



# **Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

**Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica  
Escuela Profesional Ingeniería Química**

**Obtención de carbonato de calcio a partir de la cáscara de huevo**

**Tesis**

**Para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico**

**Autor**

**José Luis Cuizano Alvarón**

**Asesor**

**Dr. Víctor Raúl Coca Ramírez**

**Huacho – Perú**

**2023**



**Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Reconocimiento:** Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



# UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

## LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

*"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"*

FACULTAD DE: Ingeniería Química y Metalúrgica

ESCUELA PROFESIONAL: Ingeniería Química

### INFORMACIÓN DE METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
José Luis Cuizano Alvarón	72471801	01/09/2023
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Coca Ramírez, Víctor Raúl	15601160	0000 – 0002 – 2287 – 7060
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Sánchez Guzmán, Alberto Irhaam	15758117	0000 – 0003 – 1575 – 8466
Salcedo Meza, Máximo Tomás	15602588	0000 – 0003 – 1993 – 2513
Imán Mendoza, Jaime	40936175	0000 – 0001 – 6232 – 0884

# OBTENCIÓN DE CARBONATO DE CALCIO A PARTIR DE LA CASCARA DE HUEVO

## INFORME DE ORIGINALIDAD

**17** %

INDICE DE SIMILITUD

**17** %

FUENTES DE INTERNET

**4** %

PUBLICACIONES

**9** %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.unjfsc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>3</b> %
<b>2</b>	<b>repositorio.uns.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>3</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD</b> Trabajo del estudiante	<b>1</b> %
<b>5</b>	<b>www.slideshare.net</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>6</b>	<b>repositorio.unu.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>7</b>	<b>Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1</b> %
<b>8</b>	<b>bibliotecas.unsa.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %

9	<a href="http://repositorio.puce.edu.ec">repositorio.puce.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
10	<a href="http://cia.uagraria.edu.ec">cia.uagraria.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://repository.ean.edu.co">repository.ean.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://repository.ucc.edu.co">repository.ucc.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://renati.sunedu.gob.pe">renati.sunedu.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://journalcjast.com">journalcjast.com</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://repositorio.udl.edu.pe">repositorio.udl.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Universidad Señor de Sipan Trabajo del estudiante	<1 %
17	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
18	<a href="http://rau.cujae.edu.cu">rau.cujae.edu.cu</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://repositorio.uandina.edu.pe">repositorio.uandina.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

		<1 %
21	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
22	frer.ddns.info Fuente de Internet	<1 %
23	revistas.udistrital.edu.co Fuente de Internet	<1 %
24	ri.uaemex.mx Fuente de Internet	<1 %
25	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	patents.google.com Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	Natalia Delbón, Lucía V. Castello, Alejandro Rios-Villamil, María T. Cosa, Laura Stiefkens. "Surviving in semi-arid environments: functional coordination and trade-offs inshrubsfromArgentina", IAWA Journal, 2021 Publicación	<1 %

30	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE Trabajo del estudiante	<1 %
31	Submitted to Universidad de Guayaquil Trabajo del estudiante	<1 %
32	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
33	Submitted to Glasgow Caledonian University Trabajo del estudiante	<1 %
34	mriuc.bc.uc.edu.ve Fuente de Internet	<1 %
35	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
36	oa.upm.es Fuente de Internet	<1 %
37	repositorio.ute.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
38	1library.co Fuente de Internet	<1 %
39	de.wiki-base.com Fuente de Internet	<1 %
40	dspace.unach.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
41	www.alpha1.com.co	

	Fuente de Internet	<1 %
42	<a href="http://www.inpit.go.jp">www.inpit.go.jp</a> Fuente de Internet	<1 %
43	<a href="http://4fb4ea95-4269-495d-920b-408272eaae18.filesusr.com">4fb4ea95-4269-495d-920b-408272eaae18.filesusr.com</a> Fuente de Internet	<1 %
44	<a href="http://cienciadigital.org">cienciadigital.org</a> Fuente de Internet	<1 %
45	<a href="http://doaj.org">doaj.org</a> Fuente de Internet	<1 %
46	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	<1 %
47	<a href="http://laccei.org">laccei.org</a> Fuente de Internet	<1 %
48	<a href="http://www.icann.org">www.icann.org</a> Fuente de Internet	<1 %
49	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	<1 %
50	<a href="http://www.twaes.org.tw">www.twaes.org.tw</a> Fuente de Internet	<1 %
51	<a href="http://doczz.com.br">doczz.com.br</a> Fuente de Internet	<1 %
52	<a href="http://fr.slideshare.net">fr.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %

		<1 %
53	<a href="http://repositorio.espe.edu.ec">repositorio.espe.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
54	<a href="http://repositorio.unac.edu.pe">repositorio.unac.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
55	<a href="http://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
56	<a href="http://repositorio.upct.es">repositorio.upct.es</a> Fuente de Internet	<1 %
57	<a href="http://repositorio.utn.edu.ec">repositorio.utn.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
58	<a href="http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co">repositoriodspace.unipamplona.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
59	<a href="http://www.ufps.edu.co">www.ufps.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
60	<a href="http://matfebres.blogspot.com">matfebres.blogspot.com</a> Fuente de Internet	<1 %
61	<a href="http://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

**TESIS**

**OBTENCION DE CARBONATO DE CALCIO A PARTIR DE LA  
CASCARA DE HUEVO**

**JURADO EVALUADOR**

**Dr. CPCC. ALBERTO IRHAAM SANCHEZ GUZMAN  
PRESIDENTE**

**Dr. CPCC. MAXIMO TOMAS SALCEDO MEZA  
SECRETARIO**

**M(o). CPCC. JAIME IMAN MENDOZA  
VOCAL**

## **DEDICATORIA**

Esta investigación lo quiero dedicar a mis padres:

**Julia Alvarón y Mauro Cuizano** por su absoluto apoyo e incondicional, a mis hermanos Nidia, Jorge, y Patricia por darme y exigirme de manera motivadora, a seguir adelante, crecer y cumplir mis metas profesionales, y a los docentes de la escuela de ingeniería química.

## **AGRADECIMIENTO**

Estoy muy agradecido con mis familiares, ellos siempre me dan el soporte y el apoyo incondicional, en las buenas y en las malas siempre me hacen el soporte emocional y me dan motivos para salir adelante, en lo profesional y en la vida en general.

Estoy también muy agradecido con mi asesor, el Dr. Coca Ramírez por tenerme paciencia, enseñarme y también estar pendiente del buen desarrollo de la presente investigación.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	10
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	12
<b>RESUMEN</b> .....	18
<b>INTRODUCCION</b> .....	20
<b>CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	21
<b>1.1. Descripción de la realidad problemática</b> .....	21
<b>1.2. Formulación de problema</b> .....	22
1.2.1. Problema general .....	22
1.2.2. Problemas específicos .....	22
<b>1.3. Objetivos de la investigación</b> .....	22
1.3.1. Objetivo general .....	22
1.3.2. Objetivo específico .....	23
<b>1.4. Justificación de la investigación</b> .....	23
<b>1.5. Delimitación del estudio</b> .....	24
1.5.1. Delimitación espacial.....	24
<b>1.6. Viabilidad del estudio</b> .....	24
<b>CAPITULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....	26
<b>2.1. Antecedente de la Investigación</b> .....	26
2.1.1. Investigaciones Internacionales .....	26

2.1.2.	Investigaciones Nacional .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>2.2.</b>	<b>Bases Teóricas .....</b>	<b>29</b>
2.2.1.	Huevo de Gallina .....	29
2.2.1.1.	Generalidades .....	29
2.2.1.2.	Taxonomía.....	30
2.2.1.3.	Composición física y química del huevo .....	32
2.2.2.	<i>La cáscara del huevo</i> .....	33
2.2.2.1.	Composición física y química .....	34
2.1.1.	<i>Carbonato de calcio</i> .....	35
2.1.2.	<i>Piedra caliza</i> .....	36
2.1.2.1.	Composición química .....	37
2.1.3.	<i>Conchilla de Ostras o Moluscos</i> .....	37
2.1.4.	<i>Algas Calcáreas</i> .....	38
2.1.4.1.	Uso del carbonato de calcio .....	38
<b>2.2.</b>	<b>Definiciones conceptuales .....</b>	<b>41</b>
<b>2.3.</b>	<b>Formulación de la Hipótesis .....</b>	<b>42</b>
2.3.1.	Hipótesis general .....	42
2.3.2.	Hipótesis específico .....	42
<b>CAPITULO III.</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>45</b>
<b>3.1.</b>	<b>Diseño Metodológico.....</b>	<b>45</b>
3.1.1.	Lugar de Ejecución.....	45
<b>3.2.</b>	<b>Población y Muestra .....</b>	<b>53</b>

<b>3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	54
3.3.1. Técnicas a emplear .....	54
3.3.2. Materiales y Equipos .....	56
<b>3.4. Técnicas para el procesamiento de la información</b> .....	61
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS</b> .....	62
4.1. Análisis Físico .....	62
4.2. Análisis químico .....	62
<b>CAPITULO V. DISCUSIÓN</b> .....	64
<b>CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	67
6.1. Conclusiones.....	67
6.2. Recomendaciones .....	67
<b>CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	68

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del Huevo de Gallina .....	30
Tabla 2. Clasificación de las gallinas, de acuerdo a su lugar de origen.....	31
Tabla 3. Clasificación de las gallinas, de acuerdo a su objetivo .....	31
Tabla 4. Proporción y porcentaje de materia seca de los componentes del huevo .....	32
Tabla 5. Diferencia en la composición, peso y densidad del huevo producido en diferentes áreas .....	33
Tabla 6. Composición de la cáscara de huevo.....	34
Tabla 7. Composición de la cáscara de huevo.....	34
Tabla 8. Clasificación de los tipos de calizas .....	35
Tabla 9. Piedras calizas y sus componentes .....	36
Tabla 10. Ejemplos de especies de Algas calcáreas .....	38
Tabla 11. Descripción donde se desarrollará la Investigación .....	45
Tabla 12. Descripción de los materiales usados en el procedimiento experimental.....	56
Tabla 13. Descripción de los equipos usados en el procedimiento experimental. ....	57
Tabla 14. Descripción de los reactivos usados en el procedimiento experimental. ....	60
Tabla 15. Descripción de los insumos usados en el procedimiento experimental. ....	60
Tabla 16. Análisis organoléptico del carbonato de calcio.....	62
Tabla 17. Análisis químico de la cascara de huevo. ....	62
Tabla 18. Análisis químico del carbonato de calcio. ....	63
Tabla 19. Composición proximal de las cáscaras de huevo. ....	64

