



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA**

**INFLUENCIA DEL QUITOSANO OBTENIDO DESDE**  
**EXOESQUELETOS DEL CAMARÓN (*Litopenaeus vannamei*)**  
**SOBRE LA GERMINACIÓN DE CEBADA (*Hordeum vulgare*)**

**Trabajo de Titulación**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERA QUÍMICA**

**AUTORA:** MARÍA GABRIELA DÍAZ ZAMBRANO

**DIRECTOR:** Dr. GALO ALBERTO INSUASTI CASTELO MSc.

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, **María Gabriela Díaz Zambrano**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, MARÍA GABRIELA DÍAZ ZAMBRANO, declaro que el presente trabajo de integración curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.


Riobamba, 01 de abril de 2022

**María Gabriela Díaz Zambrano**

**080347793-4**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de Titulación; Tipo: Proyecto de Investigación, **INFLUENCIA DEL QUITOSANO OBTENIDO DESDE EXOESQUELETOS DEL CAMARÓN (*Litopenaeus vannamei*) SOBRE LA GERMINACIÓN DE CEBADA (*Hordeum vulgare*)**, realizado por la señorita: **MARÍA GABRIELA DÍAZ ZAMBRANO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Dr. Fabián Ernesto Arias Arias PhD. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	_____	2022-04-01
Dr. Galo Alberto Insuasti Castelo MSc. <b>DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	_____	2022-04-01
Dr. Carlos Pilamunga Capus PhD. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	 _____	2022-04-01

## DEDICATORIA

No puedo empezar con otra palabra más que “*Gracias*”. Es por ello que hoy me llena de orgullo poder dedicarles este trabajo a ustedes mis padres “*Gustavo y Margarita*” que son la motivación más grande de mi vida.

Como no agradecerte a ti papito, mi primer amor, por cada sacrificio que haces por mí y mis hermanos, por no importarte las largas horas de trabajo con tal de ver a tus hijos triunfar, por siempre brindarme tu apoyo y confiar en mí. Y a ti mamita agradecerte por ser mi mejor amiga, mi consejera y nunca dejarme sola cuando sentía que ya no podía más. Gracias a los dos por haberme dado todo de ustedes, son mi más grande orgullo.

A ustedes hermanos “*Antonella y Gustavo*” porque son la razón por la que lucho día a día, gracias infinitas a ti negrita por cada palabra de aliento y por siempre haber creído en mí, y a ti mi diseñador favorito agradecerte por permitir que este trabajo resalte con tus maravillosos diseños. Los amo inmensamente espero ser un ejemplo para ustedes.

Y de manera especial agradecer a mi hermano mayor “*Carlos*” por haberme acompañado a lo largo de estos años en mi estadía por Riobamba, por ayudarme y estar para mí, siempre que te necesite, eres mi ejemplo a seguir y te admiro por cada logro que has conseguido.

Y sin dejar atrás agradecerte a ti “*Vinicio*” por hacer mi vida un poco más fácil desde que llegaste, por nunca dejarme sola, y sobre todo por hacerme parte de tu vida y de tu familia.

*Gaby*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por haberme acompañado a lo largo de mi vida, y haberme regalado la fortaleza necesaria para culminar mis estudios. A mi familiares paternos y maternos por confiar en mí, gracias por ser parte de mi vida.

A mis amigos “Sonia, Brayan, Salome, Andrea, Kelly, Jhoe, Andrés, Alex y Gabriel” quienes gracias a su apoyo incondicional se convirtieron en la fuerza que me llevó a superar cada desafío que se me presentó a lo largo del tiempo en la vida universitaria.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a los docentes de la Facultad de Ciencias quienes me adoctrinaron de conocimientos los cuales formaron una parte importante en mi formación académica, en especial a la Dra. Isabel Ortiz, Ing. Marco Chuiza, Ing. Carlo Haro catedráticos de calidad quienes además de formar ingenieros para el futuro se preocuparon de moldear mejores seres humanos.

Al Dr. Galo Insuasti quien además de ser el tutor de este proyecto fue mi mentor, quien con su indeleble conocimiento me guio para poder desarrollar de la mejor manera este trabajo.

Al Dr. Carlos Pilamunga asesor de mi tesis quien fue de un apoyo fundamental para la realización de este proyecto.

*Gaby*

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	2

## CAPÍTULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Antecedentes de la investigación.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Marco Conceptual.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.1. Camarón .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.2. Producción de camarón en Ecuador .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.3. Especies de camarón en Ecuador.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.3.1. Litopenaeus vannamei.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2.4. Desechos del Camarón .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2.5. Quitina .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2.6. Referencias generales sobre obtención de quitina .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.6.1. Desproteinización .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.6.2. Desmineralización .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.6.3. Despigmntación.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.7. Quitosano .....</b>	<b>8</b>
<b>1.2.8. Propiedades del Quitosano .....</b>	<b>8</b>
<b>1.2.9. Referencias generales para la obtención del quitosano .....</b>	<b>9</b>
<b>1.2.10. Caracterización del quitosano .....</b>	<b>9</b>
<b>1.2.10.1. Grado de desacetilación.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2.10.2. Solubilidad.....</b>	<b>10</b>
<b>1.2.10.3. Peso Molecular .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2.11. Aplicaciones del Quitosano .....</b>	<b>10</b>

1.2.11.1.	<i>Industria de alimentos y bebidas</i> .....	10
1.2.11.2.	<i>Tratamientos de agua</i> .....	11
1.2.11.3.	<i>Agricultura</i> .....	11
1.2.12.	<i>Cebada</i> .....	11
1.2.13.	<i>Germinación</i> .....	12

## CAPÍTULO II

2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	13
2.1.	<b>Hipótesis y especificaciones de las variables</b> .....	13
2.1.1.	<i>Hipótesis General</i> .....	13
2.1.2.	<i>Hipótesis Específicas</i> .....	13
2.1.3.	<i>Identificación de la variable</i> .....	13
2.1.4.	<i>Operacionalización de Variables</i> .....	14
2.1.4.1.	<i>Operacionalización de variables para el proceso de obtención de quitosano</i> .....	14
2.1.4.2.	<i>Operacionalización de variables para la germinación del grano de cebada</i> .....	14
2.1.5.	<i>Matriz de Consistencia</i> .....	16
2.2.	<b>Tipo y Diseño de Investigación</b> .....	16
2.2.1.	<i>Tipo de Investigación: Correlacional</i> .....	16
2.2.2.	<i>Diseño de Investigación: Experimental</i> .....	16
2.2.2.1.	<i>Manejo específico para la obtención del quitosano</i> .....	17
2.2.2.2.	<i>Proceso de evaluación de la germinación</i> .....	17
2.3.	<b>Unidad de Análisis</b> .....	18
2.4.	<b>Población de Estudio</b> .....	18
2.5.	<b>Material Experimental</b> .....	18
2.6.	<b>Selección de muestra</b> .....	18
2.7.	<b>Metodología de obtención de quitina, quitosano e influencia del quitosano sobre la germinación del grano de cebada</b> .....	18
2.7.1.	<i>Metodología para la obtención de quitina</i> .....	18
2.7.1.1.	<i>Primera etapa: Preparación de la materia prima (exoesqueletos de camarón)</i> .....	20
2.7.1.2.	<i>Segunda etapa: Proceso de obtención de quitina</i> .....	20
2.7.2.	<i>Metodología para la obtención de quitosano</i> .....	21
2.7.2.1.	<i>Tercera etapa: Proceso de obtención de quitosano</i> .....	22
2.7.2.2.	<i>Caracterización del quitosano: (Espectroscopia IR, Grado de Desacetilación, Peso Molecular)</i> .....	22
2.7.3.	<i>Metodología del efecto del quitosano sobre la germinación del grano de cebada</i> ...	25



2.8.	Técnicas de Recolección de Datos .....	27
------	--	----

### CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	28
3.1.	Resultados de la obtención de quitina .....	28
3.1.1.	<i>Rendimiento de quitina</i> .....	28
3.1.2.	<i>Caracterización de la quitina</i> .....	29
3.2.	Resultados de la obtención de quitosano .....	30
3.2.1.	<i>Rendimiento del quitosano</i> .....	30
3.2.2.	<i>Caracterización del quitosano</i> .....	31
3.2.2.1.	<i>Espectroscopía Infrarroja de los tres tratamientos</i> .....	31
3.2.2.2.	<i>Grado de desacetilación de los tres tratamientos</i> .....	34
3.2.2.3.	<i>Pesos moleculares del quitosano obtenido</i> .....	36
3.3.	Resultados de solubilidad del mejor quitosano (T3) en ácido láctico .....	40
3.4.	Resultados de la germinación de cebada tratada con quitosano y su testigo .....	40

CONCLUSIONES .....	46
--------------------	----

RECOMENDACIONES .....	47
-----------------------	----

### BIBLIOGRAFÍA

### ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Taxonomía de <i>Litopenaeus Vannamei</i> .....	5
<b>Tabla 2-1:</b>	Taxonomía de la cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> ).....	12
<b>Tabla 1-2:</b>	Variables para el proceso de obtención del quitosano.....	13
<b>Tabla 2-2:</b>	Variables para el proceso de germinación del grano de cebada.....	13
<b>Tabla 3-2:</b>	Operacionalización Conceptual del Quitosano .....	14
<b>Tabla 4-2:</b>	Operacionalización metodológica del quitosano .....	14
<b>Tabla 5-2:</b>	Operacionalización conceptual de la germinación de la cebada .....	14
<b>Tabla 6-2:</b>	Operacionalización metodológica de la germinación de la cebada.....	15
<b>Tabla 7-2:</b>	Matriz de Consistencia .....	16
<b>Tabla 8-2:</b>	Factores de Estudio en el proceso de obtención de quitosano .....	17
<b>Tabla 9-2:</b>	Tratamientos experimentales para el proceso de obtención de quitosano .....	17
<b>Tabla 10-2:</b>	Factores de estudio para la evaluación de la germinación.....	17
<b>Tabla 11-2:</b>	Tratamientos experimentales para la evaluación de la germinación .....	17
<b>Tabla 12-2:</b>	Proceso de la preparación de la materia prima .....	20
<b>Tabla 1-3:</b>	Porcentaje de rendimiento de quitina .....	28
<b>Tabla 2-3:</b>	Rendimiento de los quitosanos obtenidos de tres tratamientos.....	30
<b>Tabla 3-3:</b>	Número de longitudes de onda de grupos funcionales presentes en los quitosanos de los tres tratamientos.....	34
<b>Tabla 4-3:</b>	Grado de desacetilación de los tratamientos .....	35
<b>Tabla 5-3:</b>	Viscosidades Dinámicas para cada concentración de T2 .....	36
<b>Tabla 6-3:</b>	Viscosidades Dinámicas para cada concentración de T3 .....	36
<b>Tabla 7-3:</b>	Viscosidades Relativas de T2 .....	36
<b>Tabla 8-3:</b>	Viscosidades Relativas de T3 .....	37
<b>Tabla 9-3:</b>	Viscosidades Específicas de T2 .....	37
<b>Tabla 10-3:</b>	Viscosidades Específicas de T3 .....	37
<b>Tabla 11-3:</b>	Viscosidades Reducidas de T2.....	37
<b>Tabla 12-3:</b>	Viscosidades Reducidas de T3.....	38
<b>Tabla 13-3:</b>	Viscosidades Intrínsecas de los tratamientos .....	39
<b>Tabla 14-3:</b>	Peso molecular de los tratamientos T2 y T3.....	39
<b>Tabla 15-3:</b>	Porcentaje de solubilidad del Quitosano al 1% en Ácido Láctico (1 %).....	40
<b>Tabla 16-3:</b>	Germinación de granos de cebada con radículas > 0,5 centímetros tratados con quitosano al 1 % en ácido láctico (1 %) y el testigo correspondiente .....	41

<b>Tabla 17-3:</b> Germinación de granos con radículas < 0,5 centímetros de granos de cebada tratados con quitosano al 1 % en ácido láctico (1 %) y el testigo correspondiente .....	42
<b>Tabla 18-3:</b> Porcentaje de granos germinados totales tratados con quitosano al 1 % en ácido láctico (1 %) y el testigo correspondiente.....	43
<b>Tabla 19-3:</b> Estudios acerca del efecto del quitosano sobre la germinación .....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Langostino Blanco ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ).....	5
<b>Figura 2-1:</b> Estructura de la Quitina.....	6
<b>Figura 3-1:</b> Estructura del Quitosano.....	8
<b>Figura 4-2:</b> Grano de cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> ).....	11

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-2:</b>	Diagrama de flujo del proceso de obtención de quitosano .....	19
<b>Gráfico 2-2:</b>	Diagrama de flujo del proceso de despigmentación.....	20
<b>Gráfico 3-3:</b>	Diagrama de flujo del proceso de Desmineralización .....	21
<b>Gráfico 4-2:</b>	Diagrama de flujo del proceso de Desproteínización .....	21
<b>Gráfico 5-2:</b>	Diagrama de flujo del proceso de obtención de Quitosano .....	22
<b>Gráfico 6-2:</b>	Diagrama de flujo para determinar el porcentaje de solubilidad óptima del quitosano obtenido .....	26
<b>Gráfico 7-2:</b>	Diagrama de flujo del proceso de germinación.....	27
<b>Gráfico 1-3:</b>	Espectro Infrarrojo de quitina obtenida .....	29
<b>Gráfico 2-3:</b>	Espectro Infrarrojo de Quitina obtenida por López Calvache .....	30
<b>Gráfico 3-3:</b>	Rendimiento de los quitosanos obtenidos.....	31
<b>Gráfico 4-3:</b>	Espectro Infrarrojo de T1 (1 hora de hidrólisis).....	32
<b>Gráfico 5-3:</b>	Espectro Infrarrojo de T2 (3 horas de hidrólisis) .....	32
<b>Gráfico 6-3:</b>	Espectro Infrarrojo de T3 (5 horas de hidrólisis) .....	33
<b>Gráfico 7-3:</b>	Espectro Infrarrojo de Quitosano obtenido por Peniche.....	33
<b>Gráfico 8-3:</b>	Porcentaje del Grado de desacetilación de los tres tratamientos.....	35
<b>Gráfico 9-3:</b>	Viscosidades Reducidas vs Concentraciones de T2 .....	38
<b>Gráfico 10-3:</b>	Viscosidades Reducidas vs Concentraciones de T3 .....	38
<b>Gráfico 11-3:</b>	Monitoreo de germinación (radícula > 0,5 cm) de granos de cebada tratadas con quitosano al 1 % en ácido láctico (1 %) y su testigo .....	41
<b>Gráfico 12-3:</b>	Monitoreo de germinación (radícula < 0,5 cm) de granos de cebada tratadas con quitosano al 1 % en ácido láctico (1 %) y su testigo .....	42
<b>Gráfico 13-3:</b>	Monitoreo del porcentaje de granos germinados totales .....	43

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- ANEXO A:** PREPARACIÓN DE LA MATERIA (EXOESQUELETOS DE CAMARÓN) 1
- ANEXO B:** PREPARACIÓN DE LA MATERIA (EXOESQUELETOS DE CAMARÓN) 2
- ANEXO C:** PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA QUITINA
- ANEXO D:** PROCESO DE OBTENCIÓN DE QUITOSANO
- ANEXO E:** GELIFICACIÓN Y SOLUBILIDAD DEL QUITOSANO OBTENIDO
- ANEXO F:** MONITOREO DE GERMINACIÓN DE LOS GRANOS TRATADOS CON QUITOSANO
- ANEXO G:** MONITOREO DE GERMINACIÓN DE LOS GRANOS DE CEBADA TRATADOS CON ÁCIDO LÁCTICO (1%)
- ANEXO H:** ESPECTRO INFRARROJO GRAFICADO EN FUNCIÓN DE LA ABSORBANCIA DEL T2
- ANEXO I:** ESPECTRO INFRARROJO GRAFICADO EN FUNCIÓN DE LA ABSORBANCIA DEL T3

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>A</b>	Absorbancia
<b>C</b>	Concentración
<b>FE</b>	Fondo de Escala
<b>GDA</b>	Grado de Desacetilación
<b>g</b>	Gramos
<b>h</b>	Horas
<b>l</b>	Líquido
<b>ml</b>	Mililitros
<b><i>M<sub>v</sub></i></b>	Peso molecular
<b>R</b>	Relación entre sólido y líquido
<b>RPM</b>	Revoluciones por minuto
<b>s</b>	Sólido
<b>T</b>	Temperatura
<b>t</b>	Tiempo
$\eta$	Viscosidad dinámica de la solución
$\eta_0$	Viscosidad dinámica del solvente
$\eta_{sp}$	Viscosidad específica
$[\eta]$	Viscosidad Intrínseca
$\eta_{red}$	Viscosidad reducida
$\eta_r$	Viscosidad relativa

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue obtener quitosano a partir de la quitina proveniente del exoesqueleto del camarón (*Litopenaeus vannamei*) para determinar la influencia del quitosano sobre la germinación de los granos de cebada (*Hordeum vulgare*). La obtención del quitosano a partir de la quitina se lo realizó desacetilando 1 gramo de quitina con 20 ml de NaOH al 50 % a 100 grados Celsius a tres tiempos de hidrólisis (1, 3 y 5 horas), que equivalen a tres tratamientos experimentales respectivamente (T1, T2 y T3). Los quitosanos obtenidos fueron sometidos a las pruebas de caracterización: solubilidad y gelificación, espectroscopia de infrarrojo (IR), grado de desacetilación (GDA) y peso molecular ( $M_v$ ), en base a los cuales se seleccionó el mejor quitosano que fue utilizado en el proceso de germinación de los granos de cebada. Caracterizados los quitosanos de los tres tratamientos se determinó que el mejor quitosano corresponde al del tratamiento T3 (5 horas de hidrólisis), el mismo que gelificaba aceptablemente y tenía una buena solubilidad en ácido láctico (1 %), un grado de desacetilación del 87,13 %, y un peso molecular de  $4,67E+06$  g/mol. La concentración óptima de quitosano obtenido fue del 1 % en ácido láctico (1 %), sustentado en que la solubilidad del quitosano en ácido láctico fue de 98,22 %. Para la germinación de los granos de cebada se los trató con una solución óptima de quitosano y se monitoreo durante 138 horas realizando un seguimiento, atendiendo tres parámetros como: germinados con radículas mayores a 0,5 cm, germinados con radículas menores a 0,5 cm y germinados totales. El resultado del monitoreo permitió establecer que el quitosano en ácido láctico acelera no significativamente la germinación en un 6,66 % en comparación con el testigo correspondiente al ácido láctico (1 %).

**Palabras clave:** <EXOESQUELETOS DE CAMARÓN (*Litopenaeus vannamei*)>, <QUITINA>, <DESACETILACIÓN>, <QUITOSANO>, <CEBADA (*Hordeum vulgare*)>, <GERMINACIÓN>, <GELIFICACIÓN>.

LEONARDO  
FABIO  
MEDINA  
NUSTE

Firmado digitalmente por LEONARDO  
FABIO MEDINA NUSTE  
Nombre de reconocimiento (DN): c=EC,  
o=BANCO CENTRAL DEL ECUADOR,  
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACIÓN DE  
INFORMACION-ECIBCE, i=QUITO,  
serialNumber=0000621485,  
cn=LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE  
Fecha: 2022.04.06 14:06:12 -05'00'



0616-DBRA-UTP-2022



## ABSTRACT

The aim of this study consisted of obtaining chitosan from chitin from the shrimp exoskeleton (*Litopenaeus vannamei*) to determine the influence of chitosan on the germination of barley (*Hordeum vulgare*) grains. Chitosan was obtained from chitin by deacetylating 1 gram of chitin with 20 ml of 50 % NaOH at 100 degrees Celsius at three hydrolysis times (1, 3 and 5 hours), equivalent to three experimental treatments respectively (T1, T2 and T3). The chitosans obtained were subjected to characterization tests: solubility and gelling, infrared spectroscopy (IR), degree of deacetylation (GDA) and molecular weight (Mv), on the basis of which the best chitosan was selected and used in the barley grain germination process. After characterizing the chitosans of the three treatments, it was determined that the best chitosan corresponds to that of treatment T3 (5 hours of hydrolysis), which gelled acceptably and had a good solubility in lactic acid (1 %), a degree of deacetylation of 87.13 %, and a molecular weight of 4.67E+06 g/mol. The optimum concentration of the obtained chitosan was 1 % in lactic acid (1 %), based on the fact that the solubility of chitosan in lactic acid was 98.22 %. For the germination of the barley grains, they were treated with an optimal chitosan solution and monitored for 138 hours carrying out a follow up according to three parameters: germination with radicles larger than 0.5 cm, germination with radicles smaller than 0.5 cm and total germination. The result of the monitoring allowed establishing that chitosan in lactic acid does not significantly accelerate germination by 6.66 % as compared to the control corresponding to lactic acid (1 %).

**Keywords:** <SHRIMP SKELETON (*Litopenaeus vannamei*)>, <CHITINE>, <DEACETYLATION>, <CHITOSAN>, <BARLEY (*Hordeum vulgare*)>, <GERMINATION>, <GELLING>.

