

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas

Escuela Profesional de Ingeniería de Industria Alimentaria



RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A PARTIR DE HARINA DE GARBANZO (*CICER ARIETINUM*), PROTEÍNA DE SOJA (*GLYCINE MAZ*) Y ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO (*ORIGANUM VULGARE*); Y SU APLICACIÓN EN QUESO ANDINO.

EDIBLE COATING FROM CHICKPEA FLOUR (*CICER ARIETINUM*), SOY PROTEIN (*GLYCINE MAZ*) AND ESSENTIAL OIL OF OREGANO (*ORIGANUM VULGARE*); AND ITS APPLICATION IN ANDEAN CHEESE.

Tesis presentada por la Bachiller:

Pinto Cornejo, Dayana Brendaly

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniera de Industria Alimentaria

Asesor: Ing. García Lazo, Helard

AREQUIPA – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
URB. SAN JOSE S/N - UMACOLLO

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIA ALIMENTARIA

DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS

Arequipa, 2019 enero 25

Visto el Expediente que presenta(n) el(los) Sr(es). Bachiller(es): **PINTO CORNEJO DAYANA BRENDA LY**, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industria Alimentaria, quien está presentando su **BORRADOR DE TESIS** al amparo de la Resolución N° 4124-R-97.

“RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A PARTIR DE HARINA DE GARBANZO (CICER ARIETINUM), PROTEÍNA DE SOJA (GLYCINE MAX) Y ACEITE ESENCIAL DE OREGANO (ORIGANUM VULGARE) Y SU APLICACIÓN EN QUESO ANDINO”

Se designó como jurado Dictaminador según lo especificado en el Libro de Inscripciones de Borradores de Tesis, a los docentes:

ING. MARTHA ARENAS RODRIGUEZ
ING. JORGE SALAS CASTRO
ING. DANISSA PAREDES MUÑOZ

siendo el Dictamen del Jurado:

SI PROCEDE

OBSERVACIONES

ING. MARTHA ARENAS RODRIGUEZ ING. JORGE SALAS CASTRO

ING. DANISSA PAREDES MUÑOZ

(5154) 382038

(5154) 252542

ucsm@ucsm.edu.pe

http://www.ucsm.edu.pe

0004745

PRESENTACIÓN

Señor Decano de la Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y químicas.

Señor Director, Ingeniero Carlos Mori de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industria Alimentaria

Señores miembros del jurado dictaminador

Ingeniera Martha Arenas Rodríguez

Ingeniera Danissa Paredes Muñoz

Ingeniero Jorge Salas Castro

Habiendo cumplido con lo estipulado por el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas de la universidad Católica de Santa María, pongo a su consideración el presente trabajo de investigación titulado:

“Recubrimiento comestible a partir de harina de garbanzo (*Cicer arietinum*), proteína de soja (*Glycine max*) y aceite esencial de orégano (*origanum vulgare*); y su aplicación en queso andino”

El cual, de merecer su aprobación, me conceda optar el Título Profesional de Ingeniera de Industria Alimentaria.

El presente trabajo consta de cinco capítulos que abarcan: planteamiento teórico, planteamiento operacional, resultados y discusión, propuesta a escala industrial y la ingeniería económica del proyecto.

Así mismo, manifiesto mi gratitud, cariño y reconocimiento a los docentes y técnicos de la escuela profesional de Ingeniería de Industria Alimentaria por el apoyo en el presente trabajo.

Atentamente

Dayana Brendaly Pinto Cornejo

Bachiller de Ingeniería de Industria Alimentaria

DEDICATORIA

En primer lugar, dedico este trabajo a Dios, por darme su bendición y guiarme en todo este arduo camino y ayudarme a llegar a la meta de poder realizar un logro muy importante en mi formación profesional.

A mis padres, Flor y Arturo quienes me han apoyado incondicionalmente a lo largo de toda mi vida, por motivarme a perseguir mis sueños y mis metas; por brindarme su amor, sacrificio, confianza y paciencia. Por siempre estar a mi lado y haberme ayudado a cumplir uno de mis sueños.

A mi hermano, Belford por brindarme su cariño y paciencia, por hacerme reír cuando lo necesito y dedicarme palabras de alientos; por su apoyo en cada

A mis abuelitos Miguel e Isela que, aunque hayan partido hace ya mucho tiempo, siempre me han apoyado y brindado todo su amor, por haberme ayudado a cumplir una de mis metas.

A mis tíos y tías que siempre me han brindado todo su apoyo y cariño incondicional, por siempre alentarme a buscar nuevas metas.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por haberme ayudado a cumplir
mi meta y siempre cuidarme.

Gracias mamá por siempre apoyarme y estar cuando te necesito,
por enseñarme a ser una mejor persona y ser siempre
perseverante, por ser un ejemplo de fuerza y coraje. Gracias por
todo.

Gracias papá por apoyarme y enseñarme valiosas
lecciones, por enseñarme que hay que esforzarse para
poder cumplir nuestras metas.

Gracias hermano por mostrarme tu cariño y por siempre
hacerme reír, gracias por tu apoyo incondicional.

Agradezco a mis jurados por todos sus consejos, su apoyo
y su paciencia, en especial a mi asesor, el ingeniero
Helard por apoyarme, brindarme sus consejos y
respaldarme en todo el trayecto de este proyecto.

Agradezco al Señor Hugo por haberme ayudado en todo el
proceso de experimentación de mi proyecto, por saber escuchar
y haberme brindado sus consejos y apoyo.

Agradezco a mis amigos, a todas las personas que me
brindaron su apoyo a lo largo de este largo viaje, gracias
por ayudarme a culminar mi proyecto.

Agradezco a Lucky por siempre hacerme reír.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la contaminación del medio ambiente y el daño que tiene esta sobre la ecología ha ido en aumento, existen diferentes tipos de contaminación, uno de ellos es la generación de desechos plásticos, como botellas, bolsas de plásticos, sorbetes entre otros, los cuales terminan en el océano, la tierra, ríos, etc. y tienen un tiempo de degradación de 150 años hasta 1000 años.

Por lo que se ha buscado reducir dichos desechos plásticos a través de alternativas ecológicas, una de ellas es el uso de “plásticos biodegradables” que están hechos por materiales degradables como su nombre lo dice, por ejemplo, de almidones, proteínas, quitosano, semillas de plantas (palta, por ejemplo), entre otros.

La industria alimentaria contribuye con la generación de dichos desechos en gran cantidad, debido a que utiliza diversos tipos de empaques (de origen sintético, por ejemplo: polietileno) para almacenar y proteger los alimentos de diversos factores, como son la contaminación cruzada, daños físicos, pérdidas de nutrientes, luz del sol, entre otros.

La industria quesera, en específico, hace uso de ceras (generalmente de origen sintético) en ciertos tipos de quesos (maduros o semi – maduros) durante o después de la etapa de maduración, en el caso de la primera opción (durante la maduración) se aplica dicho recubrimiento (cera) para evitar que el queso pierda humedad, es decir, pierda peso y que no haya crecimiento de moho en la superficie del queso.

Debido a esto se plantea la alternativa de utilizar un recubrimiento comestible elaborado con insumos naturales y ecológicos, que ayude a evitar la pérdida de peso del queso y el crecimiento de moho durante el período de maduración. Los recubrimientos comestibles generalmente están elaborados por polisacáridos, como almidones (en su mayoría), harinas; proteínas y plastificantes; por lo que se propone el uso de harina de garbanzo (debido a su alto contenido de almidón y sus propiedades), proteína de soya y aceite esencial de orégano, el cual aportará sus propiedades antifúngicas contra el moho al recubrimiento.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo la elaboración de un recubrimiento comestible a partir de harina de garbanzo (*Cicer arietinum*), proteína de soja (*Glycine maz*) y aceite esencial de orégano (*origanum vulgare*); y su aplicación en queso andino; evaluando las variables de materia prima, de proceso y de producto final.

La presente investigación se divide en cinco capítulos:

Capítulo I: Se procede a describir los aspectos generales de la investigación, como el problema propuesto, el análisis bibliográfico de la materia prima, el enunciado de la investigación, objetivos y la hipótesis.

Capítulo II: Se describe el planteamiento operacional, es decir la metodología del experimento, así como las variables que se van a evaluar, los experimentos que se realizarán, diagramas de flujo.

Capítulo III: Se describen los resultados que se obtienen de los experimentos realizados:

- En el primer experimento, se realizó la obtención de harina de garbanzo, teniendo como objetivo hallar la granulometría y el tratamiento térmico óptimo, que obtuvieran un % de amilosa y rendimiento elevado, la mejor variable fue la TT₁M₃ (Sin tratamiento y malla # 50), ya que fue la que tuvo un alto rendimiento y % de amilosa, obteniendo 31.99% y 87.35% respectivamente.
- En el segundo experimento, se realizó la formulación del recubrimiento, teniendo como objetivo determinar la formulación óptima del recubrimiento, teniendo como variables diferentes concentraciones de harina y proteína; siendo la mejor formulación la F₂ (4% Proteína – 2% Harina de garbanzo) ya que es la que posee una baja permeabilidad al vapor de agua (1.23×10^{-10} g/s.m.Pa) y un menor grosor (0.07 mm), aunque su valor de opacidad (3.0095 nm) y solubilidad (91.72%) no sean los deseados.
- En el tercer experimento, se realizó la aplicación de aceite esencial de orégano a la formulación de recubrimiento con el objetivo de determinar la concentración óptima de este aceite que permita un menor crecimiento del moho; la mejor concentración fue Ae₂ (500 ppm), la cual permite un menor

crecimiento del moho (3.03 cm) así mismo, presenta aceptabilidad por parte de los jurados.

- En el experimento del producto final, se evaluó la aplicación del recubrimiento al queso andino antes de ingresar a maduración, teniendo como objetivo determinar el método de aplicación óptimo que permita una menor pérdida de peso y crecimiento de moho. Siendo el método por aspersión (Ar_3) la que obtuvo un menor % de pérdida de peso (7.86%) en comparación a los demás tratamientos a lo largo de los 15 días, así como un menor crecimiento de moho (< 10 ufc/g) y el puntaje mayor (con un promedio de 8.53 en una escala de 9 puntos) en las pruebas sensoriales de color, olor y sabor.

Así mismo se realizó la prueba de vida útil al recubrimiento haciendo uso de 4 temperaturas (2.3°C , 11.1°C , 17.6°C y 22.7°C) en un intervalo de 15 días, evaluando su % de acidez (expresado en ácido láctico) y su valor de pH. Teniendo como límite crítico un % de acidez de 0.27, se obtuvo que su tiempo de vida útil es de 1 mes y 13 días a una temperatura de 2°C .

Capítulo IV: Se realiza la evaluación de la propuesta a escala industrial, obteniendo como ubicación de la planta, el Parque Industrial, Río Seco – Arequipa, contando con una producción de 416 TM por año, así mismo tendrá un período productivo de 300 días, 1 turno de trabajo y 8 horas por día.

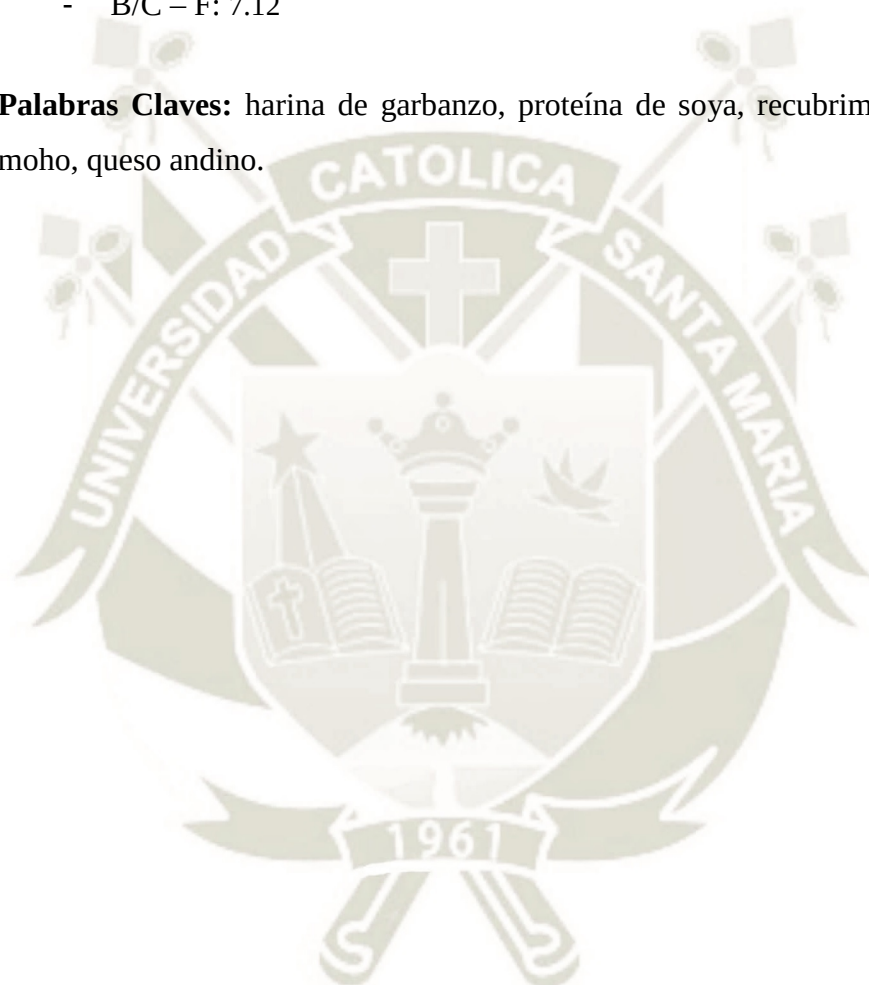
Capítulo V: Abarca la inversión y el financiamiento total de la planta piloto, el cual tiene como objetivo determinar si el proyecto es rentable y factible. La entidad financiera que ayudará con un 60% (1044050.95) del aporte de la inversión es la Corporación financiera de desarrollo (COFIDE) mientras que el otro 40% (696033.96) será por aporte propio.