Tabla 20. Análisis químico de la cascara de huevo. ....	64
---	----

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Delimitación del espacio geográfico. ....	45
Figura 2: Diagrama de flujo, proceso de entrada y salida. ....	46
Figura 3: Fotografía de la muestra (cáscara de huevo), donde se recopiló un aproximado de 5kg.....	47
Figura 4: Proceso del lavado de la materia prima (cáscara de huevo). ....	48
Figura 5: Fotografía del proceso de quite de la membrana. ....	49
Figura 6: Imagen del proceso de secado al aire libre. ....	50
Figura 7: Imagen del vertimiento de la cáscara seca al molino de disco. ....	51
Figura 8: Imagen del Pulverizado de la muestra. ....	52
Figura 9: Imagen del Proceso de tamizado de la muestra pulverizada. ....	52
Figura 10: Obtención del carbonato de calcio. ....	53
Figura 11: Molino de disco. ....	58
Figura 12: Máquina tamizadora o cernidora. ....	58
Figura 13: Balanza analítica. ....	59
Figura 14: Mufla eléctrica. ....	59
Figura 15: Valores porcentuales, comparadas entre la humedad encontrada y la humedad del autor citado. ....	65
Figura 16: Valores porcentuales, comparadas entre la cantidad de ceniza encontrada y la cantidad de ceniza, del autor citado. ....	65
Figura 17: Valores porcentuales, comparadas entre la cantidad de calcio encontrada y la cantidad de calcio, del autor citado. ....	66

## RESUMEN

El trabajo de investigación presenta como objetivo principal, obtener carbonato de calcio a partir de la cáscara de huevo provenientes de los residuos generados en la cocina del comedor universitario de la UNJFSC - Huacho. Para el cumplimiento de este fin, se aplicó el siguiente procedimiento experimental: lavado de materia prima, trituración y tamizado; en base a esta operación se logrará obtener el carbonato de calcio en polvo. Los resultados muestran que la constitución química de la cáscara de huevo es de 0.83% de humedad, 81.49% de ceniza y 33.48% de calcio; en cuanto al análisis químico del carbonato de calcio arroja que se encuentra compuesto por 1.38% de humedad, 6.5% de ceniza, 820ppm de dureza total, 576ppm de dureza cálcica y 244ppm de dureza magnésica y 1635 de calcio. Cabe señalar que el tamaño a la que se tritura la materia prima (cáscara de huevo), influye significativamente en la solubilidad, esto nos quiere decir que, si el dimensionamiento de las partículas de la materia prima es grande, la liberación del calcio se ara lentamente ante la acción del ácido clorhídrico. por otro lado, para acelerar el proceso de secado, se debe usar un secador de bandejas, a fin de acelerar el proceso de secado. Para agilizar el proceso de experimentación, determinando así la optimización del tiempo y recursos.

**Palabras Clave:** Carbonato de Calcio, Piedra Caliza, Trituración. Huevo de Gallina.

## **ABSTRACT**

The main objective of the research work is to obtain calcium carbonate from the residues of the chicken egg (*Gallus Gallus*), generated in the UNJFSC dining room in the city of Huacho. To fulfill this purpose, the following experimental procedure was applied: raw material washing, crushing and sieving; Based on this operation, it will be possible to obtain powdered calcium carbonate. The results show that the chemical composition of the eggshell is 0.83% moisture, 81.49% ash and 33.48% calcium; Regarding the chemical analysis of calcium carbonate, it shows that it is composed of 1.38% humidity, 6.5% ash, 820ppm total hardness, 576ppm calcium hardness and 244ppm magnesium hardness and 1635 calcium. It should be noted that the size to which the raw material (egg shell) is crushed significantly influences the solubility, this means that if the size of the raw material is large, the release of calcium slows down before the action of hydrochloric acid. on the other hand, to speed up the drying process, a tray dryer should be used, in order to speed up the drying process. And speed up the experimentation process, thus determining the optimization of time and resources.

**Keywords:** Calcium Carbonate, Limestone, Crushing. Chicken egg.

## INTRODUCCION

El carbonato de calcio es un producto mineral muy abundante que se halla formando parte de las piedras calizas, las cuales son muy abundantes en la corteza terrestre. Para la extracción, procesamiento y obtención del carbonato de calcio se requiere una inversión significativa y trae también como consecuencia la contaminación del medio ambiente. Muchas de las industrias, y de los diferentes sectores, usan el carbonato de calcio como materia prima o como insumo para el procesamiento de un producto o material.

La obtención del este material, no solo es partir de la piedra caliza, sino que también se puede producir a partir de productos alimenticios convencionales como por ejemplo la cascara de los huevos de las gallinas. En su composición se encuentra un alto porcentaje de carbonato de calcio, la cual puede ser recuperado mediante la aplicación de estrategias experimentales.

La cáscara de huevo es un residuo sólido, según el MIDAGRI en el año 2021, en el Perú se consumió un promedio de 243 unidades de huevo, la cual pudo generar un total de 15.2 Kg de cáscara de huevo (unidades per cápita). A partir de estos residuos, y mediante un procesamiento se puede obtener carbonato de calcio, la cual es usada en muchos sectores de la industria. El aprovechamiento de este residuo, se puede hacer con la finalidad de disminuir el volumen de los residuos, y tratar de aprovecharlos.

En las instalaciones del comedor la UNJFSC el consumo de huevo es eventual, pero un valor aproximado que se asemeja es de 1000 unidades por semana (siempre y cuando el huevo esté presente o formando parte de algún platillo del menú de la semana que se ofrece). La cantidad de cáscara que se produce es de un total de 200 a 100 kg, la cual mediante un procesamiento y tratamiento de la materia prima se puede obtener carbonato de calcio.

## CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

“El carbonato de calcio, conocida también como carbonato cálcico, viene a ser una sustancia alcalina de color blanco grisáceo, este producto es la principal composición de algunas estructuras óseas de algunos animales, como conchas, caparazones, etc” (Samaniego, 2018, p. 14-15). El Trioxocarbonato (VI) de calcio, con fórmula general  $\text{CaCO}_3$ , posee una densidad de 2711 Kg/m<sup>3</sup>, a su vez esta sustancia posee un punto de fusión de 1172 K y un punto de ebullición de 1612 K.

“La cáscara de huevo es un biomaterial que posee una estructura específica, debido a que su composición química nos dice que contiene alrededor de 95% de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ )” (Gómez et al., 2022, p. 92). El carbonato de calcio es muy importante en todas las empresas e industrias, como por ejemplo en la industria pulpi papel, industria de la pintura, industria de los plásticos, entre otros. Debido a la gran demanda que posee esta sustancia, se puede buscar otras alternativas de obtención.

En América latina y Suramérica, (Guillermo, 2019) “Solo en el 2018, la población de gallinas ponedoras fue aproximadamente de 470 millones; en cuanto al consumo per-cápita de huevos, se registró un total de 209 unidades. El Perú se encuentra dentro de los cinco países (Colombia, México, Brasil, Argentina) que registran un nivel alto de consumo y producción de huevos, la cual registran un consumo per-cápita de 270 unidades al año”.

En el Perú se registró un aumento de 9.2% de producción a diferencia del año 2018. La distribución de los huevos de gallina a nivel nacional, de acuerdo a los reportes mostrados por el Sistema Integrado de Estadística Agraria, indican que la producción de huevos se agrupó en las regiones de Lima con un total de 124 Mt, en Arequipa con un total de 17 Mt, en la Ica con un total de 180 Mt y San Martín con un total de 14

Mt, con las cuales se abarcó el mercado nacional. (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019)

## **1.2. Formulación de problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿De qué manera se puede obtener carbonato de calcio a partir de la cáscara de huevo provenientes de los residuos generados en las cocinas del comedor universitario de la UNJFSC – Huacho?

### **1.2.2. Problemas específicos**

¿Cuáles son los parámetros para caracterizar fisicoquímicamente la cáscara de huevos provenientes de los residuos del comedor universitario de la UNJFSC – Huacho?

¿Cuáles son los parámetros para caracterizar fisicoquímicamente el carbonato de calcio obtenido a partir de la cáscara de huevos provenientes de los residuos generados en comedor universitario?

¿Cuál es el rendimiento, en la obtención de carbonato de calcio a partir de la cáscara de huevo provenientes de los residuos generados en comedor universitario?

## **1.3. Objetivos de la investigación**

### **1.3.1. Objetivo general**

Obtener carbonato de calcio a partir de la cáscara de huevo provenientes de los residuos generados en las cocinas del comedor universitario de la UNJFSC – Huacho.

### 1.3.2. Objetivo específico

Caracterizar fisicoquímicamente la cáscara de huevos provenientes de los residuos del comedor universitario de la UNJFSC - Huacho.

Caracterizar fisicoquímicamente el carbonato de calcio obtenido a partir de la cáscara de huevos provenientes de los residuos generados en comedor universitario.

Evaluar el rendimiento, en la producción de carbonato de calcio a partir de la cáscara de huevo provenientes de los residuos generados en comedor universitario.

### 1.4. **Justificación de la investigación**

La obtención del carbonato de calcio, usando como materia prima la cáscara de huevos de las gallinas, es una alternativa convencional. Para ello se debe desarrollar una metodología de adecuamiento y procesamiento para tal fin. El carbonato de calcio, como ya se vino mencionando se usa muy ampliamente en las diferentes industrias, la principal materia prima para obtener esta sustancia es la piedra caliza.

Como bien sabemos la cascara del huevo de la gallina, está compuesto principalmente por carbonato de calcio; pero a su vez esta trae consigo una bacteria llamada *salmonella*. Esta bacteria es la principal causante la intoxicación de alimentos, por la que las personas que son infectadas por este patógeno presentan síntomas como la diarrea, calambres abdominales, vómito y fiebre durante 12 a 72 horas luego de la infección y estos síntomas mayormente perduran por 4 a 7 días.

La investigación se realizó sin ningún inconveniente, las fuentes bibliográficas y del lugar de estudio es accesible, por ello es muy viable la investigación.