ANA GABRIELA REINOSO ESPINOSA  
Firmado digitalmente  
por ANA GABRIELA  
REINOSO ESPINOSA  
Fecha: 2022.04.13  
10:37:58 -05'00'

## INTRODUCCIÓN

La principal fuente de contaminantes en la región costera son las industrias procesadoras de mariscos, debido a que “actualmente en el Ecuador hay unas 210,000 hectáreas dedicadas a su cultivo y crianza, el 60 % corresponde a Guayas, un 15 % al Oro, 9 % a Esmeraldas, 9 % a Manabí y un 7 % a Santa Elena” (Mackliff Villacreses y Lavayen Méndez, 2016), lo que conlleva a afectaciones al medio ambiente, ocasionando el incremento de masa en los basureros.

Los residuos que genera dichas industrias son los exoesqueletos de distintos especímenes, la mayor parte corresponde al exoesqueleto del camarón, que está compuesto por una cantidad mayoritaria de Quitina, un biopolímero que puede ser empleado para la obtención de derivados funcionales como es el caso del quitosano.

La quitina a través de procesamiento químico puede generar quitosano, este derivado funcional además de ser antifúngico, biocoagulante también puede ser aplicado en el campo de la producción agrícola (Mármol et al., 2011; Hidalgo, 2019, pp.12-14), ayudando a potenciar la germinación en distintos cultivos.

Otro estudio que da realce al quitosano es como recubrimiento de frutas para extender su vida útil es el de Rodríguez (2013, p.27), realizado en Colombia donde estudió el efecto de las biopelículas del quitosano sobre el mango, no solo demostrando que se extiende la vida útil del mango, sino que también cumple la función de antifúngico.

Al no existir un aprovechamiento adecuado de los exoesqueletos del camarón en el Ecuador, nos hemos planteado la idea de reutilizarlos en el proceso de la obtención del quitosano, el mismo que aportará un valor agregado a la industria además de ayudar a reducir la huella de la contaminación. A su vez en la región sierra se realiza el cultivo de cebada, el cual ocupa el cuarto lugar entre los cereales siendo superada por el trigo, maíz y el arroz (InfoAgro, 2016, p.16), y dicha importancia se debe a su amplia adaptabilidad, como cualquier grano tiene que germinar, y ocasionalmente puede ser beneficioso que sea acelerado y en ocasiones desacelerado, dependiendo de su utilidad. En el primer capítulo se plantean los antecedentes de la investigación y los términos que se utilizaran en la investigación para una mayor comprensión de la misma. En el segundo capítulo se plantea la hipótesis a comprobar y se especifican las variables relacionadas con el desarrollo del proyecto como la metodología seguida y concluyendo en el último capítulo se denotan los resultados generados durante el desarrollo de la investigación.

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **❖ Objetivo General**

- Determinar la influencia del quitosano obtenido desde exoesqueletos del camarón (*Litopenaeus Vannamei*) sobre la germinación de la cebada (*Hordeum vulgare*).

### **❖ Objetivo Específicos**

- Recolectar y preparar la muestra (quitina) de exoesqueletos de camarón.
- Obtener quitosanos por desacetilación de una muestra de quitina a tres tiempos de reacción manteniendo constante la temperatura.
- Caracterizar los quitosanos obtenidos en los tres tratamientos.
- Monitorear tratamientos de germinación (humectación inicial constante) de granos de cebada con el quitosano obtenido.

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Antecedentes de la investigación

La quitina al no ser soluble en agua ni ácidos, resulta muy poca versátil para las industrias, es por ello que su derivado funcional, el quitosano, que se obtiene por desacetilación tiene una mayor importancia como aplicación para las industrias (López et al., 2010, p.23).

Es por ello que en Venezuela López et al.(2010, p.30), se enfocó en la obtención de quitosano a partir de las conchas del camarón (*L. Vannamei*) con la finalidad de crear películas plastificadas. Para el proceso de la obtención del quitosano, realizaron como fase previa la obtención de quitina la cual a su vez se somete a tres tratamientos como lo son desmineralización, desproteínización y despigmentación respectivamente, una vez que se logró obtener la quitina se la sometió al proceso de desacetilación que se lo efectuó en un medio altamente alcalino. Donde al caracterizarse por IR se registró que el quitosano presenta un grado de desacetilación promedio entre 94 % y 97 %, además de que sus rendimientos varían entre 79 % y 94 %. Y en cuanto a la formación de las películas determinaron que presentan una disminución en su velocidad de degradación.

Así mismo Balanta et al. (2010, p.44) como Hidalgo Mina (2019, p.19), obtuvieron quitosano a partir del micelio de *aspergillus niger*, con la diferencia que Balanta et al. (2010, p.44), los aplicaron como material bioadsorbente, obteniendo resultados óptimos tanto en la coagulación como en la floculación, mientras que Hidalgo Mina (2019, p.19) extrajo quitosano con el propósito de crear un recubrimiento para la conservación de frutas, donde los resultados obtenidos fueron positivos, debido a que el recubrimientos en las frutas con chitosan extienden la vida útil en un promedio de 5 días aquellas frutas que no presentaban los recubrimientos.

Cocoletzi et al.(2009, p.26), compararon la obtención del quitosano a partir de los exoesqueletos de camarón con un quitosano comercial, evidenciándose por potenciómetro que el quitosano obtenido de las cáscaras del camarón como materia prima presenta un mayor grado de desacetilación que el comercial, ya que el quitosano obtenido supera en 4 % al quitosano comercial, obteniendo un grado de desacetilación del 64 %.

En Francia Rhazi et al. (2000, p.35) estudiaron el proceso de Kurita y Broussignac para determinar cuál de las dos propuestas genera un mayor grado de desacetilación en los quitosanos, determinando que el método de Kurita es el mejor proceso para obtener quitosanos con altos pesos moleculares y dentro de una amplia gama de grados de desacetilación.

Las propiedades antimicrobiana que presenta el quitosano, es muy beneficioso para el sector agrícola, ya que se han realizado un sin número de estudios que favorezcan dicho campo, es por

ello que Cruz et al. (2005, p.66) realizaron la investigación sobre la incidencia del quitosano en el crecimiento del arroz, arrojando resultados favorables en cuanto al porcentaje de germinación que presentaron los granos.

## **1.2. Marco Conceptual**

### ***1.2.1. Camarón***

El camarón (*caridea*) es un crustáceo de origen marino, perteneciente a la familia *Penaeidae* y al género *Penaeus* (Lalaleo Córdova, 2010; citado en Vanegas Hinojosa, 2014, p.19), son organismos que se encuentran distribuidos en todo el mundo (BioEnciclopedia, 2016, p.77), a excepción de las zonas polares. Estas criaturas tienen un exoesqueleto (caparazón) duro, que les permite cubrir su blando cuerpo (Animapedia, 2018, p.22), el mismo que posee un alto contenido de quitina (Cocoletzi et al., 2009, p.57).

### ***1.2.2. Producción de camarón en Ecuador***

El inicio de la industria camaronera tiene sus inicios en las décadas de 1960 (Romero, 2014, p. 60), comenzando en la parte sur del país, lo cual generó un gran beneficio económico al país, debido a que la camaronicultura se convirtió en la primera fuente de ingreso no relacionada con el petróleo (Piedrahita, 2018, p.36), tanto así que Ecuador para el 2008 se había convertido en el séptimo país productor de camarón en el mundo.

Según Varela (2011, p.4), “*la producción nacional de camarón de cultivo se concentra básicamente en la región costera del país, siendo las provincias de El Oro (40,7 %), Guayas (40, 1%) y Manabí (8,5 %), las que agrupan el mayor porcentaje del valor agregado bruto (VAB) del sector acuicultura y pesca de camarón*”. Consiguiendo que la exportación en Ecuador sea del 86,5 % al mercado externo.

### ***1.2.3. Especies de camarón en Ecuador***

La camaronicultura se ha desarrollado en Ecuador por más de 50 años (Piedrahita, 2018, p.40), por lo cual se producen un sin número de especies de camarón tales como:

“*Litopenaeus vannamei* (langostino blanco), *Litopenaeus occidentalis* (camarón blanco), *Litopenaeus stylirostris* (camarón blanco), *Farfantepenaeus californiensis* (camarón café), *Farfantepenaeus brevisrostris* (camarón rojo) y *Protrachypene precipua* (camarón pomada)” (Zambritisa Empacadora, 2016). Convirtiendo al *Litopenaeus vannamei* en la especie preferida para el cultivo como para el consumo interno.

### 1.2.3.1. *Litopenaeus vannamei*

El camarón blanco, *Litopenaeus Vannamei*, es una especie oriunda de la costa oriental del Océano Pacífico, y su producción se extiende desde México hasta Perú (Zambritisa Empacadora, 2016). Los ofertantes sobresalientes de camarones blancos del Pacífico son: Ecuador, México, Colombia, y Venezuela (García, 2017, p.12). Por ello esta especie lidera la tabla de producción en Ecuador representando el 95 % del total de especies cultivadas (Vanegas Hinojosa, 2014, p.17).



**Figura 1-1:** Langostino Blanco (*Litopenaeus vannamei*)

**Fuente:** (Zambritisa Empacadora, 2016).

#### ❖ Clasificación taxonómica del Langostino Blanco (*Litopenaeus Vannamei*)

**Tabla 1-1:** Taxonomía de *Litopenaeus Vannamei*

<b>Phylum</b>	Arthropoda
<b>Clase</b>	Malacostraca
<b>Orden</b>	Decapoda
<b>Suborden</b>	Dendrobranchiata
<b>Superfamilia</b>	Penaeoidea
<b>Familia</b>	Penaeidae
<b>Género</b>	<i>Litopenaeus</i>
<b>Especie</b>	<i>vannamei</i>

**Fuente:** (Pérez et al., 1997).

**Realizado por:** (Díaz G, 2021).

#### ❖ Morfología del Langostino Blanco (*Litopenaeus Vannamei*)

El langostino blanco es un crustáceo que posee un cuerpo alargado y cilíndrico que se encuentra dividido en tres partes: cefalotórax, abdomen y cola. Los cuales se detallarán a continuación (García, 2017, p.16).

- *Cefalotórax*: Portador de un rostro dentado en forma de quilla.
- *Abdomen*: Parte más desarrollada que se encuentra aplastada en los laterales, lo que ayuda a desempeñar la función de nadar.
- *Cola*: Compuesta de protopodito triangular y de dos ramas expodito y endopodito.

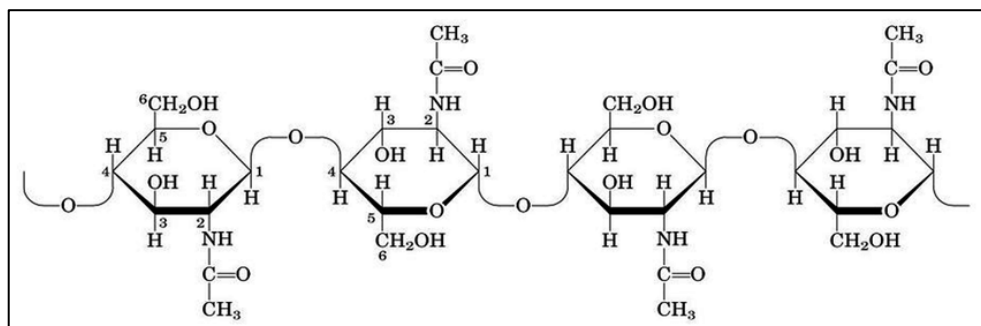
#### 1.2.4. Desechos del Camarón

Una vez retirada la carne del camarón, queda como residuos los exoesqueletos los cuales son desechados, los mismos que en estudios preliminares se han demostrado que contienen proteína y en cantidad mayoritaria la quitina, la misma que por tratamientos químicos se puede obtener diversos derivados funcionales. Por lo tanto, el procesamiento de los desechos del camarón genera una reducción en el impacto ambiental como en la huella ecológica (Solano, 2017, p.21).

#### 1.2.5. Quitina

La quitina es un polisacárido constituido por unidades de N-acetilglucosamina unidos por enlaces  $\beta$ -1,4, la cual se distribuye ampliamente en la naturaleza, por ello es considerado el segundo polímero más abundante en el planeta (Canache, 2016, p.16). La fuente principal de la extracción y obtención de la quitina son los residuos de las industrias pesqueras, es decir, los exoesqueletos de los crustáceos (Lalaleo, 2010, p.16).

La quitina en estado puro se presenta como sustancia blanca, parcialmente cristalina e inodora (Ramírez et al., 2010, p.271). De acuerdo con Flores (2004, p.10) “La quitina es altamente hidrofóbica, insoluble en agua, en ácidos y álcalis diluida y en la mayoría de solventes orgánicos”.



**Figura 2-1:** Estructura de la Quitina

**Fuente:** (Mármol et al., 2011).

### ***1.2.6. Referencias generales sobre obtención de quitina***

De acuerdo con Mármol et al. (2011, p.55), investigaron que la mejor manera de obtener la quitina a partir de los exoesqueletos de crustáceos es someter a la quitina a tratamientos con álcalis y ácidos, con la finalidad de extraer la proteína y eliminar la materia inorgánica presente en las conchas. A estas etapas del proceso se los conoce como desproteinización y desmineralización respectivamente, aunque ciertos autores consideran que es necesario implementar una etapa más que se conoce como despigmentación (Solano, 2017, p.19).

Una nueva alternativa existente para la obtención de quitina, es someter la materia prima previamente tratada a descalcificación en frío en una mezcla de agua y HCl concentrado, para posteriormente ser desproteinizada por la presencia de una base fuerte, como lo es el NaOH, lo cual genera un mejor resultado en cuanto al peso molecular de la quitina (Flores, 2004, p.7).

#### ***1.2.6.1. Desproteinización***

Tiene como finalidad eliminar el resto de las proteínas que hayan podido quedar presentes en los exoesqueletos. Para llevar a cabo la desproteinización química, se trata a las conchas de los crustáceos con hidróxido de sodio (NaOH) con una concentración máxima del 10 % con temperaturas que varían de 65-100°C por un lapso de 24 horas o también se pueden realizar dos tratamientos continuos donde los lapsos los períodos del tiempo son cortos (Cusihuamán, 2017, p.9).

#### ***1.2.6.2. Desmineralización***

Los caparazones de los crustáceos poseen carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), lo cual se busca eliminar en esta etapa con la implementación del ácido clorhídrico (HCl), con concentraciones que no sobrepasen el 10 %, para evitar de esta manera que se degrade el polímero (Luna, 2012, p.8).

#### ***1.2.6.3. Despigmentación***

Consiste en la decoloración de los exoesqueletos, es decir en eliminar los pigmentos que tengan presente, esta etapa no es necesario la aplicación de temperatura, y los solventes que ayudan al proceso de la despigmentación son la acetona, el hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ), así como también el peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) con concentración mínima del 0,5 % y como máxima del 3 % (Luna, 2012, p.9).

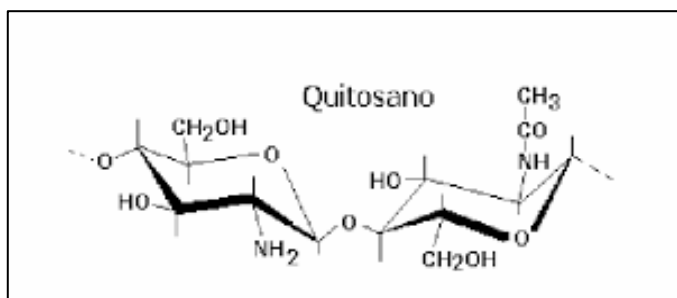


### 1.2.7. Quitosano

El quitosano es un polisacárido lineal de naturaleza renovable constituido por unidades (1->4)-2-amino-2-desoxi-  $\beta$ - D-glucano, que se obtiene de la modificación de la quitina por el proceso conocido como desacetilación, por lo que posee mejores propiedades en cuanto a la reactividad y solubilidad. Debido a los grupos aminos que presentan en su cadena, se ha logrado que el quitosano sea un polímero de gran interés para las industrias debido a sus múltiples funciones que desempeña (Peniche et al., 2001, p.81; Mármol et al., 2011, p.54-55).

Tanto así que se involucra en el proceso de formación de películas, además de participar en el tratamiento de agua debido a que por su estructura permite ligar lípidos y metales. Por si fuera poco, el quitosano tiene una gran importancia en la industria agrícola, ya que genera actividades de antifúngico y antibacteriano, encima ayuda a extender la vida útil de productos alimenticios (Peniche et al., 2001, p.82; Hidalgo, 2019, p.6-7).

Sin embargo, sus aplicaciones se ven un poco limitada, puesto que depende del tamaño de su cadena polimérica como del grado de desacetilación que puede variar entre 60 y 90 % (Mármol et al., 2011, p.54-55).



**Figura 3-1:** Estructura del Quitosano

Fuente: (Lárez, 2013).

### 1.2.8. Propiedades del Quitosano

Una de las propiedades que presenta el quitosano a diferencia de la quitina es la solubilidad en presencia de ácidos orgánicos como en ácidos minerales, como también su coloración frente a soluciones diluidas de yoduro y ácido, ya que el quitosano se torna de color violeta mientras que la quitina se torna de color verde (Lárez, 2003, p.91).

Además presenta un comportamiento catiónico, por lo que posee una mayor reactividad lo que permite que reaccione con la base de Schiff, y por si fuera poco es amigable con el medio ambiente por poseer la propiedad de biodegradabilidad (Mármol et al., 2011, p.54).

### ***1.2.9. Referencias generales para la obtención del quitosano***

La obtención del quitosano se obtiene por la desacetilación, que consiste en la eliminación del grupo acetil de la quitina, la cual ocurre en condiciones alcalinas severas. El proceso de la desacetilación se puede llevar a cabo por dos metodologías, las cuales son la fase homogénea que radica en emplear soluciones moderadas, donde la concentración máxima del álcali es del 30 % y temperaturas entre 25-40°C por tiempos de 12 a 24 horas a diferencia de la fase heterogénea donde se busca que la concentración de la base tome valores entre 40 -50 % y con temperaturas superiores a los 100°C donde los tiempos de reacción serán relativamente cortos (Vanegas, 2014, pp.13-14).

### ***1.2.10. Caracterización del quitosano***

Dependiendo del material de partida para la obtención del quitosano, varía la composición de la cadena como las dimensiones, por lo que es indispensable realizar la caracterización del biopolímero que se obtenga y de esta manera poder determinar sus propiedades (Cárdenas, 2010, p.15).

#### ***1.2.10.1. Grado de desacetilación***

El grado de desacetilación se define como la cantidad de grupos amino presentes en la cadena del polímero. Hay varias maneras de poder determinar el grado de desacetilación del quitosano, donde destacan la espectroscopia de infrarrojo (IR) y la potenciometría (Morey y Quinde, 2012, p.11).

#### **❖ Espectroscopia de Infrarrojo (IR)**

La espectroscopia de Infrarrojo permite determinar el grado de desacetilación del quitosano, debido a que se logra conseguir valores por las absorbancias de las bandas. Siendo posible gracias a que algunos átomos presentan bandas únicas de cada molécula, permitiendo de esta manera caracterizar algunos compuestos (Solano, 2017, p.23).

#### **❖ Potenciometría**

La valoración potenciometría permite medir el grado de desacetilación del quitosano, mediante la generación de una curva de titulación donde se representan los puntos de inflexión (Morey y Quinde, 2012, p. 11). Para calcular el grado de desacetilación del quitosano se emplea el método de

Broussignac, donde se relaciona el punto de inflexión mayor y menor, como la molaridad del NaOH.

#### *1.2.10.2. Solubilidad*

El quitosano es soluble en soluciones ácidas diluidas debido a la carga positiva que presentan las aminas primarias. Sin embargo, su solubilidad depende del grado de desacetilación que obtenga el quitosano (Hidalgo, 2019, p.9). Por lo tanto, el quitosano es soluble en soluciones de ácido clorhídrico y nítrico diluida las cuales no deben exceder una concentración mayor de 1,1 % porque a concentraciones del 10 % se vuelve insoluble como sucede con las soluciones del ácido sulfúrico (Rico, 2013, pp.9-10).

#### *1.2.10.3. Peso Molecular*

Dado que uno de los parámetros más destacado en cuanto a la caracterización del quitosano, es el peso molecular se vuelve indispensable su determinación, debido a que este factor va ligado con la solubilidad y viscosidad del mismo. Puesto que la solubilidad al presentarse en “*una mayor longitud de la cadena del polímero incrementa la posibilidad de formación de puentes de hidrógeno entre distintas cadenas disminuyendo su solubilidad*” (Cusihuamán, 2017, p.7) y en lo que respecta a la viscosidad este indicador proporciona mejores propiedades viscoelásticas y pseudoplásticas (Morey y Quinde, 2012, p.12).

### ***1.2.11. Aplicaciones del Quitosano***

El quitosano por tratarse de un biopolímero catiónico posee una amplia gama de aplicaciones a nivel industrial (Cusihuamán, 2017, p.11). A continuación, se puntualizan los sectores donde se emplea el quitosano.

#### *1.2.11.1. Industria de alimentos y bebidas*

Una de las aplicaciones que tiene el quitosano en la industria de alimentos es como agente espesante, gelificante y emulsificante, además de que con el mismo se puede crear recubrimientos de alimentos que permiten extender la vida útil de los víveres como también cumplir la función de ser antifúngico en ellos. Otra de las funciones que cumple el quitosano en la industria de alimentos es en el aprovechamiento de las proteínas para la alimentación animal y por si fuera sirve de clarificante en la industria de la bebida (Alimentatec, 2011, p.18).