Los ingresos brutos totales para el primer año equivalen a \$ 2042758.00, mientras que los egresos equivalen a \$ 1453981.54. El costo unitario del recubrimiento por cada botella de 5 litros equivale a \$ 9.30, para la harina de garbanzo (bolsas 1.5 kg) equivale a \$ 5.25 y para el garbanzo sin cáscara (bolsas de 1.5 kg) equivale a \$ 2.28.

Se obtuvieron los siguientes indicadores económicos:

- VAN – E: 3095626.32
- TIR – E: 47%
- B/C – E: 2.78
- VAN – F: 4258120.39
- TIR – F: 125%
- B/C – F: 7.12

Palabras Claves: harina de garbanzo, proteína de soya, recubrimiento comestible, anti-moho, queso andino.



SUMMARY

The objective of this research work is to prepare an edible coating made from chickpea flour (*Cicer arietinum*), soy protein (*Glycine max*) and oregano essential oil (*origanum vulgare*); and its application in Andean cheese; evaluating the variables of raw material, process and final product.

The present investigation is divided into five chapters:

Chapter I: We proceed to describe the general aspects of the research, such as the proposed problem, the bibliographic analysis of the raw material, the statement of the research, objectives and the hypothesis.

Chapter II: The operational approach is described, that is, the methodology of the experiment, as well as the variables that will be evaluated, the experiments that will be carried out, flow diagrams.

Chapter III: The results obtained from the experiments carried out are described:

- In the first experiment, chickpea flour was obtained, aiming to find the granulometry and the optimal thermal treatment, obtaining a% of amylose and high yield, the best variable was the TT1M3 (Without treatment and mesh # 50), since it was the one that had a high yield and% amylose, obtaining 31.99% and 87.35% respectively.
- In the second experiment, the formulation of the coating was carried out, having as objective to determine the optimum formulation of the coating, having as variable variables different concentrations of flour and protein; being the best formulation the F2 (4% protein - 2% chickpea flour), since it is the one that has a low water vapor permeability (1.23×10^{-10} g / smPa) and a smaller thickness (0.07 mm)), although its opacity value (3.0095 nm) and solubility (91.72%) are not as desired.
- In the third experiment, the application of oregano essential oil to the coating formulation was carried out in order to determine the optimum concentration of this oil that allows a lesser growth of the mold; the best concentration was Ae2

(500 ppm), which allows a lower mold growth (3.03 cm) as well, it presents acceptability on the part of the juries.

- In the final product experiment, the application of the coating to the Andean cheese was evaluated before entering maturation, having as objective to determine the optimal application method that allows a lower weight loss and mold growth. Being the spray method (Ar3) the one that obtained a lower% of weight loss (7.86%) in comparison to the other treatments throughout the 15 days, as well as a lower growth of mold (<10 cfu / g) and the highest score (with an average of 8.53 on a 9-point scale) in the sensory tests of color, smell and taste.

Likewise, the shelf life test was carried out using 4 temperatures (2.3°C , 11.1°C , 17.6°C and 22.7°C) in a 15-day interval, evaluating its% acidity (expressed in lactic acid) and its pH value. Having as a critical limit a% acidity of 0.27, it was obtained that its shelf life is 1 month and 13 days at a temperature of 2°C .

Chapter V: Includes investment and total financing of the pilot plant, which aims to determine if the project is profitable and feasible. The financial entity that will help with 60% (1044050.95) of the contribution of the investment is the Development Finance Corporation (COFIDE) while the other 40% (696033.96) will be by own contribution.

Total gross income for the first year equals \$ 2042758.00, while expenditures equal \$ 1453981.54. The unit cost of the coating for each 5-liter bottle is equivalent to \$ 9.30, for the chickpea flour (bags 1.5 kg) is equivalent to \$ 5.25 and for the shellless chickpea (bags of 1.5 kg) is equivalent to \$ 2.28.

The following economic indicators were obtained:

- VAN – E: 3095626.32
- TIR – E: 47%
- B/C – E: 2.78
- VAN – F: 4258120.39
- TIR – F: 125%
- B/C – F: 7.12

Key words: chickpea flour, soy protein, edible coating, anti-mold, Andean cheese.

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
I. Planteamiento teórico.....	1
1. Problema de investigación.....	1
1.1. Enunciado del problema.....	1
1.2. Descripción del problema.....	1
1.3. Área de investigación.....	1
1.4. Análisis de variables.....	2
1.5. Interrogantes de investigación.....	2
1.6. Tipo de investigación.....	3
1.7. Justificación del problema.....	3
1.7.1. Aspecto general.....	3
1.7.2. Aspecto tecnológico.....	3
1.7.3. Aspecto social.....	4
1.7.4. Aspecto económico.....	4
1.7.5. Importancia.....	4
2. Marco conceptual.....	4
2.1. Análisis bibliográfico.....	4
2.1.1. Materia prima principal: Garbanzo.....	4
2.1.1.1. Descripción.....	4
2.1.1.2. Características químico – físicas.....	5
2.1.1.3. Características bioquímicas.....	7
2.1.1.4. Características microbiológicas.....	8
2.1.1.5. Usos.....	9
2.1.1.6. Estadísticas de producción y proyección.....	9
2.1.2. Producto a obtener.....	11
2.1.2.1. Normas: nacionales y/o internacionales de recubrimientos comestibles.....	11
2.1.2.2. Características químico – físicas de recubrimientos.....	11
2.1.2.3. Bioquímica de recubrimientos comestibles.....	12
2.1.2.4. Usos.....	13
2.1.2.5. Productos similares.....	13

2.1.2.6. Estadísticas de producción y proyección	13
2.1.3. Procesamiento: Métodos.....	13
2.1.3.1. Métodos de procesamiento.....	13
A. Método 1: Método modificado de Saavedra y Algecira.....	13
a. Recepción.....	13
b. Selección	13
c. Lavado	13
d. Remojo.....	13
e. Pelado.....	14
f. Molienda húmeda	14
g. Secado	14
h. Obtención de harina de garbanzo	14
i. Formación de recubrimiento	14
B. Método 2: Método modificado de Meza Ramos P.....	15
a. Recepción.....	15
b. Selección	15
c. Lavado	15
d. Remojo.....	15
e. Pelado.....	15
f. Molienda húmeda	15
g. Secado	15
j. Obtención de harina de garbanzo	15
h. Formación de recubrimiento	15
2.1.3.2. Problemas tecnológicos	16
2.1.3.3. Modelos matemáticos	17
2.1.3.4. Control de calidad	21
a. Químico – físico	21
b. Microbiológico	21
c. Físico – organoléptico.....	21
2.1.3.5. Problemática del producto.....	22
a. Producción – importación	22
b. Evaluación de comercio y consumo	23
c. Competencia – comercialización.....	23
2.1.3.6. Método propuesto	24
a. Recepción.....	24

b. Selección	24
c. Lavado	24
d. Remojo	24
e. Pelado	24
f. Molienda húmeda	24
g. Secado	24
h. Obtención de harina de garbanzo	25
i. Formación de recubrimientos	25
2.1.3.7. Modelos matemáticos	25
3. Análisis de antecedentes investigativos	30
4. Objetivos	33
4.1. Objetivo general	33
4.2. Objetivos específicos	33
5. Hipótesis	33
CAPÍTULO II	34
II. Planteamiento operacional	34
1. Metodología de la experimentación	34
2. Variables a evaluar	35
2.1. Variables de proceso	35
2.2. Variables de producto final	36
2.3. Variables de comparación	37
2.4. Cuadro de observaciones a registrar	37
3. Materiales y métodos	37
3.1. Materia prima	37
3.2. Otros insumos	37
3.3. Material reactivo	38
3.4. Equipos y maquinarias (especificaciones técnicas)	39
3.4.1. Laboratorio	40
3.4.2. Planta piloto	41
4. Esquema experimental	44
4.1. Método propuesto: Tecnología y parámetros	44

4.2. Esquema experimental	45
4.2.1. Descripción del proceso	45
a. Recepción.....	45
b. Selección	45
c. Lavado	45
d. Remojo	45
e. Pelado.....	45
f. Molienda húmeda	45
g. Secado	46
h. Molienda.....	46
i. Formación de recubrimiento	46
.....	47
4.2.2. Flujo: bloques	47
4.3. Diseño de experimentos – diseños estadísticos	48
4.3.1. De la materia prima	48
a. Características químico proximal de la materia prima.....	48
b. Características fisicoquímicas de la materia prima.....	48
c. Características organolépticas de la materia prima	49
4.3.2. Experimento número uno	49
4.3.2.1. Objetivos.....	49
4.3.2.2. Variables.....	50
4.3.2.3. Resultado	50
4.3.2.4. Diseño estadístico: Análisis Estadístico	51
4.3.2.5. Materiales y Equipos	52
4.3.2.6. Aplicación de modelos matemáticos	53
4.3.3. Experimento número dos.....	54
4.3.3.1. Objetivo	54
4.3.3.2. Variables.....	54
4.3.3.3. Resultado	55
4.3.3.4. Diseño estadístico: Análisis Estadístico	58
4.3.3.5. Materiales y Equipos	58
4.3.4. Experimento número tres.....	60
4.3.4.1. Objetivos.....	61
4.3.4.2. Variables.....	61
4.3.4.3. Resultado	61

4.3.4.4. Diseño y análisis estadístico	65
4.3.4.5. Materiales y equipos	66
4.3.4.6. Aplicación de modelos matemáticos	67
4.3.5. Experimento final: Tratamientos seleccionados.....	67
4.3.5.1. Análisis – físico organoléptico	67
4.3.5.2. Análisis – Físico - Químico.....	68
4.3.5.3. Análisis microbiológico	68
4.3.5.4. Aplicación del recubrimiento al queso andino.....	68
4.3.5.4.1. Objetivo.....	68
4.3.5.4.1.1. Variables.....	69
4.3.5.4.2. Resultados	69
4.3.5.4.3. Diseño y análisis estadístico.....	76
4.3.5.4.4. Materiales y equipos	77
4.3.5.4.5. Aplicación de modelos matemáticos	78
4.3.5.5. Tiempo de vida útil (Anaquel).....	78
4.3.5.5.1. Objetivo.....	78
4.3.5.5.2. Variables	78
4.3.5.5.3. Resultados	79
4.3.5.5.4. Materiales y equipos	83
4.3.5.5.5. Aplicación de Modelos matemáticos.....	84
5. Diagramas de flujo	86
5.1. Lógico.....	86
5.2. Diagrama de burbujas.....	87
5.3. General experimental.....	88
CAPÍTULO III.....	91
I. Resultados y discusión.....	91
1. Evaluación de las pruebas experimentales	91
1.1. Materia prima	91
1.1.1. Análisis químico proximal	91
1.1.2. Análisis físico – químico.....	91
1.1.3. Análisis organoléptico	92
1.1.4. Interpretación y discusión de resultados.....	92
1.2. Experimento número 1: Obtención de harina de garbanzo	92
1.2.1. Objetivos	92

1.2.2.	Variables	92
1.2.3.	Diseño estadístico: Análisis Estadístico	93
1.2.4.	Diseño experimental	93
1.2.5.	Resultados y análisis de resultados	93
1.2.6.	Interpretación y discusión de resultados.....	102
1.2.7.	Conclusión.....	104
1.2.8.	Modelos matemáticos	105
1.3.	Experimento número 2: Formulación del recubrimiento.....	110
1.3.1.	Objetivos	110
1.3.2.	Variables	110
1.3.3.	Diseño estadístico: Análisis estadístico	110
1.3.4.	Diseño experimental	110
1.3.5.	Resultados y análisis de resultados	111
1.3.6.	Interpretación y discusión de resultados.....	121
1.3.7.	Conclusión.....	123
1.3.8.	Modelos matemáticos	123
1.4.	Experimento número 3: Aplicación del aceite esencial.....	126
1.4.1.	Objetivos	126
1.4.2.	Variables	126
1.4.3.	Diseño estadístico: Análisis estadístico	126
1.4.4.	Diseño experimental	126
1.4.5.	Resultados y análisis de resultados	127
1.4.6.	Interpretación y discusión de resultados.....	137
1.4.7.	Conclusión.....	138
1.4.8.	Modelos matemáticos	138
1.5.	Experimento final	139
1.5.1.	Análisis físico – organoléptico	139
1.5.2.	Análisis Físico - Químico	139
1.5.3.	Análisis microbiológico	140
1.5.4.	Interpretación y discusión de resultados.....	140
1.5.5.	Tiempo de vida útil del recubrimiento	141
1.5.5.1.	Objetivo	141
1.5.5.2.	Variables.....	141
1.5.5.3.	Método propuesto para el recubrimiento.....	142
1.5.5.4.	Resultados.....	143

