UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Proyecto de Investigación previo a la obtención de Título de

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

TEMA:

"Características esenciales del cascarón de huevo de gallina como aporte nutricional del ser humano"

AUTOR

Edith Elizabeth García Criban

DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Cárdenas Bonifa Miryam Janeth MSc.

CODIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Domínguez Narváez Vicente Fabricio MSc.

PUYO – ECUADOR

2020

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Quien suscribe **Edith Elizabeth García Criban** con C.I. **160063157-4**, hace constar que es autora del Proyecto de Investigación: "**Características esenciales del cascarón de huevo de gallina como aporte nutricional del ser humano**", el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, **Ing. Cárdenas Bonifa Miryam Janeth MSc**. En tal sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 11 días del mes de septiembre del 2020

Edith Elizabeth García Criban
Nombre del estudiante
CI: 160063157-4

CERTIFICADO DE APORBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el proyecto de Investigación titulado: "**Características esenciales del cascarón de huevo de gallina como aporte nutricional del ser humano"**

MSc. Juan Elías Gonzáles
Presidente del tribunal

MSc. Santiago Nicolás Aguilar Novillo
Miembro del tribunal

MSc. Cristian Augusto Abad Besantes
Miembro del tribunal

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD OBTENIDO EN EL SISTEMA ANTIPLAGIO

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Oficio No. 277-SAU-UEA-2020

Puyo, 19 de septiembre de 2020

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El proyecto de investigación correspondiente a la egresada GARCIA CRIBAN EDITH ELIZABETH con C.I. 160063157-4, con el Tema: **"Características cascariales del cascarón de huevo de gallina como aporte nutricional del ser humano"**, de la carrera, Ingeniería Agroindustrial. Directora del proyecto Ing. Cardenas Bonifa Miryam Janeth MSc., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 2%, Informe generado con fecha 19 de septiembre de 2020 por parte de la directora conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco MSc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

AGRADECIMIENTO

Le agradezco infinitamente a mi Dios, el que nunca falla, el que nos acompaña a donde quiera que vayamos, el que bendice cada paso que demos, él, nuestro amigo incondicional por protegerme y por darme todas las oportunidades que he tenido y las que tendré en mi vida.

Al concluir una etapa increíble de mi vida quiero extender el más sincero agradecimiento a quienes hicieron posible este sueño, a quienes fueron mi inspiración y fortaleza, mis adorados padres Lerman y Olguita, mis hermanos, mis tíos y a mis amigos. Gracias eternas por demostrarme su amor, su lealtad y sobre todo su confianza y por hacerme la persona en la que me he convertido.

Mi gratitud también a la facultad Ciencias de la Tierra y a todos los Ingenieros que gracias a los conocimientos y consejos que me brindaron constituyen la base de mi vida en lo profesional y en lo personal.

Mi agradecimiento sincero a mis asesores de tesis MSc. Miryam Cárdenas y MSc. Vicente Domínguez por sus conocimientos, apoyo y consejos que me han sabido brindar en este proceso de realización, sin ustedes no habría sido posible.

Gracias y eternamente gracias a cada uno por ser parte de un logro tan importante en mi vida

Edith Elizabeth

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con mucho cariño a mis padres, Lerman y Olga, quienes a pesar de todos los acontecimientos que se suscitaron en esta etapa de mi vida han estado firmes apoyándome incondicionalmente y quienes siempre estarán conmigo aun si no están cerca.

A mis hermanos; Ronaldo, Denilson, Alexander y mi pequeña Dayra, que estuvieron dispuestos a colaborarme en todo en cuanto ellos pudieron, levantándome el ánimo, dándome la fortaleza que necesitaba y sobre todo creyendo en mí aún más de lo que yo creía.

A mis asesores; Ing. Miryam y mi querido Ing. Vicente que con su paciencia y conocimiento fueron el engranaje fundamental para la elaboración de la tesis.

A mis seres más queridos Luis y Shirley, más allá de los sentimientos y de la amistad me han acompañado y me han apoyado más de lo que se imaginan.

A todos mis compañeros y profesores de la universidad que me acompañaron en toda esta travesía que sin duda ha sido la mejor experiencia de vida, donde nos vamos formando y fortaleciendo nuestros conocimientos para poder enfrentar lo que se nos avecina una vez culminado los estudios.

Para todos ellos es esta dedicatoria, pues es a ellos a quienes se las debo por todo el apoyo infinito que me otorgaron y lo siguen haciendo

Con mucho cariño

Edith Elizabeth

RESUMEN

La presente investigación buscó establecer las características esenciales que posee el cascarón de huevo de gallina como aporte para la alimentación de las personas. Con la finalidad de cumplir con los objetivos propuestos en el presente trabajo, en primera instancia se realizó una investigación en las diversas plataformas de búsqueda, donde se recolectaron datos, los cuales nos permitieron demostrar cuales son aquellas características que conforman nutricionalmente al cascarón de huevo de gallina que contribuyen en la alimentación de los seres humanos. El cascarón de huevo de gallina está compuesto principalmente en un 94% de calcio (carbonato de calcio), 4% entre carbonato magnésico, fosfato cálcico, y materia orgánica. Se establecieron tres métodos experimentales para una mejor extracción del carbonato de calcio; 1. Secado, 2. Secado por estufa y 3. Molienda y Tamizado, teniendo en cuenta ciertos parámetros como el tiempo para la desinfección y el tiempo de secado, la materia prima y los materiales e instrumentos a utilizar, una vez obtenido el producto, este puede utilizarse para la elaboración de diversos productos alimenticios, actuando como aditivo alimentario en los diferentes sectores de la industria de alimentos como aglutinante, neutralizante y endurecedor, tomándose en cuenta los valores de ingesta de calcio diarios de las personas.

Palabras claves: cáscara, huevo, carbonato de calcio, aditivo, alimentos.

ABSTRACT

The present investigation sought to establish the essential characteristics of the chicken eggshell as a contribution to the nutrition of people. To meet the objectives proposed in this work, in the first instance, an investigation was carried out in the different search platforms, where data was collected, which allowed to demonstrate which are those characteristics that nutritionally make up the chicken eggshell in the food of the humans. Chicken eggshell is mainly composed of 94% calcium (calcium carbonate), 4% magnesium carbonate, calcium phosphate y organic matter. Three experimental methods were established for a better extraction of calcium carbonate; 1. Drying, 2. Oven drying y 3. Crushing y sieving, taking into account certain parameters such as disinfection time y drying time, the raw material y the materials y instruments to be used, once the product is obtained. It can be used for the preparation of various food products, acting as a food additive in different sectors of the food industry as a binder, neutralizer y hardener, taking into account the daily calcium intake values of people.

Keywords: shell, egg, calcium carbonate, additive, foods.

Tabla de contenido

CAPÍTULO 1 11

INTRODUCCIÓN 1

1.1. Planteamiento del Problema 2

1.2. Objetivos 2

1.3. Justificación 3

CAPÍTULO 2 4

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 4

Antecedentes 4

2.1. El huevo 5

2.1.1. Estructura interna del huevo 5

2.2. Cáscara de huevo (estructura externa del huevo) 6

2.2.1. Composición Físico- Química de la cáscara de huevo 7

2.2.2. Calcio (Carbonato cálcico) 9

2.2.3. Carbonato magnésico y Fosfato cálcico 10

2.2. Métodos para la obtención de Carbonato de calcio 11

2.2.1. Método por Secado 11

2.2.2. Método de secado por estufa 11

2.2.3. Método por molienda y tamizado 12

2.3. Toxicología del huevo 13

2.4. Requerimientos Nutricionales del Ser Humano 13

2.4.1. Llípidos 14

2.4.2. Carbohidratos 14

2.4.3. Proteínas 14

2.4.4. Vitaminas y minerales 14
2.5. Industrias y la aplicación de Carbonato de calcio 16
2.5.1. Industria Láctea 16
2.5.2. Industria Panificadora y de Pastificio 17
2.5.3. Confitería 17
2.5.4. Industria de alimentos enlatados vegetales 17
2.5.5. Industria de alimentos para animales 17
CAPÍTULO 3 18
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 18
3.1. Localización 18
3.2. Tipo de investigación 18
3.3. Métodos de investigación 19
3.3.1. Procedimiento 19
CAPÍTULO 4 20
ANÁLISIS DE RESULTADOS 20
4.1. Propiedades físico- químicas del cascarón de huevo de gallina 20
4.2. Características nutricionales del cascarón de huevo de gallina 22
4.3. Metodología para la obtención de carbonato de calcio 23
4.3.1. Diagrama de proceso para la obtención de Carbonato de Calcio 24
4.3.2. Descripción del proceso 25
CONCLUSIONES 26
RECOMENDACIONES 27
Referencias 28

Índice de tablas

Tabla 1: Composición promedio correspondiente al peso total del huevo 6
Tabla 2: Composición química de la cáscara de huevo. 11
Tabla 3: Requerimientos de calcio diario en la alimentación de las personas. 16
Tabla 4: Descripción de las investigaciones referentes a la cáscara de huevo 20
Tabla 5: Composición fisicoquímica de carbonato de calcio de la cascara de huevo. 21
Tabla 6: Características nutricionales del cascarón de huevo de gallina. 22

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

La industria agroalimentaria ha venido teniendo un gran crecimiento en los últimos años, esto ha ido también originados beneficios como prejuicios, sin duda la búsqueda en cuanto a mejorar la calidad de vida de las personas viene siendo uno de los objetivos principales de las pequeñas, medianas y grandes industrias. El crecimiento de este sector implica también mayor consumo, mayor cantidad de productos, mayor cantidad de desechos y por ende incremento de la contaminación del medio ambiente, es por esto que para tratar de reducir este impacto, se han venido realizando investigaciones, estudios, ensayos, pruebas y sobre todo análisis de algunos de los desechos que dejan estas industrias con el fin de descubrir si los mismos pueden ser útiles en la elaboración de nuevos productos en beneficio no solamente de las personas, sino también de los animales y las plantas.

