

Cuantificación de proteínas en clara de huevo de gallina doméstica y de criadero

Alumno: Katty Rodríguez Fernández

Asignaturas: Introducción al Análisis Químico -
Biorgánica - Química General III

Grupo: 3° BG

Docente: Britos Raúl - Gatto Anarella - Álvarez
Pablo

ÍNDICE

	Pág.
Resumen.....	1
Abstract.....	1
Introducción.....	1
Objetivos.....	2
Pregunta investigable.....	2
Hipótesis.....	2
Marco teórico.....	2
El huevo.....	2
La cáscara.....	2
La yema.....	3
La clara o albumen.....	3
Composición del huevo.....	3
Valor biológico del huevo.....	3
Calidad del huevo.....	4
Masa del huevo.....	4
Calidad de la cáscara.....	4
Calidad del albumen.....	4
Índice de albumen.....	5
Calidad de la yema.....	5
El color de la yema.....	5
Porcentaje de proteínas.....	6
Factores ambientales que afectan a la calidad del huevo al momento de almacenarlos.....	6
Clasificación de calidad del huevo según Bromatología de Uruguay.....	6
Proteínas.....	6
Aminoácidos.....	7
Aminoácidos esenciales.....	7
Funciones de las proteínas.....	7
Estructural.....	7
Transporte.....	7
Hormonas y receptores de hormonas.....	7
Protección inmune.....	7
Nutrición y reserva.....	7
Enzimática.....	7
Estructura de las proteínas.....	7
Niveles estructurales de las proteínas.....	8
Estructura primaria.....	8
Estructura secundaria.....	8
Estructura terciaria.....	8
Estructura cuaternaria.....	9
Niveles estructurales que presenta la ovoalbúmina.....	9
Clasificación de las proteínas.....	9
Criterios físicos.....	10
Criterios químicos.....	10
Criterios estructurales.....	10
Criterios funcionales.....	10
Método Kjeldahl.....	10
Fundamento.....	10
Historia.....	11

Proceso.....	11
Digestión.....	11
Destilación.....	12
Valoración.....	12
Tabla de conversión para obtener la cantidad de proteínas a partir del % de nitrógeno total.....	12
Reacciones químicas que ocurren en cada etapa.....	12
Digestión.....	12
Destilación.....	13
Valoración.....	13
Materiales.....	13
Sustancias/soluciones/indicadores.....	13
Procedimiento.....	14
Preparación del ácido clorhídrico (HCl) 0,25M.....	14
Preparación de la solución de ácido bórico (H ₃ BO ₃) 4%.....	14
Preparación del NaOH 30% m/m.....	14
Preparación de la solución de carbonato de sodio (Na ₂ CO ₃).....	14
Valoración del ácido clorhídrico (HCl).....	14
Digestión.....	15
Pre calentamiento del equipo.....	15
Destilación.....	16
Valoración.....	16
Resultados y observaciones.....	17
Graficas de las encuestas.....	20
Conclusiones.....	22
Perspectivas.....	22
Referencias bibliográficas.....	23
Anexos.....	26
Medidas de seguridad.....	27
Encuesta.....	30
Tratamiento de datos y cálculos previos.....	31
Imágenes.....	35

Resumen:

En el siguiente trabajo se determinaron las siguientes propiedades del huevo: la cantidad de proteínas en la clara de huevo de criadero, casero y en huevos de codorniz, se determinó la masa total de los huevos, la cantidad de clara, el color de la yema y la masa de la misma en ambos tipos de huevos. Para tener una guía de trabajo se planteó la siguiente pregunta investigable: ¿Qué sucede con la cantidad de clara, el color de la yema y el porcentaje de proteínas en la clara de huevo de gallina doméstica y de criadero (según la alimentación y forma de vida de la gallina)? Se trabajó con el método Kjeldahl para determinar la cantidad de proteínas el cual consiste en digerir las proteínas de los alimentos con ácido sulfúrico, posteriormente se realiza una destilación y una valoración con HCl valorado, el contenido de proteína se calcula teniendo en cuenta el contenido de nitrógeno y un factor (6,70 para la clara de huevo). Mediante esta práctica se determinó que los huevos de criadero poseen menor porcentaje de proteínas con respecto a los caseros ($10,23 \pm 0,10$ / $10,36 \pm 0,10$) % respectivamente y los huevos de codorniz tienen mayor cantidad de proteínas ($10,43 \pm 0,10$) % con respecto a los huevos de gallina. Los huevos caseros tienen mayor masa de clara, menor masa de yema y una coloración más intensa de la misma, los de criadero tienen mayor masa de yema, menor intensidad de color y menor masa de albumen. Se realizaron encuestas en el departamento de Canelones con el fin de conocer la opinión de la población encuestada sobre la calidad de los huevos consumidos según su procedencia, los resultados obtenidos fueron que 76 personas consideran que los huevos caseros son de mejor calidad con respecto a los de criadero y 20 personas creen que no lo son.

Abstract:

In the following work the following properties of the egg were determined: the amount of proteins in the hatchery egg white, homemade and in quail eggs, the total mass of the eggs, the amount of clear, the color of the yolk was determined and the mass of it in both types of eggs. To have a working guide, the following question was asked: What happens with the amount of egg white, the color of the yolk and the percentage of proteins in the egg white of domestic chicken and hatchery (according to the feeding and way of life of the hen)? The Kjeldahl method was used to determine the amount of protein, which consists of digesting the proteins in the food with sulfuric acid, followed by a distillation and a valuation with HCl valued, the protein content is calculated taking into account the content of the nitrogen and one factor (6.70 for egg white). By this practice it was determined that hatchery eggs have a lower amount of proteins with respect to housekeepers ($10.23 \pm 0,10$ / $10.36 \pm 0,10$) % respectively and quail eggs have a higher amount of protein (10.43) g with respect to the chicken eggs. The homemade eggs have greater mass of clear, smaller mass of yolk and a more intense coloration of the same, those of hatchery have greater mass of yolk, smaller intensity of color and smaller mass of albumen. Surveys were conducted in the department of Canelones in order to know the opinion of the surveyed population about the quality of the eggs consumed according to their origin, the results obtained were that 76 people consider that homemade eggs are of better quality with respect to the of hatchery and 20 people believe that they are not.

Introducción:

Este proyecto parte por una inquietud respecto a la calidad de los huevos de gallinas según provengan de criaderos o sean caseros, es decir de gallinas domésticas (de campo, huevos orgánicos) o de supermercado. Dentro de todos los aspectos de calidad del huevo concretamente nos centramos en el color de la yema, la cantidad de clara, de yema, y principalmente la cantidad de proteínas que tiene la clara de huevo según la alimentación y forma de vida de las gallinas, ya que las mismas en los criaderos tienen una alimentación muy diferente a las gallinas domésticas o que tengan acceso a un entorno más natural al igual que su forma de

vida que también tiene muchas diferencias. A partir de estas observaciones surgió la idea de cuantificar proteínas en la clara de huevo para determinar si varía la cantidad de las mismas en distintos huevos según la alimentación de la gallina y su calidad de vida, también se realizaron encuestas con el fin de conocer la opinión de parte de la población de Canelones encuestada sobre la calidad del huevo.

Este trabajo se realizó en conjunto con el laboratorio de Alimentos del Polo Tecnológico de Pando y la Universidad del Trabajo del Uruguay (UTU) de la ciudad de Pando.

Objetivos:

- Cuantificar el contenido de proteínas en huevos de gallinas domésticas y de criadero (supermercado) por el método de Kjeldahl, determinar si varía la cantidad de proteínas dependiendo de la alimentación y forma de vida de la gallina, cuantificar la masa total del huevo, la masa de clara, y la masa de la yema en huevos caseros y de criadero, comparar la coloración de la yema de los dos tipos de huevo.
- Conocer la opinión de parte de la población con respecto a la calidad del huevo consumido.

Pregunta investigable:

¿Qué sucede con la cantidad de clara, el color de la yema y el porcentaje de proteínas en la clara de huevo de gallina doméstica y de criadero (según la alimentación y forma de vida de la gallina)?

Hipótesis:

Los huevos de gallina provenientes de criadero contienen menor porcentaje de proteínas, menos cantidad de clara y un color de yema con menor intensidad con respecto a los huevos provenientes de gallinas domésticas. (Sauveur, 1991).

Marco teórico:

El huevo:

En el huevo se distinguen tres partes, la cáscara, el albumen y la yema que representan el 11 %, el 58 % y el 31 %, respectivamente del masa total del huevo. El huevo es uno de los alimentos que ofrece mayor calidad nutricional. Es práctico, versátil, económico y muy nutritivo, es un aliado de las personas que buscan una dieta saludable, ingrediente de millones de recetas, este alimento tiene nutrientes esenciales para el buen funcionamiento del organismo, contiene proteínas, minerales, vitaminas A, B, B12, D y E, ácido fólico, hierro, zinc, además tiene muy pocas calorías. El huevo es un alimento de elevado contenido en proteínas fácilmente asimilables, es decir que posee un alto valor biológico. El huevo entero contiene alrededor de 66 % de agua, 11 % de minerales y 23 % de sustancias orgánicas (12 % proteínas y 11 % de lípidos). (Campos, 2003).



Imagen 1 - Huevo

La cáscara:

La cáscara está constituida en su mayor parte por una matriz cálcica con pequeñas cantidades de proteínas, en menor cantidad contiene sodio, magnesio, zinc, manganeso, hierro y aluminio. La calidad o resistencia de la cáscara depende principalmente del metabolismo de la gallina y de las características genéticas de cada raza. El color de la cáscara es por la herencia y depende de la concentración de unos pigmentos denominados porfirinas depositados en la matriz cálcica. La raza de la gallina determina el color de la cáscara del huevo,

blanco o de color (“moreno”), sin que haya diferencias de calidad nutricional entre ambos. Como sucede con la resistencia de la cáscara, la coloración disminuye al aumentar la edad de la gallina. (Campos, 2010).

La yema:

La yema constituye la parte lipídica del huevo, contiene un 50 % de agua y el resto son proteínas (16,7 %) y lípidos (31,6 %). Los sólidos o materia seca se reparten equitativamente entre proteínas y lípidos, quedando una fracción pequeña para vitaminas, minerales y carotenoides. (Campos, 2010).

La clara o albumen:

Esta parte del huevo se considera como un sistema proteico, la clara o albumen está compuesta básicamente por agua (88 %) y proteínas (cerca del 12 %). La proteína más importante es la ovoalbúmina que representa el 54 %. Contiene muy pocas cantidades de minerales y carbohidratos, un 0,5 % de cada uno incluso en menor cantidad. En la cocina, la ovoalbúmina es muy utilizada 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 casi ningún lípido. (Campos, 2010).

Composición del huevo:

El huevo contiene una gran variedad de minerales y vitaminas muy beneficiosas para la salud, entre ellos se encuentran: Selenio que funciona como antioxidante previniendo la descomposición de los tejidos corporales, Vitamina A que ayuda al crecimiento y mantiene saludable la piel, la vista y la función inmunológica, aportan la mejor proteína para mantener nuestros músculos fuertes. Contienen vitamina B12, importante para que el sistema inmunológico funcione correctamente, además de ayudar contra las enfermedades cardíacas. La proteína de alta calidad presente en los huevos ayuda a sentirnos sin hambre y a tener más energía durante más tiempo, lo que ayuda a que mantengamos una masa saludable. De hecho, las investigaciones demuestran que los huevos, cuando se ingieren al comienzo del día, pueden reducir la ingesta diaria de calorías, evitar el picoteo entre comidas y mantenernos satisfechos durante más tiempo. (Pascual, 2000).

	Agua %	Proteínas %	Grasas %	Hidratos de carbono %
Huevo entero	73,7	12,9	11,5	0,9
Yema	51,1	16,0	30,6	0,6
Clara	87,6	10,9	indicios	0,8

Tabla 1 - Composición del huevo

Valor biológico del huevo de gallina:

El huevo es un alimento de elevado valor nutritivo, un huevo mediano aporta 84 kcal. En la clara del huevo encontramos: la ovoalbúmina (57 % de las proteínas de la clara), conalbúmina, ovomucina, ovomucoide, etc. En la yema: lipovitelina, lipoproteínas LDL y fosfovítina y lipovitelinina y livetina.