La producción del carbonato de calcio, mediante el reusó de las cascaras de huevo, es una alternativa a nivel laboratorio, que en gran escala será de mucha ayuda para los agricultores.

La dosificación de los reactivos es muy significativa para la correcta producción del carbonato de calcio, con las propiedades y características de esta sustancia producidas en las grandes industrias.

La precisión y exactitud de los resultados estarán en base de la interpretación y análisis de los datos. Por ello el investigador aplicara todo lo teórico en la práctica, con ello la experiencia y los conocimientos adquirido de los libros se aplican con criterio.

## **1.5. Delimitación del estudio**

### **1.5.1. Delimitación espacial**

- Tema: Obtención de carbonato de calcio.
- Problemática: Las cáscaras de huevo se pueden reciclar para la producción de otros productos.
- Población de estudio: Residuos generados en el comedor universitario de la UNJFSC – Huacho.
- Lugar: Huacho.
- Año: 2023

## **1.6. Viabilidad del estudio**

El área de estudio se despliega en la ciudad universitaria de la UNJFSC, donde los estudiantes, son accesibles y colaboradores. El investigador cuenta con la capacidad y la experiencia, para llevar y ejecutar la investigación.

Por otro lado, se cuenta con los recursos financieros, para poder costear los gastos en pasaje, gastos de impresión, gastos de reactivos, gastos de procesamiento de datos etc.

A esto también se le suma que el investigador pose suficiente material para realizar la investigación propuesta.

## **CAPITULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedente de la Investigación**

#### **2.1.1. Investigaciones Internacionales**

Pérez et al. (2019) el trabajo que desarrollo tuvo como objetivo proponer un mecanismo para la obtención de carbonato de calcio, usando como materia prima los residuos, que son las cáscaras de los huevos de las gallinas. La metodología aplicada se basó en cuatro procesos muy importantes, donde la primera consistió el diagnóstico de la viabilidad de estudio, la segunda paso se basó en el diseño experimental para el procesamiento, el tercero se basó en identificar y calibrar los equipos y por último en el cuarto paso se evaluó la factibilidad. Para el cumplimiento de este plan metodológico en el primer paso se identificó las necesidades mediante una encuesta y así llevar una propuesta de investigación, en el segundo paso se desarrolló un proceso para la obtención de la sustancia buscada, en el tercer paso se calibró el tanque mezclador, el secador de lecho fluidizado, molino; y en el cuarto paso se evaluó el rendimiento de la producción en base a la factibilidad y los costos de operación. Para la investigación se tomó como base un total de 5 000 cascaras de huevo al día producidas en Agroindustrias D'Efrain. En los resultados se halló que la cascara de huevo posee una composición del 96% de carbonato de calcio. Por ello se llevó a cabo una valoración diagnóstica en la cual se estableció que existe una gran obtención diaria de residuos de cáscara de huevo en la producción de ovoproductos.

Samaniego (2018) el trabajo que realizo tubo como meta desarrollar un mecanismo para la elaboración de carbonato de calcio en forma precipitado mediante la obtención de la cal hidratada en la industria INCOREG CIA.

LTDA. La metodología de estudio se basó en usar los siguientes procesos: calcinación, hidratación, purificación, carbonatación y lixiviación. Pero cabe señalar que en el proceso de hidratación para que el CaO pase a Ca(OH)<sub>2</sub> es importante que el lapso de hidratación no sobrepase los 5 minutos, la cantidad de sólidos debe de estar a un 20% y la velocidad de agitación debe ser  $\geq 1084$  RPM. La etapa de purificación se realizó mediante el proceso de hidrociclones en tres etapas. La población y muestra del estudio se delimita por la empresa INCOREG CIA. LTDA. Los resultados de la investigación desarrollada mediante el proceso de carbonatación manifiestan que sí es viable obtener carbonato de calcio precipitado, presentando una pureza mayor al 98%, con un tamaño de partícula d<sub>50</sub> y d<sub>90</sub>, con orden 3,4 y 9.1 micrones respectivamente. Cabe mencionar que la experiencia en base al proceso de calcinación ejecutados (proceso realizado en un horno eléctrico) manifestaron que el tiempo óptimo y temperatura del proceso de calcinación que aprueba obtener una calcina apta para conseguir pulpa hidratada es de 30 minutos y 900° C respectivamente.

#### 2.1.2. Investigaciones Nacionales

Ríos et al. (2016) el trabajo que desarrollo presenta como objetivo la obtención del carbonato de calcio, mediante el uso conchas residuales de caracol como materia prima. Para el cumplimiento del objetivo, la metodología aplicada se restringió con las siguientes condiciones de proceso: temperatura de calcinación, granulometría y tiempo, a las que se procesaron las valvas de caracol. El modelo experimental se basó en etapas, donde la primera etapa fue la de muestro, la segunda etapa consistió en la preparación de la muestra, la tercera etapa estuvo determinado por el proceso

experimental. La población de estudio fue tomada con un valor de 2. 837 Kg, la cual se sometió a un proceso de tamizada dando pase a las muestras. Con una cantidad aproximada de 2816.3 gramos. Los resultados que se obtuvieron fueron que en el % de CaCO<sub>3</sub> en las valvas sin calcinar se obtuvieron un total del 65.0802%, por otro lado, el % obtenido de CaCO<sub>3</sub> en las valvas cocinadas fue de un máximo de 94.9420% que corresponde al experimento número 18. Cabe señalar también que el valor mencionado en el anterior párrafo fue tratado con una malla N° 14, con una temperatura de calcinación de 600 y un tiempo de 120 minutos. Estos resultados nos muestran que si es posible obtener Carbonato de Calcio usando como materia prima las valvas residuales de Caracol (*Thais Chocolata*), por ello se menciona que el porcentaje más alto que se mostró fue en el experimento N°18 dando como resultado un valor de 94.9420% de CaCO<sub>3</sub>. Para determinar la viabilidad del proyecto se debe de ejecutar un estudio económico, donde se toma en cuenta el montaje de una planta piloto con la finalidad de determinar la factibilidad del proyecto.

Cerdán et al. (2017) su proyecto busca desarrollar una tecnología a nivel de laboratorio para la producción de carbonato de calcio en forma precipitado, donde este producto debe cumplir con las con las exigencias del mercado industrial principalmente la de pintura. Para el cumplimiento del objetivo se aplicó la metodología basada en procesos donde se realizó la calcinación, hidratación y carbonatación de las muestras que vienen de la cantera de Llocllapampa, y a su vez la caracterización se realizó mediante exámenes de FRX (Fluorescencia de rayos X) y DRX (Difracción de Rayos X). El examen de estas muestras arroja que la ley de CaCO<sub>3</sub> presentan una pureza del 98%, por otro lado, el análisis químico realizado nos indica que las muestran

contienen un promedio de 0.029% de hierro. Cabe señalar que el procesamiento experimental se realizó en una mufla a una  $T = \text{°C}$  y un tiempo de calcinación de Estos resultados que se nos prestan no Minutos, y estos valores son óptimos. En base a los resultados se puede concluir que las impurezas que presentan en la muestra no son muy significativas por ello no afectan el procesamiento, pero si se debe retíralas mediante un proceso de lixiviación. De acuerdo a los parámetros ya establecidos en esta investigación, se recomienda evaluar otros parámetros, como puede ser el caso de temperatura inicial, velocidad de agitación, entre otras.

## 2.2. Bases Teóricas

### 2.2.1. Huevo de Gallina

#### 2.2.1.1. Generalidades

El huevo de gallina tiene por nombre científico *Gallus Gallus*, este alimento ha sido consumidos desde ya hace más de 6 000 a.C. los principales rastros de este producto comestible se encuentran en las regiones de Asia y de la India, debido a que estos pueblos lograron domesticar a las gallinas salvajes, donde también nació la avicultura.

El huevo no solo es un alimento para el hombre, es mucho más que eso. Este producto está presente en una infinidad de expresiones y ritos populares, en el arte y en la mitología. Trasciende su hermosura, su finura funcional y formal, se relaciona estrechamente con la prolongación de la existencia y con los períodos de la madre naturaleza, la dualidad y a la vez la simbiosis que evoca. Es una fuente de nutrientes muy completo, la cual hace

que sea necesaria para en la alimentación humana; por otro lado, el huevo fecundado necesite transmisión de calor durante el proceso de la incubación para dar comienzo a un nuevo ser. (Instituto de Estudios del Huevo, 2009)

#### 2.2.1.2. Taxonomía.

Como ya se vino mencionando el huevo es un organismo germinativo procedentes de los animales ovíparos en su periodo de reproducción, por otro lado, los huevos (generalmente las que ponen las gallinas) están disponibles para el cliente, por durante casi todo el año.

**Tabla 1.** Taxonomía del Huevo de Gallina

<b>Reino</b>	<b>Animalia</b>
Filo	Chordata
Subfilo	Vertebrata
Clase	Aves
Orden	Galliformes
Familia	Phasianidae
Género	Gallus
Especie	G. Gallus
Subespecie	G. g. Domesticusn
<b>Sinonimia</b>	
<i>Gallus domesticas</i>	

---

Nota Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 2.** Clasificación de las gallinas, de acuerdo a su lugar de origen

Clasificación	Características
Asiáticas	✓ El origen de las gallinas domesticas se encuentra ligado al continente asiáticos.
	✓ Hoy en día sigue habiendo gallinas de esa procedencia.
	✓ Estos tipos de gallinas, son de bastante plumaje, son pesadas y grandes.
	✓ Son malas ponedoras, y no se adaptan fácilmente al frio.
Mediterráneo	✓ Son de color blanco.
	✓ Su peso es ligero y poseen un cuerpo mediano.
	✓ Son buenas ponedoras.
Atlánticas	✓ Son llamadas también norteamericanas.
	✓ Su nombre hace referencia a que son procedentes de América, pero sus antecesores son de raza europea.

---

Nota Fuente: (Ortiz, 2013)

**Tabla 3.** Clasificación de las gallinas, de acuerdo a su objetivo

Producción	Razas
De carne	✓ <u>Plymouth Rock.</u>
	✓ <u>Cornish.</u>
	✓ <u>Rhode Island Red.</u>
De huevos de cáscara oscura	✓ <u>New Hampshire.</u>
	✓ <u>Plymouth Rock.</u>
	✓ <u>Algunas razas sintéticas.</u>

---

De huevos de  
 cáscara blanca                      ✓ Leghorn Blanca

---

Nota Fuente: (Ortiz, 2013)

### 2.2.1.3. Composición física y química del huevo

Todos los animales ovíparos nacen del huevo. El huevo está compuesto principalmente por la cáscara, membrana, albumen y yema. Estas composiciones varían de acuerdo a muchos factores naturales y acción humana.