Este es el caso preciso del huevo, que viene siendo un ingrediente sustancial en la elaboración de productos de panificación, pastelería, fideos, algunos productos cárnicos entre otras cosas (Shimabukuro, 2017), además de ser de los alimentos más importantes dentro de la alimentación de las personas por su alto valor nutritivo, produce grandes cantidades de residuos (cáscara de huevo) que genera la industria relacionada con los ovoproductos (Campos, 2015), viniendo a ser comprensible la indagación de alguna aplicación de carácter alimenticio para que sea causa de atención.

Las investigaciones acerca de la cáscara de huevo y sobre la composición que posee ha venido generando reacciones positivas no solo para la industria alimenticia ,pero en cuanto a esta se han realizado varios estudios con la finalidad de obtener mejores fuentes proteicas, lacto reemplazantes, alimentos mejorados o nuevas formulaciones a la disposición de las personas para de esta manera poder elaborar alimentos funcionales y productos con valor nutritivo y tecnológico añadidos, las que permitan sustituir a los aditivos químicos comúnmente utilizados en las industrias.

Claramente la cáscara de huevo posee varios atributos que en el desarrollo de la investigación se darán a conocer, es por ello que el presente trabajo tiene como fin informar cuales son aquellas características esenciales que aportarían a la alimentación de las personas, y sobre

todo, conocer el proceso que se considere relevante para su obtención y las aplicaciones que puede tener en la agroindustria.

1.1. Planteamiento del Problema

El huevo de gallina es uno de los alimentos más completos en cuanto a la cantidad de nutrientes en beneficio de la alimentación humana. A nivel mundial se lo consume en grandes cantidades, por ser una fuente importante y orgánica de proteínas, calorías, vitaminas y minerales, produciendo también grandes cantidades de desechos generados por la industria alimenticia, sin otorgarle a dichos desechos mayor importancia. En la industria de alimentos, principalmente las fábricas de productos derivados del huevo (ovoproductos), se originan gastos adicionales para la eliminación de las cáscaras, por las cantidades que se manejan diariamente para la fabricación de sus productos, debido a esto se han realizado variadas propuestas para el aprovechamiento de los residuos del huevo a lo largo del tiempo.

La cáscara de huevo es la capa protectora del huevo, debido a que mantiene su integridad física, por ello se le otorga importancia, mas no como una fuente de calcio, del cual está compuesta en su mayor parte. En la presente investigación se realizó una exploración bibliográfica para determinar teóricamente las características nutricionales que puede ofrecer el cascarón de huevo de gallina a la alimentación de las personas, lo cual permitió encontrar el material idóneo para conceptualizar el tema propuesto. Con ello se buscó establecer de forma clara aquellas características esenciales como aporte nutricional del ser humano; considerando que la cáscara de huevo ha sido utilizada como materia prima para diversos proyectos para la alimentación humana y animal y también para productos no alimenticios. En este contexto se plantea.

¿Cuáles son las características esenciales del cascarón de huevo de gallina considerados como aporte nutricional del ser humano?

1.2. Objetivos

Objetivo General

Determinar las características esenciales del cascarón de huevo de gallina como aporte nutricional del ser humano.

Objetivos Específicos

- Analizar las propiedades físico-químicas del cascarón de huevo de gallina.
- Determinar las características nutricionales del cascarón de huevo de gallina.
- Identificar metodologías para la obtención de componentes esenciales a partir del cascarón de huevo de gallina con aporte nutricional al ser humano.

1.3. Justificación

El huevo es un alimento habitual en la alimentación de las personas debido a sus características, no obstante, la cáscara que cubre a dicho alimento se considera como un desecho que por lo habitual se arroja a la basura, lo cual también se ha considerado como un foco de contaminación para el medio ambiente (Eka Rizky Yulianti 2019). De acuerdo a las necesidades que se vienen dando en nuestro medio tanto en lo económico como en lo social y en cuanto a las tendencias de consumo de alimentos se han buscado métodos que permitan la fabricación y reutilización de materias primas que cumplan con los distintos requerimientos de las personas, dado que la cáscara de huevo, por el hecho de ser un producto de desecho, el costo para su utilización puede ser bajo.

La cáscara de huevo de gallina al ser un producto rico en calcio, provoca interés en hacerlo uso, no solo como valor agregado si no como componente en la realización de nuevas formulaciones que permitan la elaboración de alimentos funcionales (Perez , Guzman , Duran, Ramos, & Acha, 2018), para el beneficio de varios grupos de personas y disminuir de alguna forma los niveles de desnutrición.

La investigación pretende recolectar la mayoría de información en cuanto sea válida y comprobable para que se pueda hacer uso de la misma, se busca también generar nuevas ideas para próximos estudios y que alimente la motivación de las personas en cuanto a la investigación para el beneficio propio y de terceros y también con ello se logre generar ideas de negocio que permita mejorar la calidad de vida de las personas en muchos ámbitos de la sociedad.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Antecedentes

En la actualidad existen varias investigaciones que involucran la utilización de la cáscara de huevo, con el objetivo de aprovechar este que ha venido siendo un desecho por las industrias alimenticias principalmente de la fabricación de ovoproductos por varios años. En la investigación realizada por (Hoyos, 2015) titulada" Plan de negocios para la implementación del procesamiento y caracterización de cáscara de huevo molida" realiza el estudio financiero que permita la implementación del proyecto para aprovechar la generación de desechos, el procesamiento y la comercialización usando indicadores financieros, que mostraron valores positivos en cuanto a la rentabilidad. Este estudio sirve para evidenciar la rentabilidad del uso de la cáscara de huevo como fuente de carbonato de calcio para materia prima en la elaboración de productos.

Así mismo, en su trabajo titulado" extracción a escala de laboratorio del complejo de proteínas presentes en las membranas intersticiales de residuos de cáscara de huevo de gallina mediante el proceso de hidrolisis alcalina" realizado por (Vargas, 2015), donde extrajo el complejo proteico presente en la membrana de la cáscara de huevo, lo que determinó que estas son fuente importante de proteína. La investigación proporciona la información fundamental para iniciar con un proyecto innovador como lo es el aprovechamiento de la cáscara de huevo teniendo seguridad de que es un elemento útil para la elaboración de diversos productos.

Por otro lado (Gómez Ramírez & Giraldo Macías , 2017) en su trabajo titulado" Estudio de pre factibilidad para la producción y comercialización de carbonato de calcio a partir de la cáscara de huevo como suplemento alimenticio en aves de corral línea carne para empresas productoras de alimentos concentrados para autoconsumo en el departamento de Cundinamarca", se estudia una gran oportunidad de negocio con enfoque en el procesamiento de la cáscara de huevo dado que esta contiene tiene alto contenido en carbonato de calcio, que promueve también a reducir el impacto ambiental que se produce por la extracción de carbonato de calcio en las canteras. Esta investigación plantea un modelo de producción necesario que facilita el proceso de transformación de la cáscara de huevo, resaltando las fortalezas de producto. Así como los proyectos mencionados anteriormente existen varios con enfoque no solo para la alimentación

humana sino también para la alimentación de los animales, en la industria de cosméticos, productos industriales y como una fuente de calcio en el ámbito agrícola, demostrando la importancia para su aprovechamiento.

2.1. El huevo

El huevo es uno de los alimentos más completos que existe por su alto contenido en proteína y la gran cantidad de nutrientes que contiene. El huevo es un alimento de origen animal que ha venido haciendo presencia desde la antigüedad en la alimentación, considerado como alimento protector por la cantidad y calidad de macronutrientes que proporciona (Sayar, 2010). De la misma manera está estructurado de la siguiente forma: la figura 1 muestra la estructura interna (chalazas, albumen denso externo, albumen fluido externo e interno, membrana vitelina, membranas testáceas, cámara de aire, yema y disco germinal) y externa (conformada por la cáscara).