1.5.5.5. Conclusión	150
1.5.6. Aplicación del recubrimiento al queso andino	150
1.5.6.1. Objetivo	150
1.5.6.2. Variables.....	150
1.5.6.3. Diseño estadístico – Análisis estadístico.....	151
1.5.6.4. Diseño experimental	151
1.5.6.5. Resultados y análisis de resultados	151
1.5.6.6. Interpretación y discusión de resultados	185
1.5.6.7. Conclusión	188
2. Proceso óptimo	188
CAPÍTULO IV	190
II. Propuesta a escala industrial	190
1. Cálculos de ingeniería	190
1.1. Estudio de mercado	190
1.1.1. Estudio de la oferta	190
1.1.2. Estudio de la demanda	190
1.2. Capacidad de producción	193
1.3. Tamaño óptimo de la planta	194
1.4. Localización de la planta	195
1.4.1. Macro localización de la planta.....	196
1.4.1.1. Alternativa de macro localización.....	196
1.4.1.2. Factores de macro localización.....	197
1.4.2. Micro localización de la planta	201
1.4.2.1. Alternativa de micro localización.....	201
1.4.2.2. Factores de micro localización.....	201
1.5. Balance macroscópico de materia	205
1.6. Balance macroscópico de energía.....	206
1.7. Diseño de maquinarias	213
1.8. Especificaciones técnicas de equipos y maquinarias	222
1.9. Requerimientos de insumos y servicios auxiliares.....	227
1.9.1. Requerimientos de materia prima e insumos	227
1.9.2. Requerimientos de consumo de agua	227
1.9.3. Requerimientos de consumo de energía eléctrica.....	228

1.9.4. Requerimiento de envases y embalajes	228
1.10. Manejo de sistemas normativos.....	229
1.10.1. HACCP (Análisis de riesgos y puntos críticos de control)	229
1.11. Seguridad e higiene industrial	234
1.12. Organización empresarial.....	236
1.12.1. Tipo de propiedad y empresa	236
1.12.2. Estructura orgánica	236
1.12.3. Funciones de los elementos estructurales	236
1.12.4. Organigrama general de la empresa	238
1.12.5. Requerimiento de personal.....	239
1.13. Distribución de planta	240
1.14. Ecología y medio ambiente	250
CAPÍTULO V.....	251
III. Ingeniería económica.....	251
1. Inversiones y financiamiento.....	251
1.1. Inversiones.....	251
1.1.1. Inversión fija.....	251
1.1.2. Capital de trabajo.....	256
1.1.2.1. Costos de producción.....	256
1.1.2.2. Gastos de operación.....	263
1.1.3. Financiamiento	266
1.1.3.1. Fuentes de financiamiento	266
1.1.3.2. Condiciones de financiamiento	267
2. Egresos.....	269
2.1. Gastos financieros.....	270
2.2. Costos fijos y costos variables.....	270
3. Ingresos	272
3.1. Costo unitario por producto	272
3.2. Precio unitario de venta	274
3.3. Precio de venta	274
3.4. Ingreso por ventas	275
4. Estados financieros.....	275

4.1. Punto de equilibrio	275
4.1.1. Capacidad productiva.....	276
4.1.2. Porcentaje	277
4.1.3. Ingresos	278
4.2. Estado de pérdidas y ganancias.....	281
4.3. Rentabilidad	283
4.3.1. Rentabilidad sobre ventas	283
4.3.2. Rentabilidad sobre la inversión total.....	283
4.3.3. Tiempo de recuperación de la inversión	283
4.4. Flujo de caja	284
5. Evaluación económica y financiera	287
5.1. Evaluación económica	287
5.1.1. Valor actual (VAN – E).....	287
5.1.2. Tasa interna de crecimiento económico (TIR – E).....	288
5.1.3. Relación Costo / Beneficio (B/C E)	288
5.2. Evaluación financiera.....	289
5.2.1. Valor actual neto (VAN – F).....	289
5.2.2. Tasa interna de retorno financiero (TIR – F).....	290
5.2.3. Relación beneficio/ costo (B/C).....	291
5.3. Resumen de indicadores económicos – financieros	292
5.4. Evaluación social.....	292
CONCLUSIONES.....	292
RECOMENDACIONES	295
WEB – GRAFÍA	295
BIBLIOGRAFÍA.....	298
ANEXOS.....	302
Anexo 1. Producción de quesos madurados.....	303
Anexo 2. Cartillas de evaluación sensorial.....	305
Anexo 3. Tablas Estadísticas	310
Anexo 4. RM N° 615-2003 SA/DM: Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.....	319

Anexo 5. CODEX STAN 283 – 1978: Norma general del CODEX para el queso

341

Anexo 6. Ficha técnica 38 – Ministerio de Agroindustria. Presidencia de la

Nación (Argentina): Quesos: Concentración de nutrientes.....347

Anexo 7. Determinación de contenido de amilosa y amilopectina 354

Anexo 8. Espesura, solubilidad en agua, medida de opacidad y permeabilidad

al vapor de agua de recubrimientos y películas comestibles. 356

Anexo 9. Datos para hallar el límite crítico utilizado en el cálculo de vida útil

360

Anexo 10. Fichas técnicas 367

Anexo 11. Plano de la planta 374

Anexo 12. Fotos.....377

Índice de tablas

Tabla 1. Composición nutricional de la parte comestible del garbanzo 6

Tabla 2. Análisis ANOVA para % de rendimiento de obtención de harina 94

Tabla 3. Análisis de factores para rendimiento de obtención de harina.....96

Tabla 4. Análisis ANOVA para % de rendimiento de obtención de harina 99

Tabla 5. Análisis de factores para % amilosa 101

Tabla 6. Análisis ANOVA para Grosor (mm).....111

Tabla 7. Análisis ANOVA para Permeabilidad contra el vapor de Agua 114

Tabla 8. Análisis ANOVA para % solubilidad en agua. 117

Tabla 9. Análisis ANOVA para medida de opacidad (nm).....119

Tabla 10. Análisis ANOVA para Prueba Hedónica: Sabor 127

Tabla 11. Análisis ANOVA para Prueba Hedónica: Olor 130

Tabla 12. Análisis ANOVA para Prueba Hedónica: Color.....132

Tabla 13. Análisis ANOVA para Prueba de actividad antifúngica.....135

Tabla 14. Análisis ANOVA – Peso del queso (gramos) 153

Tabla 15. Análisis de factores para peso de los quesos (gramos).....159

Tabla 16. Análisis ANOVA – Pérdida de peso del queso (gramos) 161

Tabla 17. Análisis de factores para pérdida de peso de los quesos (gramos) 167

Tabla 18. Análisis ANOVA - % Pérdida de peso del queso	169
Tabla 19. Análisis de factores para % pérdida de peso.....	175
Tabla 20. Análisis ANOVA para prueba hedónica – Sabor.....	181
Tabla 21. Análisis ANOVA - Prueba hedónica Olor (Queso madurado)	183
Tabla 22. Análisis ANOVA - Prueba hedónica Color (Queso madurado)	184

Índice de diagramas

Diagrama 1. Metodología de la experimentación.....	34
Diagrama 2. Diagrama de flujo: Bloques	47
Diagrama 3. Diagrama lógico	86
Diagrama 4. Diagrama de burbujas.....	87
Diagrama 5. Diagrama general experimental	88
Diagrama 6. Diseño experimental de Obtención de harina de garbanzo	93
Diagrama 7. Diseño experimental - Formulación de recubrimiento.....	110
Diagrama 8. Diseño experimental - Aplicación del aceite esencial.....	126
Diagrama 9. Diseño experimental de aplicación de recubrimiento.....	151
Diagrama 10. Diagrama óptimo del proceso	189
Diagrama 11. Organigrama general de la empresa	238
Diagrama 12. Análisis de proximidad de distribución de maquinarias y equipos de la sala de producción	244
Diagrama 13. Análisis de Proximidad de Maquinarias.....	245
Diagrama 14. Diagrama Flow Sheet de Recubrimiento	246
Diagrama 15. Análisis de proximidad de Distribución de áreas de la planta	248
Diagrama 16. Análisis de proximidad de distribución (Diagrama de Hilos) de las áreas de la planta	249

Índice de cuadros

Cuadro 1. Producción de garbanzo a nivel nacional (2006 - 2016)	10
Cuadro 2. Proyección de producción de garbanzo a nivel nacional (2020 - 2030)	10
Cuadro 3. Producción de recubrimiento para quesos maduros (2006 – 2016)	22
Cuadro 4. Proyección de producción de recubrimientos para quesos (2020 - 2030)	23
Cuadro 5. Variables del proceso	35
Cuadro 6. Variables del producto final.....	36
Cuadro 7. Variables de comparación.....	37
Cuadro 8. Observaciones a registrar	37
Cuadro 9. Material y reactivos	38
Cuadro 10. Equipos y maquinarias.....	39
Cuadro 11. Material de laboratorio	40
Cuadro 12. Equipos de planta piloto.....	41
Cuadro 13. Características químico - proximal del garbanzo	48
Cuadro 14. Características fisicoquímicas del garbanzo	48
Cuadro 15. Características organolépticas del garbanzo.....	49
Cuadro 16. Resultados del Experimento N°01 - % Rendimiento de harina	51
Cuadro 17. Resultados del Experimento N°01 - % amilosa	51
Cuadro 18. Experimento N°01 – Materiales y equipos	52
Cuadro 19. Resultados del experimento N°02 - Grosor (mm).....	55
Cuadro 20. Resultado del experimento N°02 - Permeabilidad al vapor de H₂O (g/s.m.Pa)	56
Cuadro 21. Resultados del experimento N°2 - % Solubilidad en agua.....	57
Cuadro 22. Resultados del experimento N°02 - Medida de opacidad.....	57
Cuadro 23. Experimento N°02 - Materiales y equipos	58
Cuadro 24. Resultados del Experimento N°03 - Prueba de sabor.....	61
Cuadro 25. Resultados del Experimento N°03 – Comparación pareada simple - Sabor	62
Cuadro 26. Resultados del Experimento N°03 - Prueba de olor	62
Cuadro 27. Resultados del Experimento N°03 – Comparación pareada simple - Olor.....	63

Cuadro 28. Resultados de la práctica N°03 - Prueba de color	63
Cuadro 29. Resultados de la práctica N°03 - Prueba de color	64
Cuadro 30. Resultados del Experimento N°04 – Prueba de actividad antifúngica	65
Cuadro 31. Experimento N°04 – Materiales y equipos	66
Cuadro 32. Análisis físico - organoléptico del recubrimiento	67
Cuadro 33. Análisis físico - químico del recubrimiento	68
Cuadro 34. Análisis microbiológico del recubrimiento	68
Cuadro 35. Resultados – Peso del queso	70
Cuadro 36. Resultados – Pérdida de peso (gramos)	71
Cuadro 37. Resultados – Pérdida de peso (%) del queso	72
Cuadro 38. Promedio de Peso del queso	73
Cuadro 39. Promedio de Pérdida de peso del queso (gramos)	73
Cuadro 40. Promedio de Pérdida de peso del queso (%)	74
Cuadro 41. Resultado – Recuento de Mohos (ufc/g)	74
Cuadro 42. Resultados – Prueba Hedónica: Prueba de sabor	75
Cuadro 43. Prueba Hedónica: Prueba de olor	75
Cuadro 44. Prueba Hedónica: Prueba de Color	76
Cuadro 45. Materiales y Equipos	77
Cuadro 46. Resultado de Tiempo de vida útil – pH	80
Cuadro 47. Resultados del tiempo de vida útil - % Acidez (Ácido láctico)	81
Cuadro 48. Promedio de pH	82
Cuadro 49. Promedio de % Acidez	82
Cuadro 50. Tiempo de vida útil - Materiales y equipos	83
Cuadro 51. Análisis químico proximal del Garbanzo	91
Cuadro 52. Análisis físico - químico del Garbanzo	91
Cuadro 53. Análisis organoléptico del garbanzo	92
Cuadro 54. Rendimiento de harina de garbanzo	94
Cuadro 55. Resultados de Prueba de Tukey para % de rendimiento de obtención de harina	95
Cuadro 56. % Amilosa aparente en harina de garbanzo	98
Cuadro 57. Resultados de Prueba de Tukey para % amilosa aparente	99
Cuadro 58. Balance de materia del experimento n°01	107
Cuadro 59. Grosor (mm) de la película	111