Respecto a las grasas, el huevo incluye una elevada proporción de fosfolípidos, una cantidad considerable de ácido linoleico (omega 6) y un elevado contenido de colesterol, las vitaminas que se destacan son la D y A, y las del grupo B (B12, B2 y B3). Entre los minerales, el fósforo (por su elevado contenido en fosfolípidos), el yodo, y en cantidades algo menores el selenio, el hierro y el zinc. Además hay pigmentos, de entre los que destacan los carotenoides asociados a lipoproteínas y las xantofilas (zeaxantina y luteína) con carácter antioxidante. (Castro, 2008).

Calidad del huevo:

La calidad del huevo está definida por sus características externas, internas y por su composición nutricional. Parámetros de calidad externa del huevo: la masa del huevo y la calidad de la cáscara.

Masa del huevo: según el parámetro nacional de Bromatología en Uruguay los huevos se clasifican en:

Denominación	Masa en g/unidad	
	Mínima	Máxima
Jumbo	69	-
Extra grande	62	68
Grande	55	61
Mediano	47	54
Pequeño	42	46

Tabla 2 – Tamaño del huevo

Los huevos de gallinas criadas en jaula tienen menor masa, entre 1 y 2 %, con respecto a los huevos de gallinas con acceso al exterior. Los estudios de Patterson y colaboradores (2001) y de Jones y colaboradores (2010), mostraron que los huevos de las gallinas no criadas en jaulas tienen masas mayores. En estos estudios el tipo de alojamiento está relacionado con la comida, ya que las gallinas con acceso al exterior pueden comer plantas e insectos. (Sauveur, 1991).

Calidad de la cáscara:

La alimentación correcta para que se produzca una adecuada formación de la cáscara debe contener niveles de calcio suficientes ya que la gallina tiene una capacidad de almacenamiento limitada. (Sauveur, 1991).

Según Bromatología de Uruguay los huevos se clasifican con 3 códigos X, Y, Z estos determinan el tipo de cáscara del huevo y su posterior envasado:

Código de Denominación	Características de la cáscara
X	Totalmente blanca, sin excepción.
Y	Marrón en todas sus tonalidades
Z	Puede ser blanca, blanca amarronada o marrón en porcentaje no determinado de cada uno de los tipos

Tabla 3 – código según la cáscara

Según Bromatología de Uruguay todos los productos que sean huevos o derivados deben presentar los siguientes valores de pH:

pH de la clara	7.9 - 9.6
pH de la yema	6.1 - 6.9
Salmonella	ausencia en 20g

Tabla 4 – Valores de pH

Parámetros de calidad interna del huevo: calidad del albumen (unidades Haugh, índice de albumen, nivel de albumen denso y transparencia del albumen), calidad de la yema (índice, porcentaje y color de la yema) y la presencia de pigmentaciones.

Calidad del albumen:

La calidad del albumen depende de la proporción de agua y proteínas que son las responsables de la consistencia. Los parámetros que se miden para valorar la calidad del albumen se basan en evaluar su

consistencia y la calidad de la yema está definida por su contenido en nutrientes, por su tamaño, su masa, su color y su consistencia. (Leeson et al, 1997).

Índice de albumen:

El albumen se degrada con el tiempo porque se modifican las interacciones entre la ovomucina y la lisozima. Con el paso del tiempo se aumenta el intercambio gaseoso entre el interior del huevo y el ambiente, la temperatura elevada y la humedad relativa en el lugar de conservación aceleran la licuefacción del albumen porque aumenta la pérdida de agua. El factor determinante en la calidad del albumen es la edad de la gallina, al inicio de la puesta los huevos tienen una calidad del albumen superior a las 95 UH (unidad Haugh), a las 45 semanas alrededor de 80 UH y a las 65 semanas 75 UH. Las gallinas de mayor edad producen albumen de peor calidad porque las proteínas que se depositan durante la formación del huevo son de mala calidad, por eso cada ciertos períodos de tiempo las gallinas de criadero son cambiadas por otras más jóvenes. (Leeson et al, 1997). Además de la consistencia del albumen, la calidad también está definida por la cantidad de albumen que depende de los aportes de proteína y aminoácidos esenciales a través de la dieta. (Castelló et al, 2010).

Calidad de la yema:

Las proteínas de la yema se degradan con el paso del tiempo, cuando se alteran las proteínas que forman la membrana vitelina se produce una migración de agua del albumen a la yema. Esta pérdida de consistencia se observa en un aplanamiento de la yema, que produce una disminución del índice de yema y favorece que las yemas se rompan al abrir el huevo (Ahn, 1999).

Índice de color de la yema:

El color de la yema es un parámetro de calidad porque es una característica que condiciona la satisfacción del consumidor, pero no se considera un parámetro objetivo para evaluar la frescura o la calidad del huevo ya que la pigmentación de la yema depende exclusivamente del aporte de carotenos en las dietas de las gallinas, ya sean naturales o artificiales. Una pigmentación más amarilla en la yema del huevo indica más concentración de Luteína y si la coloración es muy intensa indica una alta concentración de Cantaxantina. (Carophyll, 2013).

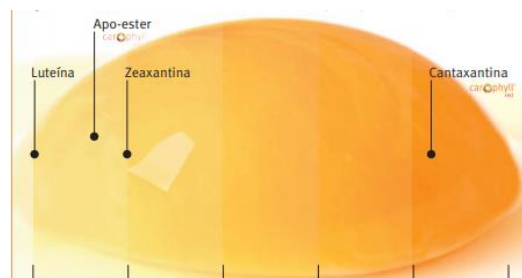


Ilustración 1 – concentración de carotinoides

Pigmentos: los pigmentos son sustancias (carotenoides o xantofilas) que colorean la yema del huevo, la grasa subcutánea y la piel de los pollos. Las xantofilas están presentes en algunas materias primas de gallinas ponedoras, como el maíz y el gluten de maíz que contienen xantofilas rojas. (Munoz. S, 2003).

Carotenoides: los carotenos son compuestos químicos que se caracterizan por su coloración roja, naranja y amarilla. Estas moléculas están constituidas de una cadena corta hidrocarbonada (moléculas que contienen átomos de carbono e hidrógeno). El compuesto más conocido dentro de esta familia es el betacaroteno (β -caroteno). (Burns, 2003).

Xantofilas: son compuestos químicos parecidos a los carotenos, a diferencia de estos además de contener carbono e hidrógeno contienen uno o más átomos de oxígeno dentro de la molécula, pero al igual que los carotenos, presentan colores llamativos (rojo, naranja y amarillo). Una de las moléculas perteneciente a la familia de las xantofilas es la luteína, estos compuestos a diferencia de los carotenos no poseen provitaminas. A. (Burns, 2003).

Parámetros de calidad nutricional del huevo: contenido en agua, minerales totales o cenizas, proteínas, grasas, carotenoides y vitaminas.

Porcentaje de proteínas:

Para que las gallinas depositen la cantidad de proteínas óptima en el huevo es necesario que la dieta aporte proteínas en cantidad suficiente. Cuando se reduce la cantidad de proteínas de la dieta de un 13 % a un 16 % se observa que se reduce la cantidad de albumen (Penz y Jensen, 1991).

Factores ambientales que afectan a la calidad del huevo al momento de almacenarlos:

La calidad del huevo depende, entre otros factores, de las condiciones en las que se almacene el huevo después de la puesta. A medida que aumenta la temperatura de almacenaje el deterioro de la calidad del huevo es más rápido. Cuando el consumidor almacena los huevos refrigerados a temperaturas entorno a los 5 °C está alargando la vida útil y las propiedades intrínsecas de calidad del huevo. (Castelló, 2010).

Clasificación de calidad del huevo según Bromatología de Uruguay:

Factor de calidad	Código de especificaciones para cada factor de calidad			
	Calidad «AA»	Calidad «A»	Calidad «B»	Calidad «C»
Cáscara	Limpia. Sin roturas y/o astilladuras. Prácticamente normal.	Igual a la categoría «AA»	Ligeramente manchado. Sin roturas y/o astilladuras. Puede ser ligeramente anormal.	Moderadamente manchado. Sin roturas y/o astilladuras. Puede ser anormal.
Cámara de aire	Hasta 3 mm. Prácticamente regular.	Hasta 5 mm. Prácticamente regular.	Hasta 9 mm. Prácticamente regular.	Más de 9 mm. Puede tener burbujas y/o puede ser trémula.
Clara	Transparente. Firme (altura 72 unidades Haugh o más).	Transparente. No tan firme. (60 o 71 unidades Haugh).	Transparente. Puede estar ligeramente débil. (31 a 59 unidades Haugh).	Puede ser aguada Puede tener burbujas, débil. (25 a 30 unidades Haugh).
Yema	Zona de contorno ligeramente definida. Libre de defectos.	Zona de contorno regularmente definida. Libre de defectos.	Contorno bien definido. Ligeramente agrandada sin que se rompa la membrana vitelina. Ligeramente ablandada.	Contorno claramente visible. Puede ser agradable y aplanada sin que se rompa la membrana vitelina.

Tabla 5 – calidad del huevo

Ya que las proteínas se encuentran en alta proporción en el huevo a continuación se detallan algunos conceptos sobre las mismas:

Proteínas:

Las proteínas son biopolímeros formados por más de 100 α -aminoácidos unidos mediante enlaces peptídicos, están formadas por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, pueden contener azufre y en algunos tipos de proteínas, fósforo, hierro, magnesio y cobre entre otros elementos. Las proteínas son cadenas de aminoácidos que se pliegan adquiriendo una estructura tridimensional que les permite llevar a cabo muchas funciones. Las proteínas están codificadas en el material genético de cada organismo, donde se especifica su secuencia de aminoácidos, y luego son sintetizadas por los ribosomas.

Aminoácidos:

Los aminoácidos son las unidades básicas que forman las proteínas, presentan un grupo amino (-NH₂) y otro carboxilo o ácido (-COOH) se unen a un carbono α (-C-). Las otras dos valencias de ese carbono quedan saturadas con un átomo de hidrógeno (-H) y con un grupo químico variable al que se denomina radical (-R). Existen 20 aminoácidos distintos, cada uno de los cuales viene caracterizado por su radical R. (Luque, 2009).

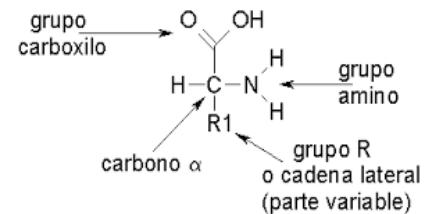


Imagen 2 - Fórmula general de un aminoácido

Aminoácidos esenciales:

García, (1983): Los aminoácidos esenciales son aquellos que el cuerpo humano no puede generar por sí solo. Esto implica que la única fuente de estos aminoácidos en esos organismos es la ingesta directa a través de la dieta. Cuando un alimento contiene proteínas con todos los aminoácidos esenciales, se dice que son de alta o de buena calidad. Algunos de estos alimentos son: la carne, los huevos, los lácteos y algunos vegetales.

Solo ocho de los veinte aminoácidos son esenciales. Los aminoácidos esenciales son:

Fenilalanina - Isoleucina - Leucina - Lisina - Metionina - Treonina - Triptófano - Valina

Funciones de las proteínas:

- Estructural: las proteínas forman tejidos que sostienen y rellenan, confieren elasticidad y resistencia a órganos y tejidos. Ejemplo de ello es el colágeno.
- Transporte: Ejemplos de ello son la hemoglobina y la mioglobina, proteínas transportadoras del dioxígeno en la sangre en los organismos vertebrados y en los músculos respectivamente.
- Hormonas y receptores de hormonas: Algunas hormonas son de naturaleza proteica, como la insulina y el glucagón que regulan los niveles de glucosa en sangre.
- Protección inmune: Regulan factores contra infecciones, etc.
- Nutrición y reserva: Algunas proteínas resultan nutrientes celulares; por ejemplo, la caseína de la leche, la ovoalbúmina del huevo. También cumplen una función energética para el organismo pudiendo aportar hasta 4 kcal de energía por gramo. Ejemplos de la función de reserva de las proteínas son la lactoalbúmina de la leche o la ovoalbúmina de la clara de huevo.
- Enzimática: son las más especializadas y numerosas. Actúan como biocatalizadores acelerando las reacciones químicas del metabolismo.

La función de la proteína que se encuentra en mayor cantidad en la clara de huevo (ovoalbúmina) es la de nutrición y reserva ya que esta cumple una función energética para el organismo pudiendo aportar hasta 4 kcal de energía por gramo entre otras funciones.

