitando suavemente el líquido.
4. Colocar el frasco en posición inclinada (con un ángulo de alrededor de 40° de la posición vertical) y calentar levemente hasta que la espuma cese. (Si es necesario añadir pequeñas cantidades de parafina para reducir la espuma); luego hervir vigorosamente hasta que la solución aclare y se torne de un color azul-verdoso, y luego por 30 minutos más. (2 horas para muestras que contienen material orgánico).
5. Enfriar a aproximadamente 40°C, agregar cerca de 100 ml de H₂O, y enfriar a menos de 25°C.
6. Vertir en un erlenmeyer de 500ml, 50 ml de solución de ácido bórico, agregar 4 gotas de solución indicadora, mezclar bien y ponerlo bajo el condensador de un aparato destilador, de modo que el tubo de salida quede sumergido en él.
7. Para la destilación se diluye el contenido del matraz Kjeldahl en 200 ml de agua, agitar y dejar enfriar; agregar cuidadosamente 100 ml de

solución de NaOH a lo largo del cuello del matraz de modo que se formen 2 capas. Si es necesario agregar más NaOH hasta lograr mayor alcalinidad.

8. Conectar el matraz al destilador, calentandolo y agitandolo para lograr una mejor mezcla; calentar hasta ebullición y destilar como mínimo 150 ml de líquido. Continuar con el destilado hasta que la mezcla comience a proyectarse o hasta que se hayan recogido 250 ml de líquido. Lavar bien el extremo del condensador empleando poca agua y recogiendo en el erlenmeyer.

9. Verificar la finalización de la destilación del amoníaco con un papel tornasol mojado con agua destilada; su color no deberá ser afectado por el líquido que sigue fluyendo del condensador. En este caso, interrumpir la destilación retirando la fuente de calor. Si la destilación fuese incompleta, se repetira la determinación para esa muestra.

10. Valorar el contenido del erlenmeyer con la solución de ácido clorhídrico 0.1 N y registrar el volumen de solución de ácido clorhídrico requerido, con una aproximación de 0.02 ml.

11. Efectuar dos determinaciones de la muestra preparada.

12. Si se usan lotes de reactivos nuevos o recién preparados se deben realizar siempre ensayos en blanco; éste se realiza usando glucosa en vez del material nitrogenado.

VII.3.3. EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS.

El Contenido de nitrógeno en la muestra, se expresa en porcentaje en masa y se obtiene por la fórmula siguiente:

$$\text{Porcentaje de nitrógeno} = 0.014 \times (V_1 - V_o) \frac{N \times 100}{m}$$

En la que:

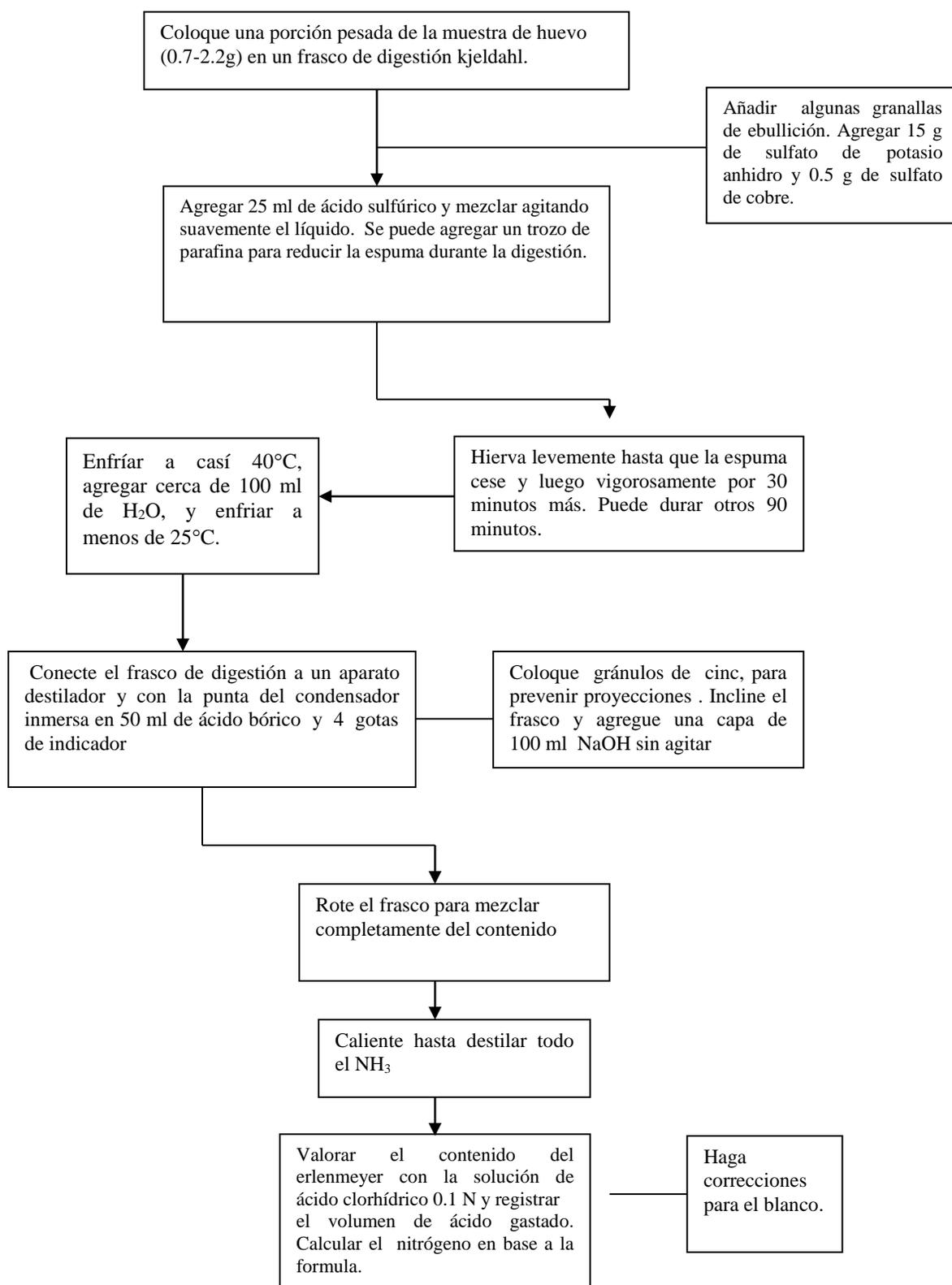
V_o =Volumen de solución 0.1 N de ácido clorhídrico gastado en el ensayo en blanco, en mililitros.

V_1 =Volumen de solución 0.1 N de ácido clorhídrico gastado por la muestra en mililitros.

N = Normalidad exacta de la solución 0.1 N de ácido clorhídrico.

m = Masa de la muestra, en gramos.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO.



VII.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

VII.4.1. MUESTRA.

La muestra está formada por un número dado de :

- Huevos de gallina de patio, o gallina criolla.
- Huevos de gallina de granja avícola.

VII.4.2. DISEÑO DE MUESTREO:

Las muestras de huevos de gallina de patio fueron tomadas de 3 mercados cantonales, eligiendo estos últimos de modo que abarquen puntos estratégicos a donde concurren la mayoría de pequeños productores de huevos.

Los huevos de granja avícola se obtuvieron de 3 supermercados de la capital, tomando muestras de 3 distintas marcas.

Las muestras se homogenizaron en cuanto a tamaño, color del cascarón y peso del huevo.

VII.4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS:

Prueba de hipótesis a una cola. Los resultados obtenidos se analizaron con ayuda del método de t de Student para el rechazo o no de la hipótesis nula (17).

VII.5. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE MUESTRA

Número de muestra:

$$N_j = \frac{2 NC^2 \sigma^2}{\Delta^2}$$

DONDE:

- N_j : Número de muestra por grupo.
- NC : Nivel de confianza (97% $\rightarrow \alpha = 0.03$) $NC = Z_1 \longrightarrow 1.88$
- σ^2 : Varianza esperada.
- Δ : Límite de error entre μ_p y μ_g

Relación entre σ y Δ :

a) $\Delta = \sigma/3$

a) $N_j = \frac{2 NC^2 \sigma^2}{\Delta^2} = 18 NC^2$

$N_j = 64$ huevos por grupo.