Cuadro 60. Resultados de Prueba de Tukey para Grosor (mm)	112
Cuadro 61. Permeabilidad al vapor de agua (g/s.m.Pa)	114
Cuadro 62. Resultados de Prueba Tukey para permeabilidad al vapor de agua	115
Cuadro 63. % Solubilidad en agua	116
Cuadro 64. Resultados de Prueba de Tukey para % Solubilidad	117
Cuadro 65. Medida de opacidad (nm)	119
Cuadro 66. Resultados de Prueba de Tukey para Opacidad	120
Cuadro 67. Balance de materia del experimento n°2	125
Cuadro 68. Prueba hedónica: Sabor	127
Cuadro 69. Comparación pareada simple – Sabor	128
Cuadro 70. Resultados de la prueba binomial de dos extremos – Sabor	129
Cuadro 71. Prueba hedónica: Olor	129
Cuadro 72. Comparación pareada simple – Olor	131
Cuadro 73. Resultados de la prueba binomial de dos extremos – Olor	131
Cuadro 74. Prueba hedónica: Color	132
Cuadro 75. Comparación pareada simple – Color	133
Cuadro 76. Resultados de la prueba binomial de dos extremos – Color	134
Cuadro 77. Prueba de Actividad antifúngica	134
Cuadro 78. Resultados de Prueba de Tukey para prueba de actividad fúngica	135
Cuadro 79. Balance de materia del experimento n°3	138
Cuadro 80. Análisis físico - organoléptico del recubrimiento	139
Cuadro 81. Análisis físico - químico del recubrimiento	139
Cuadro 82. Análisis microbiológico del recubrimiento	140
Cuadro 83. Vida útil - pH del recubrimiento	143
Cuadro 84. Vida útil - % Acidez (Ácido láctico)	144
Cuadro 85. Promedio de pH	145
Cuadro 86. Promedio de % (Ácido láctico)	145
Cuadro 87. Velocidades de Deterioro para las temperaturas en función al % acidez	148
Cuadro 88. Velocidades de Deterioro para diferentes temperaturas en función del % de acidez	149
Cuadro 89. Tiempo de vida útil del recubrimiento en función a su % de acidez (ácido láctico)	149

Cuadro 90. Aplicación del recubrimiento – Peso del queso	152
Cuadro 91. Resultados de la prueba Tukey para el peso del queso (gramos) en función a los días	153
Cuadro 92. Resultados de la prueba Tukey para peso de los quesos (gramos) en función a la aplicación	158
Cuadro 93. Pérdida de peso (gramos) del queso	160
Cuadro 94. Resultados de la prueba Tukey - Pérdida de peso de queso (gramos) en función a los días	161
Cuadro 95. Resultados para prueba de Tukey - Pérdida de peso del queso (gramos) en función a las diferentes aplicaciones	166
Cuadro 96. Pérdida de peso (%) del queso.....	168
Cuadro 97. Resultados de prueba Tukey - % Pérdida de peso de queso en función a los días	169
Cuadro 98. Resultados de la Prueba Tukey para % pérdida de peso del queso para diferentes aplicaciones del recubrimiento	174
Cuadro 99. Promedio del Peso del queso (gramos).....	176
Cuadro 100. Promedio de la Pérdida de peso del queso (gramos)	176
Cuadro 101. Promedio de la Pérdida del peso del queso (%).....	178
Cuadro 102. Recuento de mohos (ufc/g)	178
Cuadro 103. Resultados del Test de Friedman para crecimiento de mohos durante la maduración del queso	180
Cuadro 104. Prueba hedónica - Sabor (Queso madurado)	181
Cuadro 105. Prueba hedónica - Olor (Queso madurado)	182
Cuadro 106. Prueba hedónica - Color (Queso madurado)	184
Cuadro 107. Producción anual de quesos TM (2006 – 2016).....	190
Cuadro 108. Producción de quesos maduros TM (2006 - 2016).....	191
Cuadro 109. Producción anual de recubrimientos para quesos madurados a nivel nacional TM (2006 -2016).....	192
Cuadro 110. Proyección anual de recubrimiento para queso madurado a nivel nacional TM (2020 - 2030).....	192
Cuadro 111. Programa de producción de alternativas de tamaño de planta.....	193
Cuadro 112. Grado de ponderación	196
Cuadro 113. Escala de calificación	196
Cuadro 114. Alternativas de localización	196

Cuadro 115. Ranking de Factores - Macro localización de la planta	200
Cuadro 116. Alternativas de micro localización	201
Cuadro 117. Ranking de factores para micro - localización	204
Cuadro 118. Balance de materia macroscópico de la obtención del recubrimiento por un día.....	205
Cuadro 119. Balance de materia macroscópico de la producción de harina por un día.....	206
Cuadro 120. Balance de materia macroscópico de la producción de garbanzo pelado por un día	206
Cuadro 121. Cálculo del volumen del tanque.....	216
Cuadro 122. Cálculo de dimensiones del tanque	217
Cuadro 123. Cálculo de dimensiones de la chaqueta del tanque.....	217
Cuadro 124. Cálculo de la potencia del agitador	218
Cuadro 125. Cálculo del espesor de la plancha.....	220
Cuadro 126. Cálculo del aislamiento térmico del tanque de tratamiento térmico	221
Cuadro 127. Requerimientos de materia prima e insumos.....	227
Cuadro 128. Requerimientos de consumo de agua	227
Cuadro 129. Requerimientos de consumo de energía eléctrica	228
Cuadro 130. Requerimiento de envases y embalajes.....	228
Cuadro 131. Identificación de Puntos críticos de control	231
Cuadro 132. Requerimiento de personal	239
Cuadro 133. Requerimiento de superficie de área del proceso	242
Cuadro 134. Distribución de áreas de la planta.....	247
Cuadro 135. Costos de terreno	252
Cuadro 136. Costo de edificaciones.....	252
Cuadro 137. Costo de maquinarias y equipos básicos (US\$).....	253
Cuadro 138. Costo de mobiliario y equipo de oficina.....	254
Cuadro 139. Costo Total de inversión fija tangible (US\$)	254
Cuadro 140. Costo de la inversión intangible (US\$).....	255
Cuadro 141. Costo total de la inversión.....	255
Cuadro 142. Costo de materia prima e insumos para el recubrimiento comestible (US\$).....	256

Cuadro 143. Costo de materia prima e insumos para la harina de garbanzo (US\$).....	257
Cuadro 144. Costo de materia prima e insumos para garbanzo sin cáscara (US\$)	257
Cuadro 145. Costo de mano de obra directo (US\$)	257
Cuadro 146. Costo de material de envasado para recubrimiento comestible (US\$)	258
Cuadro 147. Costo de material de envasado para harina de garbanzo (US\$) ...	258
Cuadro 148. Costo de material de envasado para grano sin cáscara (US\$)	258
Cuadro 149. Costos del recubrimiento comestible.....	259
Cuadro 150. Costos de la harina de garbanzo.....	259
Cuadro 151. Costos del garbanzo sin cáscara	259
Cuadro 152. Total de costos directos.....	259
Cuadro 153. Costo de material indirecto	260
Cuadro 154. Costos de mano de obra indirecta	260
Cuadro 155. Costo de depreciación.....	261
Cuadro 156. Costos de mantenimiento	261
Cuadro 157. Costos de seguros	262
Cuadro 158. Costos de servicios	262
Cuadro 159. Total de gastos de fabricación.....	262
Cuadro 160. Total del costo de producción	263
Cuadro 161. Remuneración del personal (US\$).....	263
Cuadro 162. Otros gastos administrativos	264
Cuadro 163. Gastos administrativos	264
Cuadro 164. Gastos de ventas (US\$)	264
Cuadro 165. Total de gastos de operación	265
Cuadro 166. Total de capital de trabajo	265
Cuadro 167. Total de inversión de proyecto.....	265
Cuadro 168. Estructura de requerimientos de inversión (US\$)	266
Cuadro 169. Características del financiamiento	267
Cuadro 170. Servicio de la deuda COFIDE (US\$).....	268
Cuadro 171. Resumen de la deuda COFIDE.....	269
Cuadro 172. Egresos anuales	269
Cuadro 173. Gastos financieros (US\$)	270

Cuadro 174. Costos fijos y costos variables para el primer año de producción (US\$).....	271
Cuadro 175. Datos para hallar costo unitario de producción del recubrimiento comestible (US\$).....	272
Cuadro 176. Datos para hallar costo unitario de producción de la harina de garbanzo (US\$).....	273
Cuadro 177. Datos para hallar costo unitario de producción de la harina de garbanzo (US\$).....	273
Cuadro 178. Costo unitario por ventas	275
Cuadro 179. Datos para hallar el punto de equilibrio	276
Cuadro 180. Precios y costos de los productos (US\$)	276
Cuadro 181. Datos para graficar el punto de equilibrio del recubrimiento	279
Cuadro 182. Datos para graficar el punto de equilibrio de la harina de garbanzo	280
Cuadro 183. Datos para graficar el punto de equilibrio del garbanzo sin cáscara	281
Cuadro 184. Estado de pérdidas y ganancias.....	282
Cuadro 185. Rentabilidad	284
Cuadro 186. Flujo de caja (US\$)	285
Cuadro 187. Indicadores Económicos – Financieros.....	292
Cuadro 188. Producción de quesos TM (2006 - 2016)	304
Cuadro 189. Producción de quesos madurados (2006 - 2016)	304
Cuadro 190. Datos de recubrimiento a T° 22.7	361
Cuadro 191. Datos de recubrimiento a T° 17.6 °C	363
Cuadro 192. Datos de recubrimiento a T° 11.1°C	364
Cuadro 193. Leyenda del área de proceso – Plano	376

Índice de figuras

Figura 1. Árbol De Decisiones Para Identificar PCC	230
Figura 2. Cartilla de Prueba Hedónica - Sabor	306
Figura 3. Cartilla de Comparación Hedónica – Olor	307
Figura 4. Cartilla de Prueba Hedónica– Color	308
Figura 5. Cartilla de Prueba binomial	309

Índice de anexos

Anexo 1. Producción de quesos madurados	303
Anexo 2. Cartillas de evaluación sensorial	305
Anexo 3. Tablas Estadísticas	310
Anexo 4. RM N° 615-2003 SA/DM: Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.	319
Anexo 5. CODEX STAN 283 - 1978: Norma general del CODEX para el queso	341
Anexo 6. Ficha técnica 38 – Ministerio de Agroindustria. Presidencia de la Nación (Argentina): Quesos: Concentración de nutrientes.	347
Anexo 7. Determinación de contenido de amilosa y amilopectina.....	354
Anexo 8. Espesura, solubilidad en agua, medida de opacidad y permeabilidad al vapor de agua de recubrimientos y películas comestibles.....	356
Anexo 9. Datos para hallar el límite crítico	360
Anexo 10. Fichas técnicas	367
Anexo 11. Plano de la planta	374
Anexo 12. Fotos	377

CAPÍTULO I

I. Planteamiento teórico

1. Problema de investigación

1.1. Enunciado del problema

Elaboración de un recubrimiento comestible a partir de harina de garbanzo (*Cicer arietinum*), proteína de soja (*Glycine max*) y aceite esencial de orégano (*origanum vulgare*); y su aplicación en queso andino.

1.2. Descripción del problema

El garbanzo es una leguminosa que posee varias características beneficiosas para el ser humano, entre las que destacan por su proporción en el grano, es la proteína y los carbohidratos (donde prevalece el almidón).

El presente trabajo trata de una investigación para el desarrollo de un recubrimiento a partir de la harina de garbanzo, proteína de soja y aceite esencial de orégano, lo cual permitirá producir un recubrimiento natural para los quesos andinos durante su proceso de maduración, evitando el uso de recubrimientos sintéticos; así mismo, ayudará a aumentar la producción de garbanzo en el país.

Para llevar a cabo la formación del recubrimiento, se procede con la obtención de harina de garbanzo; luego con la formación del recubrimiento y su posterior aplicación al queso andino. Así mismo, se evaluará la aplicación de tratamiento térmico al garbanzo, distintas formulaciones de recubrimiento y concentraciones de aceite esencial de orégano.

1.3. Área de investigación

De acuerdo con las características del problema, éste se encuentra en el área de tecnología de alimentos y aditivos naturales.

1.4. Análisis de variables

Se evaluará:

a. Materia prima

- Análisis físico – químico del garbanzo
- Análisis químico proximal del garbanzo
- Análisis organoléptico del garbanzo

b. Variables de proceso

- Tratamiento previo de materia prima (TT₁: 50°C * 15 min – TT₂: sin tratamiento) y la granulometría de la harina de garbanzo
- Formulación óptima para la formación del recubrimiento.
- Concentración óptima de aceite esencial aplicado al recubrimiento.

c. Variables del producto final

- Aplicación del recubrimiento al queso andino
- Tiempo de vida útil del recubrimiento
- Análisis físico – químico del recubrimiento
- Análisis organoléptico del recubrimiento

1.5. Interrogantes de investigación

- ¿Cuál será el mejor tratamiento previo para el garbanzo y la mejor granulometría de la harina que permita obtener un mejor recubrimiento?
- ¿Cuál será la mejor formulación para la formación de recubrimiento?
- ¿Cuál será la mejor concentración de aceite esencial de orégano aplicado al recubrimiento?
- ¿Cuál será el mejor método de aplicación del recubrimiento al queso andino?
- ¿Cuál es el tiempo de vida útil del recubrimiento?