**Tabla 4.** Proporción y porcentaje de materia seca de los componentes del huevo

Componentes	% Sobre el huevo total		% de Materia Seca	
	Media	Rango	Media	Rango
<b>Cáscara</b>	9,1	7,8 – 13,6	99,0	-
<b>Membrana de la cáscara</b>	0,4	-	-	-
<b>Albumen</b>	61,5	53,1 – 68,9	11,5	8,5 – 14,5
<b>Líquido externo</b>	15,0	10 – 60	11,2	-
<b>Espeso</b>	35,0	30 – 80	12,4	-
<b>Líquido interno</b>	10,0	1 – 4	13,6	-
<b>Chalaza</b>	1,5	-	15,6	-
<b>Yema</b>	29,0	24,0 – 35,5	52,5	50,5 – 56,3

---

<b>Subtotal partes</b>		86,4 –		
	90,5		24,5	23,0 – 26,9
<b>comestibles</b>		92,2		

Nota Fuente:(Grobas & Mateo, 1996)

**Tabla 5.** Diferencia en la composición, peso y densidad del huevo producido en diferentes áreas

<b>Características</b>	<b>Huevo de campo</b>	<b>Huevo orgánico</b>	<b>Huevo comercial</b>
Yema	27,64	30,46	28,09
Clara	55,29	56,69	57,56
Cáscara	17,07	12,85	14,34
Peso promedio (g)	49,93	54,99	59,00
Densidad (g/ml)	1,031	0,995	1,030

Nota Fuente: (Acevedo et al., 2009)

### 2.2.2. La cáscara del huevo

La investigación de las diferentes variedades de cáscara de huevo, ha dado resultados después de casi 20 años de investigación, la técnica empleada para el estudio se basó en el reciclaje múltiple y la rebioactivación de las mismas (la cáscara de huevo).

La cáscara es la capa que recubre y protege al huevo, en otras palabras, es la pared que le defiende al contenido interior del huevo de la acción del medio y de los agentes externos; a través de este medio pueden efectuarse unos intercambios líquidos y gaseosos con las características del ambiente que le rodea.

La cáscara se halla en un rango de 9 al 13 % del peso total del huevo, lo cual hacen unos 5 a 7 gramos del peso total, pero este porcentaje depende de las

razas de las gallinas de donde procede. Estas se componen fundamentalmente de sustancias minerales, en las cuales se halla en mayor cantidad el Carbonato de calcio con un valor de 94.0%, lo cual hace que este mineral sea una de las más significativos para su componente estructural. (Valdés et al., 2009, p.5)

#### 2.2.2.1. Composición física y química

Muchos autores mencionan que la cáscara de huevo es un bioceánico, la cual este compuesto por una parte orgánica y la otra parte es inorgánica.

En las siguientes tablas se muestra más a detalle de su composición:

**Tabla 6.** Composición de la cáscara de huevo

<b>Componentes</b>	<b>%</b>
Agua	1,6
Minerales	95,1

Nota. Fuente: (Pérez, 2018)

**Tabla 7.** Composición de la cáscara de huevo

<b>Minerales</b>	<b>Formula</b>	<b>%</b>
Carbonato de calcio	CaCO <sub>3</sub>	93,6
Carbonato de magnesio	MgCO <sub>3</sub>	0,8
Fosfato tricálcico	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	0,73
Materia orgánica	---	3,3%

Nota. Fuente: Fernández & Arias, 2000 (como se citó en Pérez et al., 2018)

### 2.1.1. Carbonato de calcio

Berrú et al. (2014) mencionan que: “Es una de los compuestos más exuberantes en la naturaleza, debido a que este producto es el componente primordial de algunas piedras, de los esqueletos de los animales vertebrados y valvas de ciertos animales marinos como es el caso de los caracoles y conchas” (p.13).

Esta sustancia química también se le llama también “Carbonato cálcico”, es un compuesto químico ternario debido a que está formado por tres elementos químicos distintos, las cuales son: Ca (calcio), C (carbono), O (oxígeno), la cual se encuentra representado por la fórmula química  $\text{CaCO}_3$ .

**Tabla 8.** Clasificación de los tipos de calizas

Tipos	Características
Fosilíferas	Calizas compuestas por un elevado porcentaje de restos carbonatados de seres vivos (fósiles), cementados por carbonato cálcico.
Bioclásticas	Son calizas formadas mayoritariamente por fragmentos carbonatados de fósiles. Realmente son calizas fosilíferas cuyos fósiles están muy fragmentados.
Nodulosas rojas	Rocas carbonatadas de color rojizo con estructura nodular originada por un intenso proceso de bioturbación sobre fangos micríticos calcáreos. Se formaron en altos fondos marinos alejados del continente emergido durante el Jurásico (umbrales).
Oolíticas	Calizas compuestas fundamentalmente por oolitos que son granos esféricos de carbonato cálcico de origen inorgánico con estructura concéntrica. Se formaron en medios marinos cálidos y poco profundos (plataformas carbonatadas).
	Calizas formadas por la precipitación de carbonato

### 2.1.2. *Piedra caliza*

La piedra caliza también llamada roca caliza, es la materia prima fundamental para la obtención del carbonato de calcio, este producto es un nutriente muy importante, ya que suministra calcio a las plantas y a su vez, es un componente que se utilizado para neutralizar la calidez del suelo.

Las calizas son piedras sedimentarias que su origen es principalmente organógeno u químico, que se encuentran compuestas por un 50% de carbonato cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ). Los que tienen origen bioquímico se encuentran relacionados principalmente con los seres vivos. Estos capturan el calcio que se encuentran diluidos en el agua y lo usan como fuentes para elaborar sus esqueletos o huesos en forma de aragonito o calcita, y cuando cumplen su ciclo de vida, sus esqueletos o huesos darán unas calizas constituidas por calcita, cabe señalar que el aragonito es una sustancia inestable y se convierten en calcita, por otro lado, se depositan calizas (en forma de valvas) en los fondos marinos como resultado indirecto de la desintegración de los seres vivos (animales marinos). (Guerrero, 2001)

***Tabla 9. Piedras calizas y sus componentes***

---

Nombre Mineralógico	Dolomita	Aragonita	Aragonita	Magnesita
Fórmula Química	CaCO <sub>3</sub> .MgCO <sub>3</sub>	CaCO <sub>3</sub>	CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>
Peso molecular (g/mol)	184.4	100.1	100.1	84.3
Peso Específico (g/cc)	2.84	2.94	2.72	3.00
Dureza (escala de Mohs)	3.2 – 4.0	3.5-4.0	3.0	3.5-4.5
Forma de cristales	Romboédrica	Ortorrónica	Romboédrica	Romboédrica

Nota. Fuente: Guerreo, 2015 (como se citó en Samaniego, 2018, p.13)

#### 2.1.2.1. Composición química

La piedra caliza está compuesta químicamente, por diversos minerales. El componente principal de la roca caliza es el carbonato de calcio, este producto es conocido por ser uno de los más cuantiosos en el planeta. El carbonato de calcio, que se encuentra en la piedra caliza, constituye por lo menos un cincuenta por ciento de las piedras calizas que se encuentra en forma de calcita. Cabe mencionar que la mayor parte de calizas son denominadas calcitas casi puras.

#### 2.1.3. Conchilla de Ostras o Moluscos

Es una importante fuente de calcio, debido principalmente a su origen marino. Para su procesamiento y utilización, esta materia prima necesita ser sometidos a un proceso térmico, con la finalidad de eliminar la posible contaminación microbiana. Cabe mencionar que el calcio presente en la conchilla es muy

similar a la de la piedra caliza, pero el detalle es que no es muy soluble y que se presentan en grandes tamaños gruesos.

#### 2.1.4. Algas Calcáreas

Este producto se extrae de las cuencas oceanográficas, la cual también es una fuente muy importante de carbonato de calcio.

**Tabla 10.** Ejemplos de especies de Algas calcáreas

Especie	Características
<u>Lithotamme o Algomin</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tiene por nombre científico es <u>Lithothamnium calcareum.</u></li> <li>➤ Este producto se captura en las cotas marinas del oeste de Francia.</li> </ul>
<u>Maerl</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Posee un esqueleto coralífero calcáreo.</li> <li>➤ En su composición presenta mayor calcio.</li> <li>➤ El porcentaje que presenta de calcio es de 30 – 34%.</li> </ul>

Nota. Fuente: Rios & Velasquez, 2016.

##### 2.1.4.1. Uso del carbonato de calcio

El carbonato de calcio es un producto que genera competencia ventajosamente con otros minerales para el uso de cargas, esto es debió a su precio la cual es mucho más baja. Para el proceso de cargas se exige, por lo general, una excelente blancura y el tamaño de grano, la cual está comprendido entre 40 a 20 mm. (Brea de calafatear, Masillas, adhesivos, sellantes), y de 10 a 0.7 mm. (Plásticos, pinturas, papel, caucho). (Rios & Velasquez, 2016, p.53)

- Muchos autores mencionan que el carbonato de calcio tiene una gran importancia en la industria del plástico. Por lo que se aplican en los procesos de fabricación de los siguientes
  - PVC plastificado
  - Plásticos de PVC.
  - PVC rígido.
  - Polipropileno.
  - Resinas de poliéster no saturadas.

RIOS & VELASQUEZ (2016) señala que. El carbonato de calcio, es un insumo principal en la fabricación de plásticos y hules, pero principalmente en PVC plastificado, poliolefinas y rígido. El tratamiento que se le da al carbonato de calcio ofrece ventajas muy importantes las cuales son: una baja absorción de plastificante y alta dispersión. (p.54)

- Elaboración de detergentes y jabones

El carbonato de calcio en la industria de la elaboración de detergentes y jabones se usa para mejorar la presentación de dichos productos, debido a que este mineral logra una alta retención de humedad, lo cual hace que su consistencia mejor; además de esto este producto no altera las propiedades fisicoquímicas del producto, más al contrario mejora la acción de limpieza debido a un apropiado abrasividad.