VIII. RESULTADOS

Tabla 4: Porcentaje de proteínas Huevos de granja avícola

| No. Mx | % Proteína |
|--------|------------|
| 1 | 12,83% |
| 2 | 11,00% |
| 3 | 12,12% |
| 4 | 9,81% |
| 5 | 11,91% |
| 6 | 11,82% |
| 7 | 12,37% |
| 8 | 11,75% |
| 9 | 9,95% |
| 10 | 11,03% |
| 11 | 14,45% |
| 12 | 11,80% |
| 13 | 10,08% |
| 14 | 11,54% |
| 15 | 11,37% |
| 16 | 11,89% |
| 17 | 12,52% |
| 18 | 12,57% |
| 19 | 11,12% |
| 20 | 12,90% |
| 21 | 12,30% |
| 22 | 11,34% |
| 23 | 12,39% |
| 24 | 11,51% |
| 25 | 12,23% |
| 26 | 11,98% |
| 27 | 12,78% |
| 28 | 12,24% |
| 29 | 12,61% |
| 30 | 12,24% |
| 31 | 12,68% |
| 32 | 12,51% |

| No. Mx | % Proteína |
|--------|------------|
| 33 | 11,89% |
| 34 | 8,84% |
| 35 | 12,53% |
| 36 | 11,90% |
| 37 | 10,81% |
| 38 | 11,59% |
| 39 | 10,75% |
| 40 | 11,48% |
| 41 | 10,56% |
| 42 | 12,51% |
| 43 | 11,00% |
| 44 | 10,09% |
| 45 | 10,00% |
| 46 | 10,89% |
| 47 | 12,11% |
| 48 | 12,82% |
| 49 | 11,70% |
| 50 | 10,64% |
| 51 | 11,05% |
| 52 | 10,55% |
| 53 | 11,44% |
| 54 | 11,98% |
| 55 | 11,50% |
| 56 | 10,90% |
| 57 | 12,02% |
| 58 | 11,57% |
| 59 | 11,56% |
| 60 | 12,00% |
| 61 | 12,19% |
| 62 | 11,20% |
| 63 | 11,15% |
| 64 | 10,50% |

Promedio:

11.62%

Desv.est.

0,009349051

Tabla 5: Porcentaje de proteínas Huevos de patio

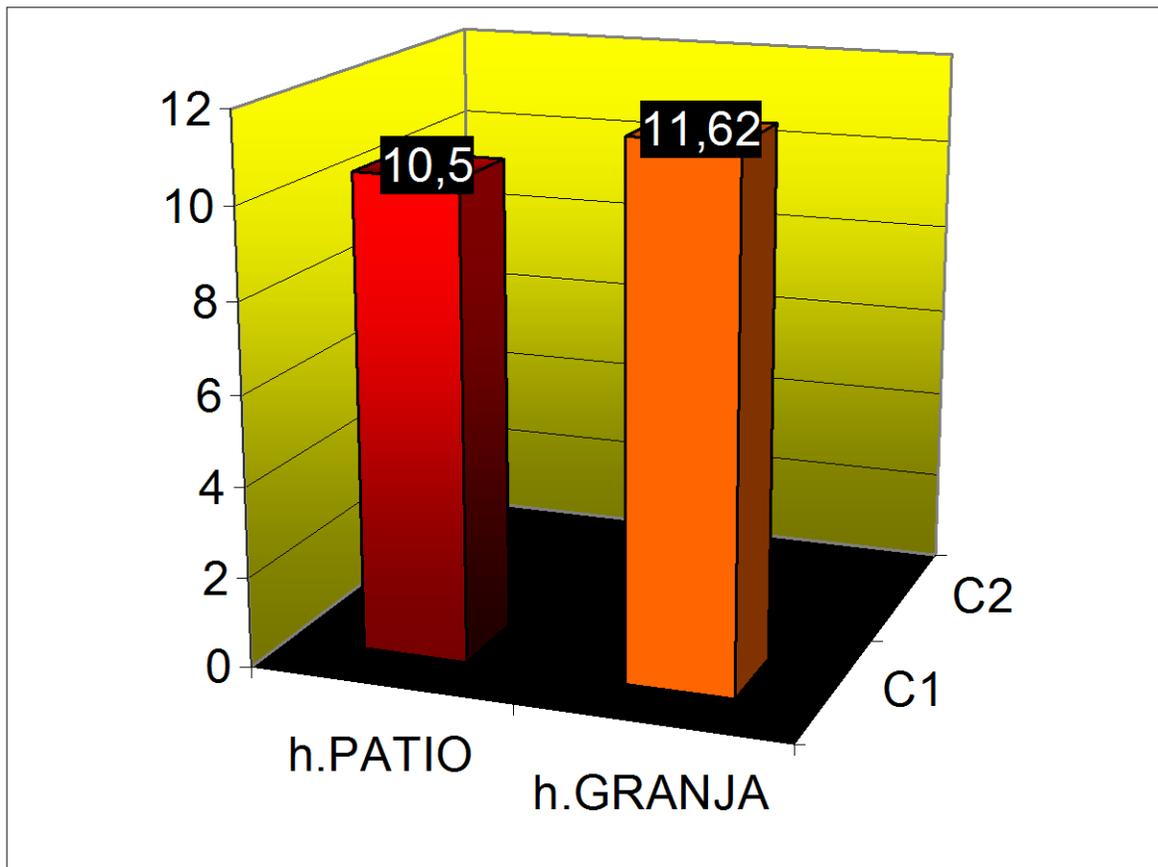
| No. Mx | % Proteína |
|--------|------------|
| 1 | 10,81% |
| 2 | 11,48% |
| 3 | 11,26% |
| 4 | 8,49% |
| 5 | 12,82% |
| 6 | 10,90% |
| 7 | 11,62% |
| 8 | 9,23% |
| 9 | 9,48% |
| 10 | 11,11% |
| 11 | 10,34% |
| 12 | 9,30% |
| 13 | 12,06% |
| 14 | 11,62% |
| 15 | 12,00% |
| 16 | 12,13% |
| 17 | 9,43% |
| 18 | 6,88% |
| 19 | 10,47% |
| 20 | 10,24% |
| 21 | 10,25% |
| 22 | 10,58% |
| 23 | 11,04% |
| 24 | 9,32% |
| 25 | 11,31% |
| 26 | 10,38% |
| 27 | 9,23% |
| 28 | 12,22% |
| 29 | 11,90% |
| 30 | 10,37% |
| 31 | 11,63% |
| 32 | 11,26% |