Estructura de las proteínas:

Todas las proteínas poseen una misma estructura química central, que consiste en una cadena lineal de aminoácidos. Lo que hace distinta a una proteína de otra es la secuencia de aminoácidos de que está hecha, a tal secuencia se conoce como estructura primaria de la proteína. La estructura primaria de una proteína es determinante en la función que cumplirá después. La estructura primaria está determinada por la secuencia de aminoácidos en la cadena, es decir, el número de aminoácidos presentes y el orden en que están enlazados y la forma en que se pliega la cadena se analiza en términos de estructura secundaria. Las proteínas adoptan distintas posiciones en el espacio, por lo que se describe una tercera estructura. La estructura terciaria es el modo en que la cadena polipeptídica se pliega en el espacio, es decir, cómo se enrolla una determinada proteína. Por lo general las proteínas suelen estar agrupadas con varias cadenas polipeptídicas (o

monómeros) para formar proteínas multiméricas mayores, esto se llama estructura cuaternaria de las proteínas, a la agrupación de varias cadenas de aminoácidos (o polipéptidos) en complejos macromoleculares mayores. (Luque, 2009).

Niveles estructurales de las proteínas:

- Estructura primaria.
- Estructura secundaria.
- Estructura terciaria.
- Estructura cuaternaria.

Estructura primaria:

La estructura primaria es determinada por la secuencia de aminoácidos en la cadena proteica, el número de aminoácidos presentes y el orden en que están enlazadas. Las posibilidades de estructuración a nivel primario son prácticamente ilimitadas. (Luque, 2009).

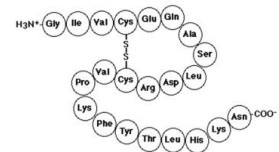


Imagen 3 – Estructura primaria

Estructura secundaria:

La estructura secundaria de las proteínas es el plegamiento que la cadena polipeptídica adopta gracias a la formación de puentes de hidrógeno entre los átomos que forman el enlace peptídico. Los enlaces de hidrógeno se establecen entre los grupos $-CO-$ y $-NH-$ del enlace peptídico. (Luque, 2009).



Imagen 4 - α hélice

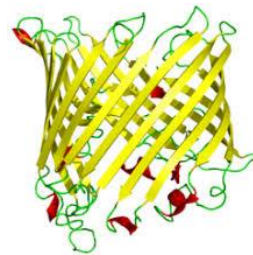


Imagen 5 - β lamina

Estructura terciaria:

Se llama estructura terciaria a la disposición tridimensional de todos los átomos que componen la proteína. La estructura terciaria de una proteína es la responsable de sus propiedades biológicas, ya que la disposición espacial de los distintos grupos funcionales determina su interacción con los diversos ligandos. Las proteínas que tienen una sola cadena polipeptídica carecen de estructura cuaternaria, la estructura terciaria es la máxima información estructural que se puede obtener.

La estructura terciaria puede ser fibrosa o globular:

Fibrosas: En general son más largas que anchas. Ejemplos: el colágeno y la queratina del cabello. Las estructuras secundarias pueden mantener su ordenamiento sin grandes modificaciones, sólo introduciendo ligeras torsiones longitudinales, como en las hebras de una cuerda. (Luque, 2009).

Globular: Son las más frecuentes, no existe una dimensión que predomine y su forma es cercana a la de una esfera. Hay regiones con estructuras al azar, hélice y lámina. Ejemplos: mioglobina y albúminas. (Luque, 2009).



Imagen 6 – Proteína globular y fibrosa

Estructura cuaternaria:

Está formada de la unión, mediante enlaces débiles (no covalentes) de varias cadenas polipeptídicas con estructura terciaria, para formar un complejo proteico. Cada una de las cadenas polipeptídicas recibe el nombre de protómero y la proteína completa oligómero. (Luque, 2009).

La proteína que se encuentra presente en mayor proporción en el huevo es la ovoalbúmina por lo tanto se detallan a continuación datos sobre su estructura:

Niveles estructurales que presenta la ovoalbúmina:

Nivel primario: presenta 385 aminoácidos.

Nivel secundario: β lámina (31%) y α hélice (31%).

Nivel terciario: globular

Nivel cuaternario: no presenta.

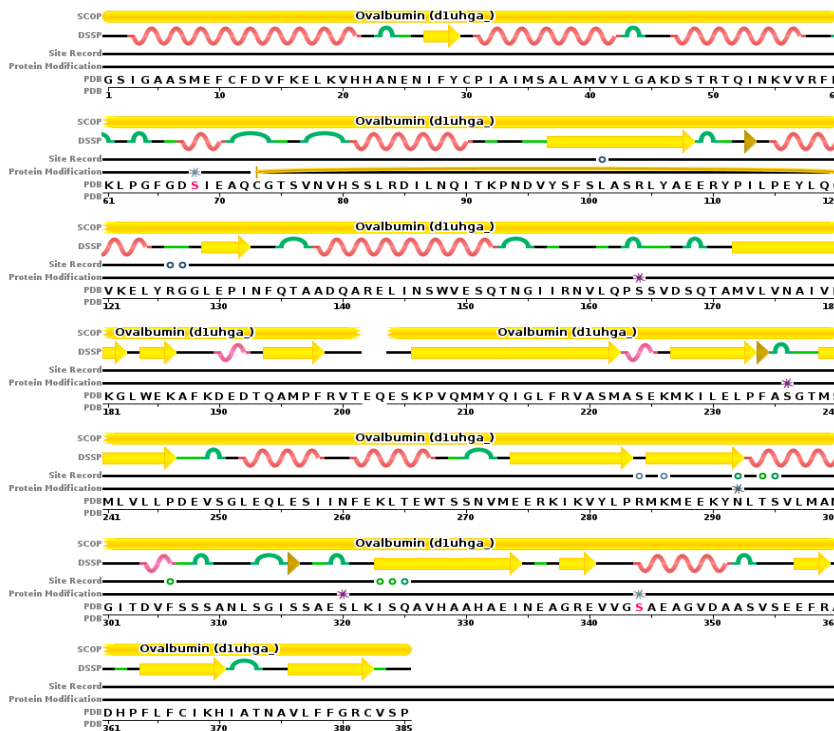
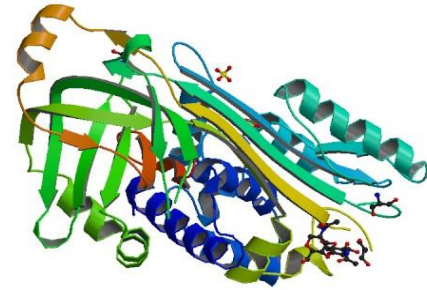


Imagen 7 – Ovoalbúmina (1UHG / S-Ovalbumin)

- Vacío sin estructura secundaria
- Puente beta
- Curva
- Giro
- Cadena beta
- Hélice
- α hélice

Imagen 8 - Secuencia de la cadena de la ovoalbúmina

Clasificación de las proteínas:

- Criterios físicos.
- Criterios químicos
- Criterios estructurales
- Criterios funcionales

Criterios físicos:

- Albúminas: proteínas que son solubles en agua o en soluciones salinas diluidas.
- Globulinas: necesitan concentraciones salinas más elevadas para permanecer en solución.
- Proliaminas: solubles en alcohol.
- Glutelinas: solo se disuelven en soluciones acidas o básicas.
- Escleroproteínas: son insolubles en la gran mayoría de los solventes.

Criterios químicos:

- Proteínas simples: formadas por aminoácidos.
- Proteínas conjugadas: que contienen además de la cadena polipeptídica un componente no aminoacídico llamado grupo prostético, que puede ser un glúcido, un lípido, un ácido nucleico o un ion inorgánico.

Criterios estructurales:

- Proteínas globulares: la cadena polipeptídica aparece enrollada sobre si misma dando lugar a una estructura más o menos esférica y compacta.
- Proteínas fibrosas: si hay una dimensión que predomina sobre las demás, se dice que la proteína es fibrosa.

Criterios funcionales:

- Proteínas monoméricas: constan se una sola cadena polipeptídica, como la mioglobina.
- Proteínas oligoméricas: constan de varias cadenas polipeptídicas.

Teniendo en cuenta los criterios de clasificación de las proteínas nos centramos en la ovoalbúmina que compone el 54 % de la clara de huevo y es la que estudiaremos:

Clasificación	Ovoalbúmina
Criterio físico	Albúmina, es soluble en agua y en soluciones salinas
Criterio químico	Proteína simple formada por amino ácidos
Criterio estructural	Proteína globular
Criterio funcional	Proteína monomérica

Tabla 6 – clasificación de la proteína (ovoalbúmina)

Existen diversos métodos para cuantificar proteínas en alimentos como espectrofotometría, Kjeldahl, método de Biuret, electroforesis, entre otros métodos, en esta oportunidad utilizaremos el método de Kjeldahl ya que es un método bastante preciso.

Fundamento:

El método de Kjeldahl es un proceso de análisis químico para determinar el contenido de nitrógeno de una sustancia. Desde 1883 John Kjeldahl presentó sus trabajos y su método ha tenido gran aceptación ya que se aplica en una amplia variedad de trabajos para los análisis de alimentos, bebidas, granos, carnes, suelos, cultivos, entre otros. Hoy en día es el método más utilizado para el análisis de proteínas y se efectúa mediante la determinación de nitrógeno orgánico. Esto se realiza de esta forma porque los diferentes tipos de proteínas coinciden en una proporción similar de dicho nitrógeno orgánico. En esta técnica se digieren las proteínas y otros compuestos orgánicos de los alimentos en una mezcla con ácido sulfúrico en presencia de

catalizadores. El nitrógeno orgánico total se convierte en sulfato de amonio mediante el proceso de digestión. La mezcla resultante se le agrega una base para neutralizar y se destila el producto. Este se recoge en una solución de ácido bórico, dichos aniones se valoran con ácido clorhídrico valorado para determinar el contenido de nitrógeno en la muestra. El método tiene tres etapas: digestión, destilación y titulación. (C Gerhardt GmbH, 2015).

La sustancia a investigar se somete a un tratamiento oxidativo con ácido sulfúrico concentrado en presencia de una mezcla catalizadora (las sales/óxidos metálicos sirven para el transporte de oxígeno con formación intermedia de oxígeno nascente; el sulfato potásico sirve para elevar el punto de ebullición, alcanzándose temperaturas de 300-400 °C durante la digestión). Del sulfato amónico formado se libera el amoníaco por tratamiento alcalino y éste se transporta con ayuda de una destilación en corriente de vapor a un recipiente con ácido bórico y se realiza una valoración con una solución previamente valorada de ácido clorhídrico. El contenido en proteína de la muestra se calcula teniendo en cuenta el contenido en nitrógeno de la proteína. El método se basa en la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado, formándose sulfato de amonio que en exceso de hidróxido de sodio libera amoníaco, el que se destila recibiendo en ácido bórico formándose borato de amonio el que se valora con ácido clorhídrico. (C Gerhardt GmbH, 2015).

Historia:

Johan Kjeldahl, Johan Gustav Christoffer Thorsager Kjeldahl nació el 16 de agosto de 1849 en Copenhague, Dinamarca. El principal legado de este científico es su método para determinar la cantidad de nitrógeno en una sustancia orgánica. Hoy en día, la mayoría de los aparatos que se utilizan en este tipo de pruebas siguen el mismo principio, aunque utilizan herramientas más sofisticadas para aumentar la velocidad del proceso y hacerlo más eficiente. Kjeldahl ideó este método mientras trabajaba en los laboratorios Carlsberg, pertenecientes a la cervecería del mismo nombre, situados en Copenhague, de la que fue jefe del departamento de química del 1876 al 1900. Se le asignó la tarea de determinar la cantidad de proteína en los granos de malta. Kjeldahl ideó un método mediante el cual esta cantidad puede ser obtenida indirectamente determinando la cantidad de nitrógeno que se encuentra en la sustancia. Johan Kjeldahl murió el 18 de julio del año 1900 en la ciudad de su nacimiento. (Hansen, 1932).