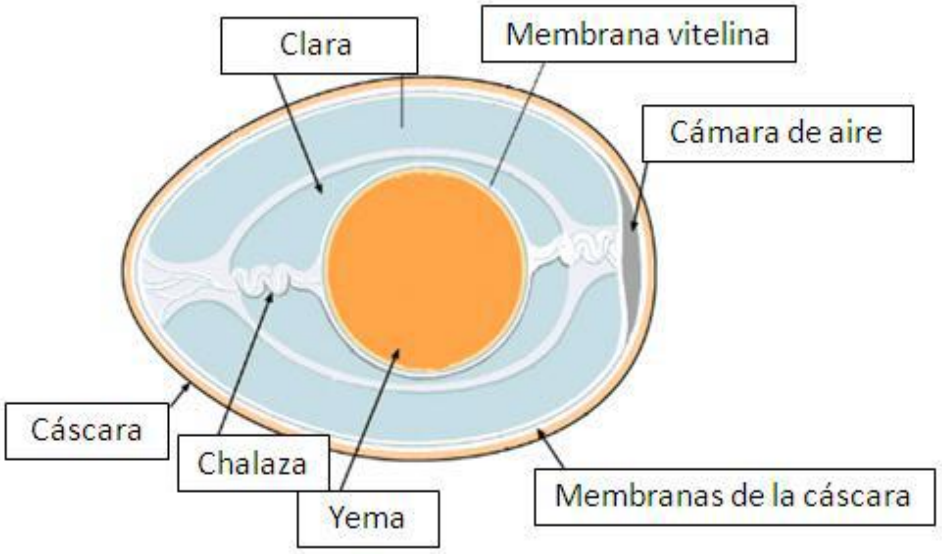


***Figura 1*:** Estructura interna y externa del huevo.

Fuente: Estrada (2017).

2.1.1. Estructura interna del huevo

La estructura interna del huevo está constituida por: yema, clara o albumen, membranas (interna y externa), cutícula, cámara de aire

a) **Yema (óvulo):** Es la parte central y anaranjada del huevo. Supone de un 30 a un 33% del peso del huevo y está constituida por múltiples capas de vitelo blanco y amarillo.

b) Clara o albumen: Supone un 60% aproximadamente del total del peso del huevo. Se compone de 4 capas que forman el llamado "saco albuminoideo", cuya función es proteger a la yema; constituidas por diferentes capas 1. Fina interior fluida, 2. Intermedia densa, 3. Gruesa fluida y 4. Fina exterior densa.

c) Membranas testáceas (interna y externa): Están en la cara interna de la cáscara, y son un 3% aproximadamente del peso del huevo. Son parte de las barreras defensivas del huevo contra la contaminación. La membrana interna es más fina que la externa.

d) Cutícula: Capa proteica de queratina que cierra los poros, aunque permite el intercambio gaseoso (salida de CO_2 y de vapor de agua y entrada de O_2).

e) Cámara de aire: Espacio que se forma por contracción del albumen tras la puesta y fuerza la separación de las membranas. Aumenta con la edad del huevo, las pérdidas de CO_2 y de vapor de agua.

El huevo está conformado por tres partes específicas y diferenciadas como son: cáscara, clara y yema; en la tabla 1 se describe la composición físico química promedio con referencia al peso total del huevo.

***Tabla 1**: Composición promedio correspondiente al peso total del huevo*

Fracción	Proporción	Humedad	Proteína	Lípidos	Carbohidratos	Minerales
Cáscara	10.3	1.6	3.3	-	-	95.1
Clara	56.9	87.9	10.6	0.03	0.9	0.6
Yema	32.8	48.7	16.6	32.6	1.0	1.1

Fuente: Alvarado (2017).

2.2. Cáscara de huevo (estructura externa del huevo)

Supone un 9% del peso del huevo y se compone de carbonato cálcico (94%), carbonato magnésico (1%), fosfato cálcico (1%) y materia orgánica (4% de proteína). Su color depende de la presencia de un pigmento compuesto por ovoporfirinas, ligado a la raza de la gallina, esto no afecta ni a la calidad, ni a las propiedades nutritivas de huevo. La cáscara constituye la cubierta protectora del huevo, la pared que le defiende de la acción de los agentes externos, en su superficie hay numerosos poros (entre 7.000 y 15.000) que facilitan el medio a través del cual pueden

realizarse intercambios gaseosos y líquidos con el ambiente que le rodea. (Aguirre & B. Aguirre , 2019).

Aunque en pocas cantidades dentro del 6% restante podemos encontrar minerales como el sodio, magnesio, zinc, manganeso, hierro, cobre, aluminio y boro, además en menores proporciones a los minerales se ha podido encontrar cantidades de mucopolisacáridos y proteínas que contribuyen a formar el entramado de la matriz (Campos, 2015). La calidad es un aspecto muy importante que se toma en cuenta muchas de las ocasiones para poder hacer uso de la cáscara de huevo, esta depende fundamentalmente del metabolismo mineral de la gallina y de la alimentación que esta lleve, otros factores que pueden influir son, la genética, el estado sanitario y la temperatura a la cual está expuesto el huevo (Aquipucho Mamani & Quispe Gutierrez, 2019).

2.2.1. Composición Físico- Química de la cáscara de huevo

La cáscara de huevo es como una biocerámica que está estructurada generalmente por cuatro capas, las cuales cumplen funciones diferentes en cuanto a la protección desde la formación hasta la puesta del huevo; membrana de la cáscara, capa mamilar, capa empanizada y la cutícula. Químicamente se compone de 1.6% de agua, 95.1% minerales, donde el 93.6% corresponden al carbonato de calcio presente en forma de calcita, 0.8% de carbonato de magnesio y con un 0.73% de fosfato cálcico, el 3.3% restante pertenece a la materia orgánica (Estrada, 2017).

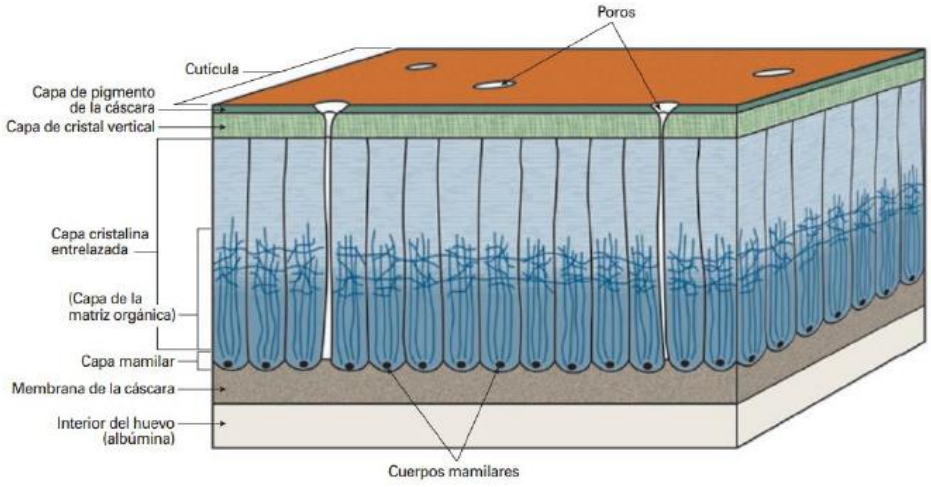


Figura 2: Estructura externa de la cáscara de huevo.
Fuente: (Alvarado, 2017)

a) **Membrana de la cáscara:** La membrana de la cáscara se divide en dos, la membrana externa y la interna. La membrana externa se la puede encontrar adyacente a la cáscara en el interior del huevo, se caracteriza por ser más gruesa y más porosa debido a que sirve de asentamiento para la formación de la cáscara; la membrana interna se encuentra en contacto con el albumen, tiene una fina estructura de fibras, esta se encarga de impedir la entrada de algunos microorganismos y de enlentecer la entrada de otros. Estas dos membranas se caracterizan por ser de naturaleza proteica y ambas se forman en la parte comestible del huevo. Actualmente ya existen varios estudios con el fin de utilizar la membrana de la cáscara para fines medicinales debido a los aminoácidos con efecto antiinflamatorio que posee (Solomon, 2010).

b) **Capa mamilar:** Es la parte sólida interna de la cáscara de huevo calcificada, está compuesta por mamilas que son una especie de tetinas cónicas que se encuentran unidas a la membrana externa de la cáscara y corresponde a un tercio del grosor total de la cáscara (Aves de corral , 2020). Los botones mamilares están ligados a la formación de los primeros cristales de carbonato de calcio; la capa mamilar se encarga también de reservar el calcio para la formación del embrión a medida que se este se desarrolle, la estructura y conformación de esta capa son los factores que determinan la solidez de la cáscara.

c) **Capa empalizada:** Esta capa se estructura a partir de las mamilas, en donde ocurre la formación de los primeros cristales de carbonato de calcio. Corresponde a la capa más gruesa de la conformación de la cáscara de huevo y está compuesta por componentes orgánicos (matriz de la cáscara), e inorgánicos (en forma de calcita) (Aguirre & B. Aguirre , 2019). Cada columna empalizada crece a partir de un botón mamilar y a medida que el mecanismo de calcificación continua, las columnas adyacentes se fusionan lo que ocasiona que la cáscara de huevo sea de calidad o al no cumplirse los procesos de forma correcta esta sea frágil (Diaz, 2018).

d) **Cutícula:** La cutícula es una capa fina que cumple con la función de proteger al huevo por su exterior. Esta capa está formada de proteínas y en menor proporción de lípidos y carbohidratos. Su objetivo es el de cerrar los poros formando una barrera física para evitar el ingreso al interior del huevo de microorganismos y de partículas, evita la perdida de agua y le da un aspecto brillante al huevo. Su formación y su calidad dependen de la edad de la

gallina, aquí es donde se depositan los pigmentos que le dan la característica al huevo (pigmentación), regula la humedad y se produce el intercambio gaseoso (Solomon, 2010).