1.6. Tipo de investigación

Es de tipo experimental, tecnológico e investigativo.

1.7. Justificación del problema

1.7.1. Aspecto general

Actualmente se está buscando reducir la utilización y producción de plásticos que dañan al medio ambiente, así como el aprovechamiento de los residuos generados por la agroindustria.

Las biopelículas, películas o recubrimientos comestibles son una opción para contrarrestar el uso de plásticos, éstas pueden estar formadas por polisacáridos como harinas, almidones, pectinas, quitosano y/o proteínas, por lo que se busca aprovechar el uso de la harina de garbanzo, así como la proteína de soja. Así mismo también se utilizan lípidos para mejorar las propiedades de los recubrimientos, como la barrera contra el vapor de H_2O , por lo cual se utilizará aceite esencial de orégano, aunque este también aporta sus propiedades antifúngicas.

1.7.2. Aspecto tecnológico

La presente investigación busca la obtención de harina de garbanzo para luego ser utilizada en la producción de un recubrimiento haciendo uso de una adecuada tecnología.

Tanto la harina, almidón como la proteína tienen propiedades que permiten la formación de geles con diferentes características, mientras que las proteínas forman recubrimiento con barreras más débiles como la barrera al vapor de H_2O , pero posee una mejor barrera del oxígeno, los recubrimientos de polisacáridos (como son pectinas, derivados de almidón ,otros) están limitados por su solubilidad en agua, como tener una barrera débil a la humedad, por esto se suelen adicionar materiales hidrófobos como son los aceites, ceras, otros.

Las biopelículas y/o recubrimientos brindan propiedades al alimento, dependiendo de su composición, como retardar la migración de humedad, disminuir la transpiración, puede aportar propiedades antimicrobianas.

1.7.3. Aspecto social

El uso de recubrimientos (comestibles) y biopelículas reemplaza el uso de plásticos que dañan al medio ambiente, así mismo se aprovechan residuos ayudando a proteger al medio ambiente, así como brindar seguridad a los consumidores.

1.7.4. Aspecto económico

El presente trabajo plantea la transformación de la materia prima en una solución formadora de un recubrimiento, otorgando de esta manera un valor agregado, generando implementación de plantas agroindustriales, nuevas fuentes de trabajo directas e indirectas; así mismo aumentaría la demanda de la materia prima causando ingresos, de igual manera se ayuda a incrementar la producción de recubrimientos.

1.7.5. Importancia

La importancia del presente trabajo radica en poder proteger a los productos, así como alargar su vida útil, de igual manera fomentar el uso y ventajas de los recubrimientos comestibles. Así mismo se podrá disminuir el uso de plásticos en la industria alimentaria, ayudando a proteger al medio ambiente.

2. Marco conceptual

2.1. Análisis bibliográfico

2.1.1. Materia prima principal: Garbanzo

2.1.1.1. Descripción

Nombre científico: *Cicer arietinum*

Taxonomía

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae, Faboideae

Tribu: Cicereae

Género: Cicer

Especie: Cicer arietinum (Villa, s.f.)

El garbanzo según Van der Masen (1987) “es el tercer cultivo leguminoso más importante en el mundo. Su cultivo se remonta a más de 7000 años atrás en el oeste de Asia, habiéndose encontrado indicios de esta actividad de 10.000 años de antigüedad en Turquía”. (Citado en Espeche, Vizgarra y Ploper, 2014, p.12)

Hay dos tipos de garbanzo el Kabuli y Desi, sus diferencias más importantes están relacionadas con las características de la semilla, de la planta y del comportamiento a nivel general en cuanto a factores adversos bióticos y abióticos. (Espeche et al., 2014, p.11)

El tipo Kabuli presenta semillas de forma redondeada y color crema y un peso de 100 semillas mayor a 25 g, mientras que las 100 semillas del tipo Desi pesan menos de 25 g, tienen forma angular y pueden ser de color verde, negro, amarillo, marrón y también crema. Los Kabuli presentan plantas de mayor altura (hasta 1 m) y sus tallos, hojas y flores no contienen nunca pigmentación antociánica. Por el contrario, el tipo Desi tiene plantas más bajas y, por lo general, presentan pigmentación antociánica. (Espeche et al., 2014, p.12)

2.1.1.2. Características químico – físicas

En el siguiente cuadro se muestra la composición fisicoquímica de la parte comestible.

Tabla 1. Composición nutricional de la parte comestible del garbanzo

	Por 100 g de porción comestible
Energía (Kcal)	373
Proteínas (g)	19.4
Lípidos totales (g)	5
AG saturados (g)	Tr
AG monoinsaturados (g)	2.08
AG polinsaturados (g)	2.08
$\omega - 3$ (G)*	-
C18:2 Linoleico ($\omega - 6$) (g)	2.8
Colesterol (mg/1000 kcal)	-
Hidratos de carbono (g)	55
Fibra (g)	15
Agua (g)	5.6
Calcio (mg)	145
Hierro (mg)	6.7
Yodo (ug)	-
Magnesio (mg)	160
Zinc (mg)	0.8
Sodio (mg)	26
Potasio (mg)	797
Fósforo (mg)	375
Selenio (ug)	2
Tiamina (mg)	0.4
Riboflavina (mg)	0.15
Equivalentes niacina (mg)	4.3
Vitamina B₆ (mg)	0.53
Folatos (ug)	180
Vitamina B₁₂ (ug)	0
Vitamina C (mg)	4
Vitamina A: Eq. Retinol (ug)	32
Vitamina D (ug)	0
Vitamina E (mg)	2.88

Fuente: Moreiras y col (2013), recuperado de Fen. Org (s.f.)

2.1.1.3. Características bioquímicas

Chavan et al (1989) describe que el garbanzo es una buena fuente de energía y proteínas (18-25 %, bs); además, posee importantes cantidades de algunas vitaminas (niacina, tiamina, ácido ascórbico) y minerales (Ca, Fe, Cu, Zn, P, K y Mg) y es una excelente fuente de ácidos grasos insaturados (oleico, linoleico). Sin embargo, posee factores indeseables como tiempo de cocción largos, inhibidores enzimáticos, lectinas, ácido fítico, taninos y factores que generan flatulencia, los cuales deben reducirse o eliminarse antes de su consumo. (Citado por Sarmiento et al., 2006)

Las proteínas del garbanzo no incluyen todos los aminoácidos esenciales, por lo que es aconsejable combinarlo con otros alimentos, como pastas y arroz. En cuanto a los aportes beneficiosos del garbanzo hay que señalar su valor diurético, su capacidad para favorecer el tránsito intestinal (debido al alto nivel de fibras que contiene), su valor energético y por su bajo contenido en sodio permite ser incluido en dietas de control de la hipertensión. (Meza, Hurtado, Reyes, Rosales y Sosa, 2016, p. 802)

Entre los fitoquímicos bioactivos del garbanzo se encuentran los ácidos grasos Omega 9, Omega 6 y Omega 3; los tocoferoles como el tocoferol alfa o vitamina E con efecto antioxidante; elementos minerales tales como hierro, cobalto, cinc, selenio; aminoácidos esenciales como el triptófano, el cual es precursor de la hormona serotonina que cumple, entre otras funciones, la de producir sensación de bienestar. (Martínez et al., 2016, p.19)

Según Martínez et al., (2016) también se encuentran azúcares como la rafinosa y el ciceritol que forman parte de la fibra alimentaria beneficiosa para la función digestiva intestinal; pigmentos como los flavonoides con actividad antioxidante e isoflavonoides con actividad fitoestrogénica que ayudan a reducir los efectos de la menopausia. Otros componentes fitoquímicos bioactivos de importancia presentes en el garbanzo son las proteínas (proteasas inhibidoras, a-amilasas y lectinas),

glucósidos (a-galactósidos, vicina y convicina), taninos, saponinas y alcaloides.

Así mismo el garbanzo posee una fuente importante de hidratos de carbono, encontrándose un contenido de 54 – 71% en la variedad Kabuli y de 51 – 65% en la variedad Desi, los carbohidratos que se encuentran son disacáridos, monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos.

El almidón de las legumbres posee mayor presencia de amilopectina en un 75 – 80% y menos cantidad de amilosa, alrededor del 20 – 25%, así mismo los almidones de cereales y tubérculos son diferentes a los de las leguminosas en cuanto a la estructura del granulo, así como de su cristalinidad.

En cuantos a los lípidos que posee, estos se componen generalmente de ácidos grasos insaturados en un 62 – 67%, saturados en un 12 -14% y monos insaturados en un 19 – 26%.

El ácido graso poli-insaturado omega (ω) – 6 o linoléico es el principal ácido graso presente en el aceite de garbanzón (46-62% de los ácidos grasos totales), seguido del ácido graso omega (ω) – 9 o ácido oleico.

Martínez et al., (2013) señala que “cabe destacar, además, la presencia del ácido graso poli-insaturado tipo omega (ω) 3 o alfa-linolénico (2,2-3,9%) que es muy poco frecuente de encontrar entre los granos utilizados para consumo humano directo, entre los que se destacan el lino, la soja, la chía, la canola/colza y las nueces”.

2.1.1.4. Características microbiológicas

Ascochyta rabiei (Pass)

Según Labrousse “es la principal enfermedad que causa los daños más severos en casi todos los países que cultivan garbanzo en el mundo. Una práctica posible es el control biológico usando otros hongos como antagonistas.” (Citado por Kopp y Peticari, 2016, p. 146)

Según Kopp y Peticari (2016) existen autores que comprobaron que el *Clonostachys rhizophaga* es un microparásito de *Ascochyta rabiei*.

Pulgones

Según Artigas (1994) “son insectos pequeños y frágiles con aparato bucal picador-suctor, con el cual no sólo inyectan saliva y succionan savia de hojas tiernas, pedúnculos de flores y frutos, sino que también transmiten enfermedades. Su gran capacidad de multiplicación les permite alcanzar altas densidades poblacionales”. (Citado por Kopp y Peticari, 2016)

Aphis craccivora Koch

Pulgón negro

Pulgón verde de la alfafa

Myzus persicae tSulzer

También se ha encontrado en semillas de garbanzo el *Fusarium oxysporum* y hongos patógenos como *Alternaria* sp, *Rhizoctonia* sp, entre otros.

2.1.1.5. Usos

- Harina de garbanzo
- Productos de panificación
- Almidones
- Rebozadores de fritura
- Sopas crema
- Enlatados
- Granos congelados
- Purés
- Concentrados y aislados proteicos
- Complementos nutritivos

2.1.1.6. Estadísticas de producción y proyección

A continuación, se presentan los cuadros estadísticos de la materia prima.

Cuadro 1. Producción de garbanzo a nivel nacional (2006 - 2016)

Año	Producción TM
2006	5220
2007	2666
2008	2449
2009	2914
2010	2532
2011	1800
2012	2801
2013	3267
2014	1599
2015	2348
2016	4773

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego (2006-2016)

Nota: El dato de producción del año 2016 abarca la producción a nivel nacional más la importación de garbanzo en el año 2016.

Cuadro 2. Proyección de producción de garbanzo a nivel nacional (2020 - 2030)

Año	Producción TM
2020	2526.0
2021	2479.8
2022	2433.6
2023	2387.4
2024	2341.2
2025	2295.0
2026	2248.7
2027	2202.5
2028	2156.3
2029	2110.1
2030	2063.9

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Obtenido por la ecuación lineal. $Y = a \cdot X + b$

2.1.2. Producto a obtener

2.1.2.1. Normas: nacionales y/o internacionales de recubrimientos comestibles

Los estudios dirigidos a recubrimientos comestibles son relativamente recientes, desde la década del 90 y no han sido definidos por lo que no cuentan con código, sea E, INS (International Number System) o SIN (Sistema Internacional Numérico). (Morales y Robayo, 2015) En el Perú no existen normativas gubernamentales que indiquen el uso de recubrimientos comestibles (aditivos alimentarios).

- RM N° 615-2003 SA/DM: Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.
- CODEX STAN 283 – 1978: Norma general del CODEX para el queso.
- Ficha técnica 38 – Ministerio de Agroindustria. Presidencia de la Nación (Argentina): Quesos: Concentración de nutrientes.
- Norma técnica peruana 202.193:2010. Leche y productos lácteos. Queso. Identificación, clasificación y requisitos.
- Reglamento (UE) N°10/2011: Sobre materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos.
- Reglamento (CE) N°1333/2008 del parlamento europeo: sobre aditivos alimentarios.