Proceso:

Pasos del análisis del método Kjeldahl:

El análisis se compone principalmente de los siguientes pasos:

- Digestión de muestras con ácido sulfúrico
- Destilación de la solución de digestión
- Valoración del destilado y cálculo del resultado

Digestión:

El objetivo es romper todos los enlaces de nitrógeno de la muestra y convertirlo en iones amonio (NH_4^+). El carbono orgánico y el hidrógeno forman dióxido de carbono y agua. En este proceso la materia orgánica se carboniza dando lugar a la formación de una espuma negra, durante esta etapa la espuma se descompone y finalmente se convierte en un líquido claro que indica que la reacción química ha terminado. La muestra se mezcla con ácido sulfúrico a temperaturas entre 370 y 380 °C, cuanto más alta sea la temperatura más rápido será el proceso de digestión, pero hay que tener en cuenta que si se superan los 380 °C pueden haber pérdidas de nitrógeno. La digestión también se puede acelerar con el agregado de sales y catalizadores, como por

ejemplo, sulfato de potasio para aumentar el punto de ebullición del ácido sulfúrico y se añaden catalizadores para aumentar la velocidad y la eficiencia del procedimiento de digestión. (PanReac ITW Reagents, p.2).

Destilación:

En esta etapa los iones amonio (NH_4^+) se convierten en amoníaco (NH_3) al agregarle un álcali (NaOH). El amoníaco (NH_3) es arrastrado al vaso receptor por medio de una corriente de vapor de agua, el vaso receptor se llena con una solución absorbente para capturar el gas amoníaco disuelto, la más común es el ácido bórico en solución acuosa al 2-4 %, el amoníaco es atrapado en esta solución la cual luego se valora con HCl previamente valorado. (PanReac ITW Reagents, p.3).

Valoración:

La concentración de los iones amonio capturados se puede determinar por dos tipos de valoraciones: cuando se usa el ácido bórico como solución absorbente luego se realiza una valoración ácido-base utilizando una solución estandarizada de ácido sulfúrico o clorhídrico y una mezcla de indicadores. El rango de concentración de la solución utilizada varía entre 0,01 N a 0,5 N dependiendo de la cantidad de iones amonio presentes otro tipo de valoración es cuando se utiliza una solución valorada de ácido sulfúrico como solución absorbente, el ácido sulfúrico residual (es decir, el exceso que no reacciona con NH_3) se valora con una solución estandarizada de hidróxido de sodio y la cantidad de amoníaco se calcula por diferencia, esta valoración se llama valoración indirecta o por retroceso. (PanReac ITW Reagents, p.3).

Tabla de conversión para obtener la cantidad de proteínas a partir del % de nitrógeno total:

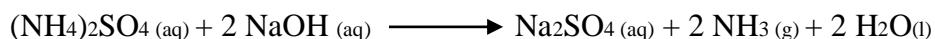
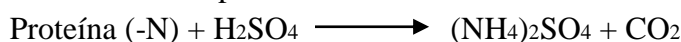
Alimentos	Factor (K)
Harina de trigo	5,70
Trigo, centeno, cebada	5,83
Arroz	5,95
Cacahuetes	5,46
Almendras	5,18
Soja	5,71
Semillas oleaginosas	5,30
Leche y derivados	6,38
Carne y derivados	6,25
Clara de huevo	6,70
Yema de huevo	6,62
Huevo entero	6,68
Gelatina	5,55
Vegetales	6,25

Tabla 7 - Tabla de conversión

Reacciones químicas que ocurren en cada etapa:

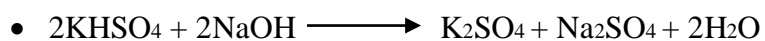
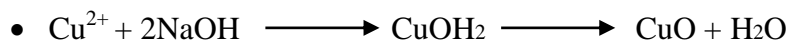
Digestión:

Catalizadores + proteína + calor

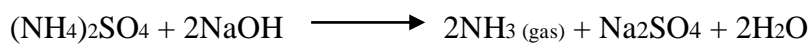


Reacciones en el consumo de NaOH para cada sustancia agregada:

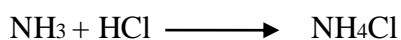
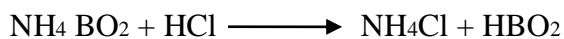
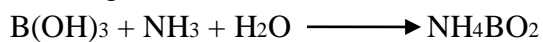
- $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{NH}_4^+ + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NH}_3 + \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O}$



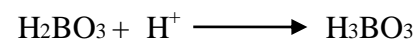
Destilación:



Al recoger sobre ácido bórico:



Valoración:



Materiales:

Bureta

Soporte

Pinza

Equipo Kjeldahl

Balanza analítica

Matraz Erlenmeyer

Vaso de descartes

Papel secante

Matraz aforado

Tapón

Vaso de bohemia

Varilla de vidrio

Caja de Petri

Espátula

Embudo

Piseta con agua destilada

Cuenta gotas

Pipetas pasteur

Rotulador

Pipeta automática de 5mL

Pipeta graduada

Pipeta aforada

Pera de goma

pH - metro

Sustancias/soluciones/indicadores:

Agua destilada

Carbonato de sodio (Na_2CO_3)

Ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4)

Ácido clorhídrico (HCl)
Ácido bórico (H_3BO_3)
Hidróxido de sodio (NaOH)
Sulfato de cobre (CuSO_4)
Sulfato de potasio (K_2SO_4)
Heliantina ($\text{C}_{14}\text{H}_{14}\text{N}_3\text{NaO}_3\text{S}$)
Rojo de metilo
Verde bromocresol

Procedimiento:

Preparación de ácido clorhídrico (HCl) 0,25 mol/L:

- 1- Colocar 200 mL de agua destilada en un matraz de 1000 mL.
- 2- Con una pipeta aforada de 10,00 mL y una pera de goma tomar 10,00 mL de HCl concentrado en la campana y colocarlos en el matraz que contiene 200 mL de agua destilada, agitar.
- 3- Completar con agua hasta alcanzar los 1000 mL.
- 4- Valorar el HCl con Na_2CO_3 utilizando heliantina como indicador.

Preparación de la solución de ácido bórico (H_3BO_3) 4 %:

- 1- Con una espátula realizar una toma en masa de 20 g de ácido bórico (H_3BO_3), anotar la masa obtenida.
- 2- Completar $\frac{1}{4}$ del volumen del matraz con agua destilada y agitar hasta disolver el H_3BO_3 .
- 3- Completar hasta 1 cm por debajo del aforo, con ayuda de una varilla de vidrio y papel secante secar el cuello del matraz y completar con agua destilada hasta aforar y completar los 500 mL.
- 4- Colocar un tapón e invertir 3 veces el matraz para homogeneizar.

Preparación de NaOH 30 % m/m:

- 1- Con una espátula realizar una toma en masa de 120 g de hidróxido de sodio (NaOH), anotar la masa obtenida.
- 2- Completar $\frac{1}{4}$ del volumen del matraz con agua destilada y agitar hasta disolver el NaOH.
- 3- Completar con agua destilada hasta los 400 mL.

Preparación de la solución de carbonato de sodio (Na_2CO_3):

- 1- Colocar un matraz aforado de 100 mL en balanza analítica, tarar, con una espátula masar aproximadamente 0,83 g de Na_2CO_3 y anotar la masa obtenida.
- 2- Agregar agua al matraz para disolver el Na_2CO_3 , luego de disolverse agregar agua destilada hasta 1 cm por debajo del aforo, con una varilla de vidrio y papel secante secar el cuello del matraz, completar con agua destilada hasta aforar.
- 3- Colocar un tapón al matraz e invertir 3 veces para homogeneizar.

Valoración del ácido clorhídrico (HCl):

- 1- Armar el soporte con la bureta de 10,00 mL y colocar el vaso de descartes debajo de la misma.
- 2- Colocar aproximadamente 5 mL de HCl en la bureta de 10 mL para realizar un enjuague de la misma y luego descartarlos.

- 3- Llenar la bureta con HCl, secar por fuera la misma y aforar, (asegurarse antes de llenar que la llave esté cerrada).
- 4- Realizar una toma de 5 mL de la solución de Na_2CO_3 , colocarla en un matraz Erlenmeyer de 100 mL y agregar 3 – 4 gotas de indicador de heliantina.
- 5- Colocar el matraz Erlenmeyer debajo de la bureta, comenzar la valoración con un goteo continuo y agitando el matraz.
- 6- La valoración se da por terminada cuando se aprecia un color salmón en el matraz. Anotar el gasto obtenido.
- 7- Repetir los pasos 3, 4, 5 y 6, 10 veces.
- 8- Anotar las observaciones y realizar los cálculos correspondientes.

Digestión:

- 1- Colocar un vidrio reloj en la balanza analítica y tarar, con una espátula medir masa lo más exacto posible 2,33 g de clara de huevo de gallina y anotar la masa.
 - 2- Trasvasar la clara de huevo al tubo de digestión.
 - 3- Con pipeta graduada tomar 6 mL de H_2SO_4 y arrastrar lo que quedo de clara de huevo en el vidrio reloj e ir colocándolo en el tubo de digestión.
 - 4- Agregar 1 pastilla de catalizador que contiene 0,4 g de CuSO_4 como catalizador y 3,5 g de K_2SO_4 para aumentar el punto ebulloscópico.
 - 5- Agregar 5 gotas de agente antiespumante (vaselina o silicona).
 - 6- Realizar todos los pasos anteriores con 9 muestras, 3 con clara de huevo de criadero, 3 con clara de huevo casero y 3 con clara de huevos de codorniz.
 - 7- Con los 3 tubos restantes realizar un blanco, colocar la pastilla con el H_2SO_4 en 3 tubos de digestión.
 - 8- Colocar los 12 tubos en el bloque de digestión taparlos y seleccionar el programa.
 - 9- Utilizar el programa 1 que es para carnes y quesos, la digestión dura unas 4 horas aproximadamente y debe realizarse en campana de gases con una corriente de agua continua.
 - 10- La digestión termina cuando el color de la muestra es azul – celeste claro.
 - 11- Dejar enfriar muy bien por unas 2 horas y apagar el digestor.
 - 12- Si se aprecia una solidificación se debe prender nuevamente el digestor hasta que se funda.
 - 13- Agregar 10 mL de agua destilada medidos en probeta con mucha precaución. Mezclar.
 - 14- Colocar 25 – 30 mL de NaOH en el tubo que contiene la muestra digerida para neutralizar el H_2SO_4 , ir agregando de a 5 mL con pipeta automática hasta observar que pasa de color celeste a negro.
- ATENCIÓN: dejar caer suavemente el NaOH e ir agitando con precaución ya que la reacción puede ser muy violenta.*

Pre calentamiento del equipo:

- 1- Revisar el nivel del depósito de agua del generador de vapor, rellenarlo con agua (2 vasos de agua destilada y uno del grifo).
- 2- Abrir el grifo del agua.
- 3- Colocar un matraz Erlenmeyer de 500 mL con 25 mL de agua destilada a la salida del refrigerante.
- 4- Colocar un tubo de digestión con unos 25 mL de agua destilada en el equipo.
- 5- Presionar el botón de STEAM y dejar que el equipo trabaje.
- 6- Al detenerse el equipo retirar el matraz y con un trapo o guantes especiales retirar el tubo de digestión y tirar el agua por la pileta.

Destilación:

- 1- Colocar el tubo de digestión en el destilador, (calzar muy bien este tubo en el tapón del destilador por qué se puede volcar y perder la muestra).
- 2- Colocar en un matraz erlenmeyer de 500 mL 25 mL de H_3BO_3 4 % y 3 gotas de indicador mixto (rojo de metilo - verde de bromocresol) a la salida del refrigerante.
- 3- Colocar el matraz en el destilador con la manguera sumergida en la solución de ácido bórico, cerrar la puerta del destilador y comenzar la destilación presionando el botón de STEAM, (la destilación dura aproximadamente 6 min). El destilador a utilizar es semi automático por lo tanto la corriente de agua que pasa por el refrigerante comienza a salir sola cuando se inicia la destilación, pero si esto no sucede se debe verificar antes de continuar.
- 4- Al finalizar la destilación valorar el contenido del matraz con una solución de HCl previamente valorado y el contenido del tubo de digestión se debe reservar.

ATENCIÓN: el tubo del destilador se debe extraer con guantes especiales o con un trapo ya que el mismo está a elevada temperatura y puede generar quemaduras en la piel.

Es importante que el volumen del contenido del tubo de digestión no supere los 60 mL por que puede desbordarse.