2.2.2. Calcio (Carbonato cálcico)

Recinos (2011) menciona que la cáscara de huevo de gallina se considera un desecho, en la mayoría de investigaciones se pudo analizar que, sobre todo se ha empleado como harina para el alimento de los animales mas no como alimento para las personas, por su fuente no solamente de calcio sino también de proteína debido a las membranas que forman la misma. Por ello se debe mencionar al calcio en forma de aditivo en la alimentación humana pudiendo emplearse de distintas formas.

Entre los componentes que tiene la cáscara de huevo debe citarse el calcio en forma de carbonato, que, al ser extraído, reconcentrado, bioactivado e ionizado, cumple múltiples funciones fisiológicas y metabólicas importantes en todos los organismos vivos. El carbonato de calcio es el producto obtenido por molienda fina (Patzi, 2016). El Carbonato de calcio, vendría a ser un compuesto químico ternario formado por tres elementos distintos: Calcio, Carbono y Oxígeno; representado por la fórmula química $CaCO_3$. Es también una sustancia muy abundante en la naturaleza ya que es el componente principal de algunas rocas y también de los esqueletos, valvas de ciertos organismos como los corales y conchas, también la cáscara de huevo (Gómez, 2011).

Las sales de calcio son muy versátiles no solo en la industria de alimentos, sino también en la farmacéutica, pero el calcio de la cáscara de huevo no se absorbe fácilmente por el cuerpo, por lo que es necesario utilizar tipos de sales, que ayuden en su absorción completa y necesaria. Por su naturaleza el carbonato de calcio es un aditivo seguro, donde no sufre mayor transformación que reducir la cáscara a micro polvos sin adición de otras sustancias químicas (Ingaragua Medina , Ríos Cruz, & Romero Rodríguez , 2016).

El carbonato de calcio puede ser utilizado en diversas formas diferentes a la industria de alimentos como en la industria química básica, en la de pinturas y adhesivos, en la del vidrio, cerámica, para cosmética y en la industria farmacéutica. En las industrias agropecuarias se utiliza para alimentación animal y para el refino de azúcar. El carbonato cálcico compite ventajosamente con otros minerales utilizados para cargas, por su precio mucho más bajo. Constantemente se le abren nuevos campos de aplicación (YADESA, 2016).



Figura 3: Carbonato de calcio.
Fuente: (Big Dutchman, s.f.)

2.2.3. Carbonato magnésico y Fosfato cálcico

En el caso del carbonato de magnesio, es un compuesto químico de color blanco que cuenta con muchos beneficios para la salud. Sus principales usos son como laxante, antiácido y como remedio para combatir el estreñimiento, pero como en la cáscara de huevo se lo encuentra en muy pequeñas porciones no se le ha otorgado mayor importancia. En cuanto al Fosfato cálcico, es un elemento que no se halla en gran cantidad en la cáscara de huevo por lo que de igual forma pasa desapercibido en muchas investigaciones, pero en estudios realizadas por algunos científicos, obtuvieron fosfato cálcico, siendo sometido de manera experimental en materiales para tratamientos de odontología, en cuanto a la agricultura el Fosfato de calcio es utilizado como abono e interviene en la reposición de los suelos (Gutiérrez Arenas, 2013).

El 98% de los minerales dela cáscara de huevo corresponden al calcio, aunque la mayor parte se los halle de forma conjugada y solo una porción se encuentra presente como compuestos inorgánicos o iones, que incluye al calcio, magnesio, fosforo y trazas de hierro y azufre, valga mencionar que de este porcentaje alrededor del 40% es asimilable para el cuerpo humano (Alvarado, 2017), ahora se ha visto la necesidad de utilizar un compuesto químico con el fin de aprovechar la mayor parte del calcio de la cáscara. En la tabla 2 se muestra la composición química de la cáscara de huevo y sus porcentajes.

Tabla 2: *Composición química de la cáscara de huevo.*

Composición	**Componentes**	%
Agua		**1.6%**
Minerales	Carbonato de calcio (calcita)	**93.6%**
	Carbonato magnésico	**0.8%**
	Fosfato cálcico	**0.73%**
Materias orgánicas		**3.3%**

Fuente: Gómez (2011).

2.2. Métodos para la obtención de Carbonato de calcio

Los distintos métodos aplicados para la obtención de carbonato de calcio, permite su uso en diversos productos cumpliendo funciones como anti aglutinante, neutralizante y endurecedor en alimentos como; cereales, galletas, quesos, alimentos horneados, leches en polvo, entre otros (Macael, 2019). Dentro de los métodos utilizados para la obtención de carbonato de calcio se destacan tres métodos: 1. Por secado, 2. Secado por estufa y 3. Molienda y Tamizado.

2.2.1. Método por Secado

Consiste en colocar los cascarones de huevo de gallina en un recipiente donde a la muestra se añada una solución para desinfectar previamente preparada (agua con hipoclorito de sodio al 4.72%) y dejar reposar durante 20 minutos. Una vez desinfectado dejar desaguar a temperatura ambiente hasta no observar ni sentir alguna sensación jabonosa. Por último secar al horno a una temperatura de 70°C., y pulverizar con un mortero y colar en un tamiz mesh No. 20 para una mayor uniformidad en el producto resultante (Gómez, 2011). Este método permite obtener carbonato de calcio en muy poco tiempo, sin embargo, hay que tener mucho cuidado en el tiempo de desinfección para evitar tener un producto contaminado por bacterias que pueden ser resistentes al desinfectante o a la acción del calor y en las condiciones de presencia o no de oxígeno.

2.2.2. Método de secado por estufa

Este método consiste en lavar y desinfectar por inmersión las cáscaras de huevo en una solución de hipoclorito de sodio durante un tiempo de 15 minutos con agitación constante, luego sumergir las cáscaras de huevo en agua potable a 80°C., durante 10 minutos, ya desinfectada la

muestra colocar en papel aluminio y llevar a desecación por estufa durante 4 horas. Por último triturar el cascarón de huevo en un molino para grano y tamizar (volver a moler si se requiere) (rosas, y otros, 2018). El método de secado por estufa permite aprovechar la mayor parte de la cáscara de huevo debido a que el tiempo de secado es muy extenso y esto facilita el proceso de molienda.

2.2.3. Método por molienda y tamizado

Consiste en reducir al tamaño de la partícula por medio de métodos mecánicos hasta el tamaño deseado, anterior a eso la cáscara de huevo debe someterse a los tratamientos de desinfección por un tiempo de 5 a 10 minutos, los cuales ayudaran a reducir la carga bacteriana, que puede ocasionar problemas para la salud. Posterior a esto la muestra se debe secar en un tiempo de 60 min a 120°C. Utilizando papel de cocina limpio o guantes se procede a triturar la cáscara de forma manual para facilitar las siguientes operaciones, para este método es necesario utilizar un tamizador que aparte las partículas más grandes de las más pequeñas (Aguirre & B. Aguirre , 2019), también es necesario volver a pasar el calcio obtenido por el tamiz para obtener mejores resultados. El proceso para obtener carbonato de calcio consta de las siguientes etapas:

1. **Recepción y pesado**: Recolectar las cáscaras de huevo y pesar.
2. **Selección:** se retiran las cáscaras de huevo que tengan defectos que afecte a la inocuidad del producto final
3. **Lavado y desinfección**: se realiza por inmersión de las cáscaras en una solución desinfectante de hipoclorito de sodio (NaClO) a 100 ppm durante 5 a 10 minutos, con el objetivo de eliminar residuos adheridos a la superficie.
4. **Escurrido:** se retira las cáscaras de huevo de la solución desinfectante y dejar escurrir a temperatura ambiente.
5. **Secado:** después del proceso de desinfección, no todas las esporas son eliminadas, para esto la temperatura debe ser mayor a 100° C. colocar las cáscaras de huevo sobre byejas e introducir en un horno a una temperatura de 120° C.
6. **Troceado:** realizar un troceado manual para reducir el tamaño del producto seco.
7. **Molienda:** con el uso de un molino se reduce el tamaño de partículas si es necesario se repetirá el proceso de molido hasta obtener un polvo fino.

8. **Tamizado:** una vez obtenido el micro polvo de la molienda, pasar por un tamizador, con la finalidad de separar el producto molido de las partículas más grandes y de acuerdo al tamaño que se requiere.
9. **Envasado:** el producto final tamizado se envasará en bolsas de polietileno selladas y almacenadas en un lugar fresco y seco.

2.3. Toxicología del huevo

La contaminación en los huevos puede generarse de distintas maneras: contaminación química, contaminación física y la microbiológica; siendo esta última la más peligrosa debido a los riesgos que representa para la salud de las personas (Tang et al. 2018). La contaminación química, no es posible detectar a simple vista debido a que se localiza en el interior del huevo, que pueden ser provocados por yatrógenos, por el manejo o de origen alimentario que afecta a corto mediano y/o largo plazo en la salud.