| No. Mx | % Proteína |
|--------|------------|
| 33 | 11,18% |
| 34 | 11,36% |
| 35 | 9,74% |
| 36 | 10,44% |
| 37 | 11,21% |
| 38 | 10,85% |
| 39 | 11,12% |
| 40 | 10,85% |
| 41 | 11,12% |
| 42 | 11,79% |
| 43 | 11,26% |
| 44 | 11,05% |
| 45 | 11,29% |
| 46 | 11,59% |
| 47 | 9,04% |
| 48 | 9,25% |
| 49 | 9,74% |
| 50 | 9,95% |
| 51 | 10,23% |
| 52 | 9,75% |
| 53 | 9,70% |
| 54 | 9,21% |
| 55 | 9,08% |
| 56 | 10,76% |
| 57 | 8,38% |
| 58 | 9,33% |
| 59 | 9,74% |
| 60 | 10,06% |
| 61 | 11,26% |
| 62 | 9,84% |
| 63 | 11,30% |
| 64 | 9,34% |

Promedio :
10,50%

Desv.est.
0,0110976

GRÁFICA # 1

GRAFICA COMPARATIVA DE PROMEDIOS h. PATIO Vrs h. GRANJA

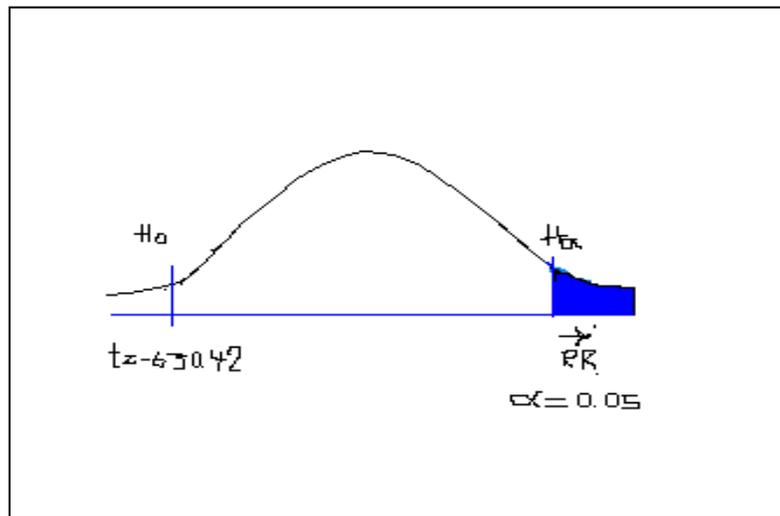
VIII.1. CAMPANA DE GAUSS DE LOS RESULTADOS

(HUEVOS DE PATIO VRS HUEVOS DE GRANJA)