- 5- Luego de terminar la digestión y de haber retirado el tubo y el matraz se debe colocar un tubo limpio con 25 mL de agua destilada y un matraz también con 25 mL de agua destilada para realizar un enjuague, esto es importante para el funcionamiento del destilador y también para no falsear datos de otras muestras, es importante realizarlo entre cada muestra.
- 6- Repetir todos los pasos con cada muestra.
- 7- Cada 3 destilaciones se debe agregar agua (2 vasos de agua destilada y 1so del grifo) al tanque de agua que se ubica encima del destilador ya que es lo que permite la corriente de agua del refrigerante.
- 8- Tomar fotos y anotar las observaciones.

Valoración:

- 1- Armar el soporte con la bureta de 10,00 mL y el matraz debajo de la misma.
- 2- Colocar aproximadamente 5,00 mL de HCl en la bureta de 10,00 mL para realizar un enjuague de la misma y luego descartarlos en el vaso de descartes.
- 3- Llenar la bureta con HCl aprox. 0,25 mol/L previamente valorado, secar la bureta por fuera y aforar, (asegurarse antes de llenar que la llave este cerrada).
- 4- Colocar en el matraz Erlenmeyer de 500 mL 3 gotas de indicador mixto (rojo de metilo - verde de bromocresol) sobre la solución que se recoge luego de la destilación y mezclar.
- 5- Colocar el matraz Erlenmeyer debajo de la bureta, comenzar la valoración con un goteo continuo y agitando el matraz.
- 6- La valoración se da por terminada cuando se aprecia un color gris (apenas rosado) en el matraz. Registrar el gasto obtenido de HCl.
- 7- Repetir los pasos 3, 4, 5 y 6 con cada muestra, en este caso son 12.
- 8- Anotar las observaciones, tomar fotos, anotar los gastos y realizar los cálculos correspondientes.

Resultados y observaciones:

	Huevo de criadero	Huevo casero
Masa total (promedio)	(56,9600 ± 0,0001) g	(60,5500 ± 0,0001) g
Masa de la cáscara (promedio)	(7,4100 ± 0,0001) g	(8,1100 ± 0,0001) g
Masa de la yema (promedio)	(16,7500 ± 0,0001) g	(15,8800 ± 0,0001) g
Masa de la clara (promedio)	(32,2700 ± 0,0001) g	(36,5600 ± 0,0001) g
pH de la clara	9,15	8,65
pH de la yema	6,34	6,18

Color de la yema:

Según la escala Roche:



Huevo de criadero / Huevo casero

	Criadero	Casero
Escala Roche	Nº 4	Nº 12
Concentración de carotenoides y xantofilas	Muy baja (más xantofilas y carotenos amarillos)	Muy alta, (más xantofilas y carotenos rojos)



Ilustración 2 - Escala Roche

Etapa de digestión:



Inicio de la digestión



Final de la digestión



Etapa de destilación:

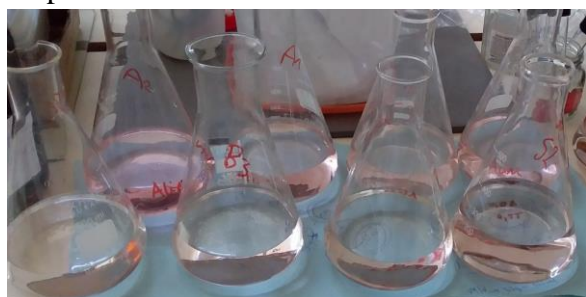
Comenzando la destilación



Finalizando la destilación



Etapa de valoración:



Tomas de clara de huevo:

Huevos de criadero	Huevos casero	Huevos de codorniz
(2,3402 ± 0,0001) g S1	(2,3333 ± 0,0001) g C1	(2,3338 ± 0,0001) g A1
(2,3387 ± 0,0001) g S2	(2,3772 ± 0,0001) g C2	(2,3311 ± 0,0001) g A2
(2,3476 ± 0,0001) g S3	(2,3506 ± 0,0001) g C3	(2,3493 ± 0,0001) g A3

Gastos correspondientes a valoraciones de lo recogido en la destilación:

Muestra	Gasto	Muestra	Gasto	Muestra	Gasto
S1	(10,80 ± 0,05) mL	A1	(10,80 ± 0,05) mL	C1	(10,85 ± 0,05) mL
S2	(10,80 ± 0,05) mL	A2	(10,80 ± 0,05) mL	C2	(10,85 ± 0,05) mL
S3	(10,85 ± 0,05) mL	A3	(10,80 ± 0,05) mL	C3	(10,85 ± 0,05) mL

			0,05) mL		mL
--	--	--	----------	--	----

S = supermercado (criadero) – A = codorniz – C = casero (campo).

El blanco dio como resultado gasto 0, es decir, no fue necesario valorarlo.

$$\% \text{ de Nitrógeno} = \frac{M \text{ HCl} \times (G_m - G_b) \text{ HCl} \times \overline{M} \text{ N} \times 100}{m \text{ (g) muestra}}$$

G_m = gasto de HCl en L de la muestra

G_b = gasto de HCl en L del blanco

$$\% \text{ de proteína} = \% \text{ N} \times F \quad F = 6,70 \text{ para clara de huevo}$$

$$\% \text{ de Nitrógeno S1} = \frac{0,24 \text{ mol/L} \times (10,80\text{E-}3 \text{ L} - 0) \times 14,01 \text{ mol/L} \times 100}{2,3402 \text{ g}} = 1,55 \%$$

$$\% \text{ Proteínas} = 1,55 \times 6,70 = 10,38 \%$$

$$\% \text{ de Nitrógeno S2} = \frac{0,24 \text{ mol/L} \times (10,80\text{E-}3 \text{ L} - 0) \times 14,01 \text{ mol/L} \times 100}{2,3387 \text{ g}} = 1,55 \%$$

$$\% \text{ Proteínas} = 1,55 \times 6,70 = 10,38 \%$$

$$\% \text{ de Nitrógeno S3} = \frac{0,24 \text{ mol/L} \times (10,85\text{E-}3 \text{ L} - 0) \times 14,01 \text{ mol/L} \times 100}{2,4576 \text{ g}} = 1,48 \%$$

$$\% \text{ Proteínas} = 1,48 \times 6,70 = 9,92 \%$$

$$\% \text{ de Nitrógeno A1} = \frac{0,24 \text{ mol/L} \times (10,80\text{E-}3 \text{ L} - 0) \times 14,01 \text{ mol/L} \times 100}{2,3338 \text{ g}} = 1,56 \%$$

$$\% \text{ Proteínas} = 1,56 \times 6,70 = 10,45 \%$$

$$\% \text{ de Nitrógeno A2} = \frac{0,24 \text{ mol/L} \times (10,80\text{E-}3 \text{ L} - 0) \times 14,01 \text{ mol/L} \times 100}{2,3311 \text{ g}} = 1,56 \%$$

$$\% \text{ Proteínas} = 1,56 \times 6,70 = 10,45 \%$$

$$\% \text{ de Nitrógeno A3} = \frac{0,24 \text{ mol/L} \times (10,80\text{E-}3 \text{ L} - 0) \times 14,01 \text{ mol/L} \times 100}{2,3493 \text{ g}} = 1,55 \%$$

$$\% \text{ Proteínas} = 1,55 \times 6,70 = 10,38 \%$$

$$\% \text{ de Nitrógeno C1} = \frac{0,24 \text{ mol/L} \times (10,85\text{E-}3 \text{ L} - 0) \times 14,01 \text{ mol/L} \times 100}{2,3333 \text{ g}} = 1,56 \%$$

$$\% \text{ Proteínas} = 1,56 \times 6,70 = 10,45 \%$$

$$\% \text{ de Nitrógeno C2} = \frac{0,24 \text{ mol/L} \times (10,85\text{E-}3 \text{ L} - 0) \times 14,01 \text{ mol/L} \times 100}{2,3772 \text{ g}} = 1,53 \%$$

$$\% \text{ Proteínas} = 1,53 \times 6,70 = 10,25 \%$$

$$\% \text{ de Nitrógeno C3} = \frac{0,24 \text{ mol/L} \times (10,85\text{E-}3 \text{ L} - 0) \times 14,01 \text{ mol/L} \times 100}{2,3493 \text{ g}} = 1,55 \%$$

2,3502

$$\% \text{ Proteínas} = 1,55 \times 6,70 = 10,38 \%$$

Cantidad de proteínas en 100 g de clara de huevo:

Criadero ($10,23 \pm 0,10$) %

Casero ($10,36 \pm 0,10$) %

Codorniz ($10,43 \pm 0,10$) %

Cantidad de proteínas en 1 huevo:

Casero:

10,36 g — 100 g

X — 60,55 g

X = 6,27 g

Criadero

10,23 g — 100 g

X — 56,96 g

X = 5,83 g

Codorniz

10,43 g — 100g

X — 70g

X = 7,30 g (7 huevos)

Se realizaron encuestas a 100 personas del departamento de Canelones con respecto a la calidad del huevo que consumen, la procedencia del mismo y si consumen este alimento a diario, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Gráficas de las encuestas:

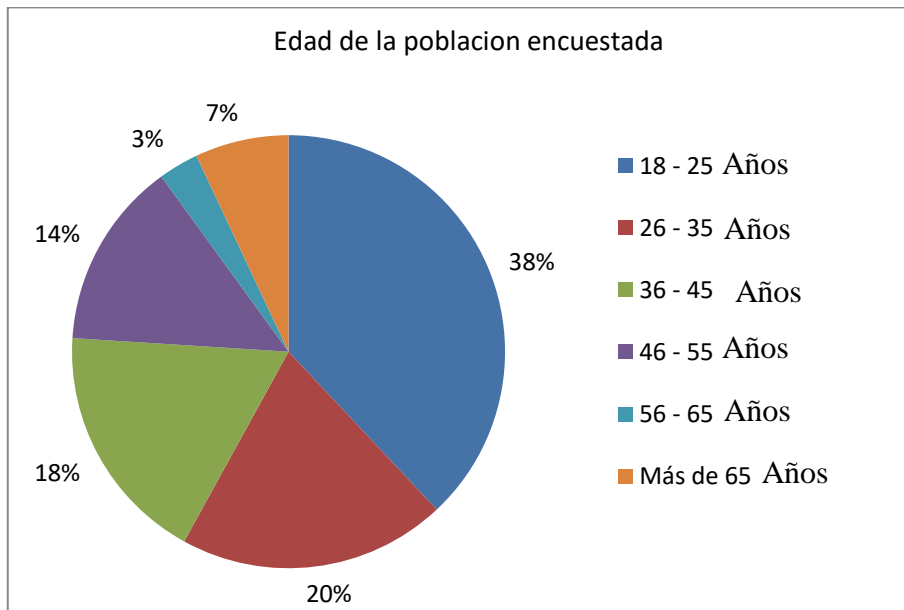


Gráfico 1

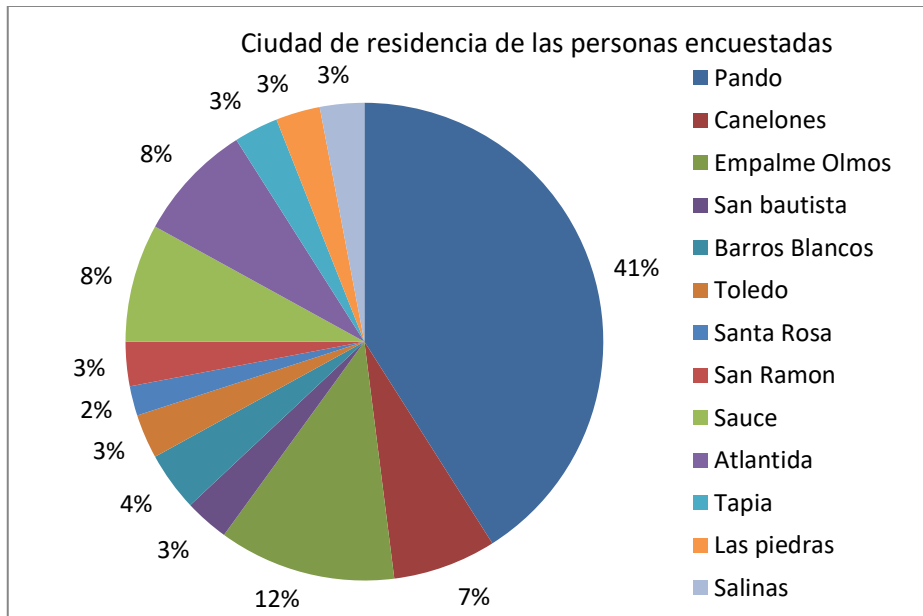


Gráfico 2

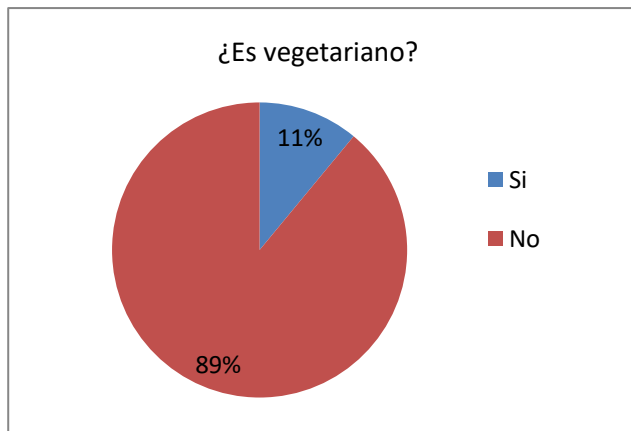


Gráfico 3

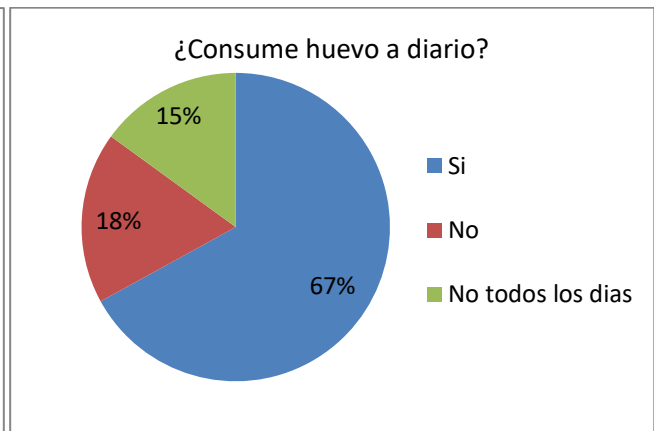


Gráfico 4

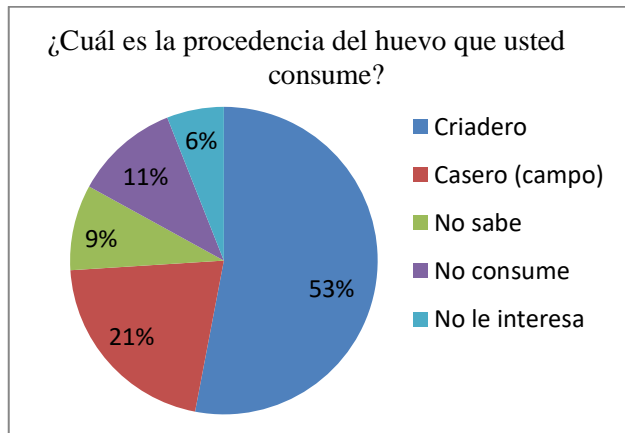


Gráfico 5

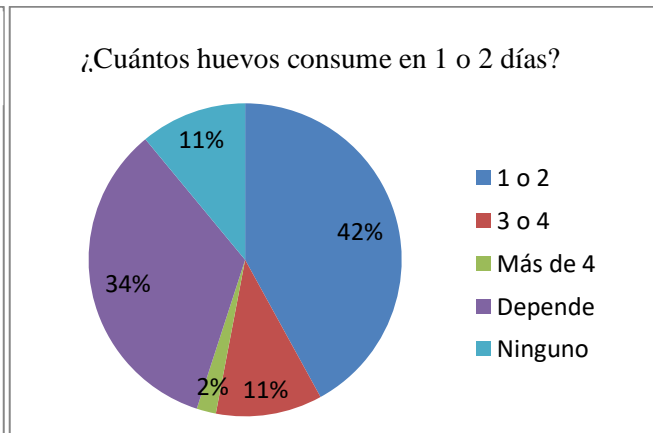


Gráfico 6

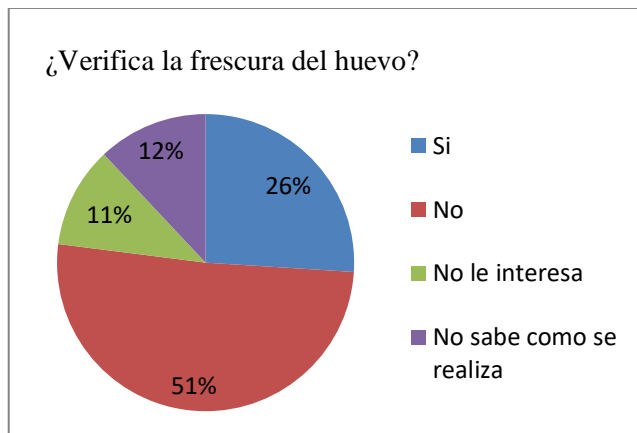


Gráfico 7

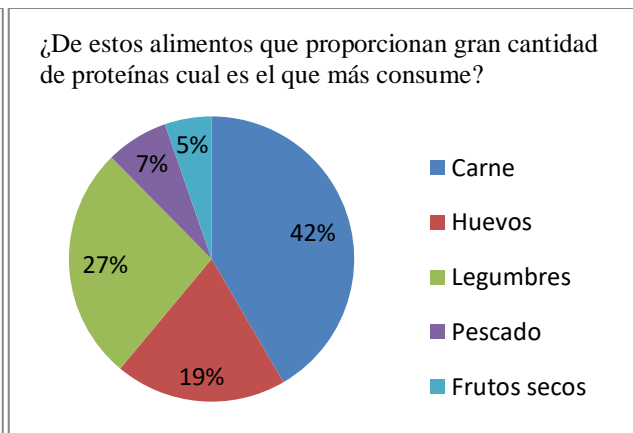


Gráfico 8

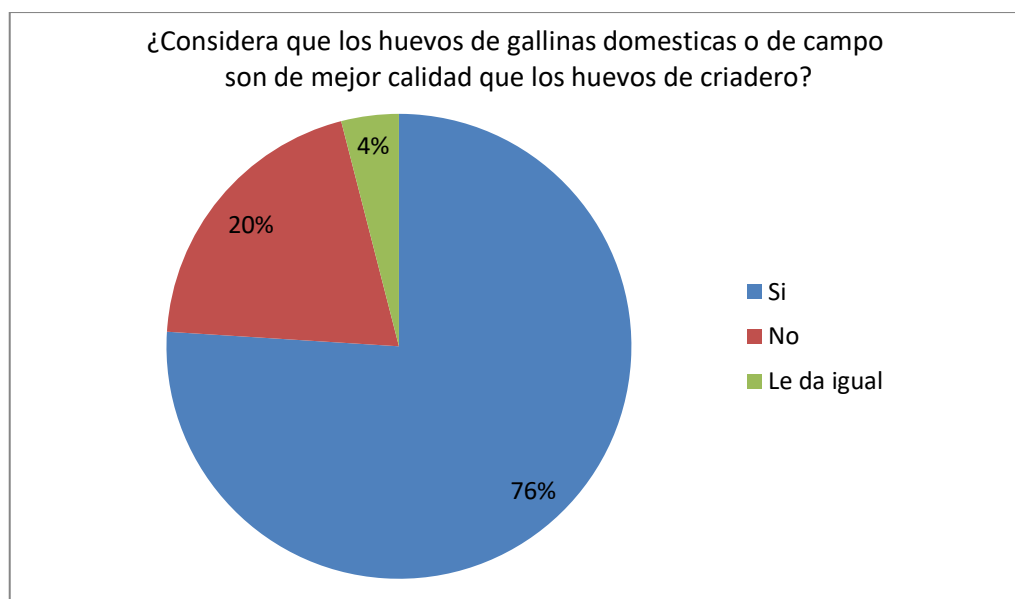


Gráfico 9

Conclusiones:

Se cuantificó el contenido de proteínas en la clara de huevos de criadero, caseros y de codorniz mediante el método de Kjeldahl. Se determinó la cantidad de masa de clara de huevo, el color de la yema y la cantidad de la misma en los huevos de criadero y caseros.

Se determinó que por cada 100 g de clara de huevo, el huevo de gallina de criadero contiene $(10,2300 \pm 0,0001)$ g ($10,23 \pm 0,10$) % de proteínas, el huevo de gallina domestica contiene $(10,3600 \pm 0,0001)$ g ($10,36 \pm 0,10$) % de proteínas y el huevo de codorniz contiene $(10,4300 \pm 0,0001)$ g ($10,43 \pm 0,10$) % de proteínas.

Se determinó que la yema del huevo casero presentó una coloración anaranjada fuerte mientras que la yema del huevo de criadero presentó una coloración amarilla (anaranjado claro) y el que contiene mayor cantidad de yema es el huevo de criadero, el mismo contiene $(16,7500 \pm 0,0001)$ g y el huevo de gallina casero contiene $(15,8800 \pm 0,0001)$ g. Se determinó que el huevo que tiene mayor cantidad de albumen (clara) es el huevo casero, el mismo contiene $(36,5600 \pm 0,0001)$ g de albumen (clara) y el huevo de gallina de criadero contiene $(32,2700 \pm 0,0001)$ g de albumen (clara). Con respecto a la masa total del huevo se determinó que el de mayor masa es el huevo casero $(60,5500 \pm 0,0001)$ g y el huevo de criadero $(56,9600 \pm 0,0001)$ g.

Las encuestas realizadas mostraron que más de la mitad de la población encuestada, concretamente 76 personas opinaron que los huevos caseros son mejores que los de criadero por distintos motivos ya sea el

sabor, la cantidad de albumen o de yema, el masa del huevo y otros aspectos que para el consumidor son importantes.

Perspectivas:

Para nuevas investigaciones se podría tener en cuenta la cuantificación total de las proteínas del huevo, es decir, incluyendo la yema y la clara. Se podrían tener en cuenta más aspectos de calidad y como otra posible investigación realizar el análisis completo de calidad del huevo.

Referencias bibliográficas:

Reglamento Bromatológico Nacional, Decreto N° 315/994, 3^{era} edición, Republica Oriental del Uruguay.
http://www.ecotech.uy/docs/alimentos/Decreto_Bromatologico_tercera_edicion_2009.pdf

Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. (Cuarta edición). México: Pearson.

Castelló, J.A; Barragán, J.I.; Borroeta, A.C.; Calvet, S. (2010). *Producción de huevos*. Real Escuela de Avicultura. Barcelona.

Ahn, D.U.; Sell, J.L.; Jo, C.; Chamruspollert, M.; Jeffrey, M. (1999). *Effect of dietary conjugated linoleic acid on the quality characteristics of chicken eggs during refrigerated storage*. Poultry Science

Penz, A.M. Jr.; Jensen, L.S. (1991). *Influence of protein concentration, amino acid supplementation, and daily time of access to high or low protein diets on egg weight and components in laying hens*. Poultry Science

C. Gerhardt GmbH. (2015). *Análisis de nitrógeno*. Alemania.

García Blandón P.A. (1983). *Fundamentos de nutrición*. San José, Costa Rica.

Luque Guillén M^a.A. (2009). *Estructura y propiedades de las proteínas*. España.

Montero Morales C. (2003). *Alimentación y vida saludable*. Madrid, España. Comillas S.L.

Melo V; Cuamatzi . (2007). *Bioquímica de los procesos metabólicos*. (Segunda edición). México, Reverté.

Pascual Anderson M^a; Vicente Calderón. (2000). *Microbiología alimentaria*. (Segunda edición). Madrid, España.

Leeson S; Caston, L; Summers, J.D. (1997). *Layer performance of four strains of Leghorn pullets subjected to various rearing programs*. Poultry Science

Antonio Peña Díaz; Ángel Arroyo Begovich; Armando Gómez Puyou; Ricardo Tapia Ibarguengoytia. (2004). *Bioquímica*. México: Limusa S.A.

Harris D.C. (2007). *Análisis químico cuantitativo*. (Tercera edición). Barcelona, España: Reverté.

Campos Lucas M^a Isabel. (2010). *Un huevo en mi laboratorio*. España. Bubok.

Hansen, H. (1932) Johan Kjeldahl, University Library of Copenhagen.