La contaminación física, se da por restos de heces u orina o ambos de la gallina, presencia de sangre, plumas, polvo, etc., que se encuentren en el lugar de almacenamiento del huevo. La contaminación microbiológica ocasionada por hongos y bacterias tiene diversos orígenes, desde el momento de la puesta hasta el momento de la transportación, principalmente por los poros que se encuentran en la cáscara del huevo, debido que permiten el intercambio gaseoso, facilitan la perdida de agua y CO_2 y permiten el ingreso de microorganismos, estos a su vez pueden alojarse dentro del huevo hasta el momento en el que el producto es consumido para ingresar al organismo. Sin duda si el producto desde su inicio ha sido manejado de la mejor manera, se pueden evitar intoxicaciones a las que estamos propensos al consumir huevos (Jáuregui, 2015).

2.4. Requerimientos Nutricionales del Ser Humano

Son aquellos requerimientos que se expresan en cantidades de energía y nutrientes esenciales para lograr que el organismo se mantenga sano y pueda desarrollar las funciones correspondientes, estas necesidades nutricionales varían de acuerdo a la edad, sexo, actividad física y al estado fisiológico en que se encuentre la persona, todo esto nos lo aportan los alimentos (MINISTERIO DE SALUD DE PERÚ 2012). La energía que el organismo necesita proviene principalmente de: lípidos (grasas), Hidratos de carbono (carbohidratos), proteínas, vitaminas y minerales.

2.4.1. Lípidos

Son sustancias nutritivas o nutrientes esenciales para la vida, por lo que deben formar parte de nuestra alimentación en pequeñas cantidades. Sirven para proporcionar energía a nuestro organismo, proporcionan ácidos grasos esenciales para el crecimiento y mantención de los tejidos del cuerpo, el desarrollo del cerebro y visión (Queralt, 2016).

2.4.2. Carbohidratos

Los hidratos de carbono son nutrientes que aportan principalmente energía. Los hidratos de carbono incluyen los azucares, los almidones y la fibra dietética. Sirven para proporcionar energía a nuestro organismo, 1 gr. De carbohidratos aportan 4 kcal., que nos permite realizar todas las actividades de trabajo, deportivas, recreativas etc. Y también nos sirve para mantener la temperatura corporal (Llamas, 2012).

2.4.3. Proteínas

Las proteínas son sustancias nutritivas que presentan los alimentos, que tienen funciones esenciales para la vida, por lo que deben estar presentes en la dieta. Las proteínas constituyen la base para construir los tejidos del cuerpo, especialmente en los periodos de crecimiento, reparan los tejidos del cuerpo durante toda la vida, forman defensas contra enfermedades, aseguran el buen funcionamiento del organismo entre otras importantes (Aquipucho Mamani & Quispe Gutierrez, 2019).

Se encuentran principalmente en alimentos como: pescados, mariscos, carnes, leches, yogurt, queso y huevos. La parte del animal que contiene las proteínas es el musculo, es decir, la carne sin los huesos o las grasas que allí encontremos, valga recalcar que también podemos encontrar proteína en los alimentos de origen vegetal, pero en menor proporción que son importantes de igual manera.

2.4.4. Vitaminas y minerales

Las vitaminas son compuestos orgánicos potentes, presentes en concentraciones pequeñísimas en los alimentos, con funciones específicas y vitales en las células. Su ausencia o absorción inadecuada produce enfermedades carenciales o avitaminosis específicas. Las vitaminas actúan como sustancias reguladoras, actuando como coenzimas en los diferentes procesos metabólicos de nuestro organismo (Llamas, 2012). Se las clasifica en:

- Vitaminas hidrosolubles: C y el complejo vitamínico B.
- Vitaminas liposolubles: A, D, E y K.

Los oligoelementos son sustancias químicas de origen mineral que se encuentran en pequeñas cantidades en el organismo e intervienen en diferentes funciones metabólicas. Los más importantes son:

- Calcio: interviene en el sistema nervioso, huesos, dientes, coagulación de la sangre.
- Cobre: forma parte de los tejidos corporales, como el hígado, cerebro, riñones, corazón
- Flúor: dientes.
- Fósforo: interviene en la formación de proteínas
- Hierro: es constituyente vital de la hemoglobina (Hb); interviene en la respiración celular, glicolisis, oxidación de ácidos grasos, síntesis de ADN.
- Manganeso: constituyente de ciertas enzimas; su deficiencia produce pérdida de peso, dermatitis y náuseas; se cree que participa en funciones sexuales y reproductoras.
- Magnesio: interviene en el metabolismo de glucosa.
- Potasio: equilibrio del medio interno.
- Sodio: equilibrio del medio interno.
- Lodo: función tiroidea.
- Zinc: interviene en el metabolismo de proteínas y ácidos nucleicos; por ello se considera que cumple función muy importante en el embarazo y desarrollo fetal. Estimula la actividad de aproximadamente 100 enzimas.

Las formas más extendidas y graves de malnutrición por carencia de micronutrientes se hallan generalmente en los países en desarrollo, especialmente en niños, mujeres embarazadas, ancianos y enfermos, que son más vulnerables dadas sus necesidades nutricionales particulares (Ciudad Reynaud, 2014). La nutrición adecuada es un factor fundamental para el vigor y el desempeño de una persona, y para que una persona funcione en su nivel óptimo debe consumir las cantidades adecuadas de alimentos que contengan los nutrientes esenciales para la vida humana.

Con referencia a las necesidades de calcio que el cuerpo necesita, este mantiene los huesos fuertes para llevar a cabo funciones importantes, la mayor parte del calcio se encuentra en los huesos y los dientes. Este mineral está presente en diversidad de alimentos como en los lácteos (leche, yogurt, queso), vegetales (col, brócoli), alimentos de origen animal (pescado, sardina, y salmón) y en productos de cereales fortificados con calcio (pan, pastas, cereales), entre otros (NIH, 2019). La tabla 3 registra el requerimiento de calcio mínimos establecidos en la alimentación del ser humano.

Tabla 3: *Requerimientos de calcio diario en la alimentación de las personas.*

Etapa	Cantidad recomendada
Bebes de 6 a 12 meses de edad	200 – 260 mg
Niños de 1 a 3 años de edad	700 mg
Niños de 4 a 8 años de edad	1000 mg
Niños y adolescentes de 9 a 18 años de edad	1300 mg
Adultos de 19 a 50 años de edad	1000 mg
Hombres y mujeres de 51 o más años de edad	1000 – 1200 mg
Adolescentes embarazadas o en periodo de lactancia	1300 mg
Mujeres adultas embarazadas o en periodo de lactancia	1000 mg

Fuente: NIH (2019).

2.5. Industrias y la aplicación de Carbonato de calcio

El carbonato de calcio, se ha venido utilizando como aditivo en los alimentos debido a que es agregado de forma intencional para ocasionar un cambio en varios aspectos. En la actualidad se pueden consumir alimentos comunes que ya han sido fortalecidos con calcio, dándole las industrias un valor añadido al producto. De la misma forma el aditivo debe cumplir con las normas y las exigencias de pureza establecidas por *Food Chemical Codex* o por FAO-OMS (Asturcalseo, 2018). El carbonato de calcio cumple con diferentes funciones en distintas industrias como son:

2.5.1. Industria Láctea

En este caso el carbonato de calcio actúa como neutralizante con la finalidad de corregir la acidez natural o del proceso, mediante este se pretende mejorar el color y el sabor. Interviene en varios procesos que ocasionan la pérdida de las propiedades nutricionales de la leche. Este aditivo

mejora la calidad de batido en la producción de la mantequilla, se usa también en productos como el yogurt, leche en polvo y queso (Macael, 2019).

2.5.2. Industria Panificadora y de Pastificio

En esta industria el carbonato de calcio tiene un efecto anti aglutinante, quiere decir que evita la formación de grumos en el proceso de elaboración de un producto, se lo aplica en la preparación de polvo para hornear, en el proceso para elaboración de pan con el objetivo de mejorar la fermentación e incrementar el volumen. En cuanto a las pastas, este aditivo aporta niveles mayores de calcio que, generalmente por cada 100 g. de producto existen 35 mg. De calcio y con carbonato de calcio obtenido de la cáscara de huevo se le otorgo alrededor de 9 g. de calcio (rosas, y otros, 2018).

2.5.3. Confitería

Usualmente este aditivo en la industria de la confitería no proviene de la cáscara de huevo, pero al ser este un producto con mayor concentración de calcio orgánico, se obtienen mejores resultados, directamente actúa como colorante de superficie como en el caso de los chicles, dulces tipo goma y productos similares.

2.5.4. Industria de alimentos enlatados vegetales

En este caso el carbonato de calcio actúa como endurecedor, mejorando atributos como la textura y la firmeza antes del proceso de enlatado o a su vez, en la congelación de las frutas y verduras, manteniendo la estabilidad e integridad de los tejidos, alargando la vida útil de los productos (Macael, 2019).

2.5.5. Industria de alimentos para animales

El carbonato de calcio en la alimentación animal se emplea como ingrediente en la producción de balanceados dirigidos a su nutrición y para mejorar su rendimiento, como es el caso de los novillos para cubrir la deficiencia de calcio que puedan presentar (Aves de corral , 2020), favorece la ganancia de peso etc., en la alimentación de las mismas gallinas para mantener el sistema óseo y mantener la calidad de la cáscara de huevo.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

Investigación realizada en la Provincia de Pastaza, Cantón Pastaza, Ciudad de Puyo ubicada una altitud de 950 msnm, Parroquia Tarqui- Barrio El Arbolito- calle 2 de Enero y Rosita paredes a una latitud de -1.5011302 y una longitud de -78.005847.