### 1.2.11.2. *Tratamientos de agua*

El quitosano tiene mucha importancia en el tratamiento de aguas residuales, debido a que es empleado como coagulante y floculante lo que permite la remoción y eliminación de colorantes y metales pesados presente en el agua (Giraldo, 2015, p.2).

### 1.2.11.3. *Agricultura*

El quitosano es de gran utilidad para las plantas, puesto que permite combatir a plagas y microorganismos, generando un mecanismo de defensa por la actividad antifúngico que posee. Además, permite aumentar el rendimiento en los cultivos debido a que al aplicarse a las semillas genera una estimulación en su crecimiento (Giraldo, 2015, p. 2).

### 1.2.12. *Cebada*

El cultivo de cebada (*Hordeum vulgare*) se trata de un cereal que pertenece a la familia de las gramíneas (Soria, 2017, p.6). Es considerado uno de los cereales más importante en Ecuador, ocupando el cuarto lugar, debido a que el 40 % de su producción se la emplea para elaborar cerveza, así como también permite procesar derivados para la alimentación tanto humana como animal (Lema et al., 2017, pp.98-99).



**Figura 4-2:** Grano de cebada (*Hordeum vulgare*)

**Fuente:** (Espinoza, 2018).

## ❖ Clasificación Taxonómica de la cebada (*Hordeum vulgare*)

**Tabla 2-1:** Taxonomía de la cebada (*Hordeum vulgare*)

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Liliopsida
<b>Orden</b>	Poales
<b>Familia</b>	Poaceae
<b>Género</b>	<i>Hordeum</i>
<b>Especie</b>	<i>Vulgare</i>

Fuente: (Pérez, 2010).

### 1.2.13. Germinación

La germinación es un proceso que ocurre en las semillas, el cual inicia con la imbibición de agua lo que permite un aumento en el metabolismo celular. Por lo tanto, para una correcta germinación las condiciones en las que se desarrolla deben de ser favorables y esto ocurre cuando según Moreno et al. (2013, p.11) “*la radícula del embrión penetra las capas adyacentes hasta que se presenta protrusión radicular*”.

Es por ello que se vuelve indispensable calcular el porcentaje de germinación de un lote, puesto que permite determinar el potencial máximo de crecimiento en un lote de semillas para siembra (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, 2017).

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Hipótesis y especificaciones de las variables

##### 2.1.1. Hipótesis General

El quitosano obtenido a partir de quitina del exoesqueleto del camarón sirve para el estudio de su efecto en el proceso de germinación de los granos de cebada.

##### 2.1.2. Hipótesis Específicas

- El tiempo de hidrólisis de la quitina obtenida a partir del exoesqueleto del camarón a concentración constante de NaOH tiene influencia en la obtención del quitosano.
- Los granos tratados con quitosano tienen un efecto sobre el proceso de germinación.

##### 2.1.3. Identificación de la variable

En la presente investigación se prevé tres partes definidas, la obtención de quitina con metodología definida, la obtención del quitosano según las tablas 1-2, 3-2, 4-2 y el estudio germinativo de los granos de cebada según las tablas 2-2, 5-2 y 6-2.

**Tabla 1-2:** Variables para el proceso de obtención del quitosano

<b>Dependiente</b>	<b>Independiente</b>
Grado de desacetilación	Tiempos de hidrólisis alcalina

Realizado por: (Díaz G, 2020).

**Tabla 2-2:** Variables para el proceso de germinación del grano de cebada

<b>Dependiente</b>	<b>Independiente</b>
Porcentaje de germinación	Tiempos de germinación

Realizado por: (Díaz G, 2020).

## 2.1.4. Operacionalización de Variables

### 2.1.4.1. Operacionalización de variables para el proceso de obtención de quitosano

**Tabla 3-2:** Operacionalización Conceptual del Quitosano

VARIABLES	Tipo de Variable	Concepto
Tiempo de reacción	Independiente	Es el tiempo que se mantiene para que ocurra la desacetilación.
Grado de desacetilación	Dependiente	Consiste en la determinación del grado de hidrólisis de la quitina.

Realizado por: (Díaz G, 2020).

**Tabla 4-2:** Operacionalización metodológica del quitosano

Categorías	Variables	Indicador	Técnicas	Instrumentos/Fuentes de verificación
Proceso de hidrólisis de la quitina para generar quitosano	Tiempo de reacción	Horas	Cronometraje	Cronómetro/Registro de tiempo
	Temperatura de reacción	°C	Toma de temperatura	Termómetro/Registro de temperatura
	Concentración de NaOH para desacetilación	%	Elaboración porcentual de solución alcalina	Volumetría/Cálculos efectuados
Determinación del grado de hidrólisis del grupo acetilo	Grado de desacetilación	% GDA	Método de Brugnerotto	Espectrofotómetro (IR)
	Peso molecular f(viscosidad)	$M_v$	Ecuación de Mark Houwink	Viscosímetro Rotacional/ Cálculos efectuados de viscosidades

Realizado por: (Díaz G, 2020)

### 2.1.4.2. Operacionalización de variables para la germinación del grano de cebada

**Tabla 5-2:** Operacionalización conceptual de la germinación de la cebada

VARIABLES	Tipo de Variable	Concepto
Porcentaje de germinación	Dependiente	Indica el porcentaje de semillas que han germinado en los tratamientos.
Tiempos de germinación	Independiente	Tiempos de germinación de los granos de cebada.

Realizado por: (Díaz G, 2020).

**Tabla 6-2:** Operacionalización metodológica de la germinación de la cebada

<b>Categorías</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>Indicador</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos/Fuentes de verificación</b>
Proceso experimental para la germinación de los granos de cebada	Concentración del quitosano en ácido láctico	Porcentaje	Técnica de germinación	Estufa de cultivo Cajas Petri
	Volumen de solución de quitosano para inmersión de los granos de cebada	ml de solución de quitosano		
	Tiempo de inmersión en solución de quitosano y ácido láctico	Horas	Cronometraje	
	Temperatura de germinación	°C	Control de temperatura	
Determinación del efecto del quitosano sobre la germinación del grano de cebada	Porcentaje de germinación	Número de granos germinados	Cálculo del porcentaje de germinación	Monitoreo visual de radículas por parte del analista
	Tiempos de germinación	Horas	Cronometraje	

Realizado por: (Díaz G, 2020).



### 2.1.5. Matriz de Consistencia

Tabla 7-2: Matriz de Consistencia

ASPECTOS GENERALES			
Problema General	Objetivo General	Hipótesis	Técnicas
¿Qué tan factible es obtener quitosanos a distintos tiempos de hidrólisis?	Determinar si el tiempo de hidrólisis influye en la obtención del quitosano.	El tiempo de hidrólisis del exoesqueleto del camarón a concentración constante de NaOH tiene influencia en la obtención del quitosano.	Método de Kurita para hidrólisis de la quitina
La germinación de los granos de cebada puede ser influenciada por el efecto del quitosano	Determinar la influencia del quitosano en la germinación de los granos de cebada.	El tratamiento con quitosano de los granos de cebada influye en su proceso de germinación	Germinación en cajas Petri Estufa de cultivo.

Realizado por: (Díaz G, 2020).

## 2.2. Tipo y Diseño de Investigación

### 2.2.1. Tipo de Investigación: Correlacional

El desarrollo de esta investigación se describe como correlacional ya que, para la corroboración positiva o adversa de las hipótesis, se trata de medir el efecto que puede generar sobre la germinación una concentración de quitosano y su grado de desacetilación.

### 2.2.2. Diseño de Investigación: Experimental

El trabajo de titulación a realizarse es de tipo experimental debido a que se ejecuta en dos partes experimentales, la primera parte es la obtención del quitosano y la segunda parte el efecto del quitosano sobre la germinación. La obtención del quitosano consiste en tratar a la muestra de quitina con una solución alcalina fuerte, en este caso NaOH al 50 % a 100°C por 1, 3 y 5 horas respectivamente. Obtenido el quitosano se realiza la caracterización con IR, asociado a pruebas de desacetilación y la determinación del peso molecular en función de viscosidades. En la germinación de los granos de cebada, se toma una cantidad de ellos para tratarlos y humectarlos con una solución de quitosano obtenido al 1 % en ácido láctico (1 %). El porcentaje de germinación se monitorea en función de la longitud de las radículas en los tiempos para germinación considerados.

### 2.2.2.1. Manejo específico para la obtención del quitosano

**Tabla 8-2:** Factores de Estudio en el proceso de obtención de quitosano

Factor	Descripción del factor	Descripción del nivel	Nivel
A	Tiempo de hidrólisis	1 horas 3 horas 5 horas	a <sub>1</sub> a <sub>2</sub> a <sub>3</sub>
B	Temperatura de hidrólisis	100 °C	b <sub>1</sub>
C	Concentración de NaOH	50 %	c <sub>1</sub>
D	Relación en hidrólisis	1 g quitina -20 ml de NaOH (50%)	d <sub>1</sub>

Realizado por: (Díaz G, 2020).

**Tabla 9-2:** Tratamientos experimentales para el proceso de obtención de quitosano

Tratamientos	Combinación de niveles	R1	R2	R3
T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	% GDA	% GDA	% GDA
T <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	% GDA	% GDA	% GDA
T <sub>3</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	% GDA	% GDA	% GDA

GDA = Grado de Desacetilación

Realizado por: (Díaz G, 2020).

### 2.2.2.2. Proceso de evaluación de la germinación

**Tabla 10-2:** Factores de estudio para la evaluación de la germinación

Factor	Descripción del factor	Descripción del nivel	Nivel
A	Granos de cebada	50 granos	a <sub>1</sub>
B	Área de bandeja de germinación	63,63 cm <sup>2</sup>	b <sub>1</sub>
C	Tiempo de inmersión en solución de quitosano	2 horas	c <sub>1</sub>
D	Concentración de quitosano	1 % en ácido láctico (1 %)*	d <sub>1</sub>
E	Tiempos de germinación	18,24,43,65,74,90,138 horas	e <sub>1</sub> , e <sub>2</sub> , e <sub>3</sub> , e <sub>4</sub> , e <sub>5</sub> , e <sub>6</sub> , e <sub>7</sub>

\*Testigo: Ácido Láctico (1 %)

Realizado por: (Díaz G, 2020).

**Tabla 11-2:** Tratamientos experimentales para la evaluación de la germinación

Tratamientos	Combinación de niveles	R1	R2	R3
Tratamiento	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> d <sub>1</sub> e <sub>1</sub> a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> d <sub>1</sub> e <sub>2</sub> a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> d <sub>1</sub> e <sub>3</sub> a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> d <sub>1</sub> e <sub>4</sub> a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> d <sub>1</sub> e <sub>5</sub> a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> d <sub>1</sub> e <sub>6</sub> a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> d <sub>1</sub> e <sub>7</sub>	% de germinación totales	% de germinación totales	% de germinación totales
Testigo	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> e <sub>1</sub>	% de germinación totales	% de germinación totales	% de germinación totales

Realizado por: (Díaz G, 2020).

### **2.3. Unidad de Análisis**

Las unidades de análisis para la presente investigación son:

- El quitosano obtenido y sometido a un proceso de caracterización por espectroscopía de infrarrojo (IR) y la determinación del peso molecular en función de las viscosidades.
- Granos de cebada (*Hordeum vulgare*) tratados en solución de quitosano al 1 % en ácido láctico (1 %) para determinar el porcentaje de germinación a tiempos establecidos.

### **2.4. Población de Estudio**

La población de estudio corresponde a los exoesqueletos de camarón empleados como materia prima en el proceso de obtención del quitosano para ser utilizado sobre los granos de cebada y así evaluar su influencia sobre la germinación.

### **2.5. Material Experimental**

Se utilizan 638, 57 gramos de exoesqueletos de camarón (*Litopenaeus vannamei*) y 3 libras de granos de cebada (*Hordeum vulgare*).

### **2.6. Selección de muestra**

Se seleccionan exoesqueletos de camarón (*Litopenaeus vannamei*) recolectados del consumo doméstico y granos de cebada (*Hordeum vulgare*) adquiridos en un lugar de expendio.

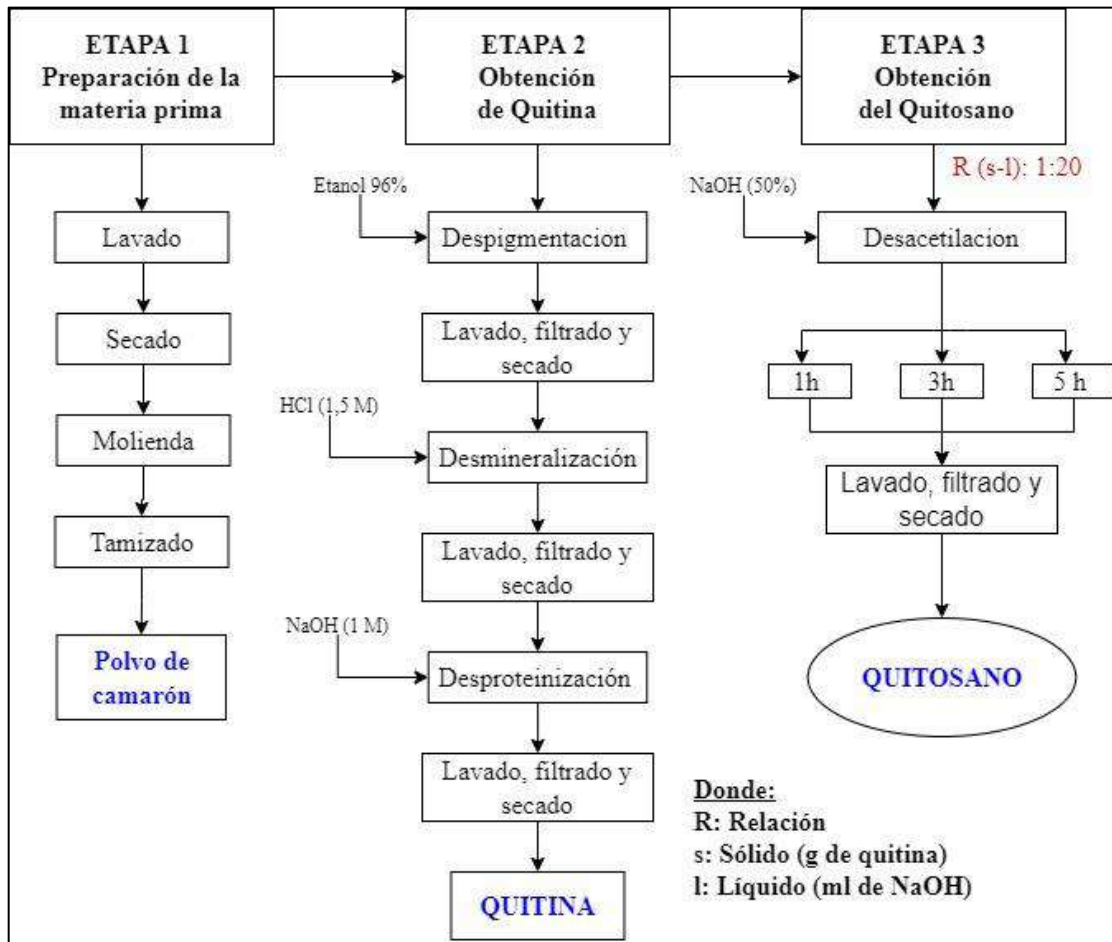
### **2.7. Metodología de obtención de quitina, quitosano e influencia del quitosano sobre la germinación del grano de cebada**

La metodología empleada para la obtención de la quitina, quitosano e influencia del quitosano sobre los granos de cebada serán detallados en apartados diferentes con los materiales, reactivos y procedimiento pertinente. Para la obtención de la quitina como del quitosano se emplea la metodología sugerida (Bonfante et al., 2018, p.39).

#### **2.7.1. Metodología para la obtención de quitina**

La técnica aplicada para la obtención de quitina empieza con la preparación de la materia prima, en este caso los exoesqueletos de camarón y continúa con la despigmentación seguido de la

desmineralización para posteriormente ser desproteínizada. De manera general se diagrama en el gráfico 1-2 las etapas de preparación de la materia prima, la obtención de quitina y la obtención de quitosano identificadas como etapa uno, dos y tres.



**Gráfico 1-2:** Diagrama de flujo del proceso de obtención de quitosano

Realizado por: (Díaz G, 2021).

La etapa uno del gráfico 1-2 esquematiza la preparación de la materia prima necesaria para la obtención de quitina, detalle que se lo hace respectivamente en los apartados 2.7.1.1 y 2.7.1.2.

2.7.1.1. Primera etapa: Preparación de la materia prima (exoesqueletos de camarón)

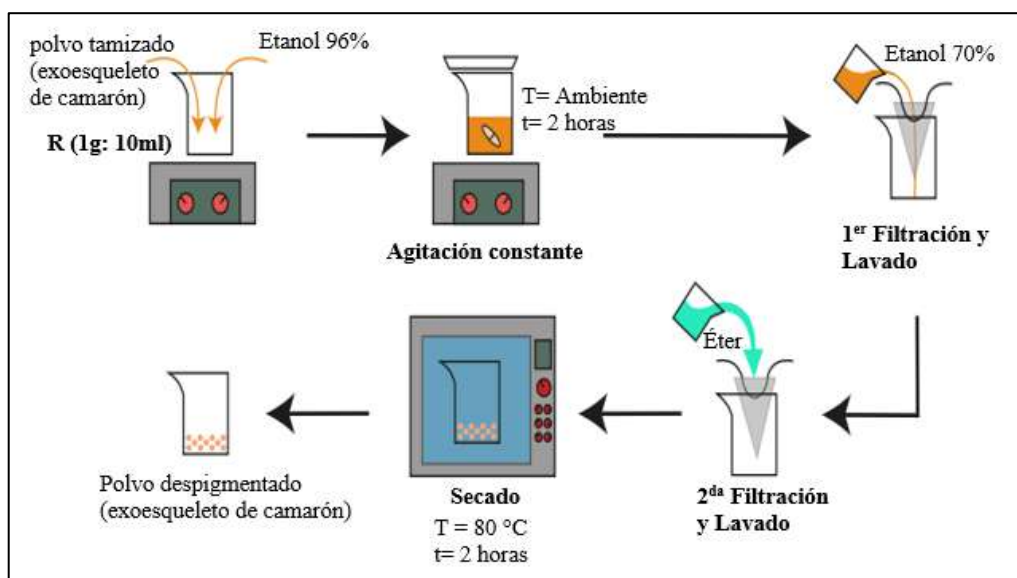
**Tabla 12-2:** Proceso de la preparación de la materia prima

Materiales y Equipos	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estufa</li> <li>• Molino</li> <li>• Tamiz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua destilada</li> <li>• Etanol 96 %</li> </ul>
<b>Procedimiento</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encender la estufa, hasta alcanzar la temperatura de 70 °C.</li> <li>• Retirar los residuos de carne de los exoesqueletos.</li> <li>• Proceder a lavar las cáscaras de camarón con agua potable para eliminar las impurezas.</li> <li>• Someter a las cáscaras a un lavado con etanol para generar una deshidratación.</li> <li>• Pesar las cáscaras de camarón en una balanza analítica digital.</li> <li>• Colocar las bandejas de aluminio las cuales contienen los exoesqueletos dentro de la estufa.</li> <li>• Retirar las bandejas de la estufa hasta alcanzar un peso constante.</li> <li>• Seguidamente moler las cáscaras para obtener el polvo deseado</li> <li>• Y finalmente tamizar con la finalidad de conseguir partículas con diámetros de 250 µm.</li> </ul>	

Realizado por: (Díaz G, 2020).

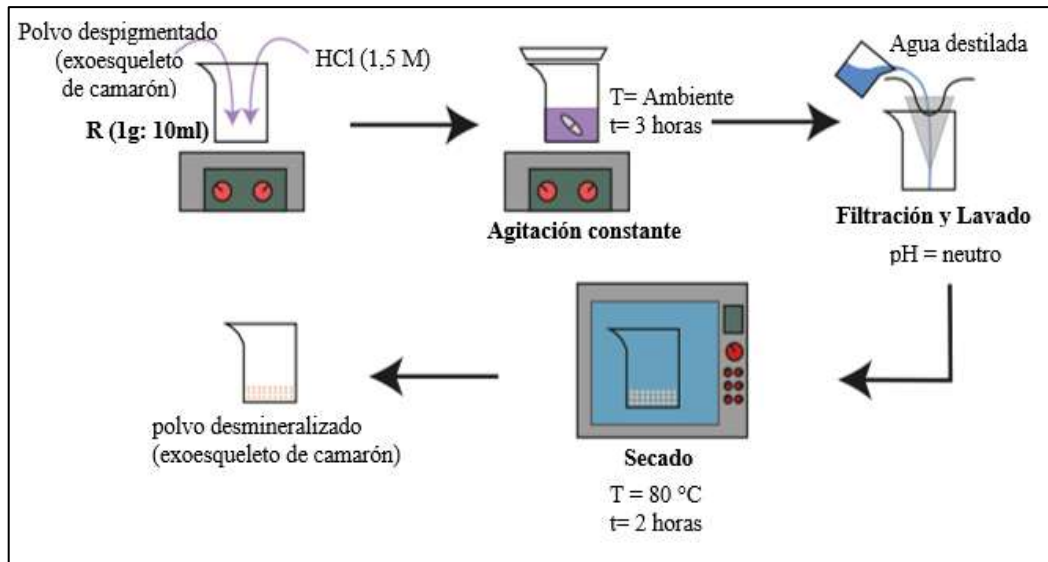
2.7.1.2. Segunda etapa: Proceso de obtención de quitina

La técnica para la obtención de quitina se ejecuta a través de 3 subetapas como lo son la despigmentación, desmineralización y desproteínización, con la finalidad de eliminar en cada subetapa los pigmentos, carbonatos y proteínas presentes en los exoesqueletos respectivamente. Las subetapas seguidas para la obtención de la quitina como la despigmentación, desmineralización y desproteínización se detallarán a continuación en los gráficos 2-2; 3-2 y 4-2.