La siguiente gráfica se construyó basándose en el número de muestra para ambos grupos, así como las desviaciones estandar y las medias muestrales de cada uno.

Como se muestra en la grafica el valor $t = -630.42$ obtenido con la formula del valor para t cae fuera del área de rechazo $\alpha = 0.05$ que corresponde al error permitido. De esta manera el valor asociado de probabilidad se aproxima a $p = 1.0000$. Al no caer dentro del área de rechazo se acepta como válida la hipótesis de contraste o hipótesis nula que afirma que no existe evidencia estadística para concluir que el porcentaje de proteína en huevos de patio sea mayor que el encontrado en huevos de granja avícola.

GRÁFICA # 2



X.

IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Según el número de muestra calculado para ambos grupos y, basándose en la desviación estándar y sus medias muestrales, para la aplicación del método mencionado en el análisis de resultados, se evidencia que el valor de t encontrado se aproxima a $P=1.0000$; concluyéndose así que la Hipótesis nula no se rechaza (ver gráfico # 2), o bien no existe evidencia estadística para concluir que el porcentaje de proteína en huevos de patio sea mayor que el encontrado en huevos de granja avícola.

Con respecto a la creencia popular que se tiene de que los huevos de patio son más nutritivos que los de granja, esto parece tener su origen en la cantidad de huevos que se producen , siendo que una gallina de patio pone mucho menos huevos que una ponedora de granja que recibe una alimentación adecuada y puede según criterios poner como mínimo 21 huevos por mes; lo cual encarece el precio de los huevos de patio sobre los de granja.

Según los valores establecidos por el departamento de agricultura de Washington y El Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), N. Potter y otros autores para el porcentaje de proteína en un huevo de gallina entero crudo existen variaciones que pueden ir desde un 11 % hasta un 13% en algunos casos, según diversas tablas encontradas, aunque no existe un rango propiamente dicho para el establecimiento de estos valores a nivel nacional e internacional. Al observar los valores máximos y mínimos de estas tablas y elaborando con ello un rango; se pueden comparar los resultados obtenidos y se comprueba que efectivamente los valores promedios o medias muestrales sí caen dentro de este rango, ya que el promedio para el grupo de patio es de 10.50%; valor cercano al límite inferior, y para el grupo de granja el valor es de 11.62% ; ésto no puede generalizarse en un

solo rango, ya que existen elementos multicausales que pueden hacer que la concentración de proteína en un huevo de gallina varíe dentro de éstos. Algunos de los elementos a citar son: Alimentación especial para aves de postura que tienen diversas cantidades de nitrógeno, algunos estudios basados en la diversidad de razas avícolas ponedoras aunque en cuanto a este rubro la diferencia encontrada fue mínima, la utilización de “GRIT” cascajo en español- (pequeñas piedras algunas veces enriquecidas con minerales y nutrientes para en el buche del ave), edad de las gallinas, etc.

Por otro lado a nivel nutricional los resultados obtenidos comparando los huevos de patio versus los de granja tienen una diferencia significativa menor para el caso de huevos de patio y mayor para el caso de los huevos de granja por lo que se concluye en ambos casos que el nivel de nitrógeno en los huevos de gallina difiere significativamente del valor “teórico” según la tabla de composición de alimentos del INCAP y, mucho mayor comparándola con estándares del Departamento de Agricultura de Estados Unidos de Norteamérica.

X. CONCLUSIONES

- X.1. Los huevos de gallina que se producen y venden en nuestro país poseen un contenido proteínico cuantitativamente aceptable, si se los compara con valores regionales.
- X.2. La creencia de que el huevo de patio o criollo es más rico en proteínas que el huevo de granja avícola no tiene fundamento según lo demuestra el análisis químico realizado.
- X.3. La comparación cuantitativa entre los 2 tipos de huevo no revela diferencias nutricionalmente provechosas, aun cuando los valores encontrados para ambos grupos muestran diferencias significativas menores en el caso del huevo de patio y mayores en el caso del huevo de granja, comparandolos con el valor reportado por el INCAP en su tabla de composición de alimentos regionales.