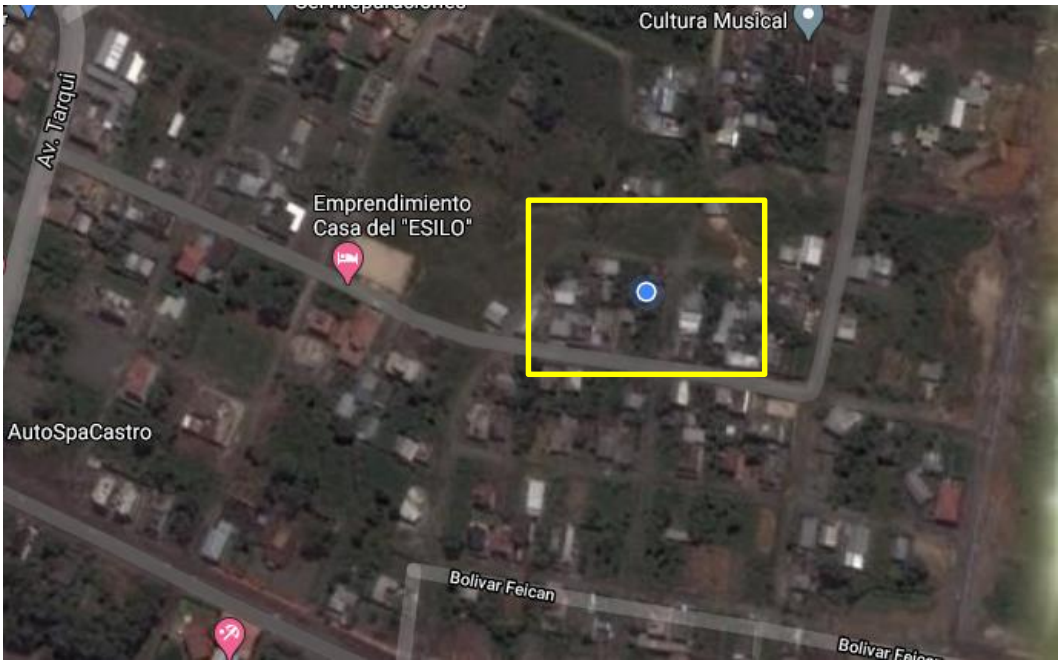


Figura 4. Localización

Fuente: *Google maps.*

3.2. Tipo de investigación

Para proseguir con la investigación, se ejecutaron 3 tipos de investigación:

- Investigación Exploratoria
- Investigación Cualitativa
- Investigación Documental

Estos tipos de investigación buscan proponer nuevos conceptos o modelos de comprensión o medición de variables. Centrados en revisar datos secundarios (estadísticas, informes,

expedientes, etc.). La investigación documental siempre se preocupa por la fidelidad de información. Toda información, se estudia en profundidad, para descubrir incoherencias y contradicciones, utiliza a la vez varias fuentes distintas, cotejándolas cuidadosamente y, en general, rigiéndose por una sana dosis de escepticismo.

En estos tipos de investigaciones hay que ser racionalmente selectivos, debido a que el propio investigador es quien define y selecciona los datos bibliográficos a utilizar; Por eso, se recomienda que cualquier búsqueda de datos secundarios se haga con cuidado y mucho orden, utilizando toda la información disponible.

3.3. Métodos de investigación

Se analizó durante el proceso de la investigación con fuentes bibliográficas como *Scielo*, *Pubmet*, *Google* académico, FAO, *ResearchGate*, Artículos científicos, libros, Tesis de pregrado y posgrado encontrados bajo la palabra clave "características nutritivas del cascarón de huevo de gallina", además se utilizó artículos, libros, tesis de pregrado y posgrado encontrados bajo la palabra clave "El aporte nutricional de la cáscara de huevo en la alimentación humana", que permitieron conocer la información de características esenciales del cascarón de huevo de gallina como aporte nutricional del ser humano.

3.3.1. Procedimiento

Para poder desarrollar los objetivos propuestos en el proyecto de investigación se requirió de**:**

1. Revisión de la información bibliográfica.
2. Analizar e interpretar la información recolectada mediante tablas.
3. Expresar los resultados de forma concreta.

Con la búsqueda bibliográfica se recopiló información para ejecutar un análisis de la misma, que permitió la obtención de lo más esencial con la finalidad de señalar todo en cuanto a lo requerido en el proceso de la investigación, para con ello poder concluir y evidenciar los resultados acordes a los objetivos planteados.

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para expresar los resultados de acuerdo a los requerimientos de la investigación se realizó una recolección de datos, donde se encontró una amplia bibliografía que ha venido siendo publicada hasta el año 2019, la bibliografía comprende; artículos científicos, tesis de grado y posgrado, libros obtenidas de distintos sitios de búsqueda como *Google académico, Scielo, Pubmet, ResearchGate*, FAO, Sitios web, entre otros, los cuales han facilitado la búsqueda de la información requerida para el desarrollo del presente trabajo.

4.1. Propiedades físico- químicas del cascarón de huevo de gallina

Durante la investigación se realizó una búsqueda de información, donde los autores mencionan cuales son aquellas propiedades del cascarón de huevo de gallina que se han podido identificar en los últimos años, aquellas propiedades que caracterizan a la cáscara física y químicamente y la importancia que tiene cada componente. En la tabla 4 se describe los temas de investigación, objetivo y autores relacionados a la cáscara de huevo.

Tabla 4: *Descripción de las investigaciones referentes a la cáscara de huevo*

Título de la investigación	Objetivo	Referencia
Cuantificación de calcio en soluciones caseras que contienen cáscara pulverizada de huevo de gallina **(***Gallus gallus)*	El presente trabajo de investigación se verifico de forma cuantitativa la posibilidad de extraer más calcio de la cáscara en soluciones caseras, donde también se identifican los componentes físicos y químicos obtenidos de pruebas analíticas.	(Gómez Diana 2011).
Extracción y aplicaciones alimentarias de membranas de cáscara de huevo	En el estudio la autora realizó una caracterización física química de la cáscara de huevo y más a fondo sobre la membrana de la misma, con el propósito de poseer mayor información para sus posibles usos aportando beneficios en campos de la industria alimenticia y no alimenticia.	(Garcia 2015).
Determinación de la granulometría optima del carbonato de calcio obtenido de la cáscara de huevo para el mejoramiento de suelos Ácidos del Valle del Santa	En esta investigación se dieron a conocer las propiedades químicas y físicas también citadas por distintos autores sobre el huevo y la cáscara de huevo, realizando análisis de granulometría para dar un valor agregado al sector agrícola de dicha localidad, donde se expone la composición fisicoquímica de la cáscara de huevo en porcentajes, dejándonos saber que, en pequeñas cantidades se hallan varios minerales, que resultan ser de gran utilidad al enriquecer los suelos contribuyendo a la agricultura.	(BERMUDEZ y ESTRADA 2017)

Continúa en la siguiente página

Viene de la página anterior

The eggshell: strength, structure y funtion/ La cáscara de huevo: fuerza, estructura y función.	El articulo trata de como a lo largo del tiempo se ha dado importancia a la cáscara de huevo, describe su estructura, la función que esta cumple y sobre todo la importancia de su estudio para actuales y futuras investigaciones.	(Solomon 2010)

Las características físico químicas que se presentan en la cáscara de huevo de gallina, son una parte fundamental de conocer y reconocer, con el objeto de lograr utilizar, transformar y de alguna forma controlar a nuestro favor. Los componentes que forman parte de la cáscara de huevo son igual de importantes, puesto que se vería afectada su calidad y por lo tanto no tendría el mismo valor nutricional. En las diferentes investigaciones, los autores de alguna manera muestran las características fisicoquímicas, puesto que de ello parte su estudio para luego continuar con el enfoque ya analizado.

Tabla 5: *Composición fisicoquímica de carbonato de calcio de la cascara de huevo.*

Parámetros	Unidades	Resultados	Principio
Humedad	g/100 g	0.64	Gravimétrico
Cenizas	g/100 g	94.5	Gravimétrico
Calcio	g/100 g	36.7	Espectro AA
Magnesio	Mg/100 g	388	Espectro AA
Fosforo	Mg/100 g	99.8	Espectro UV/VIS

Fuente: (Castañeda y Stechina 2013) (PÉREZ – Gonzalo, DURAN – Kevin y RAMOS – Jose y ACHA – Victor 2018).

Los parámetros físicos químicos analizados en este caso muestran resultados expresados en gramos y miligramos según el componente presente en la muestra como son: la humedad, cenizas (materia orgánica), calcio, magnesio y fósforo. Estos valores pertenecen al carbonato de calcio obtenidos de las cáscaras de huevo por cada 100 g de producto obtenido, según el Instituto Tecnológico de Alimentos (ITA).