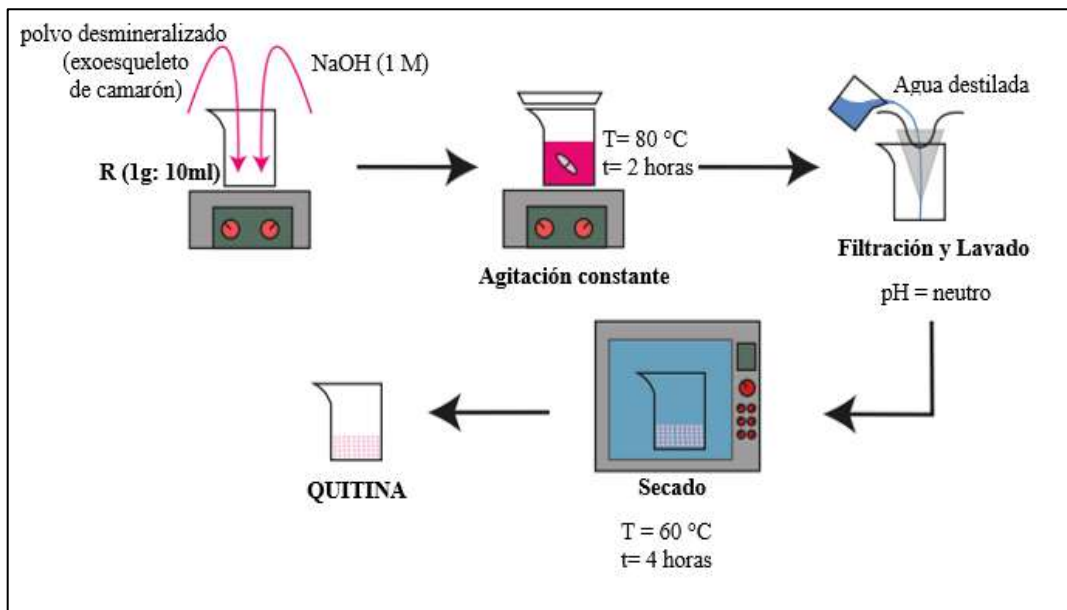
**Gráfico 2-2:** Diagrama de flujo del proceso de despigmentación

Realizado por: (Díaz G, 2021).



**Gráfico 3-2:** Diagrama de flujo del proceso de Desmineralización

Realizado por: (Díaz G, 2021).



**Gráfico 4-2:** Diagrama de flujo del proceso de Desproteínización

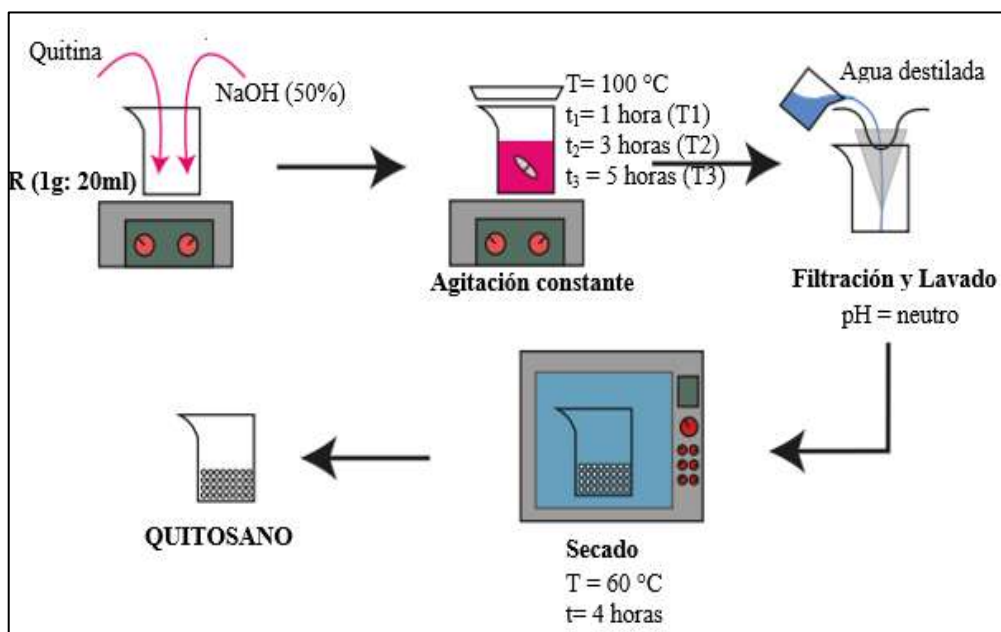
Realizado por: (Díaz G, 2021).

### 2.7.2. Metodología para la obtención de quitosano

La metodología para la obtención de quitosano (etapa 3 del gráfico 1-2) se detalla a continuación, la misma que deben permitir obtener mínimo un 60 % de grado de desacetilación.

### 2.7.2.1. Tercera etapa: Proceso de obtención de quitosano

El quitosano se obtiene por la desacetilación de la quitina mediante hidrólisis alcalina del grupo acetilo de la quitina por metodología de fase heterogénea con NaOH 50 % a una temperatura de 100 °C. La reacción de hidrólisis se realizará a tres tiempos diferentes (1, 3 y 5 horas). El proceso se detalla en el gráfico 5-2.



**Gráfico 5-2:** Diagrama de flujo del proceso de obtención de Quitosano

**Realizado por:** (Díaz G ,2021).

### 2.7.2.2. Caracterización del quitosano: (Espectroscopia IR, Grado de Desacetilación, Peso Molecular)

La caracterización del quitosano es esencial ya que permite determinar sus propiedades en cuanto a su funcionalidad, el más influyente es el grado de desacetilación (GDA) que se obtiene mediante espectroscopia y su peso molecular.

#### a) Espectroscopia Infrarrojo (IR)

Una vez que se obtuvieron las muestras del quitosano estas fueron sometidas al análisis infrarrojo colocándolas en estado sólido en el compartimiento pertinente del espectrofotómetro (FT/IR JASCO 1400), en los espectros correspondientes se determina la presencia de grupos funcionales característicos del quitosano, que sirven para el cálculo del porcentaje de GDA.

### b) Grado de Desacetilación (GDA)

Para determinar el grado de desacetilación del quitosano se emplea la ecuación propuesta por Brugnerotto et al. (2000, p.3578) , donde relaciona las absorbancias de la amida terciaria ( $A_{1420}$ ) y una banda de referencia, en este caso el del grupo metilo ( $A_{1320}$ ).

$$\% \text{ Grado de desacetilación} = 100 - (31,92 * \left(\frac{A_{1320}}{A_{1420}}\right) - 12,2) \quad \text{Ecu. 1-2}$$

### c) Cálculo del Peso molecular para Quitosano

La ponderación del peso molecular se realiza mediante la aplicación de la ecuación de Mark-Houwink (Vanegas, 2014, pp.28-29).

$$[\eta] = K_m * Mv^a$$

A partir de la que se calcula el peso molecular ( $Mv$ )

$$Mv = \sqrt[a]{\frac{[\eta]}{K_m}} \quad \text{Ecu. 2-2}$$

#### Donde:

$[\eta]$  = Viscosidad Intrínseca (ml/g)

$K_m = 1,81 \times 10^{-3}$ : Constante característica del sistema polímero-solvente

$Mv$  = Peso Molecular (g/mol)

$a = 0,93$ = Constante que depende de configuración de la cadena polimérica

$K_m$  y  $a$  son constantes establecidos por (Brandrup et al., 1998; citado en Balanta et al, 2010, p.303).

Para poder calcular la viscosidad intrínseca ( $[\eta]$ ) de un polímero es necesario secuencialmente calcular ciertos tipos de viscosidades, como son: viscosidad dinámica, viscosidad relativa, viscosidad específica y la viscosidad reducida (Luna, 2012, p.50), las cuales se detallarán a continuación. La viscosidad intrínseca debe ser calculada para cada tratamiento.



- 1) En un Viscosímetro Rotacional P Selecta (1001512 ST-2001-L), se obtiene la viscosidad dinámica ( $\eta$ ) de al menos tres soluciones de quitosano preparadas en ácido acético al 1 %, en las concentraciones siguientes:

$$C1 = 1 \times 10^{-3} \text{ g/ml}$$

$$C2 = 2 \times 10^{-3} \text{ g/ml}$$

$$C3 = 3 \times 10^{-3} \text{ g/ml}$$

- 2) Para la selección adecuada de la viscosidad dinámica ( $\eta$ ) se empleó el husillo L1 a 100 RPM, por lo que estos parámetros elegidos proporcionan fondos de escalas mayores al 15 % tal y como lo recomienda la guía del viscosímetro rotacional.
- 3) Calcular la viscosidad relativa ( $\eta_r$ ) con la siguiente ecuación:

$$\eta_r = \frac{\eta}{\eta_0} \quad \text{Ecu. 3-2}$$

**Donde:**

$\eta_r$  = Viscosidad relativa

$\eta$  = Viscosidad dinámica de la solución de quitosano (cP)

$\eta_0$  = 1,22 cP: Viscosidad dinámica del solvente (Ácido acético 1 %)

- 4) Calcular la viscosidad específica ( $\eta_{sp}$ ) con la siguiente ecuación:

$$\eta_{sp} = \eta_r - 1 \quad \text{Ecu. 4-2}$$

**Donde:**

$\eta_{sp}$  = Viscosidad específica

$\eta_r$  = Viscosidad relativa

- 5) Calcular la viscosidad reducida ( $\eta_{red}$ ) con la siguiente ecuación:

$$\eta_{red} = \frac{\eta_{sp}}{C} \quad \text{Ecu. 5-2}$$

**Donde:**

$\eta_{red}$ : Viscosidad reducida (ml/g)

$\eta_{sp}$ : Viscosidad específica

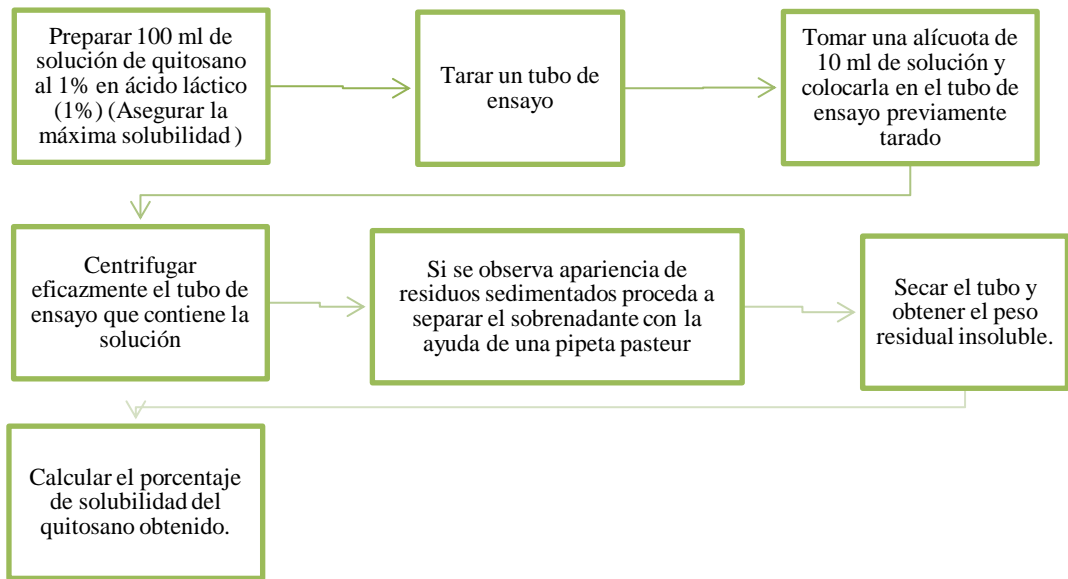
$C$ : Concentración de solución de quitosano (g/ml)

- 6) Calcular la viscosidad intrínseca para cada tratamiento a partir de un gráfico ( $\eta_{red}$  vs las concentraciones de quitosano), al que se procede a linealizar para obtener la ecuación de la recta y determinar el Intercepto (b) que constituye ser la viscosidad intrínseca ( $[\eta]$ ), necesaria para calcular el peso molecular (Ecu. 2-2).

**2.7.3. Metodología del efecto del quitosano sobre la germinación del grano de cebada****a) Gelificación y solubilidad del quitosano en ácido láctico (1 %)**

Según varias fuentes el quitosano debe manifestar gelificación y solubilidad en un medio ácido, por esta razón es necesario realizar pruebas de gelificación y solubilidad del quitosano obtenido en soluciones ácidas. Los ensayos de solubilidad deben ser realizados en soluciones de ácido láctico a 0,5 %, 1 % y 1,5 % hasta encontrar la concentración óptima que muestre una buena gelificación y un aspecto homogéneo de la solución conseguida y que no muestre un efecto muy agresivo frente al proceso de germinación de los granos (la concentración óptima resultó ser la del ácido láctico (1 %) ) particularidad que se tomara muy en cuenta para que en el proceso de germinación se utilice un testigo de esta solución (no se aconseja utilizar ácido acético porque si bien es cierto ayuda a la gelificación y solubilidad, pero tiene un efecto anti germinativo muy agresivo).

A continuación, se detalla la determinación del porcentaje de solubilidad en ácido láctico óptimo (1%) del quitosano obtenido, visto que el comportamiento de solubilidad muestra siempre un aspecto muy insignificante de partículas que parecen encontrarse en suspensión.



**Gráfico 6-2:** Diagrama de flujo para determinar el porcentaje de solubilidad óptima del quitosano obtenido

Realizado por: (Díaz G, 2021).

Para poder determinar la solubilidad (Ecu.7-2) de la solución empleada después de obtener el peso seco residual se emplean las siguientes ecuaciones cronológicamente:

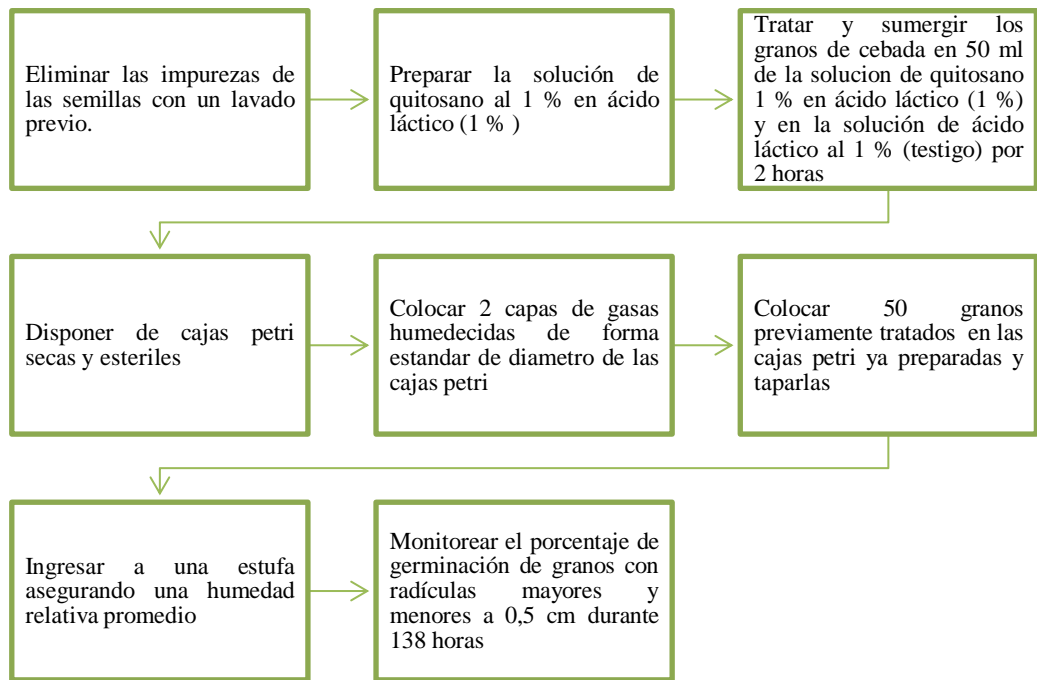
$$\text{gramos quitosano disuelto} = 1 \text{ gramo de quitosano obtenido} - 10(\text{peso residual insoluble}) \quad \text{Ecu. 6-2}$$

$$\text{solubilidad del quitosano} = \frac{\text{gramos quitosano disuelto}}{1 \text{ gramo de quitosano obtenido}} * 100\% \quad \text{Ecu. 7-2}$$

## b) Germinación de granos de cebada tratados con solución óptima de quitosano al 1 % en ácido

La metodología correspondiente a la germinación se detalla a partir del resultado generado de la mejor prueba de solubilidad del quitosano en ácido láctico (quitosano al 1 % en ácido láctico (1 %))

El proceso de germinación de los granos de cebada con tratamiento de quitosano al 1 % en ácido láctico 1 % y el testigo correspondiente de ácido láctico se observa en el siguiente gráfico 7-2.



**Gráfico 7-2:** Diagrama de flujo del proceso de germinación

Realizado por: (Díaz G, 2021).

El porcentaje de germinación de los granos de cebada se lo calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de germinación (PG)} = \frac{\#semillas\ germinadas}{\#semillas\ incubadas} * 100$$

**Ecu.8-2**

## 2.8. Técnicas de Recolección de Datos

Los valores obtenidos de la presente investigación son datos experimentales que se generan en el proceso de obtención de quitina, quitosano (espectroscopia infrarroja, % GDA y peso molecular) y proceso de germinación de la cebada.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 3.1. Resultados de la obtención de quitina

##### 3.1.1. Rendimiento de quitina

Para la obtención de quitina a partir de los exoesqueletos de camarón (*Litopenaeus vannamei*) se aplicó el método convencional propuesto por Bonfante et al. (2018, p. p.77), quien propone someter al polvo del camarón a una despigmentación seguido de la desmineralización y finalmente la desproteización detallado en el apartado 2.7.1

En la tabla 1-3 se registran los valores utilizados de materia prima, así como de la quitina obtenida y su rendimiento.

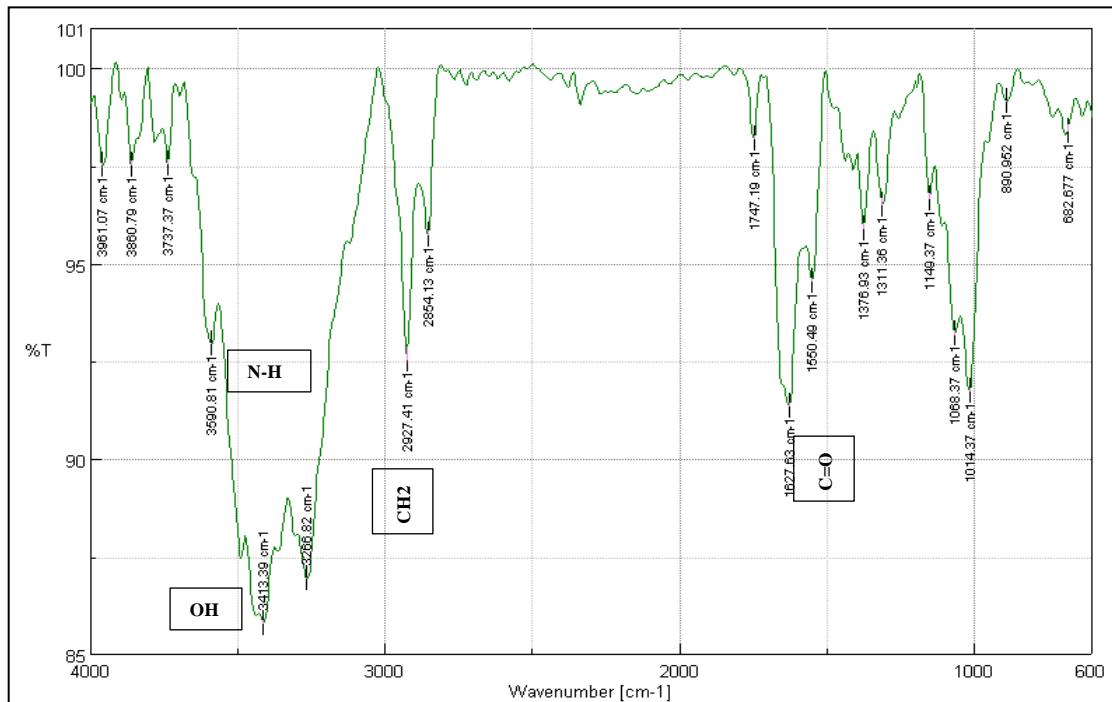
**Tabla 1-3:** Porcentaje de rendimiento de quitina

Peso de polvo de camarón (g)	Peso de Quitina (g)	% Rendimiento
110,00	12,63	11,49

Realizado por: (Díaz G, 2021).