XI. RECOMENDACIONES

- XI.1. Hasta el momento no existe una norma que pueda tomarse como base para el análisis del contenido de nitrógeno proteico en huevo , por lo que se hace necesario que sea incluida entre las normas COGUANOR.
- XI.2. Verificar resultados utilizando el método de valoración versus digestor automático para corroborar si no existe variación en el análisis con el valor teórico que proporciona el INCAP u otro valor normado y de esta manera comprobar si existe alguna diferencia significativa.
- XI.3. Se recomienda utilizar otras pruebas químicas como: Electroforesis o los reactivos ninhidrina y biuret; y biológicas como: Pruebas de incubación y empole para determinar diferencias de proteínas en huevo de granja y de patio.
- XI.4. Se necesitan otros estudios para determinar diferencias en los otros macronutrientes (grasas y carbohidratos) en el huevo.
- XI.5. Deberán implementarse más programas para instruir a las pequeñas comunidades sobre el valor nutritivo del huevo de gallina y de esta forma prevenir las enfermedades derivadas de una dieta carente de proteínas, cuando se tienen los recursos para evitarlas.

XII. REFERENCIAS

1. EL MANUAL MERCK. 1996. España, 3122p.
2. Madrid, A., et. al. 1994. Nuevo manual de industrias alimentarias. AMV. España. Ediciones Mundi Prensa.
3. Albert L, Lehninger. 1979. Bioquímica. 2da. Edición. Barcelona. Ediciones Omega, S.A. 1071p.
4. Potter, N. 1990. La ciencia de los alimentos. México. Edutex. (s.p)
5. Instituto de Estudios del Huevo. 2001. España. El Huevo en la alimentación y la Salud. (en línea) España, Consultado en octubre 2004. Disponible en <http://www.Institutohuevo.com>.
6. Maynard, Leonard A. 1947. Nutrición Animal. México. UTEHA. P360-361.
7. Hafez, E. 1967. Reproducción de los Animales de Granja. México. Centro Regional de Ayuda Técnica. AID. PP292-379.
8. Alais, C. & Linden, G. 1990. Manual de bioquímica de los alimentos. España. Editorial Masson, S.A..
9. American Egg Board. 1995. Estados Unidos de Norteamérica: Información sobre productos avícolas. (en línea) USA. Consultado en 3 de junio del 2003. Disponible en: <http://www.aeb.org>
10. Yon León, I.B. 1995. Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la calidad del huevo de gallina. Guatemala. Tesis ingeniero en Tecnología Alimentaria. Universidad del Valle de Guatemala.
11. Desrosier, N. W. 1995. Conservación de alimentos. 2da Edición. México. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V.

12. Encuesta Nacional de Consumo Aparente de Alimentos. 1991. Guatemala, INE. 200p
13. Harrison. 2002. Principios de Medicina Interna. 15ª edición en español. México. Mc. Graw-Hill. P.536
14. Casanueva, Ester, et.al. 1995. Nutriología Médica. México. Editorial Panamericana, S.A. P157.
15. NGO 34 125 h2; CARNE Y PRODUCTOS CARNICOS. Determinación del contenido de nitrógeno. 1997. COGUANOR. 6 p.
16. Official Methods of Analysis of Official Analytical Chemists. 2,000. [disco compacto] USA. AOAC.
17. Williams, F. 1982. Razonamiento Estadístico. 2da. Edición. México. Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V.
18. Composición y Análisis de los Alimentos 2002. España. (en línea) España. Consultado en septiembre del 2003. Disponible en: <http://www.infocarne.com>.
19. Egan H., et, al. 1987. Análisis químico de alimentos de pearson. México. CECSA.
20. Leonard W, Aurand & Edwin, Woods A. 1990. Food Composition and Analysis, an avi book. USA. Van Nostrand Reinhold. 660p.
21. Ayres, Gilbert H. 1968. Análisis Químico Cuantitativo. Trad. 2da. Edición en inglés. U.S.A. Oxford University Press. 740p.
22. Navarro, A. & Benitez, H. 1982. España: El Dominio del Aire. (en línea), España. Consultado el 5 de septiembre de 2003. Disponible en: <http://www.agroconnection.com.ar>.
23. TABLA DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS. 2000. Guatemala. INCAP. 40 p.