- Producción de Caucho

El carbonato de calcio es aprovechado en la industria de la producción de caucho para mantener la flexibilidad, el

aumentando a la resistencia de la tracción y a la torsión, perfeccionando las características eléctricas y mecánicas del caucho. Por otro lado, el carbonato de calcio evita la fatiga, el calentamiento, las rupturas y el envejecimiento del material.

➤ Producción de Pintura.

El carbonato de calcio se usa la industria de la producción de pinturas, para aumentar el rendimiento y la obtención de pinturas con una alta calidad sintética de aceites y en otros productos de revestimientos, pero lo más importante es que este producto contribuye a su opacidad y hace también que las pinturas se adhieran a la pared sin chorrearse. Cabe mencionar que los carbonatos son muy blancos y estos hace que no alteren el color que se quiere obtener.

➤ Nutrición animal.

En los alimentos balanceados, para el consumo de animales, el carbonato de calcio aumenta la producción, por otro lado, hace que mejore la resistividad e integridad de las cáscara de huevo de las gallinas ponedoras y que contribuyan al fortalecimiento de los usos de los animales.

➤ Vidrio

➤ Cemento

## 2.2. Definiciones conceptuales

- **Oxido de calcio:** Este producto se obtiene a partir del carbonato de calcio, donde a través del proceso de calcinación y posteriormente el proceso de hidratación, se obtiene oxido de calcio. (Galván & Velásquez, 2011)
- **Carbonato de calcio:** Es un compuesto químico ternario (estos son debido a que se encuentra formado por tres elementos químicos). Esta sustancia es muy abundante y es uno de los componentes fundamentales de las rocas, conchas, y a su vez forman parte de los esqueletos de animales. (Rios & Velasquez, 2016)
- **Dureza carbonatada:** Es un término muy común que se usa en el agua potable, la dureza cálcica hace referencia a que en el agua se encuentre con iones de calcio, en forma de carbonatos y bicarbonatos. La unidad de medida para este ítem es ppm.
- **Chalazas:** Es un engrosamiento del albumen, se presenta forma de filamentos que se encuentra rizados, estos se prolongan desde la yema hasta los polos opuestos de la estructura del huevo. Esta sustancia sujeta a la yema para que se encuentre en el centro de ella. (Instituto de Estudios del Huevo, 2009)
- **Albumen denso externo:** Es una parte del huevo que comúnmente se conoce como la “Clara”. El albumen espeso recubre la yema, contiene un alto contenido de riboflavina y proteínas, la cual es una fuente principal de nutrientes del huevo. (Instituto de Estudios del Huevo, 2009)
- **Albumen fluido interno:** Es otra de las partes del huevo que comúnmente se conoce como “Clara”, el albumen fluido interno es la que se encuentra más cerca del albumen denso. (Instituto de Estudios del Huevo, 2009)

- **Albumen fluido externo:** Es otra de las partes del huevo que comúnmente se conoce como “Clara”, el albumen de fluido externo es la que se encuentra más cerca a la cáscara de huevo. (Instituto de Estudios del Huevo, 2009)
- **Disco germinal:** Es también llamada blastodisco, disco de forma pequeña de color claro que se encuentra en la parte superficial de la yema. Es también el lugar donde empieza la partición de las células embrionarias, esto pasa siempre y cuando el huevo está fecundado. (Instituto de Estudios del Huevo, 2009)
- **Membranas testáceas:** existen dos tipos, de las cuales son la membrana interna y externa. Son membranas que recubren la parte interior del huevo la cual rodean el albumen, estas membranas a su vez brindan protección contra la penetración de agentes patógenos (bacterias). (Instituto de Estudios del Huevo, 2009)

## 2.3. Formulación de la Hipótesis

### 2.3.1. Hipótesis general

Antes del proceso de calcinación y posteriormente el proceso de molienda, a la que se somete la materia prima (la cáscara de huevo) se obtiene carbonato de calcio.

### 2.3.2. Hipótesis específica

El porcentaje de la humedad, porcentaje de ceniza y porcentaje de calcio, son los parámetros por los cuales se caracterizará la materia prima (cáscara de huevo de gallina).

Mediante la determinación de los valores porcentuales de Humedad, Ceniza, DT,  $D_{Ca}$ ,  $D_{Mg}$  se realizará la caracterización fisicoquímica del carbonato de calcio obtenido.

De acuerdo el porcentaje de la caracterización tanto de la cascara de huevo como del carbonato de calcio, el rendimiento del proceso es de un 60%.

## 2.5. Operacionalización de las variables

<b>Variables</b>	<b>Dimensión conceptual</b>	<b>Dimensión de variables</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>
Obtención de Carbonato de calcio.	El carbonato de calcio es el componente primordial de las cáscaras de huevo de la gallina, este producto es muy útil para el procesamiento de otros materiales, específicamente en la producción de alimentos balanceados.	Esta variable será estudiada a través de sus componentes químicos, y sus propiedades físicas.	Caracterización física	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Propiedades organolépticas.</li> <li>➤ Color.</li> <li>➤ Tamaño de partícula.</li> </ul>
			Caracterización química	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reacción con el agua.</li> <li>➤ Composición ternaria.</li> </ul>
El procesamiento de las cáscaras de huevo de gallina.	Como ya se mencionó anteriormente, la capa protectora del huevo es la cáscara, la cual está formada principalmente por carbonato de calcio.	Esta variable será estudiada a través de los parámetros de su composición química y física.	Caracterización física	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Propiedades organolépticas.</li> <li>➤ Color.</li> <li>➤ Tiempo de almacenamiento.</li> </ul>
			Caracterización química	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Composición en su estructura.</li> <li>➤ Reacción al HCl.</li> </ul>

## CAPITULO III. METODOLOGÍA

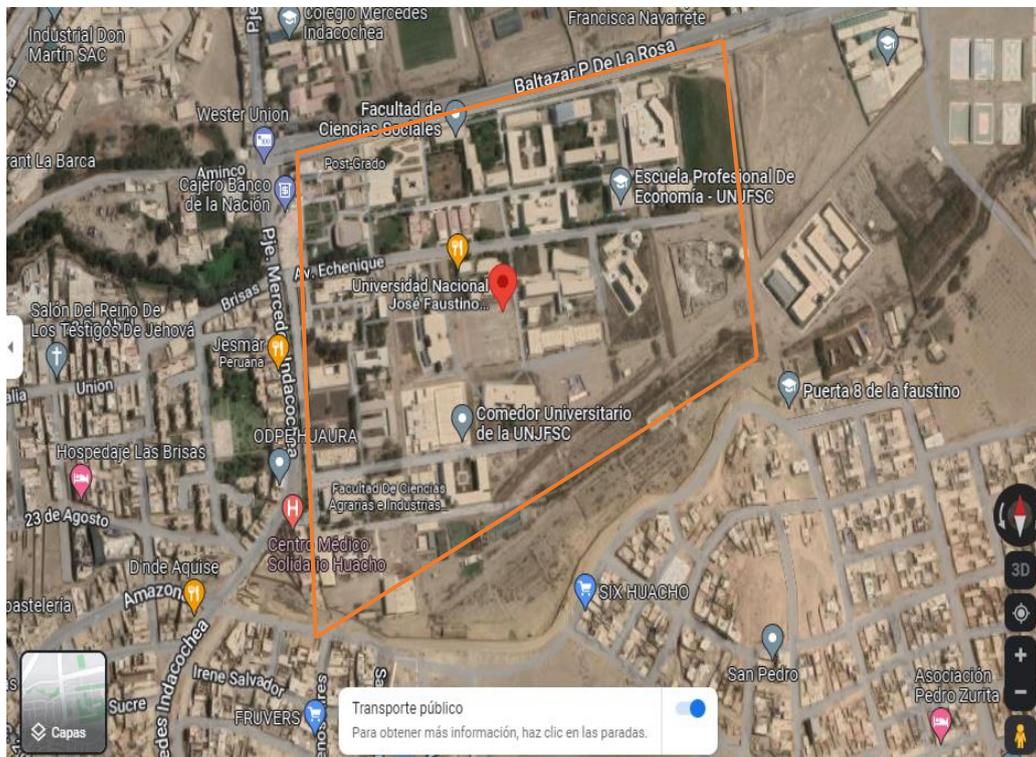
### 3.1. Diseño Metodológico

#### 3.1.1. Lugar de Ejecución

*Tabla 11. Descripción donde se desarrollará la Investigación*

Distrito	Huacho
Provincia	Huaura
Departamento	Lima
Lugar de Muestreo	Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.
Coordenadas	19L 2159069.77mE 8769092.21mS

Nota. Fuente: Elaboración propia



*Figura 1. Delimitación del espacio geográfico.*

Nota. Fuente: (Google maps, 2023)