En la tabla 1-3 se observa que el rendimiento de la quitina a partir de 110,00 g de los exoesqueletos de camarón es de 11,49 %. Dicho valor obtenido es inferior a los reportado por diversos autores, que presentan rendimientos entre 14 % y 33 % (Márquez et al., 2006; citado en Canache Ruíz, 2016, p.117), posiblemente la diferencia se debe a que los procesos en los estudios consideran utilizar un sistema de reflujo que reduce pérdidas por evaporación y asegura un temperatura homogénea durante todo el proceso, por tanto sería de considerar como una alternativa más lógica implementar el sistema de reflujo.

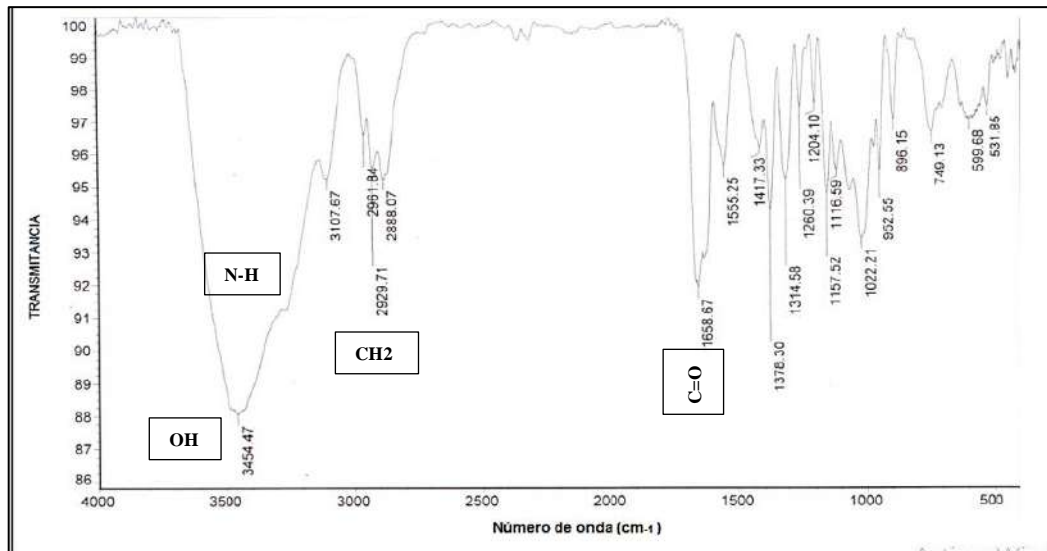
### 3.1.2. Caracterización de la quitina



**Gráfico 1-3:** Espectro Infrarrojo de quitina obtenida

Realizado por: (Díaz G, 2021).

La gráfica 1-3 muestra el espectro infrarrojo de la quitina obtenida, donde se observa una banda intensa que corresponde a la tensión del grupo funcional -OH a  $3413,39\text{ cm}^{-1}$  que conforman la estructura en las aminoglucosas (Canache, 2016, p.59), también se observa el pico a  $2927,41\text{ cm}^{-1}$  correspondiente a la tensión del grupo -CH y -CH<sub>2</sub>. Adicionalmente en la zona dactilar se observa la banda correspondiente al enlace C=O de la amida (banda I) a  $1627,63\text{ cm}^{-1}$  del mismo modo se presentan los picos de absorción de la deformación del enlace N-H (banda II). Al comparar con los espectros obtenidos por López Calvache (2014, p.42) se observa que la muestra obtenida según nuestra metodología corresponde ser quitina, validando la metodología ejecutada.



**Gráfico 2-3:** Espectro Infrarrojo de Quitina obtenida por López Calvache

Fuente: (López, 2014).

### 3.2. Resultados de la obtención de quitosano

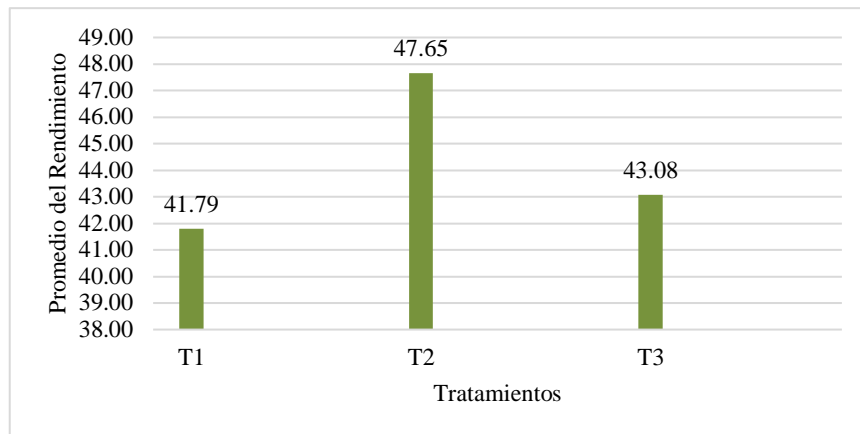
#### 3.2.1. Rendimiento del quitosano

La tabla 2-3 presenta los porcentajes de rendimiento de los quitosanos obtenidos en los tres tratamientos ejecutados según la metodología aplicada (factores en estudio y tratamientos tablas 8-2 y 9-2) que corresponde al manejo específico de obtención de quitosano a partir de quitina obtenida de exoesqueleto del camarón (*Litopenaeus vannamei*).

**Tabla 2-3:** Rendimiento de los quitosanos obtenidos de tres tratamientos

Tratamientos	Repeticiones	Gramos de quitina	Gramos de quitosano	% Rendimiento	% Rendimiento (promedio)
T1= a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	R1	1,0012	0,4175	41,70	41,79
	R2	1,0091	0,4774	47,31	
	R3	1,0004	0,3638	36,37	
T2 = a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	R1	1,0003	0,4766	47,65	47,65
	R2	1,0001	0,4514	45,14	
	R3	1,0002	0,4268	42,67	
T3 = a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	R1	1,0038	0,4324	43,08	43,08
	R2	1,0016	0,4678	46,71	
	R3	1,0033	0,4881	48,65	

Realizado por: (Díaz G, 2021).



**Gráfico 3-3:** Rendimiento de los quitosanos obtenidos

Realizado por: (Díaz G, 2021).

Según el gráfico 2-3 el tratamiento T2 genera el mayor rendimiento y corresponde a la hidrólisis alcalina con NaOH (50 %) a 100 °C por 3 horas, habiendo partido de una relación de quitina sólida con un volumen de NaOH 50 %, (1:20). El mayor rendimiento no significa que sea el mejor quitosano lo que sugirió se valore el % GDA, el peso molecular, y su apariencia de gelificación de los tres tratamientos. Una vez definido el mejor quitosano deberá establecerse la mejor forma de solubilidad que permita realizar un monitoreo de la germinación de los granos de cebada.

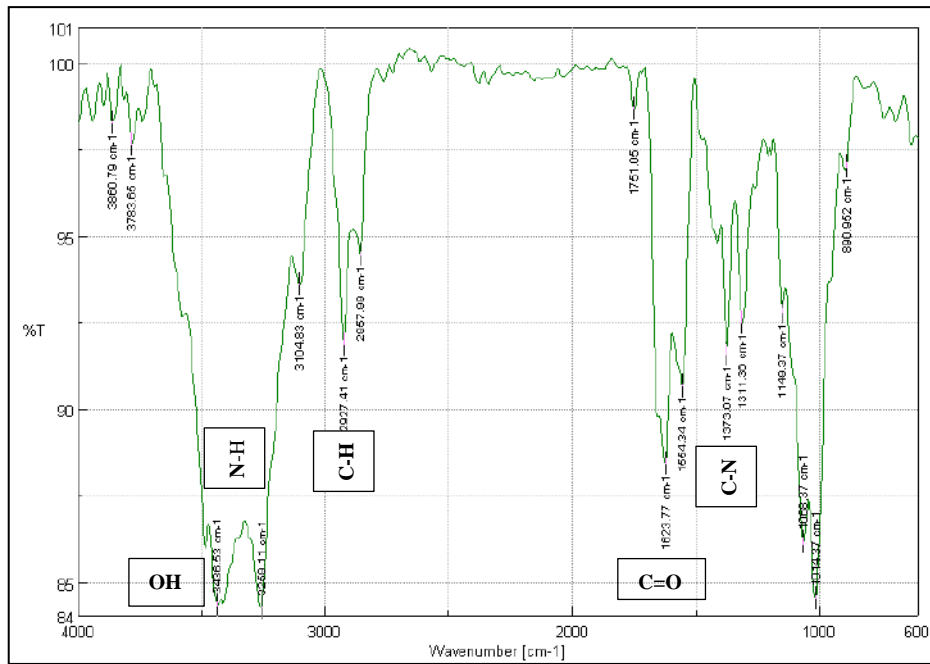
### **3.2.2. Caracterización del quitosano**

Para la caracterización del quitosano se contempló realizar el análisis espectroscópico de los quitosanos obtenidos, la evaluación del porcentaje del grado de desacetilación (% GDA), el peso molecular, y prueba de solubilidad de los tres tratamientos ejecutados.

#### **3.2.2.1. Espectroscopía Infrarroja de los tres tratamientos**

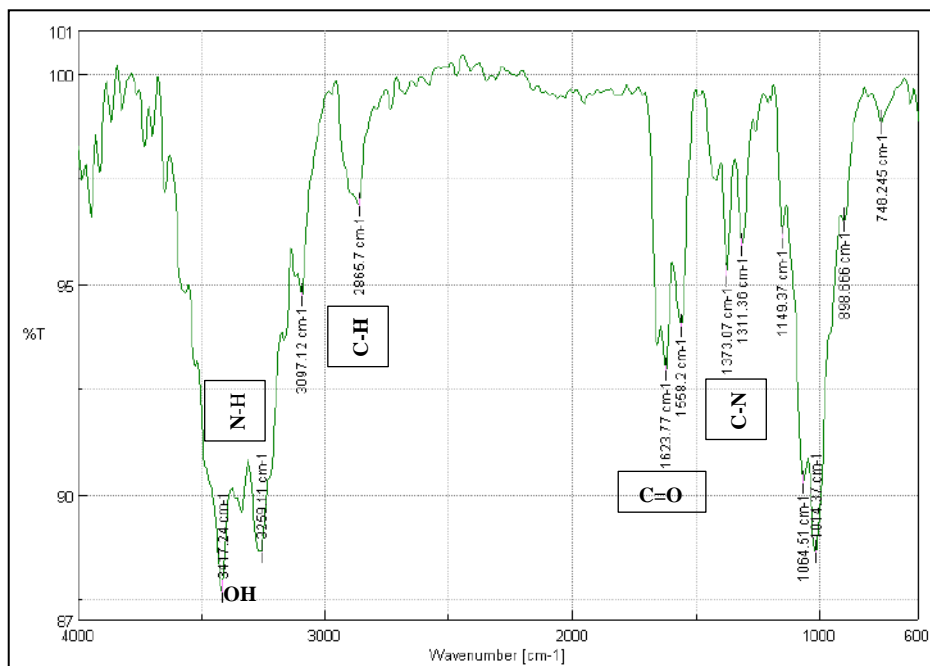
Para el cálculo del grado de desacetilación amerita realizar los espectros infrarrojos del quitosano de cada uno de los tratamientos, los mismos que se observan a continuación y que se sustentan comparativamente con el IR del quitosano presentado por (Peniche et al., 2001, p.81)





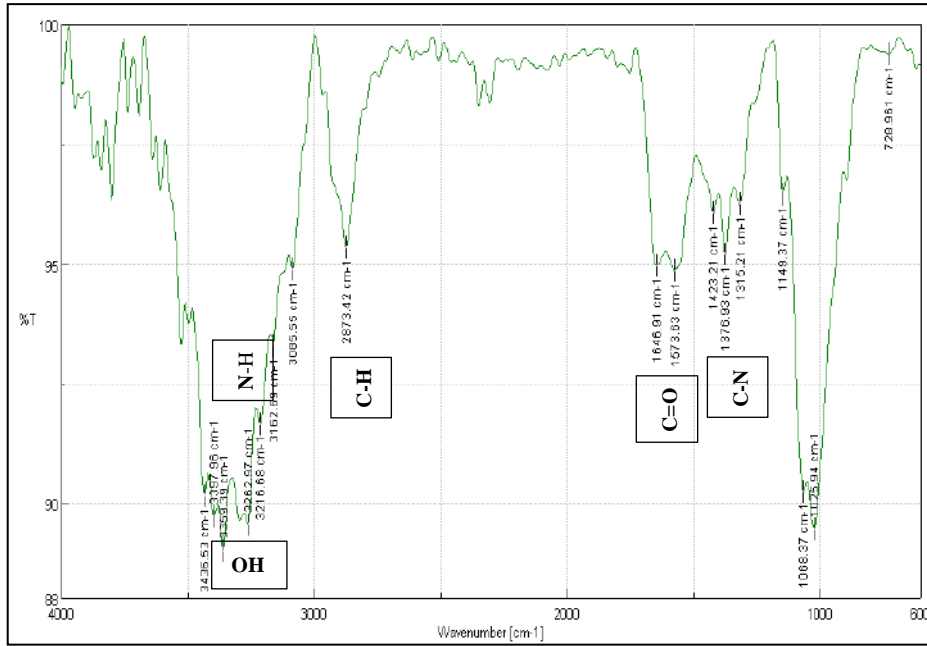
**Gráfico 4-3:** Espectro Infrarrojo de T1 (1 hora de hidrólisis)

Realizado por: (Díaz G, 2021).



**Gráfico 5-3:** Espectro Infrarrojo de T2 (3 horas de hidrólisis)

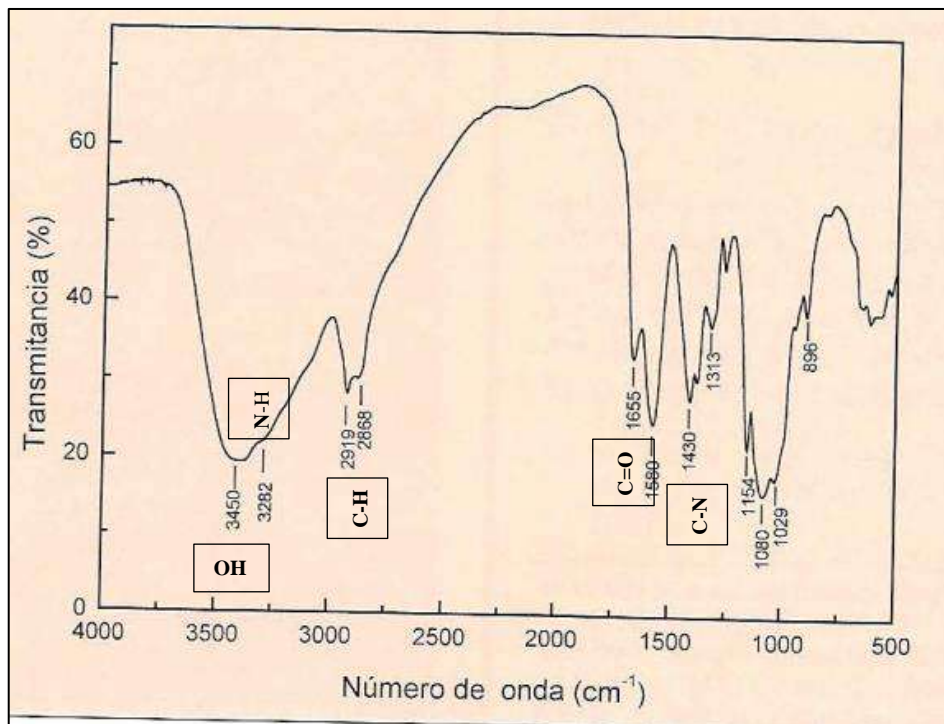
Realizado por: (Díaz G, 2021).



**Gráfico 6-3:** Espectro Infrarrojo de T3 (5 horas de hidrólisis)

Realizado por: (Díaz G, 2021).

El gráfico 7-3 siguiente corresponde al espectro infrarrojo de un quitosano obtenido por (Peniche et al., 2001, p.82)



**Gráfico 7-3:** Espectro Infrarrojo de Quitosano obtenido por Peniche

Fuente : (Peniche et al., 2001).

En las gráficas 4-3, 5-3 y 6-3 se registran los espectros obtenidos de los diferentes tratamientos, en los cuales se puede visualizar que los tres espectros presentan el mismo perfil al igual que el espectro presentado por (Peniche et al. 2001, p.82). Se puede observar que los tres gráficos en estudios perteneciente a cada tratamiento, respectivamente presentan una banda que corresponde a la tensión del grupo –OH como a la tensión del grupo N-H bastante pronunciada en los tres casos, así como también se evidencia en la zona de la huella dactilar la presencia de las bandas correspondientes a los enlaces de C=O, la misma que va disminuyendo la absorbancia ( $A = \text{Log}(1/T)$ ) al aumentarse el tiempo de hidrólisis, es decir, en el tratamiento T1 (0,053 Abs) visualmente su longitud es mucho más larga que la visualizada en el tratamiento T3 (0,022 Abs), lo mismo sucede al analizar la banda del grupo C-N, ya que entre mayor sea el tiempo de hidrólisis (T3), más pequeña es su longitud visualizada, por ello en el T1 (0,034 Abs) se observan longitudes mucho más largas que T2 (0,018 Abs) Y T3 (0,016 Abs), este efecto de disminución en sus longitudes se debe a la desaparición parcial del grupo acetilo (-COCH<sub>3</sub>) presente en la quitina (Canache, 2016, p.61), esto implica una disminución de grupos C=O y C-N, que terminan evidenciando una lógica del proceso de desacetilación para llegar a la formación de quitosano. Comparativamente con los espectros presentados por Peniche et al., (2001, p.86) se puede definir que la muestra obtenida y analizada evidencia el proceso de hidrólisis y la obtención de quitosano a partir de la quitina.

**Tabla 3-3:** Número de longitudes de onda de grupos funcionales presentes en los quitosanos de los tres tratamientos

Grupos Funcionales	T1		T2		T3	
	Números de onda ( cm <sup>-1</sup> )	Absorbancia	Números de onda ( cm <sup>-1</sup> )	Absorbancia	Números de onda ( cm <sup>-1</sup> )	Absorbancia
O-H	3436,53		3417,24		3436,53	
N-H	3259,11		3259,11		3262,97	
C-H	2857,99		2865,7		2873,42	
C=O	1623,77	0,053	1623,77	0,029	1646,91	0,022
-NH <sub>2</sub>	1554,34		1558,2		1573,63	
C-N	1311,36	0,034	1311,36	0,018	1315,21	0,016
C-O-C	1149,37		1149,37		1149,37	

Realizado por: (Díaz G, 2021).

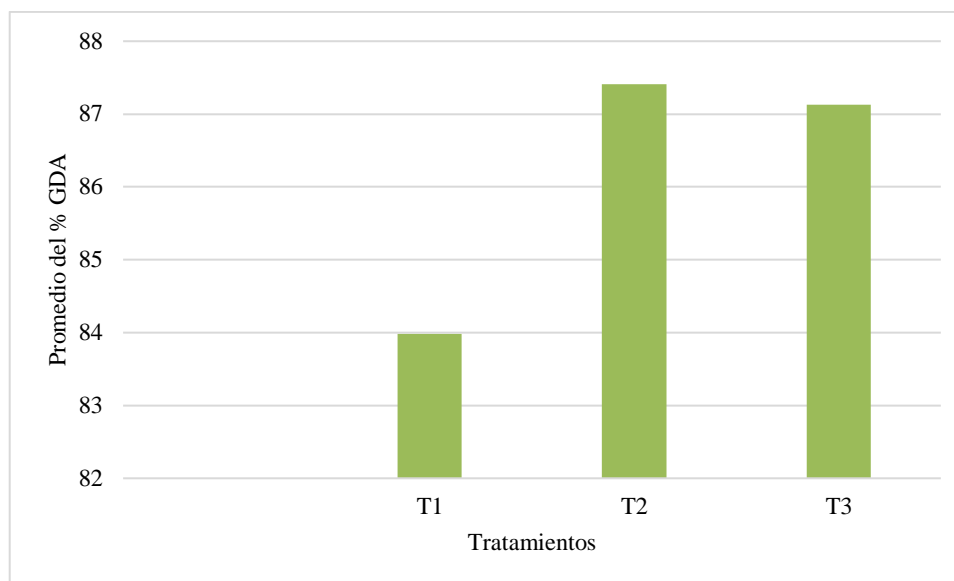
### 3.2.2.2. Grado de desacetilación de los tres tratamientos

Para determinar el grado de desacetilación del quitosano se emplea la Ecu. 1-2 expuesta en el apartado 2.7.2.2, los resultados generados del grado de desacetilación nos permite identificar el mejor tratamiento, resultados generados que se observan en la tabla siguiente (combinación de niveles presente en la tabla 8-2).