4.2. Características nutricionales del cascarón de huevo de gallina

Las investigaciones realizadas por diferentes autores hacen referencia al uso del carbonato de calcio a partir de la cáscara de huevo para la incorporación en la elaboración de productos alimenticios, en la tabla 6 se indican las investigaciones realizadas por diferentes autores.

Tabla 6*: Características nutricionales del cascarón de huevo de gallina.*

Título de la investigación	Objetivo	Referencia
Estudio de la utilización de la cáscara de huevo que se desecha para la elaboración de pan.	El presente proyecto se elaboró con el objeto de analizar las características de la cáscara de huevo, mostrando que la misma contiene niveles altos de calcio, con la cual se busca fortificar los alimentos, en este caso el Pan.	(Salud y Torrico 2013)
Propuesta de un proceso para la obtención de carbonato de calcio a partir de residuos de cáscaras de huevo	El presente estudio se propuso un proceso para obtener carbonato de calcio, enmarcado en la modalidad de proyecto factible. En un inicio resaltando las características que este elemento contiene par con los alimentos y finalmente se evaluó la factibilidad de la técnica utilizada determinando una cantidad de Carbonato mayor al esperado.	(Eka Rizky Yulianti 2019)
Obtención de sales de calcio a partir de la cáscara de huevo	El estudio manifiesta un método para la producción de sales de calcio mediante la acogida de la cáscara de huevo como materia prima, resaltando las ventajas que posee en cuanto al uso y en cuanto a los costos bajos que representa su fabricación. Menciona también que se obtienen otros productos como el hidróxido de calcio, trifosfato de calcio, lactato, malato y citrato de calcio	(Anon n.d.)
Sustitución parcial de harina de trigo *(triticum aestivum)* por harina de cáscara de huevo en la elaboración de pan para aumentar el contenido de calcio en el organismo, Arequipa 2019.	La investigación presente tubo el objeto de elaborar pan para aumentar el contenido de calcio en el organismo sustituyendo la harina común por harina de cáscara de huevo, la que viene a ser propiamente el carbonato de calcio. Para ello manifiesta las características que contiene la cáscara de huevo resaltando el componente mayor que es el calcio, sin hacer de lado que existen otros componentes, pero como se encuentran en menores proporciones no se les ha otorgado mayor la importancia, pero es importante su conocimiento. Concluyendo que la sustitución parcial de las harinas si influyen en las características de la masa del pan, por lo tanto, el carbonato de calcio no puede ser suplente de la harina común, pero se puede utilizar como aditivo en la elaboración de productos de panadería.	(Dulanto et al. 2018).

El carbonato de calcio según varios autores es el elemento más abundante en la cáscara de huevo de gallina con un porcentaje de 94%, si bien su origen puede ser orgánico e inorgánico, de

cualquier forma aporta nutricionalmente en la alimentación de las personas, animales y también a las plantas. El carbonato de calcio es más considerado como un aditivo, siendo tema de muchas investigaciones que buscan sacarle provecho a lo que en la mayoría de casos se considera como desecho industrial.

4.3. Metodología para la obtención de carbonato de calcio

Para la obtención de carbonato de calcio a partir de la cáscara de huevo de gallina se identificaron metodologías de tipo experimental, las cuales resultan fáciles de aplicar por los materiales y utensilios que se requiere, siempre y cuyo el proceso mantenga la asepsia indicada. Las metodologías se diferencian únicamente por el tiempo de secado y la temperatura a la cual este expuesta la muestra. Es necesario mencionar, que mientras más tiempo se encuentre la muestra en el proceso de secado, mayor va a ser la cantidad de carbonato de calcio que se pueda obtener. El método de Molienda y Tamizado resultó ser un proceso mucho más fácil de ejecutar, consiguiendo al final el producto sin perder gran cantidad de materia prima que se origina naturalmente por el proceso.

4.3.1. Diagrama de proceso para la obtención de Carbonato de Calcio

Para la obtención de carbonato de calcio, el método de molienda y tamizado describe los parámetros adecuados para cada operación los cuales se describen de la siguiente forma:

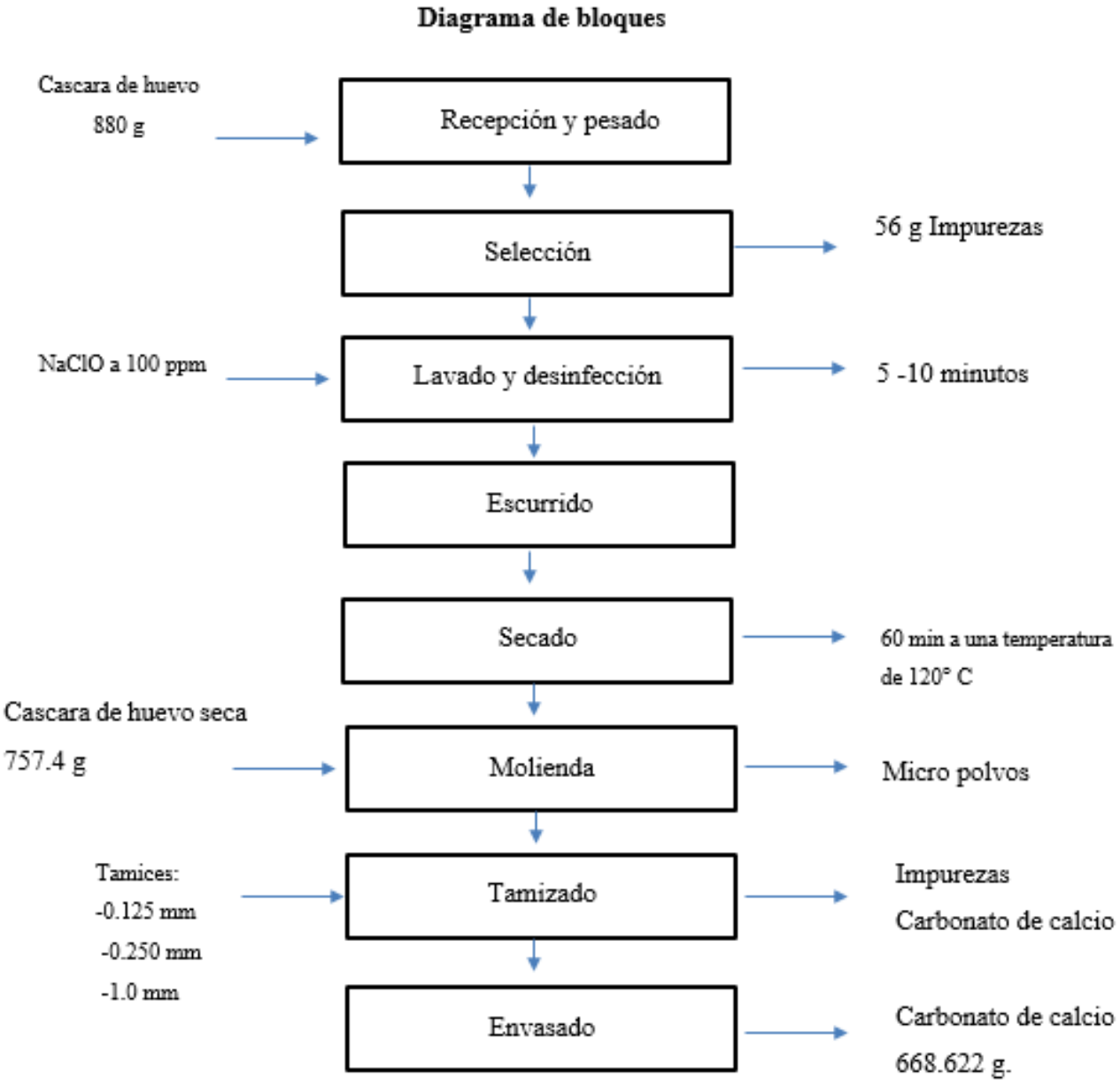


Figura 5*:* Diagrama de bloques- Carbonato de calcio

Fuente: (Aquipucho Mamani & Quispe Gutierrez, 2019).

4.3.2. Descripción del proceso

El proceso para obtener carbonato de calcio consta de las siguientes etapas:

1. **Recepción y pesado:** Se inició con un total de 880 g de cáscara de huevo para la obtención de carbonato de calcio.
2. **Selección**: En este proceso se retiran las cáscaras de huevo que tengan defectos que afecte a la inocuidad del producto final. En este proceso se produjo una perdida en materia prima por la clasificación de las cáscaras obteniendo un peso de 824 g en materia limpia.
3. **Lavado y desinfección:** Una vez escogida la materia prima, proceder a lavar con abundante agua, para eliminar residuos que puedan estar adheridos a la superficie, este proceso se lo realiza por inmersión en una solución de desinfectante de hipoclorito de sodio (NaClO) a 100 ppm durante 5 a 10 minutos. En este proceso no se producen perdidas en peso de la materia prima.
4. **Escurrido**: Proceder a retirar las cáscaras de huevo de la solución desinfectante y dejar escurrir a temperatura ambiente.
5. **Secado**: Después del proceso de desinfección, no todas las esporas son eliminadas, para esto la temperatura debe ser mayor a 100° C. colocar las cáscaras de huevo sobre recipientes metálicos e introducir en un horno a una temperatura de 120° C por el tiempo determinado según los métodos ya mencionados. Al finalizar este proceso, el peso de las cáscaras secas fue de 757.4 g. hubo una merma por secado de 66.6 g de materia prima. En esta etapa se retira de la cáscara de huevo las membranas que se encuentran en su interior.
6. **Molienda**: En este proceso se puede acceder a un molino, la finalidad es obtener el producto de un tamaño reducido, para mejores resultados repetir el proceso hasta que lleve a ser un polvo fino.
7. **Tamizado**: Una vez obtenido el micro polvo de la molienda, pasar por un tamizador (-0.125 mm, -0.250 mm y -1.0 mm), con la finalidad de separar el producto molido de las partículas más grandes y de acuerdo al tamaño que se requiere.
8. **Envasado**: El producto final tamizado se envasará en bolsas de polietileno y sellar. Almacenar el carbonato de calcio obtenido en un lugar fresco y seco.