2.1.2.2. Características químico – físicas de recubrimientos

- % acidez
- % Solubilidad
- Permeabilidad al vapor de agua
- pH

2.1.2.3. Bioquímica de recubrimientos comestibles

Según Mali y Col las propiedades deseadas en un material para envasado dependen de la aplicación a la que van a ser destinadas. En general, un envase para alimentos debe ser un material no excesivamente deformable, para proveer integridad estructural o reforzar la estructura alimenticia (ejemplo: bandejas, recipientes) o, por el contrario, una película altamente deformable para aplicaciones tales como envoltura de alimentos. (Citado en Pereda, Moreira, Roura, Marcovich y Aranguren, 2014, p. 41)

Prodpran y col afirmaron “que la incorporación de quitosano a películas proteicas reducía su capacidad de estiramiento y Srinivasa y col informaron que la elongación de películas de polivinilalcohol se reducía cuando se incorporaba quitosano a las mismas” (Citado en Pereda et al., 2014, p. 41)

Moreno, Wilhelm et al y Barnett indicaron que “entre los biopolímeros, el almidón es destacable por su gran disponibilidad y bajo coste en el mercado. Tras su termoprocesado en presencia de plastificantes, el almidón presenta propiedades termoplásticas muy similares a la de los plásticos sintéticos, lo cual posibilita la obtención de películas que pueden actuar como barrera al ambiente externo, protegiendo los productos alimenticios y contribuyendo a alargar su vida útil”. (Citado en Cárdenas, 2016, p. 2)

Pelissari *et al* realizaron un estudio comparativo de las propiedades de la harina y almidón de plátano (*Musa paradisiaca*) en películas, concluyendo que las películas con harina de banano fueron menos resistentes mecánicamente, pero más flexible que las películas con almidón de banano. A pesar de la diferencia en la microestructura de las películas, la harina de banano fue ligeramente soluble en agua y su permeabilidad al vapor de agua fue similar a las películas de almidón. La película de harina presentó una microestructura discontinua que es más dura y porosa. La presencia de otros componentes (proteína, lípidos y fibra) en la película de harina tiene efectos importantes sobre sus propiedades mecánicas. En general, la harina de plátano y el almidón

son materiales muy prometedores para la formulación de capas y películas. (Citado en Ortega, 2016, p. 24)

2.1.2.4. Usos

- Biopelículas
- Envases
- Recubrimientos

2.1.2.5. Productos similares

- Plásticos
- Envases
- Recubrimientos

2.1.2.6. Estadísticas de producción y proyección

La producción de biopelículas, recubrimientos comestibles no se encuentra registrada ya que su producción aun no es muy desarrollada en Perú, por lo que no se cuentan con estadísticas de producción y de esta manera tampoco con proyección.

2.1.3. Procesamiento: Métodos

2.1.3.1. Métodos de procesamiento

A. Método 1: Método modificado de Saavedra y Algecira

a. Recepción

Se procede a recepcionar la materia prima.

b. Selección

Se procede a seleccionar la materia prima, descartando materias con presencia de deterioros físicos, presencia de mohos, etc.

c. Lavado

Se procede a lavar la materia prima con abundante agua.

d. Remojo

Se procede a remojar la materia prima y se deja en reposo 12 horas.

e. Pelado

Se procede a pelar la materia prima manualmente ejerciendo presión y fricción sobre los granos remojados con ayuda de una tela. Separando la cáscara del grano. Almacenando tanto cáscara como el grano.

f. Molienda húmeda

Se procede a moler el grano con un molino de granos.

g. Secado

Se procede a colocar la masa en bandejas en el secador de bandejas.

h. Obtención de harina de garbanzo

Después de llevar a cabo el secado del garbanzo, se procede a moler en un molino de discos, para luego ser tamizado a través de diferentes mallas (20, 40, 50, 60 y 70).

i. Formación de recubrimiento

Se lleva a cabo primero la disolución de harina y proteína, la cantidad de agua se fracciona en 4 partes, en la primera se dispersa la harina y se lleva hasta gelatinización (90°C), manteniendo agitación constante. En la segunda fracción se dispersa la proteína, dicha fracción de agua tendrá un pH de 10 (con NaOH).

En la tercera porción de agua se adiciona la concentración de glicerol y en la cuarta parte se disuelve el emulsificante (aceite de oliva)

Cuando la harina esté gelatinizada se adiciona la proteína gota a gota y se deja en agitación por diez minutos aproximadamente para luego adiciona la fracción de glicerol gota a gota manteniendo en agitación por 10 minutos; para luego adicionar la fracción del emulsificante gota a gota.

Esta mezcla se deja en agitación constante por 30 minutos; la suspensión se vierte en un molde de acrílico, dejando una capa uniforme y se seca durante 24 horas a 40°C.

B. Método 2: Método modificado de Meza Ramos P

a. Recepción

Se procede a recepcionar la materia prima.

b. Selección

Se procede a seleccionar la materia prima, descartando materias con presencia de deterioros físicos, presencia de mohos, etc.

c. Lavado

Se procede a lavar la materia prima con abundante agua.

d. Remojo

Se procede a remojar la materia prima y se deja en reposo 8 horas.

e. Pelado

Se procede a pelar la materia prima manualmente. Separando la cáscara del grano. Almacenando tanto cáscara como el grano.

f. Molienda húmeda

Se procede a moler el grano con un molino de granos.

g. Secado

Se procede a colocar la masa en bandejas en el secador por contacto.

j. Obtención de harina de garbanzo

Después de llevar a cabo el secado del garbanzo, se procede a moler en un molino de discos, para luego ser tamizado a través de diferentes mallas (20, 40, 50, 60 y 70).

h. Formación de recubrimiento

Se procede a realizar la solución formadora, se mezcla la harina de garbanzo, glicerol, proteína de soya y cloruro de sodio con agua destilada (1/3 de la cantidad necesaria para integrar los

demás ingredientes de la solución). Después se coloca en un recipiente sobre un agitador mecánico desde 25°C calentando hasta 95°C, manteniéndose diez minutos con agitación uniforme (250 rpm).

Luego se enfría a 60°C, luego se adiciona el aceite esencial de orégano durante 2 minutos, se eliminan las burbujas mediante centrifugación durante 5 minutos a 500 rpm y a 25°C.

Luego se genera la solución formadora por casting depositando las suspensiones en las placas Petri, el secado se realizó a 35°C durante 24 horas en una cámara de convección forzada de aire.

2.1.3.2. Problemas tecnológicos

Dependiendo del tipo o variedad de queso existen diversos problemas tecnológicos debido a que cada uno tiene diferentes características que son típicas de cada variedad como el olor, sabor, textura, consistencia, color y su apariencia en general, así como el tipo de proceso que se realiza para producirlo.

Se pueden encontrar problemas como:

- Desmineralización excesiva.
- Alteraciones en la corteza, como grietas o resequedad de la superficie del queso.
- Pérdida de humedad relativa durante la maduración.
- Pérdidas de peso en los quesos debido a la aireación de los quesos durante la maduración, a mayor sea la aireación mayor será la pérdida de peso.
- Deformaciones.
- Coloraciones irregulares, manchas.
- Olores extraños y/o fuertes.
- Sabores extraños y/o sabores fuertes, ausencia de sabor.
- Putrefacción o reblandecimiento.

- Mohos.
- Podredumbre blanca.
- Podredumbre gris.
- Hinchamiento precoz.
- Presencia de microorganismos causan:
 - Formación de agujeros pequeños y redondos.
 - En las primeras fases el sabor puede ser casi dulce o afrutado y conforme pasa el tiempo el sabor se va haciendo amargo.
 - Hinchamiento tardío.
 - Formación de agujeros iguales, grandes y de apariencia desgarrados.

2.1.3.3. Modelos matemáticos

Análisis de regresión – Modelo lineal

$$Y = a + b * x$$

$$Y = \text{intercepto} + \text{pendiente} * X$$

Proceso de obtención de harina

- % rendimiento de obtención de harina por malla (granulometría)

$$\% \text{Rendimiento de obtención} = \frac{\text{harina obtenida (g base seca)}}{\text{harina total (g base seca)}} * 100$$

- % Amilosa/ amilopectina

$$y = 0.0032x + 0.0398$$

$$\text{absorbancia (nm)} = 0.0032 (\% \text{amilosa}) + 0.0398$$

$$\% \text{ amilosa} = \frac{\text{absorbancia} - 0.0398}{0.0032}$$

$$\% \text{ amilopectina} = 100 - \% \text{ amilosa}$$

Proceso de formulación de recubrimiento

- **Grosor**

$$\text{Media } (X) = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

Donde:

$\sum_{i=1}^N X_i$: sumatoria del conjunto de observaciones ($X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n$)

n: número de observaciones

- **Permeabilidad al vapor de H₂O**

$$PVVA = \frac{vtva}{A} * \frac{e}{\Delta P_v}$$

Donde:

PPVA: permeabilidad al vapor de agua (g/s.m.Pa)

Vtva: velocidad de transferencia de vapor de agua (g/s)

e: espesor promedio de la película (m)

A: área expuesta del film (m²)

ΔP_v : diferencia de presión de vapor de agua entre la atmósfera de la sílica y la del desecador (3167.2 Pa)

- **Solubilidad**

$$\% \text{ Solubilidad} = \frac{PI - PF}{PI} * 100$$

Donde:

PI: peso inicial del recubrimiento (película) g

PF: peso final del material seco que no se solubilizo.

- **Medida de opacidad**

$$Opacidad = \frac{A_{500}}{T}$$

Donde:

A_{500} : absorbancia a 500 nm

T: espesor de la película (30 x 15 mm)

Aplicación del recubrimiento al queso andino

- **Pérdida de peso de queso**

$$Pérdida\ de\ peso\ del\ queso = Peso\ inicial - Peso\ del\ día\ X$$

$$\% \text{ Pérdida de peso} = \frac{(peso\ día\ x) * 100}{peso\ inicial}$$

Vida útil

- **Cálculo de velocidad constante de deterioro (Ecuación de Labuza)**

$$-\frac{dC}{dt} = k(C * e^n)$$

Donde:

t: tiempo (días)

dC/dt: proporción de cambio de C en función del tiempo

K: constante dependiente de la temperatura

n: exponente indicativo

$$LnC = LnCo + k * t$$

$$Y = \text{intercepto} + \text{pendiente} * X$$

Donde:

X: Tiempo en minutos

Pendiente: K (1/min)

Y = Logaritmo neperiano de C

Intercepto = Logaritmo neperiano de Co

- **Ecuación de Arrhenius**

Ecuación de arrhenius

$$k = K_{ref} * \exp \left(-\frac{E_a}{R} * \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}} \right) \right)$$

$$\ln K = \ln K_{ref} * \frac{-E_a}{R} * \frac{1}{T}$$

$$Y = \text{intercepto} + \text{pendiente} * X$$

Donde:

X: 1/T (°K)

Y: LnK

Pendiente: -Ea/R

Intercepto: LnA (Kref)

$$\ln C = \ln Co + K * t$$

Donde:

Co: Calidad a tiempo cero

C: Calidad a tiempo “t”

t: Tiempo de almacenamiento

K: Constante de velocidad de reacción

- **% Acidez (Ácido Láctico)**

$$\% \text{ Acidez} = \frac{V(\text{NaOH}) * N(\text{NaOH}) * 0.09 * 100}{V(m)}$$

Donde:

V (NaOH): Gasto de la titulación de NaOH

N: Normalidad del NaOH

Ácido láctico: 0.09

V (m): volumen de la muestra

2.1.3.4. **Control de calidad**

a. Químico – físico

- % acidez
- pH
- Permeabilidad contra el vapor de agua

b. Microbiológico

- Recuento de mohos

c. Físico – organoléptico

- Color aceptable.
- Sin olores extraños.

2.1.3.5. Problemática del producto

a. Producción – importación

La producción nacional de recubrimientos o biopelículas comestibles no está registrada en el Perú, ya que las utilizadas son hechas sintéticamente o hechas en otros países, las sintéticas y naturalmente elaborados son importados, más no hay registro de datos de importación de estos.

Para poder hallar la producción del recubrimiento, primero se halló la producción de quesos maduros (Anexo 1) para poder hallar cuanto se usará de recubrimiento al año si se utiliza alrededor de 60 gramos por cada kilo de queso. Obteniéndose los siguientes resultados:

Cuadro 3. Producción de recubrimiento para quesos maduros (2006 – 2016)

Año	Producción TM
2006	415.8666
2007	283.9775
2008	278.8692
2009	229.2055
2010	246.7776
2011	259.6171
2012	272.4567
2013	326.0960
2014	292.1211
2015	853.7400
2016	918.0000

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 4. Proyección de producción de recubrimientos para quesos (2020 - 2030)

Año	Producción TM
2020	1663.6498
2021	1841.0163
2022	2018.2952
2023	2195.4863
2024	2372.5899
2025	2549.6060
2026	2726.5348
2027	2903.3762
2028	3080.1304
2029	3256.7974
2030	3433.3774

Fuente: Elaboración propia, 2018.

b. Evaluación de comercio y consumo

Las fuentes principales de abastecimiento son internacionales entre ellos USA y España, entre otros.