**Tabla 4-3:** Grado de desacetilación de los tratamientos

Tratamientos	Combinación de niveles	Repeticiones			PROMEDIO
		R1	R2	R3	
T1	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	84,80 %	83,29 %	83,86 %	83,98 %
T2	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	88,43 %	88,76 %	85,05 %	87,41 %
T3	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	86,95 %	87,04 %	87,40 %	87,13 %

Realizado por: (Díaz G, 2021).



**Gráfico 8-3:** Porcentaje del Grado de desacetilación de los tres tratamientos

Realizado por: (Díaz G, 2021).

El tratamiento que muestra numéricamente tener el mejor % GDA es el tratamiento T2 (87,41 %) que corresponde a una hidrólisis de quitina con NaOH (50 %) a 100 °C por 3 horas (relación de quitina sólida con un volumen de NaOH (1:20)). El tratamiento T3 muestra un % GDA casi igual a T2, particularidad que sugirió realizar una prueba de gelificación y solubilidad para definir con precisión el mejor quitosano, resultado que se definirá conjuntamente con el cálculo del peso molecular.

Los quitosano obtenidos de T1, T2 y T3 presentan grados de desacetilación de: 83,98 %, 87,41 % y 87,13 % respectivamente muestran un % GDA superior al 60 % considerado como un valor mínimo para considerarlo quitosano (Barra et al., 2012, p.4), particularidad que muestra que nuestro procedimiento de desacetilación es aceptable. Los % GDA obtenidos en los tratamientos son cercanos a los reportados por Luna (2012, p.72) de 83,72 % y Bonfante et al. (2018, p.80) de 80 %-81,1 %.

### 3.2.2.3. Pesos moleculares del quitosano obtenido

En la tabla 4-3 se muestra que los valores de GDA de T1 en comparación con T2 y T3 presentan una diferencia apreciable, por el contrario, los tratamientos T2 y T3 muestran valores que son muy cercanos, particularidad que hace necesario determinar los pesos moleculares de los quitosanos correspondientes a estos dos tratamientos en razón de que la mejor solubilidad y mejor gelificación es presentada por el T3 (mayor tiempo de hidrólisis) a pesar de que tiene un GDA menor al T2, de aquí la importancia de determinar la relación del peso molecular con la solubilidad y gelificación de una muestra de quitosano como de alguna forma lo sugiere Cusihamán Noa.

A continuación, se muestran las diversas viscosidades obtenidas y necesarias para llegar a calcular el peso molecular (Ecuación Mark-Houwink) según lo expresado en la metodología correspondiente, utilizando al menos tres concentraciones de quitosano en ácido acético (1 %) (0,001; 0,002; 0,003 g/ml) para cada tratamiento (T2 y T3).

#### a) Viscosidades Dinámicas ( $\eta$ )

**Tabla 5-3:** Viscosidades Dinámicas para cada concentración de T2

Concentración	Husillo	RPM	% FE	Viscosidad Dinámica (cP)
C1	L1	100	35,60 %	22,6
C2	L1	100	51 %	32,6
C3	L1	100	90,90 %	57,8

FE = Fondo de Escala

Realizado por: (Díaz G, 2021).

**Tabla 6-3:** Viscosidades Dinámicas para cada concentración de T3

Concentración	Husillo	RPM	% FE	Viscosidad Dinámica (cP)
C1	L1	100	22,70 %	14,4
C2	L1	100	26,60 %	19,9
C3	L1	100	48,40 %	76

FE = Fondo de Escala

Realizado por: (Díaz G, 2021).

#### b) Viscosidades Relativas ( $\eta_r$ )

**Tabla 7-3:** Viscosidades Relativas de T2

Soluciones	Concentraciones (g/ml)	$\eta_r$
Ácido Acético + Quitosano	0,001	18,525

	0,002	26,721
	0,003	47,377

Realizado por: (Díaz G, 2021).

**Tabla 8-3:** Viscosidades Relativas de T3

Soluciones	Concentraciones (g/ml)	$\eta_r$
Ácido Acético + Quitosano	0,001	11,803
	0,002	16,311
	0,003	62,295

Realizado por: (Díaz G, 2021).

**c) Viscosidades Específicas ( $\eta_{sp}$ )**

**Tabla 9-3:** Viscosidades Específicas de T2

Soluciones	Concentraciones (g/ml)	$\eta_{sp}$
Ácido Acético + Quitosano	0,001	17,525
	0,002	25,721
	0,003	46,377

Realizado por: (Díaz G, 2021).

**Tabla 10-3:** Viscosidades Específicas de T3

Soluciones	Concentraciones (g/ml)	$\eta_{sp}$
Ácido Acético + Quitosano	0,001	10,803
	0,002	15,311
	0,003	61,295

Realizado por: (Díaz G, 2021).

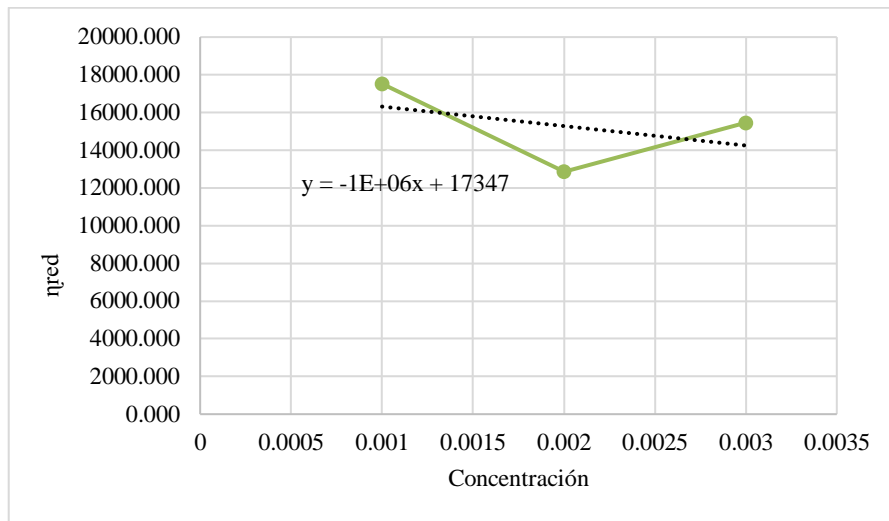
**d) Viscosidades Reducidas ( $\eta_{red}$ )**

A continuación, se muestran las viscosidades reducidas para los tratamientos T2 y T3 con su respectivo gráfico que relaciona dicha viscosidad con las concentraciones.

**Tabla 11-3:** Viscosidades Reducidas de T2

Soluciones	Concentraciones (g/ml)	$\eta_{red}$
Ácido Acético + Quitosano	0,001	17524,590
	0,002	12860,656
	0,003	15459,016

Realizado por: (Díaz G, 2021).



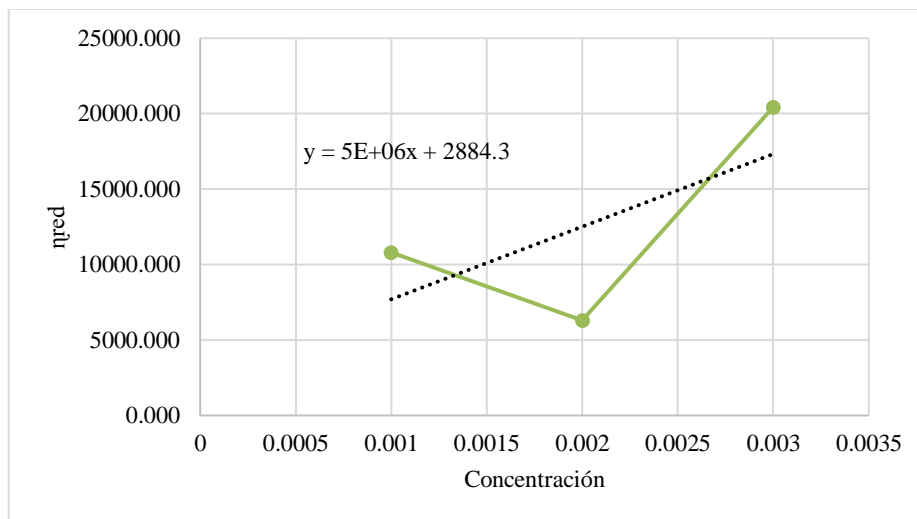
**Gráfico 9-3:** Viscosidades Reducidas vs Concentraciones de T2

Realizado por: (Díaz G, 2021).

**Tabla 12-3:** Viscosidades Reducidas de T3

Soluciones	Concentraciones (g/ml)	η <sub>red</sub>
Ácido Acético + Quitosano	0,001	10803,279
	0,002	7655,738
	0,003	20431,694

Realizado por: (Díaz G, 2021).



**Gráfico 10-3:** Viscosidades Reducidas vs Concentraciones de T3

Realizado por: (Díaz G, 2021).

### e) Viscosidades Intrínsecas ( $[\eta]$ )

La viscosidad intrínseca corresponde al intercepto de la ecuación de la recta ( $C = 0$ ) obtenida en el gráfico de la viscosidad reducida correspondiente, estas viscosidades se observan en la siguiente tabla:

**Tabla 13-3:** Viscosidades Intrínsecas de los tratamientos

Tratamientos	$[\eta]$
T2	17347
T3	2884,3

Realizado por: (Díaz G, 2021).

Los pesos moleculares de los tratamientos T2 y T3 obtenidos con la fórmula correspondiente (Ecu 2-2) se observan a continuación:

**Tabla 14-3:** Peso molecular de los tratamientos T2 y T3

Tratamientos	Peso molecular (g/mol)
T2	3,21E+07
T3	4,67E+06

Realizado por: (Díaz G, 2021).

Los resultados muestran que el menor peso molecular de quitosano corresponde al T3, tratamiento que mostró mayor solubilidad y mejor gelificación en contraste con lo mostrado por el T2, confirmándose lo manifestado (Luna, 2012; Sanchez et al., 2007, p.117), quienes explican que la solubilidad y viscosidad dependen del GDA y del peso molecular. En nuestro caso el T3 tiene un peso molecular inferior a T2, este resultado nos lleva a expresar que mientras el peso molecular es menor la solubilidad y gelificación son mejores. *“El peso molecular también juega un papel importante en la solubilidad del quitosano, dado que una mayor longitud de la cadena del polímero incrementa la posibilidad de formación de puentes de hidrógeno entre distintas cadenas disminuyendo su solubilidad”*(Cusihuamán, 2017, p.7).

Habiéndose identificado que el tratamiento T3 tiene un GDA de 87,13%, y que muestra solubilidad y generación de gel en ácido acético (1 %), sumado a que tiene un peso molecular más bajo, será el quitosano de este tratamiento (T3) el que se usará para la determinación del efecto sobre la germinación de los granos de cebada.



### 3.3. Resultados de solubilidad del mejor quitosano (T3) en ácido láctico

Para la germinación de los granos de cebada se determinó la solubilidad del quitosano obtenido en el T3 en ácido láctico (1 %), debido a su efecto anti germinativo muy reducido en comparación al ácido acético (1 %) que muestra un efecto anti germinativo muy agresivo incluso a concentraciones muy bajas, por esta razón se utilizó como testigo la solución de ácido láctico con concentración al 1 %.

En la tabla 16-3 se presentan los resultados de quitosano residual insoluble en una alícuota de 10 de solución, los gramos disueltos de quitosano en 100 ml de solución y el porcentaje de solubilidad del quitosano obtenido del tratamiento T3 en ácido láctico al 1 %. Porcentaje calculado según las Ecu. 6-2 y Ecu. 7-2.

**Tabla 15-3:** Porcentaje de solubilidad del Quitosano al 1% en Ácido Láctico (1 %)

Peso residual insoluble en 10 ml (g)	Gramos disueltos quitosano (g)	Porcentaje de solubilidad (%)
0,00178	0,9822	98,22 %

Realizado por: (Díaz G, 2022).

El 98,22 % de solubilidad del quitosano del tratamiento T3 es un valor bastante alto por lo que el quitosano de dicho tratamiento fue utilizado para la parte correspondiente al proceso de monitoreo de germinación de los granos de cebada tratados con quitosano.

### 3.4. Resultados de la germinación de cebada tratada con quitosano y su testigo

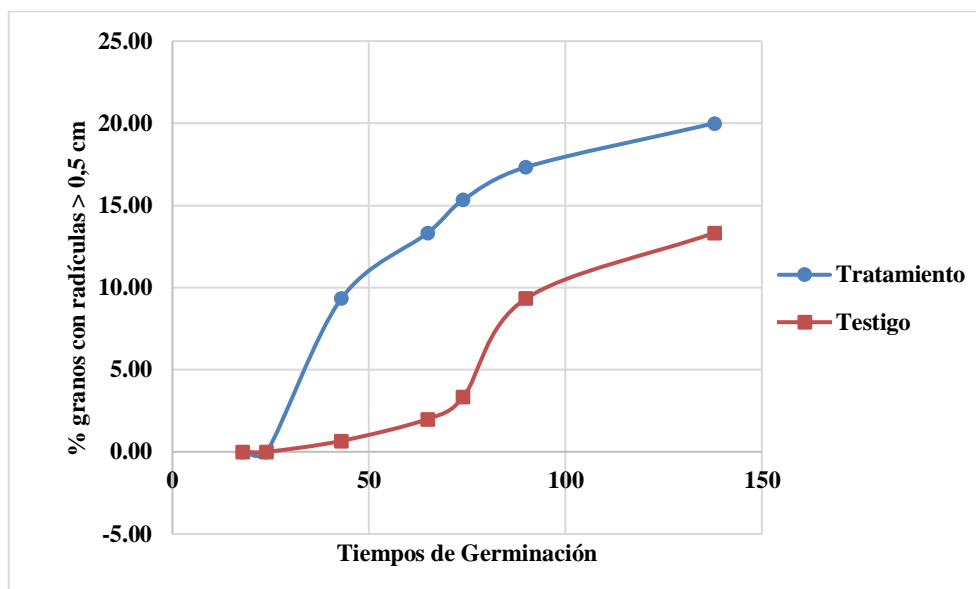
En las tablas siguientes se presentan los resultados de la germinación de los granos de cebada tratados con quitosano al 1% en ácido láctico según la metodología establecida (2.7.3), esto requirió acompañar al tratamiento con un testigo de ácido láctico al 1% para eludir la interferencia del ácido láctico que se vio y con el respaldo de varias fuentes es necesario para conseguir la solubilidad del quitosano. A continuación, se presentan los resultados de germinación a distintos tiempos, monitoreando granos germinados con radículas mayores y menores a 0,5 cm, el monitoreo de las germinaciones con radículas menores a 0,5 cm se consideró ante la eventualidad de ocurrencia relacionada con la velocidad de germinación que podría manifestarse.

**a) Germinación con radículas mayores a 0,5 centímetros**

**Tabla 16-3:** Germinación de granos de cebada con radículas > 0,5 centímetros tratados con quitosano al 1 % en ácido láctico (1 %) y el testigo correspondiente

Tiempo de germinación (h)	Quitosano 1 % (Tratamiento)					Ácido Láctico 1 % (Testigo)				
	Radículas > 0,5 cm			$\bar{X}$ de granos	% de germinación (radículas > 0,5 cm)	Radículas > 0,5 cm			$\bar{X}$ de granos	% de germinación (radículas > 0,5 cm)
	R1	R2	R3			R1	R2	R3		
18	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00
24	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00
43	5	5	4	4,67	9,33	1	0	0	0,33	0,67
65	8	6	6	6,67	13,33	1	1	1	1,00	2,00
74	8	7	8	7,67	15,33	3	1	1	1,67	3,33
90	8	9	9	8,67	17,33	6	4	4	4,67	9,33
138	10	10	10	10,00	20,00	8	6	6	6,67	13,33

Realizado por: (Díaz G, 2022)



**Gráfico 11-3:** Monitoreo de germinación (radícula > 0,5 cm) de granos de cebada tratadas con quitosano al 1 % en ácido láctico (1 %) y su testigo

Realizado por: (Díaz G, 2022).

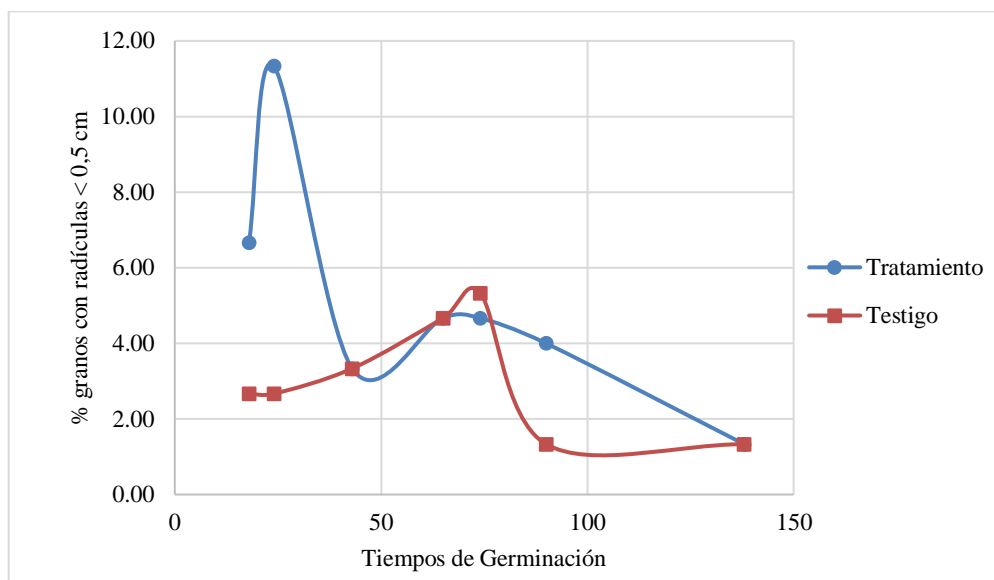
El gráfico 11-3 muestra que el tratamiento de los granos de cebada con quitosano al 1 % en ácido láctico (1 %) tiene un efecto acelerante en la germinación respecto al testigo que corresponde a ácido láctico (1 %), comportamiento observado en cada uno de los tiempos. El efecto acelerante de germinación es manifiesto, pero es muy reducido respecto a la germinación de los granos sin tratamiento alguno (germinación solo con agua) haciendo necesario una explicación razonable sobre esta particularidad que la abordaremos al final de los resultados.

**b) Germinación con radículas menores a 0,5 centímetros**

**Tabla 17-3:** Germinación de granos con radículas < 0,5 centímetros de granos de cebada tratados con quitosano al 1 % en ácido láctico (1 %) y el testigo correspondiente

Tiempo de germinación (h)	Quitosano 1 % (Tratamiento)					Ácido Láctico 1 % (Testigo)				
	Radículas < 0,5cm			$\bar{X}$ de granos	% de germinación (radículas < 0,5 cm)	Radículas < 0,5cm			$\bar{X}$ de granos	% de germinación (radículas < 0,5 cm)
	R1	R2	R3			R1	R2	R3		
18	4	4	2	3,33	6,67	1	1	2	1,33	2,67
24	6	6	5	5,67	11,33	1	1	2	1,33	2,67
43	3	1	1	1,67	3,33	1	1	3	1,67	3,33
65	2	3	2	2,33	4,67	3	2	2	2,33	4,67
74	2	3	2	2,33	4,67	3	2	3	2,67	5,33
90	2	3	1	2,00	4,00	0	0	2	0,67	1,33
138	0	2	0	0,67	1,33	2	0	0	0,67	1,33

Realizado por: (Díaz G, 2022).



**Gráfico 12-3:** Monitoreo de germinación (radícula < 0,5 cm) de granos de cebada tratadas con quitosano al 1 % en ácido láctico (1 %) y su testigo

Realizado por: (Díaz G, 2022).

El gráfico 12-3 muestra que durante las 30 horas el comportamiento es similar a los resultados observados al evaluar los granos con radículas mayores a 0,5 cm. A mayor tiempo por razón lógica el número de granos con radículas menores a 0,5 cm disminuyen tendiendo a prevalecer granos con radículas mayores a 0,5 cm con una cierta distorsión que sugirió que este monitoreo de radículas menores a 0,5 cm no sea muy representativo razón por lo que se vio necesario concentrarnos definitivamente en la germinación total de los granos.