Álvarez de Castro. 2008 – 2018. Sociedad Española de Nutrición

Sauveur, B. (1991). Mode délévage des poules et qualité de l'oeuf de consommation. INRA Production animal.

Burns, J; Fraser, P.D; Bramley, P.M. (2003). *Identification and quantification of carotenoids, tocopherols and chlorophylls in commonly consumed fruits and vegetables*.

Von Schantz T.S.1999.

Muñoz S.M. (2003). *Pigmentos utilizados en raciones de gallinas ponedoras*.

Digestión, destilación y valoración, recuperado el día 20/10/2018 de:

PanReac ITW Reagents, Barcelona; España, Alemania, Italia.

https://www.itwreagents.com/download_file/brochures/A173/es/A173_es.pdf

Método kjeldahl, recuperado el día 17/09/2018 de:

https://www.gerhardt.de/fileadmin/Redaktion/downloads/Stickstoffanalyse_Die_Methode_von_Johan_Kjeldahl_gekuerzt_f_Homepage-spa-ES.pdf

Proteínas: recuperado el día 29/09/2018 de: https://www.uv.es/tunon/pdf_doc/proteinas_09.pdf

<http://www.ehu.es/biomoleculas/proteinas/prot1.htm#f>

Imagen 1, recuperada el día 29/09/2018 de:

https://www.alimente.elconfidencial.com/bienestar/2018-04-16/alergia-al-huevo-intolerancia-sensibilidad_1478732/

Imagen 2, recuperada el día 20/09/2018 de:

<http://proteinasyaminoácido.sena.blogspot.com/2015/08/estructura-de-los-aminoácidos.html>

Imagen 4, recuperada el día 20/09/2018 de: https://www.uv.es/tunon/pdf_doc/proteinas_09.pdf

Imagen 3, recuperada el día 20/09/2018 de:

http://www.educa.madrid.org/web/cc.nsdelasabiduria.madrid/Ejercicios/2b/Biologia/proteinas/estruc_prot2.htm

Imagen 5, recuperada el día 20/09/2018 de: https://es.wikipedia.org/wiki/Barril_beta

Imagen 6, recuperada el día 20/09/2018 de:

<http://biologiaterceroiem.blogspot.com/2017/09/proteinas-clasificacion.html>

Imagen 7, recuperada el día 26/09/2018 de:

<http://www.rcsb.org/pdb/explore/remediatedSequence.do?structureId=1UHG>

Imagen 8, recuperada el día 26/09/2018 de:

<http://www.rcsb.org/pdb/explore/remediatedSequence.do?structureId=1UHG>

Ilustración 1, recuperada el día 31/10/2018 de:

Guía de DSM para la pigmentación de la yema de huevo con Carophyll, DSM Bright Science. Brighter Living, 2013.

https://www.dsm.com/content/dam/dsm/anh/en_US/documents/carophyll_guidelines_amended_SPAN_web.pdf

Tabla 1, (composición del huevo), recuperada el día 24/10/2018 de:

M^a del Rosario; Pascual Anderson; Vicente Calderón. (1999). Microbiología alimentaria. (Segunda edición). Madrid, España.

Tabla 2, recuperada el día 26/10/2018 de:

http://www.ecotech.uy/docs/alimentos/Decreto_Bromatologico_tercera_edicion_2009.pdf

Tabla 3, http://www.ecotech.uy/docs/alimentos/Decreto_Bromatologico_tercera_edicion_2009.pdf

Tabla 4, http://www.ecotech.uy/docs/alimentos/Decreto_Bromatologico_tercera_edicion_2009.pdf

Tabla 5, http://www.ecotech.uy/docs/alimentos/Decreto_Bromatologico_tercera_edicion_2009.pdf

Tabla 7, (Tabla de conversión para obtener la cantidad de proteínas a partir del % de nitrógeno total), recuperada el día 21/09/2018 de: file:///C:/Users/Administrador/Desktop/Practica_4_-_Proteinas_Metodo_de_Kjeldha.pdf

Medidas de seguridad, ácido sulfúrico, recuperado el día 20/09/2018 de:

https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/4/SDB_4363_MX_ES.pdf

Medidas de seguridad, ácido clorhídrico, recuperado el día 20/09/2018 de:

http://www.foresosona.org/productes_quimics/protocols/acidnitric65.pdf

Medidas de seguridad, hidróxido de sodio, recuperado el día 29/09/2018 de:

https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/6/SDB_6771_ES_ES.pdf

Medidas de seguridad, ácido bórico, recuperado el día 29/09/2018 de:

https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/5/SDB_5935_ES_ES.pdf

Medidas de seguridad, sulfato de potasio, recuperado el día 11/10/2018 de:

https://www.hortocampo.com/sites/default/files/fichas-tecnicas/krista_sop.pdf

Medidas de seguridad, sulfato de cobre, recuperado el día 11/10/2018 de:

<http://www.gtm.net/images/industrial/s/SULFATO%20DE%20COBRE.pdf>

Medidas de seguridad, heliantina, recuperado el día 13/10/2018 de:

https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/T/SDB_T118_ES_ES.pdf

Medidas de seguridad, rojo de metilo, recuperado el día 20/10/2018 de:

https://www.javeriana.edu.co/documents/4486808/5015300/Rojo+de+Metilo_Labbox+Labware+s.l+%28Solido%29.pdf/d6795f7c-ff08-4c23-a004-2e0c26745e5d?version=1.0

Medidas de seguridad, verde bromocresol, recuperado el día 20/10/2018 de:

https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/9/SDB_9949_ES_ES.pdf

Medidas de seguridad, carbonato de sodio, recuperado el día 20/10/2018 de:

https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/A/SDB_A135_ES_ES.pdf

Anexos

Medidas de seguridad:

Agua destilada: no presenta riesgos.

Carbonato de sodio (Na_2CO_3):

Indicaciones de peligro:

H319: Provoca irritación ocular grave.

Consejos de prudencia:

P280: Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.

P305+P351+P338: en caso de contacto con los ojos: aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.



Ácido sulfúrico (H_2SO_4):

Indicaciones de peligro:

H290: Puede ser corrosivo para los metales.

H303: Puede ser nocivo en caso de ingestión.

H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

Consejos de prudencia:

P260: No respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol.

P280: Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.

P303+P361+P353 en caso de contacto con la piel (o el pelo): Quitar inmediatamente todas las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua/ ducharse.

P305+P351+P338: en caso de contacto con los ojos: aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

P390: Absorber el vertido para que no dañe otros materiales.

P501: Eliminar el contenido/el recipiente en las instalaciones industriales de combustión.



Ácido clorhídrico (HCl):

Indicaciones de peligro:

H290: Puede ser corrosivo para los metales.

H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

H335: Puede irritar las vías respiratorias.

Consejos de prudencia:

P390: Absorber el vertido para que no dañe otros materiales.

P261: Evitar respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol.

P280: Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.

P305+P351+P338 en caso de contacto con los ojos: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

P310 Llamar inmediatamente a un centro de información toxicológica o a un médico.



Acido bórico (H_3BO_3):

Indicaciones de peligro:

H360: Puede perjudicar a la fertilidad.

Consejos de prudencia:

P280: Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.

P308+P313: en caso de exposición manifiesta o presunta: consultar a un médico.



Hidróxido de sodio (NaOH):

Indicaciones de peligro:

H290: Puede ser corrosivo para los metales.

H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

Consejos de prudencia:

P280: Llevar guantes/gafas de protección.

P301+P330+P333: en caso de ingestión: Enjuagarse la boca. NO provocar el vómito.

P305+P351+P338 en caso de contacto con los ojos: aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos.

Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

P310 Llamar inmediatamente a un centro de toxicología/médico.



Sulfato de cobre ($CuSO_4$):

Indicaciones de peligro:

H302: Nocivo en caso de ingestión.

H315: Provoca irritación cutánea.

H319: Provoca irritación ocular grave.

H400: Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

Consejos de prudencia:

P264: Lavarse cuidadosamente después de la manipulación.

P273: No dispersar en el medio ambiente.

P280: Usar guantes, ropa y equipo de protección para los ojos y la cara.

P301 + P312: en caso de ingestión: Llamar a un centro de toxicología/médico si la persona se encuentra mal.

P302 + P352: en caso de contacto con la piel: Lavar con abundante agua.

P305 + P351 + P338: en caso de contacto con los ojos: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.

P332 + P313: En caso de irritación cutánea: consultar a un médico.

P337 + P313: Si la irritación ocular persiste, consultar a un médico.



Sulfato de potasio (K_2SO_4):

Indicaciones de peligro:

H318 Provoca lesiones oculares graves.

Consejos de prudencia:

P280: Llevar guantes y gafas de protección.

P351: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos.

P338: Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

P310 Llamar inmediatamente a un centro de información toxicológica o a un médico.



Heliantina ($C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$):

Indicaciones de peligro:

H301: Tóxico en caso de ingestión

Consejos de prudencia:

P270: No comer, beber ni fumar durante su utilización.

P301+P310: en caso de ingestión: Llamar inmediatamente a un centro de toxicología/médico.

P405: Guardar bajo llave.



Rojo de metilo:

Indicación de peligro:

H411: Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

Consejos de prudencia:

P273: Impida que se libere al medio ambiente.

P391: Recoger la sustancia derramada.

P501: Elimínense esta sustancia y su recipiente en un punto de recogida de eliminación residuos especiales o peligrosos, conforme a la reglamentación local, regional, nacional y/o internacional.



Verde bromocresol:

Indicaciones de peligro:

H225: Líquido y vapores muy inflamables.

H319: Provoca irritación ocular grave.

Consejos de prudencia:

P210: Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas. No fumar.

P241: Utilizar un material de ventilación o de iluminación.

P280: Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.

P303+P361+P353: en caso de contacto con la piel (o el pelo): Quitar inmediatamente todas las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua/ ducharse.

P305+P351+P338: en caso de contacto con los ojos: aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.



Encuesta:

Edad

Ciudad

1- ¿Es vegetariano?

Si – No

2-¿Consumes huevos a diario?

Si – No

3- La procedencia del huevo que usted consume es:

- De criadero
- De campo (casero)
- No sabe
- No consume
- No le interesa

4-¿Cuántos huevos consume en 1 día?

- 1 – 2
- 3 - 4
- Más de 4

5-¿De estos alimentos que proporcionan gran cantidad de proteínas con respecto a otros, cual es el que más consume?

- Carne
- Huevo
- Frutos secos
- Pescado
- Legumbres

6- ¿verifica la frescura del huevo?

- Si
- No
- No le interesa
- No sabe cómo realizarlo

7- ¿Considera que los huevos de gallinas domésticas o de campo son de mejor calidad que los huevos de criadero?