Al ser un recubrimiento comestible es una tecnología novedosa que ayuda a alargar la vida útil del producto, al realizar este recubrimiento la tendencia del mercado nacional cuanto a recubrimientos y películas comestibles tiende a crecer y se podrá aumentar la producción de materia prima, del garbanzo.

Este tipo de producto se utiliza de manera indirecta, ya que es una película comestible para conservar la vida del queso andino, por lo que su demanda nacional es originada por empresas queseras.

c. Competencia – comercialización

Los principales competidores son los recubrimientos sintéticos que cumplen con la misma función y que ya vienen siendo utilizados desde hace mucho tiempo.

Debido a que es un recubrimiento comestible y natural presenta una ventaja frente a los recubrimientos sintéticos o plásticos, ya que, se ayuda a reducir el uso de plásticos además de utilizar los desperdicios de la agroindustria ayudando al medio ambiente de esta manera.

La comercialización de estos productos en el país se podría decir que es de tipo mayorista, ya que no se expandiría directamente a los consumidores, es decir, que son comercializados a nivel industrial.

2.1.3.6. Método propuesto

El método elegido fue el método número uno, el método modificado (Saavedra y Algecira); el cual consta de los siguientes procesos:

a. Recepción

Se procede a recepcionar la materia prima.

b. Selección

Se procede a seleccionar la materia prima, descartando materias con presencia de deterioros físicos, presencia de mohos, etc.

c. Lavado

Se procede a lavar la materia prima con abundante agua.

d. Remojo

Se procede a remojar la materia prima y se deja en reposo 12 horas.

e. Pelado

Se procede a pelar la materia prima manualmente ejerciendo presión y fricción sobre los granos remojados con ayuda de una tela. Separando la cáscara del grano (En planta se utilizan máquinas de pelado más eficaces). Almacenando tanto cáscara como el grano.

f. Molienda húmeda

Se procede a moler el grano con un molino de granos (material: metal).

g. Secado

Se procede a colocar la masa en bandejas en el secador eléctrico (MEPISA Maquinaria industrial).

h. Obtención de harina de garbanzo

Después de llevar a cabo el secado del garbanzo, se procede a moler en un molino de discos, para luego ser tamizado a través de diferentes mallas (20, 40, 50, 60 y 70) (Marca: Retsh y W.S. TYLER).

i. Formación de recubrimientos

Se lleva a cabo primero la disolución de harina y proteína, la cantidad de agua se fracciona en 4 partes, en la primera se dispersa la harina y se lleva hasta gelatinización (90°C), manteniendo agitación constante. En la segunda fracción se dispersa la proteína, dicha fracción de agua tendrá un pH de 10 (con NaOH).

En la tercera porción de agua se adiciona la concentración de glicerol y en la cuarta parte se disuelve el emulsificante (aceite esencial de orégano)

Cuando la harina esté gelatinizada se adiciona la proteína gota a gota y se deja en agitación por diez minutos aproximadamente para luego adiciona la fracción de glicerol gota a gota manteniendo en agitación por 10 minutos; para luego adicionar la fracción del emulsificante gota a gota.

Esta mezcla se deja en agitación constante por 30 minutos; la suspensión se vierte en un molde de acrílico, dejando una capa uniforme y se seca durante 24 horas a 40°C.

2.1.3.7. Modelos matemáticos

Análisis de regresión – Modelo lineal

$$Y = a + b * x$$

$$Y = \textit{intercepto} + \textit{pendiente} * X$$

Proceso de obtención de harina

- % rendimiento de obtención de harina por malla (granulometría)

$$\% \text{Rendimiento de obtención} = \frac{\text{harina obtenida (g base seca)}}{\text{harina total (g base seca)}} * 100$$

- % Amilosa/ amilopectina

$$y = 0.0032x + 0.0398$$

$$\text{absorbancia (nm)} = 0.0032 (\% \text{amilosa}) + 0.0398$$

$$\% \text{amilosa} = \frac{\text{absorbancia} - 0.0398}{0.0032}$$

$$\% \text{amilopectina} = 100 - \% \text{amilosa}$$

Proceso de formulación de recubrimiento

- Grosor

$$\text{Media (X)} = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

Donde:

$\sum_{i=1}^N X_i$: sumatoria del conjunto de observaciones (X1+ X2 + X3 +....Xn)

n: número de observaciones

- Permeabilidad al vapor de H₂O

$$PVVA = \frac{vtva}{A} * \frac{e}{\Delta Pv}$$

Donde:

PPVA: permeabilidad al vapor de agua (g/s.m.Pa)

Vtva: velocidad de transferencia de vapor de agua (g/s)

e: espesor promedio de la película (m)

A: área expuesta del film (m²)

ΔP_v : diferencia de presión de vapor de agua entre la atmósfera de la sílica y la del desecador (3167.2 Pa)

- **Solubilidad**

$$\% \text{ Solubilidad} = \frac{PI - PF}{PI} * 100$$

Donde:

PI: peso inicial del recubrimiento (película) g

PF: peso final del material seco que no se solubilizo.

- **Medida de opacidad**

$$\text{Opacidad} = \frac{A_{500}}{T}$$

Donde:

A₅₀₀: absorbancia a 500 nm

T: espesor de la película (30 x 15 mm)

Aplicación del recubrimiento al queso andino

- **% Humedad**

% Humedad

$$= \frac{(\text{peso recipiente más la muestra}) - (\text{peso recipiente más la muestra seca})}{\text{peso del recipiente}}$$

- **Peso de queso**

$$\% \text{ pérdida de peso de queso} = \frac{(\text{peso final}) * 100}{\text{peso inicial}}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ variación del peso de queso} \\ = \frac{(\text{peso final}) * 100}{\text{peso inicial}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Peso de queso (Pérdida o ganancia)} \\ = 100 \\ - \% \text{ variación del peso de queso} \end{aligned}$$

Vida útil

- **Cálculo de velocidad constante de deterioro (Ecuación de Labuza)**

$$-\frac{dC}{dt} = k(C * e^n)$$

Donde:

t: tiempo (días)

dC/dt: proporción de cambio de C en función del tiempo

K: constante dependiente de la temperatura

n: exponente indicativo

$$\ln C = \ln C_0 + k * t$$

$$Y = \text{intercepto} + \text{pendiente} * X$$

Donde:

X: Tiempo en minutos

Pendiente: K (1/min)

Y = Logaritmo neperiano de C

Intercepto = Logaritmo neperiano de Co

- **Ecuación de Arrhenius**

Ecuación de arrhenius

$$k = K_{ref} * \exp\left(-\frac{E_a}{R} * \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}}\right)\right)$$

$$\ln K = \ln K_{ref} * \frac{-E_a}{R} * \frac{1}{T}$$

$$Y = \text{intercepto} + \text{pendiente} * X$$

Donde:

X: 1/T (°K)

Y: LnK

Pendiente: -Ea/R

Intercepto: LnA (Kref)

$$\ln C = \ln C_o + K * t$$

Donde:

Co: Calidad a tiempo cero

C: Calidad a tiempo “t”

t: Tiempo de almacenamiento

K: Constante de velocidad de reacción

3. Análisis de antecedentes investigativos

- a. Bonilla M, Hoyos M, & Velasco M, 2013. Efecto de oxidación de almidón de yuca sobre propiedades mecánicas y térmicas de películas biodegradables.

En este estudio se evaluó el efecto de distintas condiciones de oxidación sobre el contenido de grupos carboxilo y carbonilo del almidón de yuca. Obtuvieron películas donde encontraron que cuando mayor es el grado de oxidación la resistencia de las películas a las fracturas disminuye (Bonilla, Hoyos y Velasco, 2013)

- b. Chariguamán Chanatasig, 2015. Caracterización de bioplástico de almidón elaborado por el método de casting reforzado con albedo de maracuyá (*Passiflora edulis* spp.)

En esta investigación elaboraron un bioplástico reforzado con fibra de maracuyá utilizando el método de casting, el cual consiste en colocar el líquido sobre una superficie (molde) y se deja que este se seque o endurezca. Como resultados obtuvieron que adicionar harina de maracuyá presenta un efecto positivo en cuanto a sus propiedades ópticas, mecánicas y afecto a las propiedades de barrera. (Chariguamán, 2015)

- c. López, 2012. Desarrollo, caracterización y aplicación de envases biodegradables a partir de almidón.

En esta investigación llevaron a cabo la extracción de almidón de raíces tuberosas de ahípa y mandioca, luego caracterizaron los almidones nativos y también almidones de maíz modificados químicamente, obtuvieron películas con capacidad de termosellado y evaluaron la tasa de biodegradación de las biopelículas teniendo como resultado que la combinación de exposición de sol y de riego daña la biopelícula. (López, 2012)

- d. García Tejada, Zamudio Flores, Bello Pérez, Romero Bastida, & Solorza Fera, 2011. Oxidación del almidón nativo de plátano para su uso potencial en la fabricación de materiales de empaque biodegradables: caracterización física, química, térmica y morfológica.

En la presente investigación realizaron la oxidación del almidón del plátano, presentaron inconvenientes como el color y bajas propiedades mecánicas que poseían las películas con almidón nativo, por lo que llevaron a cabo la modificación química, es decir, la oxidación. (García, Zamudio, Bello, Romero, y Solorza, 2011)

- e. Achipiz, Castillo, Mosquera, Hoyos, & Navia, 2013. Efecto de recubrimiento a base de almidón sobre la maduración de la guayaba (*psidium guajava*)

En esta investigación desarrollaron un recubrimiento o una película comestible de almidón de papa, aloe vera y cera de carnauba y lo aplicaron a guayaba para poder alargar la vida útil del fruto a temperatura ambiente. Encontraron que la biopelícula tuvo un efecto favorable frente a pérdida de peso, mantenimiento del contenido de vitamina C a los 10 días de almacenamiento a diferencia de la muestra testigo. (Achipiz, Castillo, Mosquera, Hoyos y Navia, 2013)

- f. Cárdenas, 2016. Films biodegradables activos de almidón-gelatina. efecto de la oxidación del almidón.

En esta investigación produjeron biopelículas a partir de almidón oxidado de maíz oxidado, gelatina bovina y glicerol, así como el etil lauroil arginato (LAE), la oxidación del almidón ayudo a reducir de manera considerable la migración en ácido acético, así como la capacidad de hinchamiento. (Cárdenas, 2016)

- g. Joaqui D & Villada C, 2013. Propiedades ópticas y permeabilidad de vapor de agua en películas producidas a partir de almidón.

En esta investigación realizaron biopelículas a partir de almidón termoplástico de yuca tanto nativo como hidrolizado, ácido polilactico y policaprolactona. Concluyeron que el envejecimiento influye de manera significativa en las propiedades ópticas y de la permeabilidad de vapor de agua. (Joaqui y Villada, 2013)

- h. Zamudio Flores et al., 2013. Soluciones formadoras de película a base de almidón oxidado de avena mezcladas con quitosano: caracterización reológica y propiedades mecánicas de sus películas.

En esta investigación llevaron a cabo la formación de soluciones formadoras de películas a partir de almidón oxidado de avena con quitosano. Al incrementar el nivel de oxidación y la concentración de quitosano aumentan las propiedades mecánicas. (Zamudio et al., 2013)

- i. Zamudio Flores et al., 2015. Caracterización fisicoquímica, mecánica y estructural de películas de almidones oxidados de avena y plátano adicionados con betalaínas.

En esta investigación llevaron a cabo a formación de biopelículas de almidones oxidados, las películas de almidón oxidado de avena presentaban mejor % de elongación que el de plátano. Al adicionar betalaínas aumenta el porcentaje de elongación además de aumentar la permeabilidad al vapor de agua. (Zamudio et al, 2015)

- j. Ortega Alvarado, 2016. Estudio de las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la harina de banano (*Musa acuminata* AAA) de rechazo en el desarrollo de películas biodegradables.

En esta investigación se llevó a cabo la elaboración de películas biodegradables a partir de harina de banano, en sus resultados obtuvieron que muestras (harina) con mayor contenido de fibra tuvieron mayor resistencia (pruebas de fuerza de punción) mientras que muestras (harina) con alto contenido de almidón y poca fibra obtuvieron mayor distancia de punción. Las películas tuvieron una solubilidad alrededor del 60% y su permeabilidad al vapor de agua fue de un rango de $3 - 7 \times 10^{-10}$ g/m.s.Pa) (Ortega, 2016)

- k. Anchundia, Santacruz, & Coloma, 2016. Caracterización física de películas comestibles a base de cáscara de plátano (*Musa Paradisiaca*)

En esta investigación la harina de plátano tiene un alto contenido de almidón (alrededor de 38%) y de amilosa aparente (alrededor de 42%). Las películas obtenidas presentaron resultados similares a los recubrimientos elaborados

de almidón puro, excepto en la permeabilidad al vapor de agua; ya que estos obtuvieron valores por debajo de los reportados por otros autores (1.2×10^{-9} – 2.7×10^{-9} g/m.s.Pa) siendo su valor de 2.4×10^{-11} g/m.s.Pa. (Anchundia, Santacruz y Coloma, 2016)

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Determinar las características del recubrimiento comestible a partir de harina de garbanzo (*Cicer arietinum*), proteína de soja (*Glycine maz*) y aceite esencial de orégano (*origanum vulgare*).