### 3.1.2. Diseño experimental

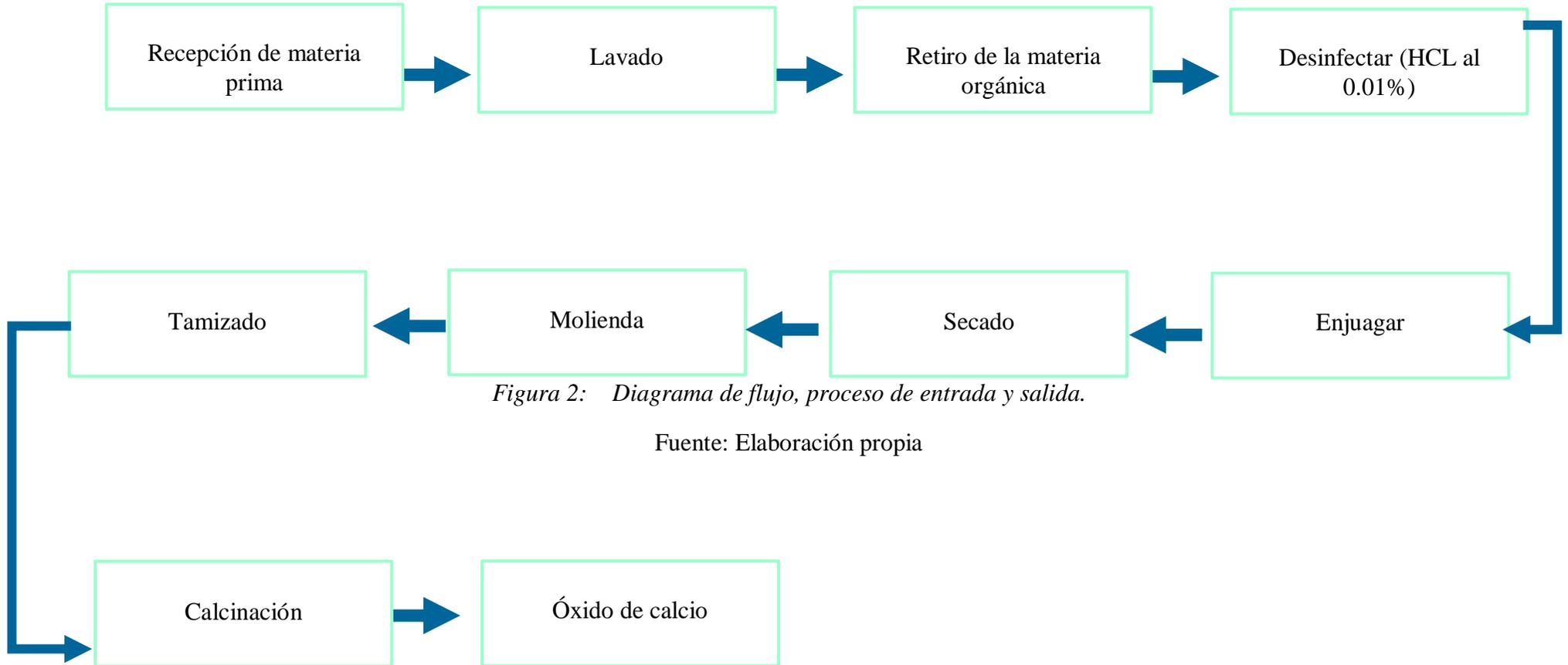


Figura 2: Diagrama de flujo, proceso de entrada y salida.

Fuente: Elaboración propia

- Desarrollo del proceso de obtención del carbonato de calcio
  - I. Como primera parte del proceso, se realiza la recepción de la materia, las cuales son la cascara de huevo, provenientes de la recolección del comedor universitario de la UNJFSC. En este mismo apartado se realiza el pesado de la población de estudio.



*Figura 3: Fotografía de la muestra (cáscara de huevo), donde se recopiló un aproximado de 5kg*

Fuente: Cámara - moto g9.

- II. Como segunda parte del proceso, se realizó la limpieza de la materia prima (casca de cáscara de huevo), el agua para la limpieza de la cáscara de huevo tiene que estar a 25 °C. de temperatura, en este procedimiento se elimina restos de suciedad.



*Figura 4: Proceso del lavado de la materia prima (cáscara de huevo).*

Fuente: Cámara - moto g9.

- III. Como tercera parte del proceso, se quita el material orgánico del huevo, esto hace referencia a la membrana testáceas de la parte externa, la cual se encuentra en la parte interna de la cara de la cáscara.



*Figura 5: Fotografía del proceso de quite de la membrana.*

Fuente: Cámara - moto g9.

- IV. Como cuarto proceso, se realiza la desinfección de la materia prima (cáscara de huevo), este se realiza con una solución de HCl al 0,01%. La materia prima se sumerge en esta solución por 2 minutos de tiempo. Este proceso se realiza con la finalidad de evitar la proliferación de agentes patógenos.

La preparación de la solución de HCl al 0,01%. Se tomo 2 ml de reactivo de HCl, en una pipeta, la cual se vertió en 2 000 ml agua destila.

- V. Como quinto paso, se realiza el proceso de secado, la cual se hace a una temperatura de 30 °C (temperatura promedio del medio ambiente, en la temporada de la realización de la investigación), la materia prima fue sometida al secado por un lapso de 3 horas.



*Figura 6: Imagen del proceso de secado al aire libre.*

Fuente: Cámara - moto g9.

- VI. Como sexto paso, se realizó la molienda (proceso de trituración) de la materia prima (la cáscara de huevo), para este proceso se usó un mortero, el tamaño obtenido en este material se puede clasificar como polvo.



*Figura 7: Imagen del vertimiento de la cáscara seca al molino de disco..*

Fuente: Cámara - moto g9



*Figura 8: Imagen del Pulverizado de la muestra.*

Fuente: Cámara - moto g9.

- VII. Como séptimo paso, se realizó el proceso de tamizaje, la cual se hizo con un tamiz de N° 50 MESH, el resultado de este procesos la obtención final del producto, con un tamaño uniforme.



*Figura 9: Imagen del Proceso de tamizado de la muestra pulverizada.*

Fuente: Cámara - moto g9.



*Figura 10: Obtención del carbonato de calcio.*

Fuente: Cámara - moto g9.

### **3.2. Población y Muestra**

#### **3.2.1. Población**

Para la población de estudio, se tomó a los desechos generados en el comedor universitario de la UNJFSC. La cual tiene un aproximado de 1 m<sup>3</sup> de residuos orgánicos generados. (cabe mencionar que este valor solo se sacó en un día, y solo después del almuerzo).

#### **3.2.2. Muestra**

Para la muestra se hizo la separación de los residuos orgánicos, donde se buscó específicamente clasificar la cascara de huevo. A través de este proceso se logró obtener 5 Kg de materia prima (cáscara de huevo).

### 3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.3.1. Técnicas a emplear

Métodos empleados para el análisis fisicoquímico de la materia prima y producto

- Determinación del % de humedad

El método gravimétrico empleado para el análisis del porcentaje de humedad que se halla en la muestra, se da por la evaporación de la misma la cual ocasiona una disminución de peso de la muestra seleccionada, aplicando el proceso de calentamiento en mufla a 115°C por 3 hora, la determinación del porcentaje de humedad se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(M_1 - M_2)}{M} * 100$$

Donde:

$M_1$ : Kg del recipiente con la muestra húmeda.

$M_2$ : Kg del recipiente con la muestra seca.

$M$ : Kg de la muestra.

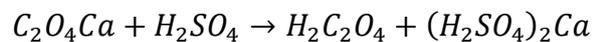
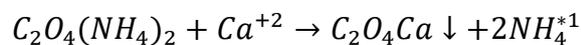
- Determinación del % de Ceniza

Se pesa en un recipiente de porcelana 5gr de muestra, se ingresa a una mufla a 550°C por 1 hora, seguir con la calcinación hasta observar de color blanco la muestra, finalmente se introduce a un desecador por 15min.

$$\% \text{Ceniza} = \frac{\text{Peso de recipiente} + \text{gr cenizas blancas} - (\text{Peso de recipiente})}{\text{gr de muestra}} * 100$$

- Determinación del Calcio por Permanganimetría

Se pesa 0.1 gramos de materia prima en calcinación, luego se agrega 10 mililitros de HCl y 30 mililitros de agua destilada en un vaso beaker, se calienta en una cocina eléctrica hasta el punto de ebullición, después se filtra y se lava, esa agua de lavado necesita estar en un ph 4.8 (Anaranjado de metilo con ácido clorhídrico y amoniaco se adapta de rojo a amarillo, la filtración se traslada a vasos beaker de diferentes volúmenes y separar el calcio añadiendo un gramo de la sal oxalato de amonio, se calienta 5 minutos y se digesta a 60°C por ½ hora. Luego, se filtra y se lava, se disuelve ese sobrante con 200 mililitros de H<sub>2</sub>O y 10 mililitros de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en un vaso beaker. Finalmente se calienta y se valora con permanganato de potasio hasta que vire de transparente hasta rosa bajo.



- Determinación de la dureza Total por medio del Método volumétrico (EDTA)

Se pesa 1gr de muestra, se añade a una vasija Erlenmeyer y se agrega 50 ml de agua destilada, luego se tiñe con eriocromo (morado), se titula con EDTA hasta que vire de rojo vino hasta azul y se anota los ml gastados de EDTA, el mismo procedimiento se repite en una prueba en blanco.

$$Dureza\ Total = 400 * M * V$$

Donde:

$M$  = molaridad de la sustancia EDTA.

$V$  = ml de la sustancia EDTA gastados.

- Determinación de la dureza Cálcica por medio del Método volumétrico (EDTA)

Se pesa 1 gr de muestra se le añade 20ml de agua destilada, luego se le añade 5 gotas de buffer y 1 gota de indicador a la solución, agitamos y se procede a titular con EDTA, se anota el gasto.

$$\text{Dureza Cálcica} = V_1 * 300$$

### 3.3.2. Materiales y Equipos

Para el procedimiento experimental se usaron lo siguientes equipos y materiales, los cuales se detallan en los siguientes cuadros:

**Tabla 12.** Descripción de los materiales usados en el procedimiento experimental.

<b>Material</b>	<b>Capacidad</b>
Bureta	25 ml
Fioles	100ml
	200ml
	50ml
Vasos beaker	100ml
	250ml
Pipetas volumétricas	10ml
	25ml
Matraz Erlenmeyer	250ml
Probeta	100ml
Tamiz	50 mesh

Nota Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 13.** Descripción de los equipos usados en el procedimiento experimental.

<b>Equipo</b>	<b>Rango de capacidad</b>
Balanza analítica	120 – 200 g
Balanza digital	220 g
Mufla	100 – 1 200 °C
Pipetas volumétricas	10ml
	25ml
Matraz Erlenmeyer	250ml
Probeta	100ml
Tamiz	50 mesh
Balde de lavado	10lt
Mortero	-
Soporte Espinoza	-

Nota Fuente: Elaboración Propia



*Figura 11: Molino de disco.*

Fuente: Cámara - moto g9.



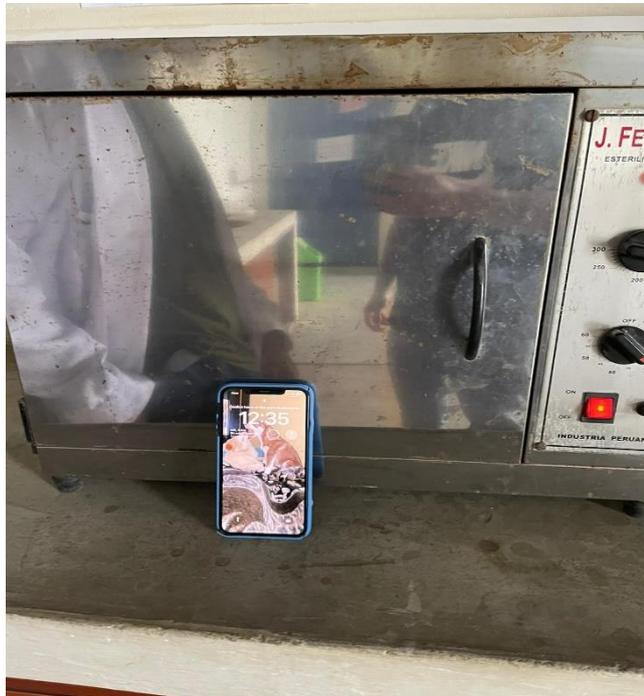
*Figura 12: Máquina tamizadora o cernidora.*

Fuente: Cámara - moto g9.