La cantidad de carbonato de calcio se obtiene depende la cantidad de cáscaras de huevo con la cual se haya iniciado el proceso, en este caso se inició con un total de 880 g de cáscara de huevo, después del proceso de tamizado se separan las partículas más grandes, obteniendo 668.622 g de carbonato de calcio. Teniendo una pérdida de 211.33 g generada naturalmente por el procedimiento.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Las propiedades físicos químicas presentes en la cáscara de huevo de gallina cumplen con varias funciones, las que a su vez le dan la cualidad de ser rica en calcio, carbonato magnésico y fosfórico, las cuales debemos conocer porque de aquellas propiedades parten varios temas para su investigación.
- El carbonato de calcio se constituye como el mayor elemento con un porcentaje de 94% en la cáscara de huevo, siendo la característica más abundante, considerándose como un suplemento alimenticio muy importante para solucionar el déficit cálcico en varios alimentos de la industria de alimentos (industria láctea, panadería, confitería, alimentación para animales etc.). En cuanto al carbonato de magnesio y el fosfato cálcico son características presentes que no han trascendido en su investigación dentro de la cáscara de huevo por la poca cantidad que en ella se encuentra.
- Se identificó a la molienda y el tamizado como la mejor metodología, debido a que esta nos permite obtener mayor cantidad de calcio por el tiempo que la materia prima es sometida al proceso de secado. Esto permite que las membranas se desprendan con mayor facilidad y la cáscara pierda humedad para que el proceso de molienda sea mejor aprovechado evitando que la mayor parte de la materia prima no se pierda en el proceso. Dicho procedimiento fue enfocado para la producción de carbonato de calcio, a esto hay que añadir que los demás componentes como el carbonato de magnesio y el fosfato cálcico se incluyen en el producto final en poca proporción.

5.2. RECOMENDACIONES

- Fomentar el uso del carbonato de calcio obtenido de la cáscara de huevo, por ser una fuente orgánica, debido a que regularmente se usa carbonato de calcio a partir de fuentes inorgánicas, lo cual no es asimilable en su totalidad para nuestro organismo.
- Desarrollar alimentos con carbonato de calcio, siempre y cuyo este no sobrepase el consumo diario de calcio para las personas que es de 2500 mg/día.
- Realizar un estudio económico para conocer la factibilidad de la producción comercial de carbonato de calcio a partir de huevo de gallina en las industrias de nuestro país.

Referencias

Aguirre, G., y B. Aguirre , A. (Febrero de 2019). *https://www.researchgate.net.* Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/332530348_PROPUESTA_DE_UN_PROCESO_PARA_LA_OBTENCION_DE_CARBONATO_DE_CALCIO_A_PARTIR_DE_RESIDUOS_DE_CÁSCARAS_DE_HUEVO

Alvarado, H. C. (Mayo de 2017). Obtenido de http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/4336/1/41388.pdf

Aquipucho Mamani , K. M., y Quispe Gutierrez, M. E. (2019). Obtenido de https://1library.co: https://1library.co/document/yev3d4ez-sustitucion-triticum-aestivum-cáscara-elaboracion-contenido-organismo-arequipa.html

Asturcalseo. (Diciembre de 2018). Obtenido de https://www.carbonatocalcico.es: https://www.carbonatocalcico.es/2018/12/19/usos-carbonato-de-calcio-alimentos/

Aves de corral . (3 de febrero de 2020). *https://avesdecorral.online/*. Obtenido de https://avesdecorral.online/composicion-de-la-cáscara-de-huevo/

Big Dutchman. (s.f.). Obtenido de https://avicultura.com: https://avicultura.com/investigadores-proponen-incorporar-cáscara-de-huevo-en-alimentos-para-ninos/

Campos, T. G. (Julio de 2015). *MBTA.* Obtenido de Universidad de Oviedo: http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/32400/3/TFM_TaniaGarciaCampos.pdf

Ciudad Reynaud, A. (2014). Requerimiento de micronutrientes y oligoelementos. *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia*, 161-170.

Diaz, G. (Noviembre de 2018). *Manejo del calcio, el fósforo y otras estrategias para lograr aves.* Obtenido de https://www.conave.org: https://www.conave.org/wp-content/uploads/2018/11/Guillermo-Diaz-Manejo-del-calcio-el-fosforo-y-otras-estrategias-para-lograr-aves.pdf?4f5a3fy4f5a3f

Estrada, E. J. (Octubre de 2017). Obtenido de http://repositorio.uns.edu.pe: http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/hyle/UNS/2984/46309.pdf?sequence=1yisAllowed=y

Gómez Ramírez, L. M., y Giraldo Macías , J. S. (19 de Mayo de 2017). *epository.udistrital.edu.co.* Obtenido de http://repository.udistrital.edu.co/hyle/11349/5899

Gómez, D. L. (2011). Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_3091.pdf

Gutiérrez Arenas, D. A. (2013). Niveles de calcio y fósforo disponible en gallinas durante 48 semanas en postura. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 435-446.

Hoyos, J. S. (Novienbre de 2015). *https://bdigital.zamorano.edu/.* Obtenido de https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4464/1/AGN-2015-007.pdf

Ingaragua Medina , F. J., Ríos Cruz, L. Á., y Romero Rodríguez , J. (20 de Julio de 2016). *http://acreditacion.uni.edu.pe.* Obtenido de http://acreditacion.uni.edu.pe/wp-content/uploads/2017/04/Obtenci%C3%B3n-de-Sales-de-Calcio-a-partir-de-C%C3%A1scara-de-Huevo.pdf

Jáuregui, M. E. (31 de Agosto de 2015). *https://es.slideshare.net/JamesSilva12/capitulo-7toxicologia.* Obtenido de https://es.slideshare.net/JamesSilva12/capitulo-7toxicologia

Llamas, B. O. (2012). Nutricion . En B. O. Llamas, *Rde Tercer Milenio* . Ciudad de Mexico : Ma.Eugenia Buendia Lopez .

Macael. (2 de Septiembre de 2019). *https://www.triturados.es.* Obtenido de https://www.triturados.es/post/carbonato-c%C3%A1lcico-y-alimentos#:~:text=EL%20CARBONATO%20DE%20CALCIO%20COMO%20ANTIAGLUTINANTE%2FANTIHUMECTANTE%3A%20en%20productos%20vegetales,de%20la%20fabricaci%C3%B3n%20de%20chicles.

NIH. (2019). Datos sobre el calcio . *National Institutes of Health.*

Patzi, R. T. (2016). *https://repositorio.umsa.bo.* Obtenido de https://repositorio.umsa.bo/bitstream/hyle/123456789/8957/PG-1699-Acho%20Patzi%2c%20Rubi%20Tatiana.pdf?sequence=4yisAllowed=y

Perez , G., Guzman , J., Duran, K., Ramos, J., y Acha, V. (2018). Aprovechamiento de las cáscaras de huevo en la fortificación de alimentos. *Revista Ciencia, Tecnologia e Innovacion*, 29-38.

Queralt, D. M. (3 de Noviembre de 2016). *https://www.salud.mapfre.es/*. Obtenido de https://www.salud.mapfre.es/salud-familiar/mayores/alimentacion/requerimientos-nutricionales/

Recinos, D. L. (Marzo de 2011). Obtenido de http://repositorio.uns.edu.pe: http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/hyle/UNS/2984/46309.pdf?sequence=1yisAllowed=y

rosas, R., O. Gomez , N., Tomás , E., Hernyez , A., D. Dorantes, J., Garcia , B., y A. Vasquez, G. (2018). Valorizacion de Cáscaras de huevo como suplemento de calcio en pasta tipo Fettuccine. *UAEH*, 4-6.

Sayar, L. R. (2010). Nutrientes del huevo, composición quimica,buenas practicas. *CIN*.

Shimabukuro, K. K. (2017). *UNALM*. Obtenido de http://repositorio.lamolina.edu.: http://repositorio.lamolina.edu.pe/hyle/UNALM/3032

Solomon, S. (2010). The eggshell: strength, structure y function. *British Poultry Science*, 54-55.

Vargas, E. L. (Abril de 2015). *bibdigital.epn.edu.ec.* Obtenido de https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10458/3/CD-6190.pdf

YADESA. (2016). *yadesamx.com*. Obtenido de https://yadesamx.com/carbonato-de-calcio.html