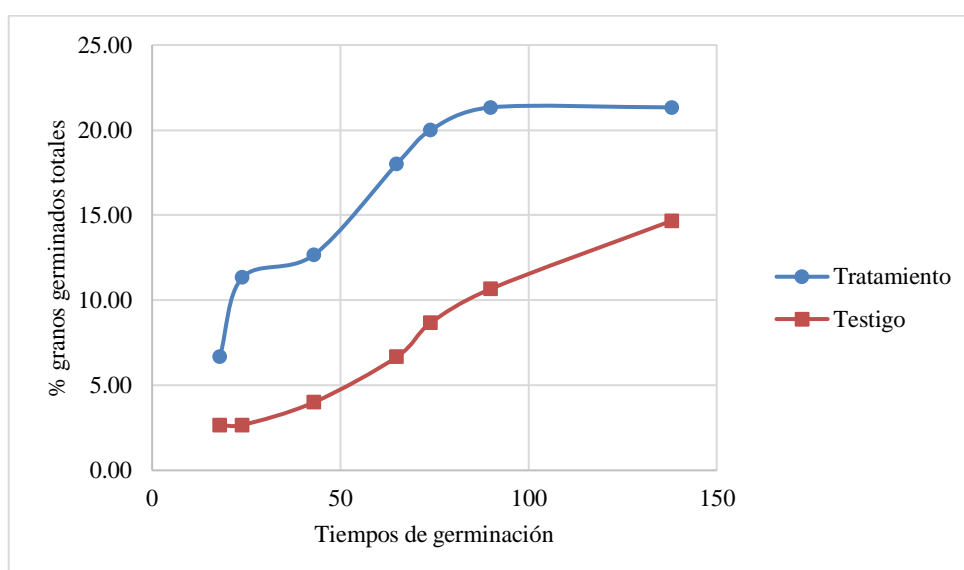
### c) Germinación de granos totales

Los resultados observados al realizar el seguimiento de las radículas mayores y menores a 0,5 centímetros permiten definir que la germinación observada en los granos de cebada tratados experimentalmente con quitosano muestran un efecto acelerador respecto al testigo que corresponde a ácido láctico (1 %), esta particularidad sugirió realizar un análisis de granos germinados totales sin distinción alguna del tamaño de sus radículas, para esto se utilizan los promedios de granos germinados con radículas mayores y menores a 0,5 centímetros que están incluidos en la tabla 17- 3 y representados en el gráfico 13-3.

**Tabla 18-3:** Porcentaje de granos germinados totales tratados con quitosano al 1 % en ácido láctico (1 %) y el testigo correspondiente

Tiempo de germinación (h)	Quitosano 1 % (Tratamiento)				Ácido Láctico 1 % (Testigo)			
	Promedio de granos germinados > 0,5 cm	Promedio de granos germinados < 0,5 cm	Granos germinados totales (sumas de promedios)	% de granos germinados totales	Promedio de granos germinados > 0,5 cm	Promedio de granos germinados < 0,5 cm	Granos germinados totales (sumas de promedios)	% de granos germinados totales
18	0,00	3,33	3,33	6,67	0,00	1,33	1,33	2,67
24	0,00	5,67	5,67	11,33	0,00	1,33	1,33	2,67
43	4,67	1,67	6,33	12,67	0,33	1,67	2,00	4,00
65	6,67	2,33	9,00	18,00	1,00	2,33	3,33	6,67
74	7,67	2,33	10,00	20,00	1,67	2,67	4,33	8,67
90	8,67	2,00	10,67	21,33	4,67	0,67	5,33	10,67
138	10,00	0,67	10,67	21,33	6,67	0,67	7,33	14,67

Realizado por: (Díaz G, 2022).



**Gráfico 13-3:** Monitoreo del porcentaje de granos germinados totales

Realizado por: (Díaz G, 2022).

El gráfico 13-3 corrobora que el quitosano al 1 % en ácido láctico (1 %) acelera la germinación con respecto al testigo. Transcurrido 138 horas se observa que la germinación de los granos tratados con quitosano corresponde a un 21,33 % de granos germinados mientras que el testigo muestra una germinación del 14,67 %, es decir, el quitosano acelera la germinación en un 6,66 %, tendencia de comportamiento que se observa en cada uno de los tiempos. El 21,33 % de germinación mostrado por el efecto del quitosano según la metodología aplicada se lo puede considerar bajo respecto a una germinación de los granos de cebada en agua, la posible explicación para este resultado radica en que el quitosano necesariamente alcanza solubilidad en un medio ácido (aproximadamente  $\text{pH} \pm 2,5$ ) donde el grupo amino del quitosano adquiere parcialmente carga positiva como  $-\text{NH}^{3+}$  corroborando lo argumentado por Sanchez et al. (2007, p.68), quien menciona que el quitosano se solubiliza debido a la cantidad de grupos aminos protonados en la cadena polimérica.

La mayor germinación respecto a una germinación de granos en ácido láctico se puede atribuir a un efecto físico por parte de la solución de quitosano, cuando este recubre la estructura del grano dejándolo parcialmente protegido con una película de este polímero que en el proceso de germinación ayuda a conservar la humedad en él y a la vez lo protege del efecto anti germinativo por parte del ácido láctico como ha quedado sustentado en los resultados anteriormente expuestos. Igual a nuestros resultados algunas fuentes (tabla 19-3) mencionan que el quitosano tiene un efecto acelerador en relación a la germinación con porcentajes de germinación reducidos cuando comparan no muy acertadamente con la germinación en agua, según esto podemos confirmar que el quitosano al 1 % en ácido láctico (1 %) acelera la germinación aun cuando no sea muy representativa.

**Tabla 19-3:** Estudios acerca del efecto del quitosano sobre la germinación

No	Tema de la investigación	Año	Autores	Semilla tratada	Porcentaje de germinación con solución de quitosano	Porcentaje de germinación con el testigo
1	“Efecto de la masa molecular de quitosanos en la germinación y el crecimiento <i>in vitro</i> de soya”	2020	Daimy Costales Menéndez <sup>1</sup> , Alejandro B. Falcón Rodríguez <sup>2</sup>	Soya	82-87 % (No mencionan el solvente)	Agua (76,2 %)
2	“Extracción biotecnológica de quitina del desecho de camarón para la producción de quitosano como bioestimulante en semillas de melón”	2018	Gabriel I. Tovar <sup>1</sup> , Mildre Gómez <sup>2</sup> , Verónica Obediente <sup>3</sup> , Alexander Rodríguez <sup>4</sup> , Livia Soto <sup>5</sup> , Alicia Chirinos <sup>6</sup>	Melón	47,21 % (En solución de ácido acético)	No mencionan testigo
3	“Efecto del uso de quitosano en el mejoramiento del cultivo del arroz ( <i>Oryza sativa</i> L. variedad sd20a)”	2017	José Alejandro Molina Zerpa <sup>1</sup> , Marinela Colina Rincón <sup>2</sup> , Dianela Rincón <sup>3</sup> & José Alejandro Vargas Colina <sup>4</sup>	Arroz	87±3,20 % (En solución de ácido acético)	Agua (82±2,64 %)

Realizado por: (Díaz G, 2022).

## CONCLUSIONES

- La correcta obtención de la quitina garantiza un quitosano de calidad, se consigue con correctos procedimientos de preparación de los exoesqueletos del camarón, de desmineralización y de desproteinización.
- El mejor tratamiento de obtención de quitosano a partir de la quitina de los exoesqueletos de los camarones resultó ser una hidrólisis básica de la quitina con NaOH al 50 por 3 horas a 100 ° C (Relación: 1 g – 20 ml).
- El quitosano resultante del mejor tratamiento genera las caracterizaciones siguientes: mayor solubilidad y gelificación (98,22 % - quitosano al 1 % en ácido láctico al 1 %), porcentaje de grado de desacetilación, 87,13 % (%GDA), peso molecular de 4,67E+06 g/mol
- La germinación de los granos de cebada tratados con quitosano al 1% en ácido láctico (1 %) aceleran la germinación en un 6,66 % respecto a un testigo constituido por ácido láctico (1 %)
- La aceleración del porcentaje de germinación es bajo debido a la solubilidad del quitosano en ácido, acidez que conspira con la germinación natural, medio inevitable para conseguir la solubilidad del quitosano, pues es insoluble en el agua.

## **RECOMENDACIONES**

- Para realizar la obtención de la quitina como del quitosano hacerlo con la implementación de un sistema de reflujo, para evitar pérdida por evaporación en el proceso, y así obtener mayor rendimiento.
- Para llevar a cabo el proceso de obtención de quitina y quitosano ejecutar las operaciones unitarias (molienda, tamizado, secado y agitación) de la mejor manera para garantizar mejores resultados.
- La baja aceleración en la germinación de los granos de cebada tratados con quitosano debería considerarse para aplicativamente utilizar la solución de quitosano en tratamientos donde se requiera recubrimientos con quitosano pues la insolubilidad en el agua no facilita su utilización en procesos de germinación. La aplicación más recomendable sería utilizarlo como recubrimiento para conservación de frutas.



## BIBLIOGRAFÍA

**ALIMENTATEC BY AZTI, 2011.** Quitosano, conservante natural para la industria alimentaria. *Alimentatec by AZTI*.

**ANIMAPEDIA, 2018.** Camarón. *Animapedia* [en línea]. Disponible en: <https://animapedia.org/animales-acuaticos/camaron/>.

**BALANTA, D., GRANDE, C.D. y ZULUAGA, F., 2010.** EXTRACCIÓN, IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE QUITOSANO DEL MICELIO DE ASPERGILLUS NIGER Y SUS APLICACIONES COMO MATERIAL BIOADSORBENTE EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS. , vol. 11, no. 5, pp. 297-316.

**BARRA, A., ROMERO, A. y BELTRAMINO, J., 2012.** Obtencion De Quitosano. *Sitio Argentino de Producción Animal* [en línea], pp. 1-10. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_peces/piscicultura/173-Quitosano.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/173-Quitosano.pdf).

**BIOENCICLOPEDIA, 2016.** Camarón. *BioEnciclopedia* [en línea]. Disponible en: <https://www.bioenciclopedia.com/camaron/>.

**BONFANTE ALVAREZ, H., DE AVILA MONTIEL, G., HERRERA BARROS, A., TORRENEGRA ALARCÓN, M. y GONZÁLEZ DELGADO, Á.D., 2018.** Evaluation of five chitosan production routes with astaxanthin recovery from shrimp exoskeletons. *Chemical Engineering Transactions*, vol. 70, no. 2283-9216, pp. 1969-1974. ISSN 22839216. DOI 10.3303/CET1870329.

**BRANDRUP, J., IMMERGUT, E. y GRULKE, E., 1998.** *Polymer Handbook*. Wiley Inte. S.l.: s.n.

**BRUGNEROTTO, J., LIZARDI, J., GOYCOOLEA, F.M., ARGÜELLES-MONAL, W., DESBRIÈRES, J. y RINAUDO, M., 2000.** An infrared investigation in relation with chitin and chitosan characterization. *Polymer*, vol. 42, no. 8, pp. 3569-3580. ISSN 00323861. DOI 10.1016/S0032-3861(00)00713-8.

**CANACHE RUÍZ, A.A., 2016.** “PREPARACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y APLICACIÓN DE DERIVADOS DEL QUITOSANO PARA LA DETERMINACIÓN DE PLOMO EN MUESTRAS

*AMBIENTALES EMPLEANDO ANÁLISIS POR INYECCIÓN EN FLUJO Y ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA*". S.l.: s.n.

**CÁRDENAS SORIANO, O.E., 2010.** " *Caracterización de los productos de la desacetilación selectiva de quitina* " [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/8790/1/19200890.pdf>.  
**COCOLETZI, H.H., ALMANZA, E.Á., AGUSTIN, O.F., NAVA, E.L.V. y CASSELLIS, E.R., 2009.** Obtención y caracterización de quitosano a partir de exoesqueletos de camarón. , vol. 22, no. 3, pp. 57-60.

**COSTALES MENÉNDEZ, D., FALCÓN RODRIGUEZ, A. y TRAVIESO HERNÁNDEZ, L., 2020.** Efecto de la masa molecular de quitosanos en la germinación y el crecimiento in vitro de soya Daimy. *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas*, vol. 41, no. 1.

**CRUZ, A., RIVERO, D., MARTÍNEZ, B. y MAQUEIRA, M.A.R.L., 2005.** EFECTO DE LA QUITOSANA SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO In Vitro DEL HONGO *S. oryzae* Sawada Y LA PROTECCIÓN DE SEMILLAS DE ARROZ (*Oryza sativa* Lin). *Cultivos Tropicales*, vol. 26, no. 3, pp. 83-86. ISSN 1819-4087.

**CUSIHUAMÁN NOA, S., 2017.** *Derivatización Del Quitosano Para La Obtención Del Carboximetilquitosano (O-Cmq) Y Su Caracterización Vía Espectroscopía Infrarroja (Ftir) Y Resonancia Magnética Nuclear (Rmn)*. S.l.: Universidad Nacional de San Agustín.

**FLORES ORTEGA, R., 2004.** *Bioplástico de quitina: formación de películas de quitina a partir de desechos de camarón por métodos ecológicos* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <http://132.248.9.195/ppt2004/0333631/Index.html>.

**GARCÍA, C., 2017.** *Obtención de quitosano a partir de exoesqueleto de langostino blanco (litopenaeus vannamei), para el tratamiento de efluentes industriales* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/161406#.W81d67d2U0Y.mendeley>.

**GIRALDO, J., 2015.** Propiedades, obtención, caracterización y aplicaciones del quitosano. *ResearchGate* [en línea], DOI 10.13140/RG.2.1.3350.9287. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Juan\\_Giraldo9/publication/277302110\\_PROPIEDADES\\_OBTENCION\\_CARACTERIZACION\\_Y\\_APLICACIONES\\_DEL\\_QUITOSANO/links/55660fd208aeccd777359e7f/PROPIEDADES-OBTENCION-CARACTERIZACION-Y-APLICACIONES-DEL-QUITOSANO.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Juan_Giraldo9/publication/277302110_PROPIEDADES_OBTENCION_CARACTERIZACION_Y_APLICACIONES_DEL_QUITOSANO/links/55660fd208aeccd777359e7f/PROPIEDADES-OBTENCION-CARACTERIZACION-Y-APLICACIONES-DEL-QUITOSANO.pdf).

**HIDALGO MINA, A.S., 2019.** *OBTENCION DE QUITOSANO A PARTIR DEL MICELIO DE Aspergillus niger Y SU APLICACIÓN COMO RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES PARA LA CONSERVACION DE FRUTAS.* S.l.: s.n.

**INFOAGRO, 2016.** El cultivo de la cebada. *Industria de los cereales y derivados,*

**LALALEO CÓRDOVA, L.P., 2010.** *Desarrollo de un Método para la Obtención de Quitosano a Partir de Caparazones de Camarón (Penaeus vannamei), Utilizando un Agente Reductor Químico.* S.l.: s.n.

**LÁREZ VELÁSQUEZ, C., 2003.** Algunos usos del quitosano en sistemas acuosos. *Revista Iberoamericana de polímeros* [en línea], vol. 4, no. 2, pp. 91-109. Disponible en: <https://www.researchgate.net>.

**LEMA AGUIRRE, A.C., BASANTES MORALES, E.R. y PANTOJA GUAMÁN, J.L., 2017.** Producción de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con urea normal y polimerizada en Pintag, Quito, Ecuador. *Agronomía Mesoamericana*, vol. 28, no. 2215-3608, pp. 97-112. ISSN 1021-7444. DOI 10.15517/am.v28i1.22705.

**LÓPEZ, Á., RIVAS, J., LOAIZA, M. y SABINO, M., 2010.** Degradación de películas plastificadas de quitosano obtenidas a partir de conchas de Camarón (*L.vannamei*). *Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V.*, vol. 25, no. 2, pp. 133-143. ISSN 07984065.

**LÓPEZ CALVACHE, P.F., 2014.** *OBTENCIÓN DE QUITOSANO A PARTIR DE DESECHOS DEL EXOESQUELETO DE CAMARÓN TITÍ (XIPHOPENAEUS RIVETI) PARA EL DESARROLLO DE PELICULAS POLIMÉRICAS PLASTIFICADAS CON GLICERINA.* S.l.: Universidad de San Buenaventura.

**LUNA ESTRADA, Y. del C., 2012.** *OBTENCIÓN DE QUITOSANO A PARTIR DE QUITINA PARA SU EMPLEO EN CONSERVACIÓN DE FRUTILLAS Y MORAS* [en línea]. S.l.: Carrera de Ingeniería Química. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/427/1/T-UCE-0017-5.pdf>.

**MACKLIFF VILLACRESES, C.A. y LAVAYEN MÉNDEZ, M.M., 2016.** *APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS DEL CAMARÓN PARA LA EXTRACCIÓN DE GLUCOSAMINA MEDIANTE HIDRÓLISIS ÁCIDA.* S.l.: s.n.

**MÁRMOL, Z., PÁEZ, G., RINCÓN, M., ARAUJO, K. y AIELLO, C., 2011.** Quitina y Quitosano polímeros amigables . Una revisión de sus aplicaciones. *Revista Tecnocientífica URU*, vol. 1, pp. 53-56. ISSN 2343 - 6360.

**MARQUEZ, M., MARTINEZ, G., SANTONI, N., MATOS, M. y ARNAL, M., 2006.** Potencial uso de quitina y quitosano en materiales compuestos y nanocompuestos para aplicaciones biomédicas. *Biomateriales, Polímeros Petroquímicos y sus Mezclas: Características y Nuevos Hallazgos. CD-CHT-ULA*, pp. 227-263.

**MOLINA ZERPA, J.A., COLINA RINCÓN, M., RINCÓN, D. y VARGAS COLINA, J.A., 2017.** Efecto del uso de quitosano en el mejoramiento del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L. variedad sd20a). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, vol. 8, no. 2, pp. 151-165. ISSN 2145-6097. DOI 10.22490/21456453.2041.

**MORENO, N., MIRANDA, D. y MARTÍNEZ, F., 2013.** Zeatin promotes sugar apple seed germination ( *Annona squamosa* L .). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, vol. 7, no. 1, pp. 9-19.

**MOREY, A.S. y QUINDE, A.L., 2012.** *Obtención de Quitosano y Su Aplicación en Recubrimientos Comestibles en Mezcla con Almidón*. S.l.: Universidad de Guayaquil.

**PENICHE, C., ARGÜELLES, W., GALLARDO, A., ELVIRA, C. y SAN ROMÁN, J., 2001.** Quitosano: Un Polisacárido Natural Biodegradable y Biocompatible con Aplicaciones en Biotecnología y Biomedicina. *Revista de Plásticos modernos*, vol. 81, no. 535, pp. 81.

**PÉREZ FARFANTE, I. y KENSLEY, B., 1997.** PENAEOID AND SERGESTOID SHRIMPS AND PRAWS OF THE WORLD. KEYS AND DIAGNOSES FOR THE FAMILIES AND GENERA. , vol. 62, no. 1, pp. 299-301.

**PIEDRAHITA, Y., 2018.** La industria de cultivo de camarón en Ecuador, parte 1. *Global Aquaculture Alliance* [en línea]. Disponible en: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/la-industria-de-cultivo-de-camaron-en-ecuador-parte-1/#:~:text=A partir de 2007%2C Ecuador,50 por ciento de la>.

**RAMÍREZ, M.Á., RODRÍGUEZ, A.T., ALFONSO, L., PENICHE, C., EXPERIMENTAL, E., NACIONAL, I., AGRÍCOLAS, D.C. y RAMÍREZ, M.Á., 2010.** *Chitin and its derivatives as biopolymers with potential agricultural applications*. 2010. S.l.: s.n.

**RHAZI, M., ALAGUI, A., VINCENDON, M. y VOTTERO, P., 2000.** On the influence of deacetylation process on the physicochemical characteristics of chitosan from squid chitin. , vol. 41, pp. 2463-2469.

**RICO RODRÍGUEZ, F., 2013.** *Estudio de la aplicación de recubrimientos comestibles de quitosano y su combinación con aceites esenciales sobre la vida útil del mango (mangifera indica l.)*. S.l.: Universidad Nacional de Colombia.

**ROMERO SALGADO, N., 2014.** Neoliberalismo e industria camaronera en Ecuador. *Letras Verdes, Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, vol. 15, pp. 55-78. ISSN 1390-6631. DOI 10.17141/letrasverdes.15.2014.1257.

**SANCHEZ, A., SIBAJA BALLESTEROS, M., VEGA-BAUDRIT, J. y MADRIGAL, S., 2007.** Síntesis y caracterización de hidrogeles de quitosano obtenido a partir del camarón langostino (*Pleuroncodes planipes*) con potenciales aplicaciones biomedicas. *Síntesis y caracterización de hidrogeles de quitosano obtenido a partir del camarón langostino (Pleuroncodes planipes) con potenciales aplicaciones biomedicas*, vol. 8, no. 4, pp. 241-267. ISSN 0121-6651.

**SERVICIO NACIONAL DE INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN DE SEMILLAS, 2017.** ¿Cómo se realiza un ensayo de germinación? *Gobierno de México* [en línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/snics/articulos/como-se-realiza-un-ensayo-de-germinacion?idiom=es>.  
SINERGIA QUÍMICA, [sin fecha]. Ácido Acético Técnico. .

**SOLANO ROMERO, J.F., 2017.** *Obtención de quitosano a partir del exoesqueleto del camarón (infraorden caridea)* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7751/1/Muñoz.pdf>.

**SORIA, J., 2017.** *DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL A BASE DE CEBADA (Hordeum Vulgare) Y CACAO DE FINO AROMA (Theobroma Cacao)*” [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en:

<https://www.semanticscholar.org/paper/Diseño-de-un-proceso-industrial-para-la-elaboración-Ludisaca-Alfredo/aba579e90b7745cfe58bf22c382bb413e7b77690>.