*Figura 13: Balanza analítica.*

Fuente: Cámara - moto g9.



*Figura 14: Mufla eléctrica.*

Fuente: Cámara - moto g9.

### 3.3.3. Reactivos e insumos

Para el procedimiento experimental se usaron lo siguientes reactivos e insumos, como se muestra en los siguientes cuadros:

**Tabla 14.** Descripción de los reactivos usados en el procedimiento experimental.

<b>Reactivos</b>	<b>Descripción</b>
Ácido clorhídrico	Concentrado.
Amoniaco	Es llamado también cloruro de acilo.
Buffer	Tiene un PH>10.
Cloruro de amonio	Es una sal de amonio.
EDTA	Es un ácido débil y es la solución tituladora.
Ericromo	Es un indicador metalcrómico, presentación en polvo.
Hidróxido de sodio	La presentación es en pellets.
Murexida	También conocido como purpurato de amonio
Cloruro de magnesio hexahidratado	Brinda fuentes de iones de magnesio.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 15.** Descripción de los insumos usados en el procedimiento experimental.

<b>Insumo</b>	<b>Características</b>
Cáscara de huevo	Materia prima
Agua	Potable Destilada

Nota. Fuente: Elaboración propia.

### **3.4. Técnicas para el procesamiento de la información**

Los métodos a utilizarse serán los siguientes:

Desarrollo el trabajo de investigación con un software estadístico para el procesamiento de datos extraídos de acuerdo a la producción de carbonato de calcio a partir de las cáscaras de huevo, de igual manera se realizarán proyecciones y análisis que darán paso a la planificación de actividades en tiempo futuro, empleando software y programas elegidos, como Microsoft Excel, el SPSS y visio.

## CAPITULO IV. RESULTADOS

Las diferentes pruebas experimentales se realizaron en el Laboratorio de Química Analítica y Laboratorio de Metalúrgica de la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica.

### 4.1. Análisis Físico

*Tabla 16. Análisis organoléptico del carbonato de calcio.*

<b>Muestra</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Muestra</b>
Carbonato de calcio	Color	Blanco
	Olor	Inodoro
	Aspecto	Polvo

Nota. Fuente: Elaboración propia.

### 4.2. Análisis químico

*Tabla 17. Análisis químico de la cascara de huevo.*

<b>Muestra</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Cantidad</b>
Cáscara de huevo	Humedad	0.94%
	Ceniza	10.96%
	Calcio	33.48%

Nota Fuente: Elaboración Propia .

**Tabla 18.** Análisis químico del carbonato de calcio.

<b>Muestra</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Cantidad</b>
	Humedad	1.38%
	Ceniza	6.5%
Carbonato	Dureza total	820 ppm
de calcio	Dureza cálcica	576 ppm
	Dureza magnésica	244 ppm
	Calcio (gr de muestra)	16375 (AOAC 944,03)

Nota Fuente: Elaboración Propia

## CAPITULO V. DISCUSIÓN

**Tabla 19.** Composición proximal de las cáscaras de huevo.

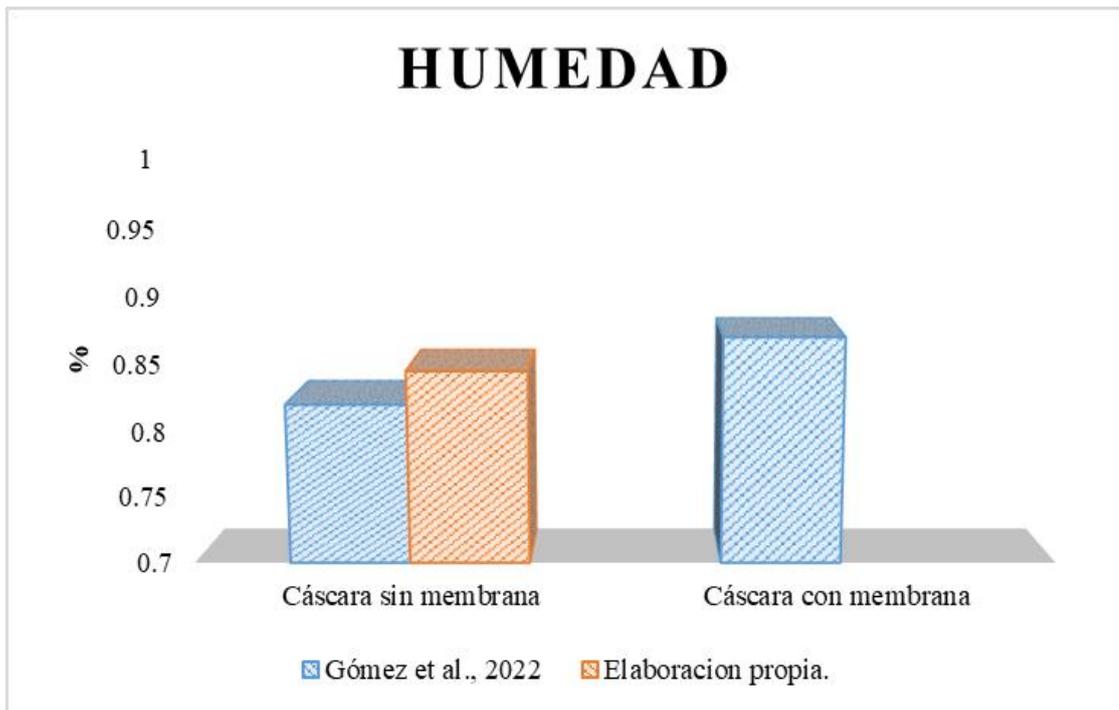
<b>Composición</b>	<b>Cáscara con membrana</b>	<b>Cáscara sin membrana</b>
Humedad g/100 g	0.87	0.82
Proteína g/100g	5.75	4.37
Grasa g/100g	7.13	6.21
Ceniza g/100g	82.51	81.26
Ca%	32.8	33.9

Nota. Fuente: Gómez et al., 2022.

**Tabla 20.** Análisis químico de la cascara de huevo.

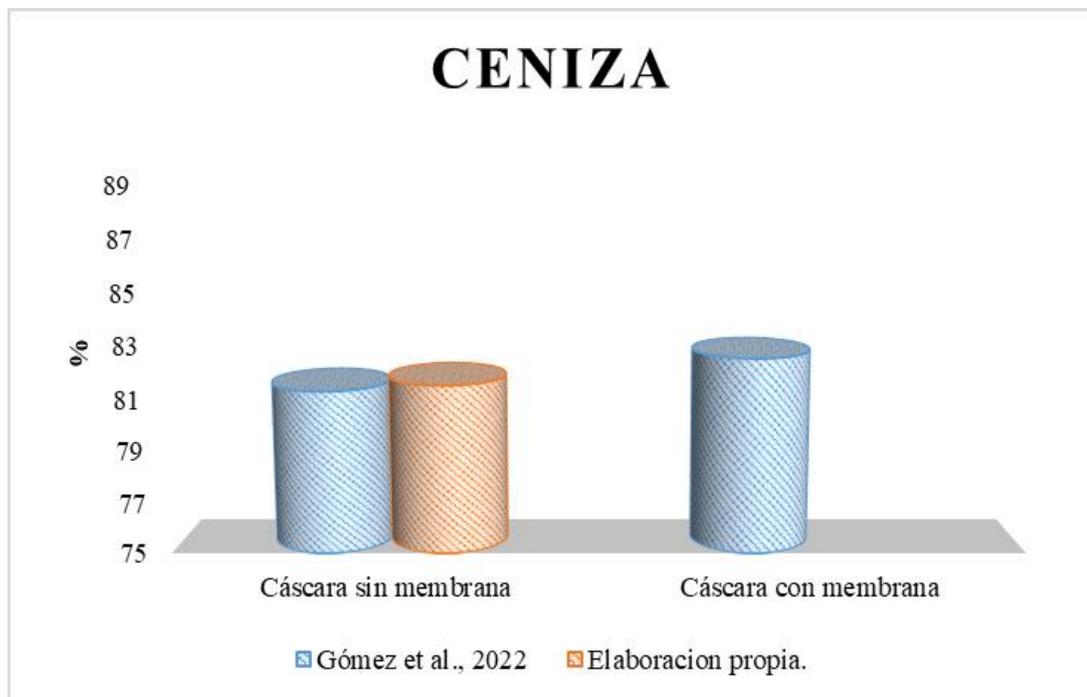
<b>Muestra</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Cantidad</b>
Cáscara de huevo	Humedad	0.83%
	Ceniza	81.49%
	Calcio	33.48%

Nota. Fuente: Elaboración propia.