24. COMPOSITION OF FOODS. 1976. USA. Department of Agriculture. Washington D.C.

25. AVICULTURA PRÁCTICA. 1979. México. Equipo Técnico Poultry World. CECSA. P 76-77.

XIII. INDICE DE ANEXOS

| CONTENIDO | PÁGINA |
|---|--------|
| i. Procedimiento Kjeldahl | 51 |
| ii. Partes del Huevo (ilustración # 1) | 53 |
| iii. Planteamiento de Hipótesis | 54 |
| iv. Composición de algunos concentrados para aves | 55 |
| v. Tabla de composición de alimentos INCAP | 56 |
| vi. Tabla nutricional de alimentos USA | 57 |

PROCEDIMIENTO DE KJELDAHL:

Aunque se ha modificado durante años, el procedimiento básico de Kjeldahl, mantiene aún su posición como la técnica más fidedigna para la determinación de nitrógeno orgánico. Además los resultados obtenidos mediante el método de Kjeldahl se usan para calibrar los métodos físicos y los automáticos. En 1883 un químico danés, J.G. Kjeldahl desarrolló un método para la determinación del contenido de nitrógeno en un compuesto (18). El método está basado en la combustión húmeda de la muestra, calentándola con ácido sulfúrico concentrado, en presencia de catalizadores metálicos y de otro tipo para efectuar la reducción del nitrógeno orgánico de la muestra a amoníaco, el cual es retenido en solución como sulfato de amonio. La solución de la digestión se hace alcalina y se destila o se arrastra con vapor para liberar el amoníaco que es atrapado y titulado.

Se han empleado muchos catalizadores, pero se ha considerado que el mercurio en forma de óxido mercuríco es el más efectivo; así como el selenio, que también es bastante efectivo. El problema es que ambos son tóxicos y se crea problemas al desecharlos. Además el mercurio forma complejos con el amoníaco en el líquido de digestión que requieren la adición de tiosulfato de sodio para romper esos complejos y liberar así el amoníaco (19) y (20).

Se ha conseguido reducir el tiempo de digestión por adición de sulfato de sodio o de potasio que elevan la temperatura de digestión. Los catalizadores metálicos se pueden obtener en forma de tabletas, compuestas en una base de sulfato de potasio. Concon y Soltnes (1973) y Koops y Cols. (1975) han informado que la adicción de peróxido de hidrógeno acelera significativamente la digestión y disminuye la formación de espuma (19).

Tradicionalmente el amoníaco liberado del líquido de digestión hecho alcalino se destila a una cantidad de ácido diluido normal, que finalmente es titulado con álcali normal para dar el

contenido en nitrógeno orgánico en la muestra. Ahora es más popular destilarlo a una solución de ácido bórico al 4% y titular directamente al amoníaco con ácido sulfúrico normal (21).

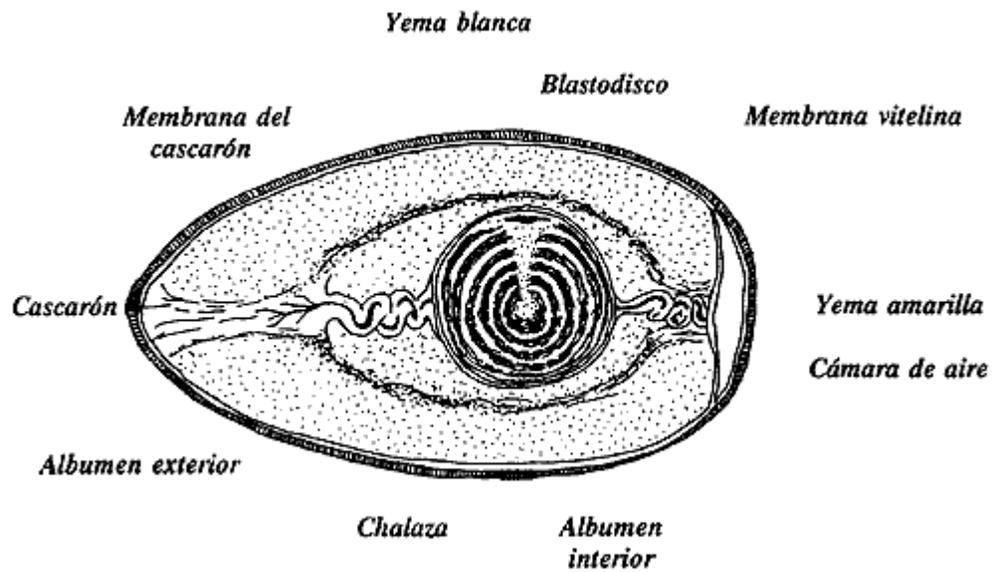
Ecuaciones de la reacción producida:



Con una disolución patrón de ácido:



ILUSTRACIÓN No 1
PARTES DEL HUEVO (22)



Tomado de: "El dominio del aire". Adolfo Navarro y Hesiquío Benitez.

HIPOTESIS PLANTEADA:

El huevo de gallina de patio tiene mayor contenido de nitrógeno proteínico que el huevo de gallina de granja avícola. (C = mg/g).

Para comprobar esta hipótesis en términos, estadísticos se realiza la prueba de doble hipótesis.

Donde: H_0 = Hipótesis nula.

H_a = Hipótesis experimental o alterna.

H_0 : Esta proposición establece que las diferencias o relaciones en las muestras es exclusivamente a las leyes de la probabilidad que son ilimitadas.

H_a : Esta proposición establece que las diferencias o relaciones en las muestras se basan en la resolución de una alternativa lógica respecto a la hipótesis nula.

PRUEBA DE HIPÓTESIS.

H_0 : $\mu_g = \mu_p$

μ_g : Promedio de la población 1. (granja)

μ_p : Promedio de la población 2. (patio)

La anterior proposición define que en la Hipótesis nula el contenido proteínico en la muestra de huevos de la población 1 (Huevos de granja) es igual al contenido proteínico de la muestra de huevos de la población 2 (Huevos de patio) ; del mismo modo:

H_a : $\mu_g \neq \mu_p$

Para esta proposición de la Hipótesis alterna el contenido proteínico en la muestra de huevos de la población 1 (Huevos de granja) no es igual al contenido proteínico de la muestra de huevos de la población 2 (Huevos de patio).

H_0 : $\mu_p \leq \mu_g$

H_a : $\mu_p > \mu_g$

COMPOSICIÓN DE ALGUNOS PREPARADOS PARA AVES.

ALIMENTO PARA PONEDORAS. (25)

| INGREDIENTE | PORCENTAJE |
|---------------------------------------|------------|
| ❖ Harina de maíz | 40 |
| ❖ Harina de trigo | 34.50 |
| ❖ Harina de hierba | 5 |
| ❖ Harina de pescado | 6.50 |
| ❖ Harina de torta de soja | 10 |
| ❖ Calisa molida | 10 |
| ❖ Harina de huesos sometidos al vapor | 1 |
| ❖ Vitaminas sintéticas* | 0.50 |
| ❖ Sal | 0.50 |

* Vit. A 4 mill UI/ton.

Vit. D 1mill UI/ton.

Vit. B₂ 1g/ton

Mn SO₄ 168g/ton.

Sn₂CO₃ 84g/ton.

ALIMENTO PARA REPRODUCTORAS. (25)

| INGREDIENTE | PORCENTAJE |
|--------------------------------|------------|
| ❖ Harina de maíz | 30 |
| ❖ Avena molida | 10 |
| ❖ Harina de trigo | 27.75 |
| ❖ Harina de hierba | 5 |
| ❖ Harina de pescado | 7 |
| ❖ Harina de torta de soja | 10 |
| ❖ Levadura seca sin extracción | 3.50 |
| ❖ Leche desnatada desecada | 2.50 |
| ❖ Caliza molida | 2 |
| ❖ Harina de huesos al vapor | 1 |
| ❖ Vitaminas sintéticas* | 0.75 |
| ❖ Sal | 0.50 |

* Vit. A 6 mill UI/ton.

Vit. D 1.5 mill UI/ton.

Vit. B₂ 2 g/ton

Mn SO₄ 225 g/ton.

Sn₂CO₃ 112 g/ton