**TOVAR JIMENEZ, G.I., GÓMEZ, M., OBEDIENTE, V., RODRÍGUEZ, A., SOTO, L. y CHIRINOS, A., 2018.** Extracción biotecnológica de quitina del desecho de camarón para la producción de quitosano como bioestimulante en semillas de melón. , vol. 68, pp. 71-86. ISSN 0002-192X.

**VANEGAS HINOJOSA, M.G., 2014.** *OBTENCIÓN DE PELÍCULAS BIODEGRADABLES A PARTIR DE MEZCLAS DE QUITOSANO DE CÁSCARAS DE CAMARÓN Y AGENTES PLASTIFICANTES* [en línea]. S.l.: Universidad Central Del Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.uce.edu.ec/archivos/sebonillaj/INFORMACION> 2019-2020/PANEL PRINCIPAL/MANUALES DE PROCESOS/Sistema de para Proyectos de VinculaciÃ³n.pdf.

**VARELA, M., 2011.** Procesamiento de camaron para exportacion. *Centro de Investigaciones económicas de la Pequeña y Mediana Empresa* [en línea], pp. 1-39. Disponible en: <https://www.flacso.edu.ec/portal/pnTemp/PageMaster/v1h0ohbg78sb6mncmkkkr5w3mwji4ep.pdf>.

**ZAMBRITISA EMPACADORA, 2016.** ¿Qué especies de camarón se producen en Ecuador? *Zambristisa Empacadora* [en línea]. Disponible en: [http://www.zambristisa.com/preguntas.html#:~:text=En nuestro mar territorial podemos,Farfantepenaeus brevirostris \(camarón rojo\) y](http://www.zambristisa.com/preguntas.html#:~:text=En nuestro mar territorial podemos,Farfantepenaeus brevirostris (camarón rojo) y).

## ANEXOS

### ANEXO A: PREPARACIÓN DE LA MATERIA (EXOESQUELETOS DE CAMARÓN)



a)



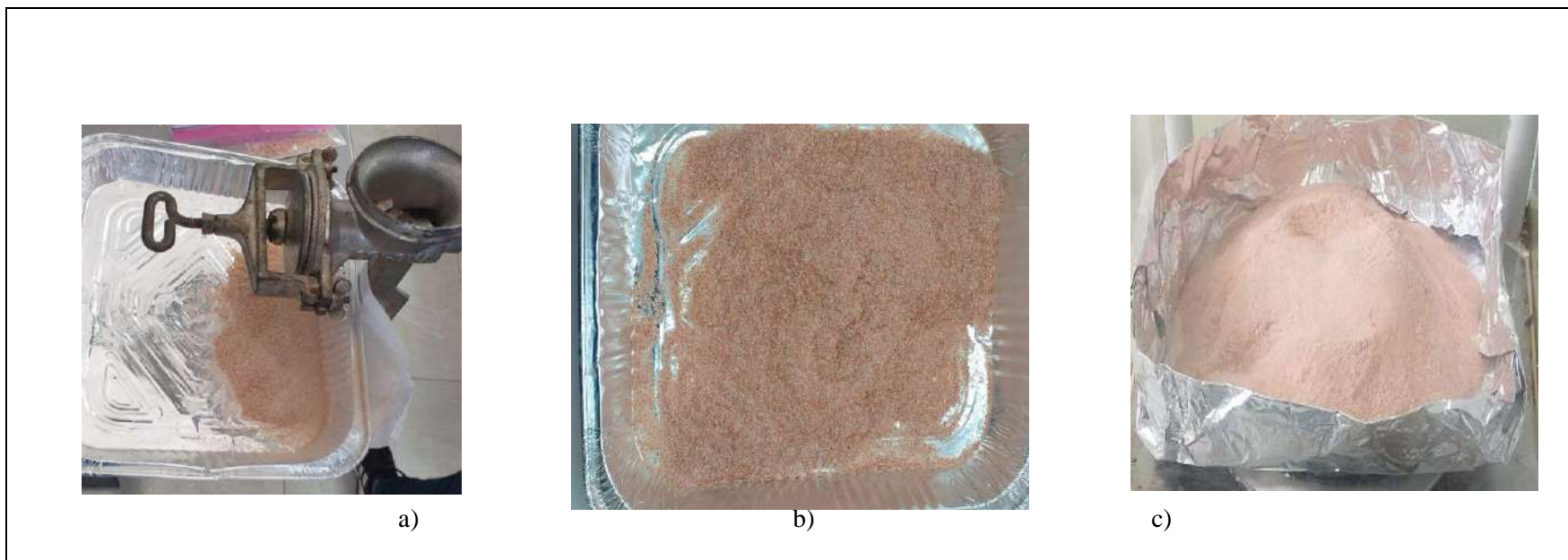
b)



c)

<b>NOTAS:</b>	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>  <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>  ELABORADO POR: María Gabriela Díaz Zambrano	<b>PREPARACIÓN DE LA MATERIA (EXOESQUELETOS DE CAMARÓN)</b>		
a) Eliminación de impurezas de los exoesqueletos. b) Proceso de secado de los exoesqueletos de camarón c) Exoesqueletos de camarón secos	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar				
			1	1:10	2022

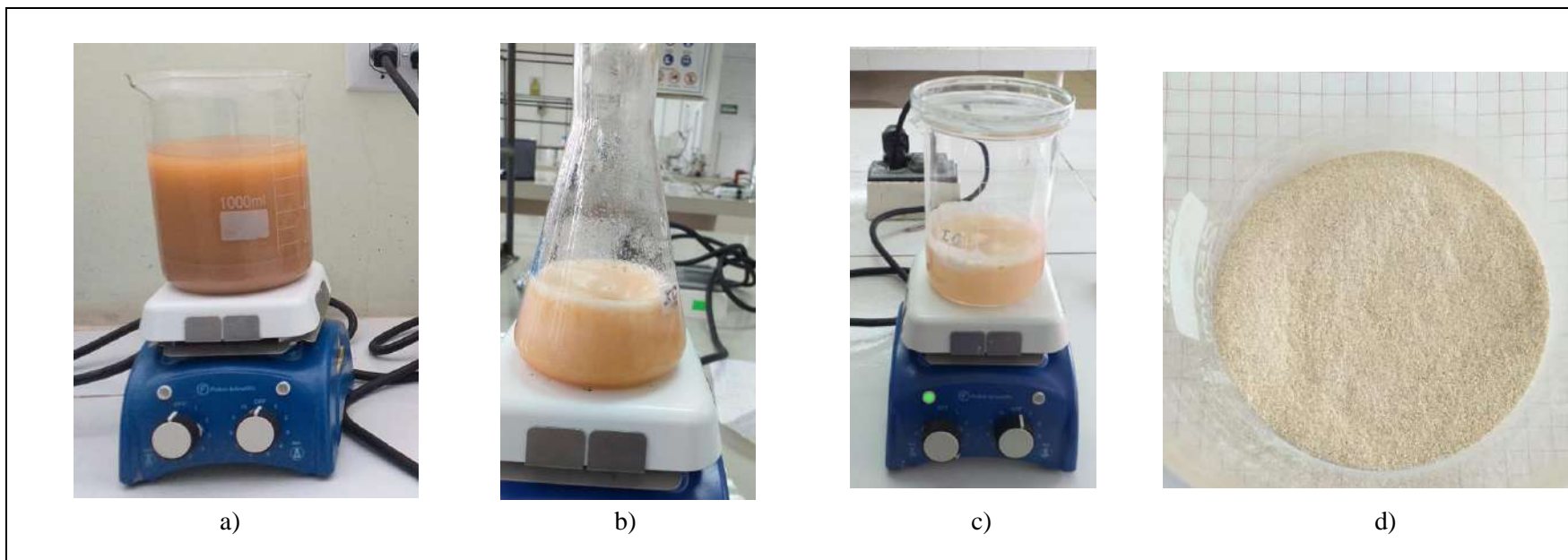
**ANEXO B: PREPARACIÓN DE LA MATERIA (EXOESQUELETOS DE CAMARÓN)**



<b>NOTAS:</b>	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>  <b>ESCUELA INGENIERÍA QUÍMICA</b>	<b>PREPARACIÓN DE LA MATERIA (EXOESQUELETOS DE CAMARÓN)</b>		
a) Proceso de molido de los exoesqueletos b) Polvo molido de los exoesqueletos c) Polvo de los exoesqueletos tamizado	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar				



**ANEXO C: PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA QUITINA**



<b>NOTAS:</b>	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>  <b>ESCUELA INGENIERÍA QUÍMICA</b>  ELABORADO POR: María Gabriela Díaz Zambrano	<b>“INFLUENCIA DEL QUITOSANO OBTENIDO DESDE EXOESQUELETOS DEL CAMARÓN (<i>Litopenaeus Vannamei</i>) SOBRE LA GERMINACIÓN DE CEBADA (<i>Hordeum Vulgare</i>)”</b>		
d) Proceso de despigmentación e) Proceso de Desmineralización f) Proceso de Desproteínización g) Quitina obtenida	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar				
			1	1:10	2022

**ANEXO D: PROCESO DE OBTENCIÓN DE QUITOSANO**



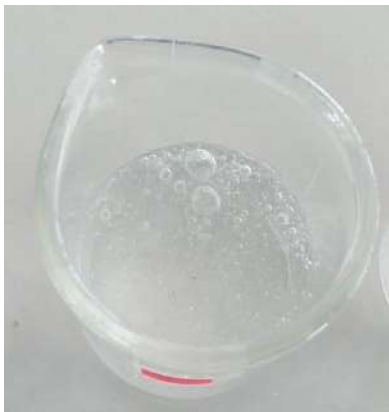
a)



b)

<b>NOTAS:</b>	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>	<b>PROCESO DE OBTENCIÓN DE QUITOSANO</b>		
a) Proceso de Desacetilación b) Quitosano obtenido	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar	<b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>			
		<b>ESCUELA INGENIERÍA QUÍMICA</b>	1	1:10	2022
		ELABORADO POR: María Gabriela Díaz Zambrano			

**ANEXO E: GELIFICACIÓN Y SOLUBILIDAD DEL QUITOSANO OBTENIDO**



a)










b)










c)

<b>NOTAS:</b>	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>	<b>GELIFICACIÓN Y SOLUBILIDAD DEL QUITOSANO OBTENIDO</b>		
a) Solubilidad de quitosano en ácido acético al 1% b) Presencia de gelificación c) Solubilidad de ácido láctico al 1%	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar	<b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>			
		<b>ESCUELA INGENIERÍA QUÍMICA</b>			
		ELABORADO POR: María Gabriela Díaz Zambrano	<b>LÁMINA</b> 1	<b>ESCALA</b> 1:10	<b>FECHA</b> 2022

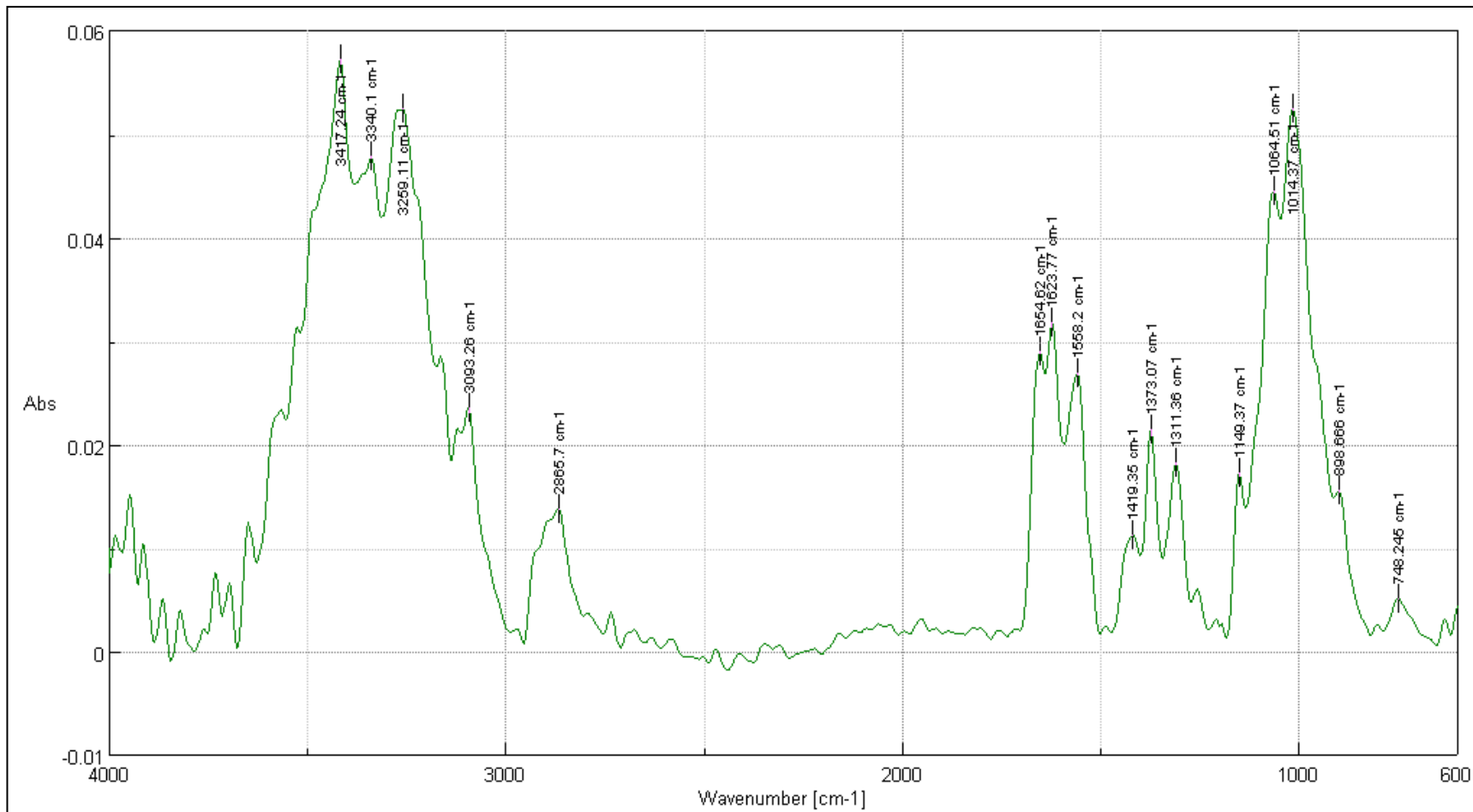
**ANEXO F: MONITOREO DE GERMINACIÓN DE LOS GRANOS TRATADOS CON QUITOSANO**

<b>MONITOREO DE LOS GRANOS DE CEBADA TRATADAS CON QUITOSANO</b>						
18 horas	24 horas	43 horas	65 horas	74 horas	90 horas	138 horas
						
a)						
<b>NOTAS:</b>	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</b>		<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>		<b>MONITOREO DE GERMINACIÓN DE LOS GRANOS TRATADOS CON QUITOSANO</b>	
a) Monitoreo de germinación de los granos de cebada tratados con quitosano al 1% en ácido láctico al 1% durante 138 horas	<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Preliminar	<b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>  <b>ESCUELA INGENIERÍA QUÍMICA</b>  ELABORADO POR: María Gabriela Díaz Zambrano			
	<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por aprobar			<input type="checkbox"/> Por calificar	<b>LÁMINA</b>
	<input type="checkbox"/> Información			1	1:10	2022

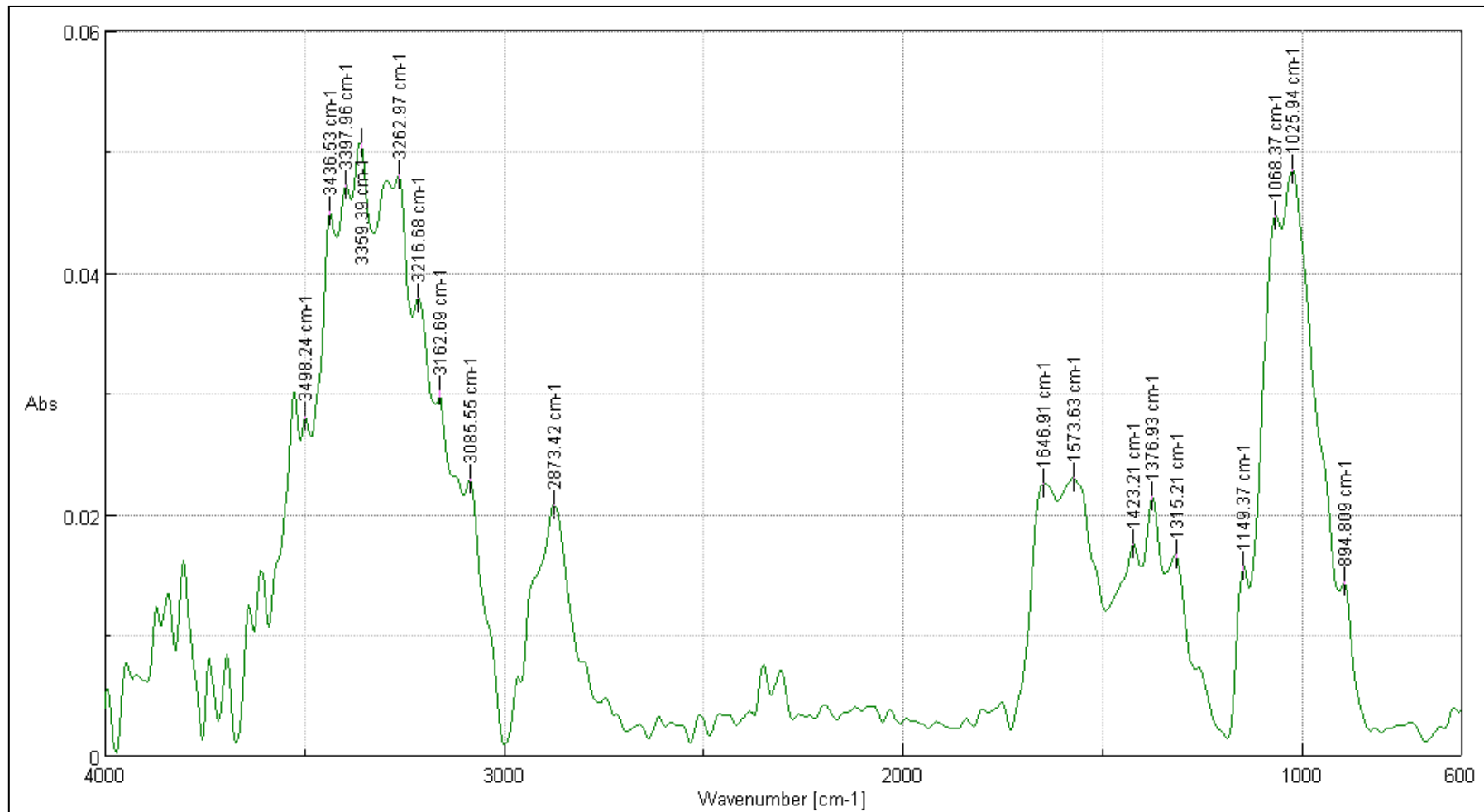
**ANEXO G: MONITOREO DE GERMINACIÓN DE LOS GRANOS DE CEBADA TRATADOS CON ÁCIDO LÁCTICO (1%)**

<b>MONITOREO DE LOS GRANOS DE CEBADA TRATADOS EN ÁCIDO LÁCTICO</b>									
18 horas	24 horas	43 horas	65 horas	74 horas	90 horas	138 horas			
									
a)									
<b>NOTAS:</b>	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</b>		<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>  <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>  ELABORADO POR: María Gabriela Díaz Zambrano		<b>MONITOREO DE GERMINACIÓN DE LOS GRANOS DE CEBADA TRATADOS CON ÁCIDO LÁCTICO (1%)</b>				
a) Monitoreo de germinación de los granos de cebada en ácido láctico al 1% durante 138 horas	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Información	<input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Por calificar					<table border="1"> <thead> <tr> <th>LÁMINA</th> <th>ESCALA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1:10</td> <td>2022</td> </tr> </tbody> </table>	LÁMINA	ESCALA
LÁMINA	ESCALA	FECHA							
1	1:10	2022							

**ANEXO H: ESPECTRO INFRARROJO GRAFICADO EN FUNCIÓN DE LA ABSORBANCIA DEL T2**



# ANEXO I: ESPECTRO INFRARROJO GRAFICADO EN FUNCIÓN DE LA ABSORBANCIA DEL T3





epoch

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

*UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL*

*REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA*

Fecha de entrega: 06 / 04 / 2022

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> <i>Maria Gabriela Diaz Zambrano</i>
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> <i>Ciencias</i>
<b>Carrera:</b> <i>Ingeniería Química</i>
<b>Título a optar:</b> <i>Ingeniera Química</i>
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> <i>Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.</i>

LEONARDO  
FABIO MEDINA  
NUSTE

Firmado digitalmente por LEONARDO FABIO  
MEDINA NUSTE  
Nombre de reconocimiento (DN): c=EC, o=BANCO  
CENTRAL DEL ECUADOR, ou=ENTIDAD DE  
CERTIFICACION DE INFORMACION-ECIBCE,  
l=QUITO, serialNumber=D000621485,  
cn=LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE  
Fecha: 2022.04.06 14:19:18 -05'00'



0616-DBRA-UTP-2022