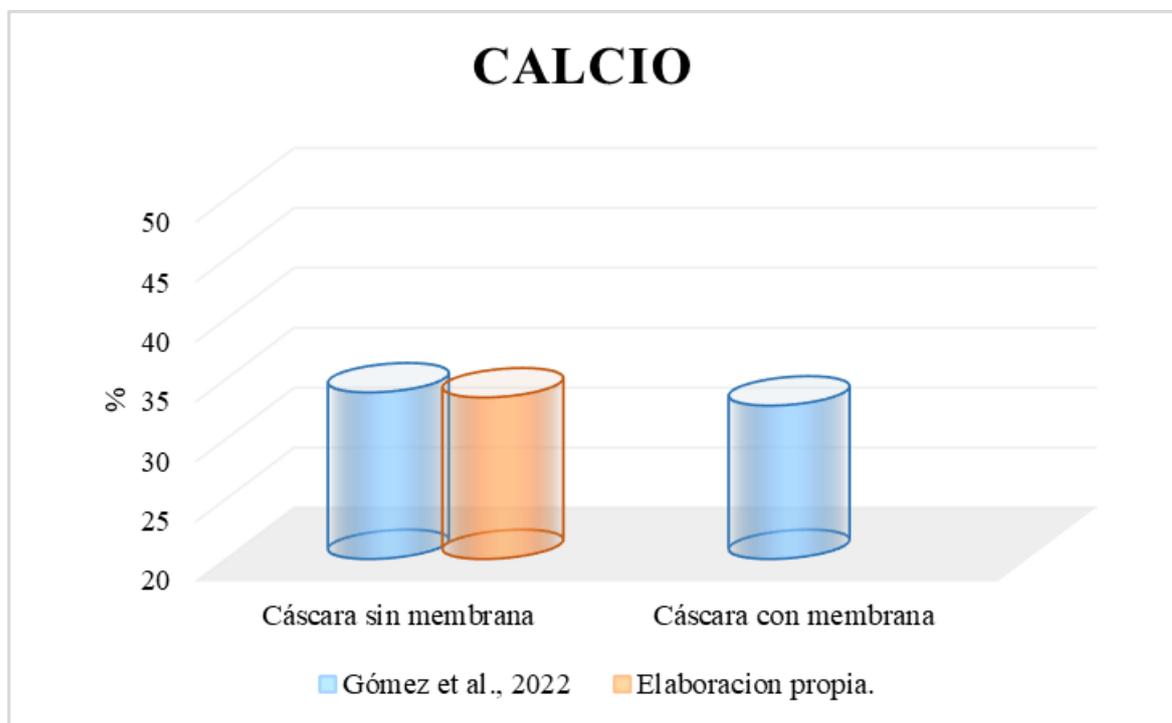
*Figura 15: Valores porcentuales, comparadas entre la humedad encontrada y la humedad del autor citado.*

Nota. Fuente: Autoría propia-Excel



*Figura 16: Valores porcentuales, comparadas entre la cantidad de ceniza encontrada y la cantidad de ceniza, del autor citado..*

Nota. Fuente: Autoría propia-Excel



*Figura 17: Valores porcentuales, comparadas entre la cantidad de calcio encontrada y la cantidad de calcio, del autor citado.*

Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

## **CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. Conclusiones**

- ❖ El tamaño a la que se tritura la materia prima (cáscara de huevo), influye significativamente en la solubilidad, esto nos quiere decir que, si el tamaño de las partículas de la materia prima es grande, la liberación del calcio se ara lentamente ante la acción del ácido clorhídrico.
- ❖ La determinación de los porcentajes de los siguientes parámetros que son: humedad, ceniza, y la totalidad del calcio es la caracterización química, mediante la cual se obtienen valores de estimación para la recuperación del carbonato de calcio.

### **6.2. Recomendaciones**

- ❖ Para el estudio de la caracterización fisicoquímica de la materia prima (cáscara de huevo), se debe implementar equipos y materiales para identificar y valorar más parámetros.
- ❖ En el procedimiento experimental se usa un reactivo muy peligro el cual es el ácido clorhídrico, la cual se encuentra concentrado, para trabajar con esta sustancia se debe de hacer uso de una campana extractora de gases.
- ❖ Para maximizar el rendimiento de la obtención del carbonato de calcio, se recomienda que el agua del proceso de lavado se escurra con un recipiente donde el tamaño de muestra no sea mayor a los orificios del escurridor.
- ❖ Para acelerar el proceso de secado, se debe usar un secador de bandejas, a fin de acelerar el proceso de secado. Y agilizar el proceso de experimentación, determinando así la optimización del tiempo y recursos.

## CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bonilla, C. M., & Núñez, V. D. (2012). *Plan de Manejo Ambiental de los Residuos Sólidos de la Ciudad de Logroño*. Grado de Maestría, Escuela Politécnica del Ejercito, Vicerrectorado de Investigación y Vinculación con la Colectividad, Sangolquí.
- Cajusol, R. O. (2019). *Elaboracion de un plan de manejo de los residuos sólidos para el mercado modelo de abastecimiento del Distrito de Chulucanas - Piura 2017*. Universidad Católica Sedes Sapientiae, Facultad de Ingeniería Agraria. Morropón: UCSS.
- Carreño, A. J. (2019). *Plan Integra de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos en el Asentamiento Huamano de Manzanares del distrito de Huacho para reducir la contaminacion ambiental*. Universidad Nacional José Faustino Sanchez Carrión , Escuela de Posgrado. Huacho: UNJFSC.
- Correa, C. D. (2018). *Elaboración del Plan de Manejo de Residuos Sólidos para el distrito de Vice, provincia de Sechura 2017*. Universidad Católica Sede Sapientiae , Facultad de Ingeniería Agraria . Chulucanas: UCSS.
- Donald, J. M., Otava, F., Simioni, D., & Lizuka, M. K. (1998). *Desarrollo Sustentable de los AA. HH: Logros y Desafíos de la Política Habitacionales y Urbanas de América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile : Naciones Unidas .
- Elita, G. A. (2015). *Sistema de Gestión Integral de los Residuos Sólidos en el Distrito de Viques - Huancayo*. Para Optar el Título , Univerisdad Nacional del Centro del Perú , Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente, Huancayo.

- Galván, R. M., & Velásquez, R. M. (Agosto de 2011). Cal, un antiguo material como una renovada opción para la construcción. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, XII(1), 93 - 102. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v12n1/v12n1a10.pdf>
- González, L. a. (2016). *Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos en la Empresa Super Botas T.V S.A.* Universidad Distrital Francisco José de Caldas , Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales , Bogotá D.C.
- Google maps. (2023). *Google*. Recuperado el 17 de Abril de 2023, de <https://maps.google.com/>
- Grobas, S., & Mateo, G. G. (07-08 de Noviembre de 1996). Influencia de la nutrición sobre la composición nutricional del huevo. 25. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Gonzalo-Mateos/publication/28180440\\_Influencia\\_de\\_la\\_nutricion\\_sobre\\_la\\_composicion\\_nutricional\\_del\\_huevo/links/02bfe51119a187a4c7000000/Influencia-de-la-nutricion-sobre-la-composicion-nutricional-del-huevo.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gonzalo-Mateos/publication/28180440_Influencia_de_la_nutricion_sobre_la_composicion_nutricional_del_huevo/links/02bfe51119a187a4c7000000/Influencia-de-la-nutricion-sobre-la-composicion-nutricional-del-huevo.pdf)
- Guerrero, H. C. (Agosto de 2001). Rocas calizas: Formación, ciclo del carbonato, propiedades, aplicaciones, distribución y perspectivas en la Mixteca Oaxaqueña. *TEMAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA*, 5(14), 3 - 14. Obtenido de [https://www.utm.mx/edi\\_anteriores/pdf/ensayo1t14R.pdf](https://www.utm.mx/edi_anteriores/pdf/ensayo1t14R.pdf)
- Guillermo, D. A. (09 de Julio de 2019). La industria del huevo en Latinoamérica, breve perspectiva. *aviNews.com*. Obtenido de <https://avinews.com/la-industria-del-huevo-en-latinoamerica-breve-perspectiva/>

Guzman, N. W. (2019). *Propuesta de plan para el manejo de los residuos sólidos urbanos generados en el Distrito de Trujillo-2019*. Título profesional , Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión , Facultad de Ingeniería , Trujillo.

I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. (23-24 de Julio de 2008). La Problemática de los Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y El Caribe . *REDISA*, 18.

Instituto de Estudios del Huevo. (2009). *El gran libro del Huevo*. (1ª edición ed.). Madrid, España: EDITORIAL EVEREST, S.A. Obtenido de [institutohuevo.com/wp-content/uploads/2017/07/EL-GRAN-LIBRO-DEL-HUEVO.pdf](http://institutohuevo.com/wp-content/uploads/2017/07/EL-GRAN-LIBRO-DEL-HUEVO.pdf)

Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). *Panorama y Mercado del huevo de gallina*. Lima : MINAGRI. Obtenido de [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/438987/panorama\\_\\_mercado\\_huevo\\_de\\_gallina.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/438987/panorama__mercado_huevo_de_gallina.pdf)

Morales, J. A. (2019). *Propuesta de un Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos Para la Población del Cantón Piña, Provincia de el Oro*. Título Profesional , Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Carrera de Ingeniería Ambiental , Cuenca.

Municipalidad Distrital de Imperial. (2011). *Plan de Manejo de Residuos Sólidos del distrito de Imperial*. Oficina Medio Ambiente . Cañete: MA.

Muñoz, G. W. (2019). *Prpopuesta de un plan de manejo de los residuos sólidos urbanos generados en el distrito de Trujillo - 2019*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión , Escuela de formación profesional de Ingeniería Ambiental . Cerro de Pasco: UNDAC.

- Ortiz, S. J. (2013). *Manual de gallinas ponedoras*. SENA. Obtenido de <https://corporacionbiologica.info/wp-content/uploads/2021/03/mangallpon-sena-130806102644-phpapp02.pdf>
- Revelo, M. J. (2019). *Propuesta de un plan de manejo integral de residuos sólidos para la población del Cantón Piñas, provincia de el Oro*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca , Carrera de Ingeniería Ambiental. Cuenca: UPSSC.
- Rios, O. W., & Velasquez, V. M. (2016). *Obtención de carbonato de calcio a partir de valvas residuales de caracol (THAIS CHOCOLATA)*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Escuela profesional de Ingeniería Química . Arequipa : UNSAA. Obtenido de <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/ff5f43f0-150d-4699-93e4-74fa235c67c8/content>
- Rojas Moquillaza, K. O. (2018). *Evaluación de residuos sólidos domiciliarios para proponer un plan de gestion ambiental y disminuir la contaminación en la urbanización en Milagro - Huaura* . Universidad Nacional José Faustino Sanchez Carrión , Escuela profesional de Ingeniería Ambiental . Huacho: UNJFSC.
- Shila, B. C., David, M. V., & David, R. L. (2010). *La Gestión de Residuos Sólidos en el Asentamiento Humano "La Paz" y "Luis Felipe de Las Casas" en Ventanilla: alternativas para una propuesta participativa*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela de pos grado. Lima: PUCP.
- Yáñez, M. A., & Diaz, V. F. (2021). *Elaboración de un plan de manejo de residuos sólidos aprovechables en el abrrío Cocha*. Escuela Politécnica Nacional, Escuela de Formación de Tecnólogos . Quito: EPN.