Tratamiento de datos y cálculos previos:

Valoración del ácido clorhídrico (HCl 0,25 mol/L):

Bureta 10 mL

Pipeta 5 mL



$$2 \times \text{Gasto} \times \text{Molaridad} = \text{Molaridad} \times \text{Toma}$$

$$M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{0,25 \text{ mol/L} \times 5 \text{ mL}}{2 \times 8 \text{ mL}} = 0,078125 \text{ mol/L}$$

$$M = \frac{n}{V} \quad 0,078125 \text{ mol/L} = \frac{n}{0,1 \text{ L}} \quad n = 0,078125 \text{ mol/L} \times 0,1 \text{ L} = 7,8125 \text{ E}^{-3} \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{\bar{M}} \quad m = n \times \bar{M} = 7,8125 \text{ E}^{-3} \text{ mol} \times 105,9888 \text{ g/mol} = 0,82803775 \text{ g}$$

Dilución del HCl:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$V_1 = \frac{0,25 \text{ mol/L} \times 500 \text{ mL}}{12,5 \text{ mol/L}} = 10 \text{ mL}$$

Gastos de valoración de HCl:

- | | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| 1- (2,60 ± 0,02) mL | 4- (2,62 ± 0,02) mL | 7- (2,62 ± 0,02) mL | 10- (2,60 ± 0,02) mL |
| 2- (2,60 ± 0,02) mL | 5- (2,60 ± 0,02) mL | 8- (2,63 ± 0,02) mL | |
| 3- (2,60 ± 0,02) mL | 6- (2,60 ± 0,02) mL | 9- (2,60 ± 0,02) mL | |

Promedio gastos = 2,60mL

$$2 \times \text{Gasto} \times \text{Molaridad} = \text{Molaridad} \times \text{Toma}$$

$$\text{Molaridad HCl (gastos 1, 2, 3, 5, 6, 9 y 10): } \frac{5 \text{ mL} \times 0,25 \text{ mol/L}}{2 \times 2,60 \text{ mL}} = 0,240385 \text{ mol/L}$$

$$\text{Molaridad HCl (gastos 4 y 7): } \frac{5 \text{ mL} \times 0,25 \text{ mol/L}}{2 \times 2,62 \text{ mL}} = 0,2385496 \text{ mol/L}$$

$$\text{Molaridad HCl (gasto 8): } \frac{5 \text{ mL} \times 0,25 \text{ mol/L}}{2 \times 2,63 \text{ mL}} = 0,2376258 \text{ mol/L}$$

Media: 0,2307

Desviación estándar: 0,016277883

$$\text{IC} = \frac{Z \sigma}{\sqrt{n}} = \frac{2,38 \times 0,016277883}{\sqrt{10}} = 0,0122$$

$$M = (0,231 \pm 0,012) \text{ mol/L}$$

Toma de muestra (clara de huevo):

$$T = \frac{N_{\text{HCl}} \times G_{\text{HCl}} \times \bar{M}_N \times V_M \times 6,25 \times 100}{1000 \times V_p \times \%N}$$

N_{HCl} : normalidad del HCl

G_{HCl} : gasto fijado de HCl

\bar{M}_N : masa molar del nitrógeno (N)

Factor de proteínas de origen animal: 6,25

% N: porcentaje de nitrógeno aproximado

V_p : volumen de pipeta

V_M : volumen del matraz

$$T = \frac{0,04 \times 8,00 \times 14,01 \times 100,00 \times 6,25 \times 100}{1000 \times 10,00 \times 12} = 2,335 \text{ g}$$

$$\begin{array}{l} 100 \text{ g clara} \text{ ————— } 11 \text{ g proteínas} \quad 0,11 \text{ g} \text{ ————— } 1 \text{ g} \quad 0,36 \text{ g} \text{ ————— } 3,4 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \\ 1 \text{ g} \text{ ————— } X \quad X \text{ ————— } 3 \text{ g} \quad 0,33 \text{ g} \text{ ————— } X \end{array}$$

$$X = \frac{1 \times 11}{100} = 0,11 \text{ g}$$

$$X = \frac{3 \times 0,11}{1} = 0,33 \text{ g}$$

$$X = \frac{0,33 \times 3,4}{0,36} = 3,12 \text{ g H}_2\text{SO}_4$$

Calculo de H₂SO₄:

Consumido:

$$\text{mL H}_2\text{SO}_4 = \frac{\text{m H}_2\text{SO}_4 \times 100}{\% \text{ m/m H}_2\text{SO}_4 \times d \text{ H}_2\text{SO}_4} = \frac{3,12 \text{ g} \times 100}{98 \% \times 1,84 \text{ g/mL}} = 1,73 \text{ mL}$$

Inicial:

$$\text{mL iniciales H}_2\text{SO}_4 = \frac{m \text{ K}_2\text{SO}_4}{R} + \text{mL H}_2\text{SO}_4 \text{ consumidos} = \frac{3,9}{1,1} + 1,73 \text{ mL} = 5,27 \text{ mL}$$

R = valor prefijado 1,1

Se agregan en total 8 mL de H₂SO₄

Consumo de NaOH (hidróxido de sodio):

Por el K₂SO₄:

$$m_{\text{NaOH}} = \frac{2 \times m \text{ K}_2\text{SO}_4 \times V_p \times \overline{M}_{\text{NaOH}}}{V_M \times \text{PM K}_2\text{SO}_4} = \frac{2 \times 3,5 \text{ g} \times 5,00 \text{ mL} \times 40 \text{ g/mol}}{100,00 \text{ mL} \times 174,3 \text{ g/mol}} = 0,08 \text{ g}$$

Por el CuSO₄:

$$m_{\text{NaOH}} = \frac{2 \times m \text{ CuSO}_4 \times V_p \times \overline{M}_{\text{NaOH}}}{V_M \times \text{PM CuSO}_4} = \frac{2 \times 0,4 \text{ g} \times 5,00 \text{ mL} \times 40 \text{ g/mol}}{100,00 \text{ mL} \times 159,6 \text{ g/mol}} = 0,01002 \text{ g}$$

Por el H₂SO₄:

$$V_{\text{toma H}_2\text{SO}_4} = \frac{(\text{mL totales H}_2\text{SO}_4 - \text{mL consumidos H}_2\text{SO}_4) \times V_p}{V_M} = \frac{(6,27 \text{ mL} - 1,73 \text{ mL}) \times 5,00 \text{ mL}}{100,00 \text{ mL}} = 0,23 \text{ mL}$$

$$m_{\text{NaOH}} = \frac{V_{\text{toma H}_2\text{SO}_4} \times d_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times \% \text{ m/m H}_2\text{SO}_4 \times 2 \times \overline{M}_{\text{NaOH}}}{100 \times \text{PM H}_2\text{SO}_4} = \frac{0,23 \text{ mL} \times 1,84 \text{ g/mL} \times 98 \times 2 \times 40 \text{ g/mol}}{100 \times 98 \text{ g/mol}} = 0,33 \text{ g}$$

Para desplazar el NH₄:

$$m_{\text{NaOH}} = \frac{\text{Toma} \times \%N \text{ teórico} \times V_p \times \overline{M}_{\text{NaOH}}}{100 \times \text{PM}_N \times V_M} = \frac{2,335 \text{ g} \times 12 \times 5,00 \text{ mL} \times 40 \text{ g/mol}}{100 \times 14,01 \text{ g/mol} \times 100,00 \text{ mL}} = 0,040 \text{ g}$$

Masa total de NaOH:

$$\begin{aligned} m_{\text{total NaOH}} &= m_{\text{NaOH para desplazar el NH}_4} + m_{\text{NaOH del CuSO}_4} + m_{\text{NaOH del K}_2\text{SO}_4} + m_{\text{NaOH del H}_2\text{SO}_4} \\ m_{\text{total NaOH}} &= 0,040 + 0,01002 + 0,08 + 0,33 = 0,46002 \text{ g} \end{aligned}$$

Volumen total de NaOH:

$$V_{\text{total NaOH}} = \frac{m_{\text{total NaOH}} \times 100}{\% \text{ m/m NaOH} \times d_{\text{NaOH}}} = \frac{0,46002 \text{ g} \times 100}{33 \% \times 1,33 \text{ g/mL}} = 1,0 \text{ mL para la escala micro (que no es el caso).}$$

Se agregan entre 25 – 30 mL de NaOH

Masa de los huevos de criadero:

- 1- (57,4743 ± 0,0001) g
- 2- (53,9497 ± 0,0001) g
- 3- (59,1221 ± 0,0001) g
- 4- (53,1975 ± 0,0001) g
- 5- (56,1357 ± 0,0001) g
- 6- (61,9043 ± 0,0001) g

pH clara de huevo = 9,15

pH yema de huevo = 6,34

Huevo N° 1:

Vaso de bohemia

- 1- (62,4226 ± 0,0001) g Clara 95,0264 g - 62,4226 g = 32,6038 g
- 2- (64,6965 ± 0,0001) g Yema 82,6336 - 64,6965 g = 17,9371 g
- 3- (61,2271 ± 0,0001) g Cascara 68,0760 - 61,2271 g = 6,8489 g

Huevo N° 2:

Vaso de bohemia

- 4- (59,3622 ± 0,0001) g Clara 90,5198 g - 59,3622 g = 31,1576 g
- 5- (59,2739 ± 0,0001) g Yema 75,0565 - 59,3622 g = 15,7826 g
- 6- (60,7730 ± 0,0001) g Cascara 67,6915- 60,7730 g = 6,9185 g

Huevo N° 3:

Vaso de bohemia

- 7- (63,6298 ± 0,0001) g Clara 95,8120 g - 63,6298 g = 34,1831 g
- 8- (61,7526 ± 0,0001) g Yema 78,3373 g - 61,7526 g = 16,9984 g
- 9- (61,3389 ± 0,0001) g Cascara 71,6196 g - 61,3389 g = 7,9898 g

Huevo N° 4:

Vaso de bohemia

- 10- (63,6298 ± 0,0001) g Clara 93,6531 g - 63,6298 g = 30,0233 g
- 11- (61,7730 ± 0,0001) g Yema 76,1345 g - 61,7730 g = 15,3615 g
- 12- (61,3389 ± 0,0001) g Cascara 69,1502 g - 61,3389 g = 7,8113 g

Huevo N° 5:

Vaso de bohemia

- 13- (61,0226 ± 0,0001) g Clara 96,6235 g - 61,0226 g = 33,3223 g
- 14- (61,0262 ± 0,0001) g Yema 77,7862 g - 61,0262 g = 16,7862 g
- 15- (63,3012 ± 0,0001) g Cascara 66,9738 g - 63,3012 g = 5,9512 g

Huevo N° 6:

Vaso de bohemia

- 16- (62,0198 ± 0,0001) g Clara 95,3451 g - 62,0198 g = 35,3093g
- 17- (60,0358 ± 0,0001) g Yema 79,6522 g - 60,0358 g = 17,6324 g
- 18- (60,0351 ± 0,0001) g Cascara 68,9953g - 60,0351 g = 8,9602 g

Masa de los huevos caseros:

- 1- (61,2836 ± 0,0001) g
- 2- (63,1005 ± 0,0001) g
- 3- (58,4695 ± 0,0001) g
- 4- (64,4455 ± 0,0001) g
- 5- (57,9712 ± 0,0001) g
- 6- (58,0485 ± 0,0001) g

pH clara de huevo = 8,65

pH yema de huevo = 6,18

Huevo N° 1:

Vaso de bohemia

- 1- $(60,0413 \pm 0,0001)$ g Clara 96,3451 g - 60,0413 g = 36,3038 g
- 2- $(61,2432 \pm 0,0001)$ g Yema 78,3581 g - 61,2432 g = 17,1149 g
- 3- $(61,0302 \pm 0,0001)$ g Cascara 67,8901 g - 61,0302 g = 7,8599g

Huevo N° 2:

Vaso de bohemia

- 4- $(60,1345 \pm 0,0001)$ g Clara 97,6231 g - 60,1345 g = 37,4886 g
- 5- $(61,0245 \pm 0,0001)$ g Yema 78,5016 g - 61,0245 g = 17,4755 g
- 6- $(60,8521 \pm 0,0001)$ g Cascara 68,9985 g - 60,8521 g = 8,1464 g

Huevo N° 3:

Vaso de bohemia

- 7- $(61,5013 \pm 0,0001)$ g Clara 98,7851 g - 61,5013 g = 37,2838 g
- 8- $(61,7238 \pm 0,0001)$ g Yema 77,6661 g - 61,7238 g = 13,9423 g
- 9- $(60,0854 \pm 0,0001)$ g Cascara g 67,3276- 60,0854 g = 7,2422 g

Huevo N° 4:

Vaso de bohemia

- 10- $(61,3581 \pm 0,0001)$ g Clara 102,0152 g - 61,3581 g = 40,6571 g
- 11- $(62,0156 \pm 0,0001)$ g Yema 77,5251 g - 62,0156 g = 15,5095 g
- 12- $(60,0215 \pm 0,0001)$ g Cascara 68,3002 g - 60,0215 g = 8,2787 g

Huevo N° 5:

Vaso de bohemia

- 13- $(60,8311 \pm 0,0001)$ g Clara 93,3811 g - 60,8311 g = 32,55 g
- 14- $(61,2581 \pm 0,0001)$ g Yema 78,1115 g - 61,2581 g = 16,8534 g
- 15- $(62,0025 \pm 0,0001)$ g Cascara 70,5593 g - 62,0025 g = 8,5568 g

Huevo N° 6:

Vaso de bohemia

- 16- $(60,1182 \pm 0,0001)$ g Clara 95,2369 g - 60,1182 g = 35,1182 g
- 17- $(61,6271 \pm 0,0001)$ g Yema 76,0015 g - 61,6271 g = 14,3744 g
- 18- $(60,3362 \pm 0,0001)$ g Cascara 68,8831 g - 60,3362 g = 8,5469 g

Imágenes

Destilador:



Digestor:



Antes de agregar el NaOH

Después de agregar el NaOH



Huevo casero



Huevo de criadero