4.2. Objetivos específicos

- Determinación del tratamiento previo del garbanzo y granulometría de la harina - óptimos para obtener una harina con características adecuadas para formar recubrimientos óptimos.
- Determinar la formulación óptima para la formación de recubrimientos.
- Determinar la concentración óptima de aceite esencial en el recubrimiento para aplicar en queso andino.
- Determinar el método óptimo de aplicación del recubrimiento al queso andino.
- Determinar el tiempo de vida útil del recubrimiento.

5. Hipótesis

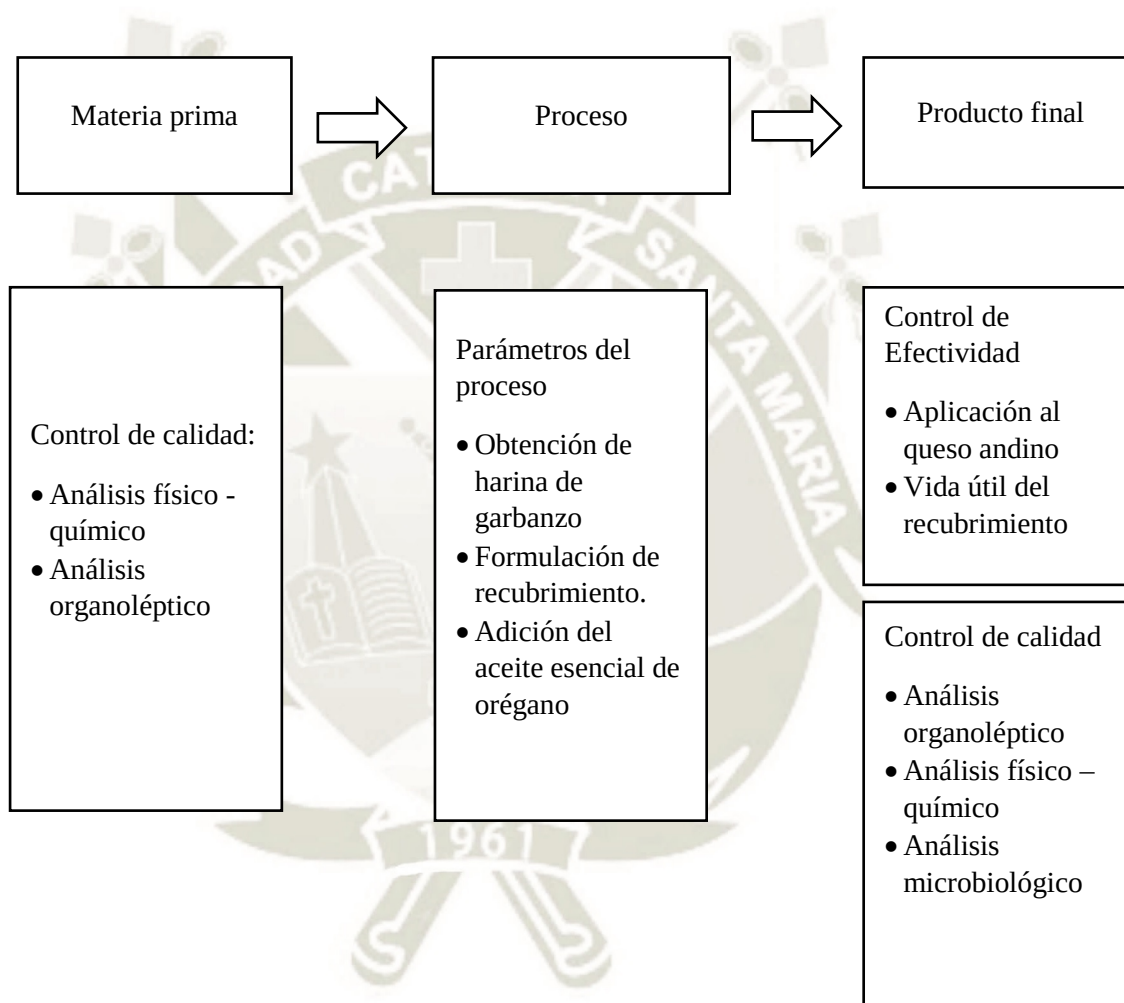
Dado que la harina de garbanzo (*Cicer arietinum*) y la proteína de soja (*Glycine maz*) tienen propiedades de formar geles y el aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) propiedades antifúngicas, es posible obtener un recubrimiento que permita mejorar el proceso de maduración del queso andino.

CAPÍTULO II

II. Planteamiento operacional

1. Metodología de la experimentación

Diagrama 1. Metodología de la experimentación



Fuente: Elaboración Propia, 2018.

2. Variables a evaluar

2.1. Variables de proceso

Cuadro 5. Variables del proceso

Operación	Variables	Controles
Obtención de harina de garbanzo	Tratamiento previo de materia prima TT_1 = tratamiento térmico TT_2 = sin tratamiento térmico Granulometría de harina (Número de malla) $M_1 = 20$ $M_2 = 40$ $M_3 = 50$ $M_4 = 60$ $M_5 = 70$	- % amilosa - Rendimiento de obtención de harina por malla
Formulación del recubrimiento	Formulaciones A = almidón Pr = proteína $F_1 = 4\%A - 4\%P$ $F_2 = 2\%A - 4\%P$ $F_3 = 4\%A - 2\%P$	- Grosor - Permeabilidad al vapor de H_2O - Solubilidad en agua - Medida de opacidad
Aplicación de aceite esencial	Concentración de aceite esencial de orégano $Ae_1 = 200 \text{ ppm}$ $Ae_2 = 500 \text{ ppm}$ $Ae_3 = 1000 \text{ ppm}$	- Prueba de aceptabilidad (Prueba Hedónica) - Prueba de comparación pareada simple - Prueba de actividad antifúngica

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

2.2. Variables de producto final

Cuadro 6. Variables del producto final

Operación	Variables	Controles
Aplicación del recubrimiento al queso andino	Método de aplicación del recubrimiento Ar₁ = inmersión Ar₂ = barnizado Ar₃ = aspersión Ms = sin recubrimiento Evaluación - Tiempo t₁ = 0 días t₁₁ = 10 días t₂ = 1 día t₁₂ = 11 días t₃ = 2 días t₁₃ = 12 días t₄ = 3 días t₁₄ = 13 días t₅ = 4 días t₁₅ = 14 días t₆ = 5 días t₁₆ = 15 días t₇ = 6 días t₈ = 7 días t₉ = 8 días t₁₀ = 9 días	- Peso del queso - Pérdida de peso - Prueba sensorial: Prueba hedónica evaluando el sabor, color y olor de las muestras.
Tiempo de vida útil del recubrimiento	Temperatura T₁ = 2.3°C T₂ = 11.1°C T₃ = 17.6°C T₄ = 22.7°C (T° Ambiente) Ti₁ = 0 días Ti₂ = 1 días Ti₃ = 2 días Ti₄ = 3 días Ti₅ = 4 días Ti₆ = 5 días Ti₇ = 6 días Ti₈ = 7 días Ti₉ = 8 días Ti₁₀ = 9 días Ti₁₁ = 10 días Ti₁₂ = 11 días Ti₁₃ = 12 días Ti₁₄ = 13 días Ti₁₅ = 14 días Ti₁₆ = 15 días	- pH - % acidez

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

2.3. Variables de comparación

Cuadro 7. Variables de comparación

Operación	Variables	Controles
Aplicación del recubrimiento de queso andino	Método M ₁ = Recubrimiento M ₂ = Sin recubrimiento	- % Pérdida de peso del queso - Prueba sensorial: Prueba hedónica

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

2.4. Cuadro de observaciones a registrar

Cuadro 8. Observaciones a registrar

Observaciones	Operaciones	Tratamiento	Controles
Proceso de materia prima: garbanzo	Recepción		- Pesado
	Selección		- Granos sanos - Impurezas
	Remojo	1:2 (garbanzo: agua) por 12 horas.	
	Pelado	Pelado manual, separación de cáscara sin dañarla.	- Impurezas
	Tamizar	Se tamiza la harina obtenida de garbanzo.	- Rendimiento de harina

Fuente: Elaboración Propia, 2018

3. Materiales y métodos

3.1. Materia prima

Para la formación del recubrimiento, se utiliza harina de garbanzo (*Cicer arietinum*) y proteína de soja (*glycine maz*), así como agua y glicerol.

3.2. Otros insumos

- Glicerol
- Aceite esencial de orégano
- Agua

3.3. Material reactivo

Cuadro 9. Material y reactivos

Proceso	Ensayos	Métodos	Reactivo
Obtención de harina de garbanzo	Obtención de harina	Método modificado: (Anchundia, Santacruz, & Coloma, 2016)	
	Determinación de % amilosa/amilopectina	Según método reportado por (Meza Ramos, 2016)	Dimetilsulfóxido I ₂ (0.0025 M) KI (0.0065 M)
Formación de recubrimientos	Formación de recubrimiento		Agua destilada
	Peso del queso	Método reportado: (Saavedra H & Algecira E, 2010)	
	% Humedad del queso	Método gravimétrico reportado por Cárdenas. (2016)	
	Grosor	Método reportado: (Chariguamán Chanatasig, 2015)	
	Permeabilidad al vapor de agua	Método reportado: (Sánchez Aldana, Contreras-Esquivel, Nevárez-Moorillón, & Aguilar, 2015)	Agua destilada
	Solubilidad en agua	Método reportado: (Anchundia, Santacruz, & Coloma, 2016)	Agua destilada
	Medida de opacidad	Método reportado: (Chariguamán Chanatasig, 2015)	
Aplicación de aceite esencial	Actividad antifúngica	Método reportado: (León Mendoza, 2017)	Recubrimiento líquido Agar Papa dextrosa
Aplicación de recubrimiento al queso andino	Permeabilidad al vapor de agua	Método reportado: (Sánchez Aldana, Contreras-Esquivel, Nevárez-Moorillón, & Aguilar, 2015)	Agua destilada

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.4. Equipos y maquinarias (especificaciones técnicas)

Cuadro 10. Equipos y maquinarias

Equipo	Cantidad	Especificaciones técnicas
Balanza	1	Medición: 10 kg Error: ± 10 Marca: Grantech
Secador de bandejas	1	Dimensiones de bandejas: L = 0.44m, A = 0.49m Sistema de ventilación forzada con ventilador. # de bandejas: 8 bandejas. Ventilador: 1/25 CV y 1750 RPM.
Molino de discos de cuchillas	1	Material: Plancha de acero inoxidable 316 de 3 mm de espesor.
Molino de granos	1	Material: Acero
Tamizadora	1	Material: Acero
Tamices	5	Material: Acero inoxidable Malla 20, 40, 50, 60 y 70. Marca: W.S TYLER

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

3.4.1. Laboratorio

Cuadro 11. Material de laboratorio

Equipo	Cantidad	Especificaciones técnicas
Micropipeta	2	Material: plástico Volumen; 5 – 50 ul Marca: Dragon LAB
Balanza analítica	1	Sensibilidad: 0.001g Marca: Eurolab
Incubadora	1	Temperatura: 35°C ± 2.0°C Marca: Quincy Lab Modelo: QL – 12-140E
Estufa	1	Temperatura: 160 – 180°C Marca: Prebatem - TFT
Contador de colonias	1	Marca: Teknolabo A.S.S.I
Centrífuga	1	4000 r.p.m. Marca: Kubota Modelo: 2010
Termómetro	1	0 – 100°C
Agitador magnético	1	Acero inox AISI 304. Velocidades: 60 – 1600 r.p.m. T° = 50°C – 350°C. Volumen máximo de agitación: 10 litros. A = 14.5 cm Ancho = 19 cm Fondo = 26 cm Marca: Agimatic ED
Espectrofotómetro	1	Rango = 200 a 850 nm Marca: Spectrum SP 1105
Papel pH	100	1 – 14
Pipetas	2	Material: Vidrio 10 ml Marca: CRM
Tubos de ensayo	4	Material: Plástico
Tubos de ensayo	2	Material: Vidrio
Matraz enrelemeyer	2	Material: Vidrio Marca: Blaubrand
Vasos precipitados	4	Material: Vidrio Marca: Brand
Placas Petri	5	Material: Vidrio Marca: CITOTEST

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

3.4.2. Planta piloto

Cuadro 12. Equipos de planta piloto

Equipo	Cantidad	Especificaciones técnicas
Silo de almacenamiento	1	Tipo de material: Acero inoxidable Capacidad máxima: 50 - 100TM Dimensiones: 5m * 5.5m * 16.140m (L * W * H) Sistema de ventilación: 0.7 m3 Número de ventiladores: 1 Potencia de su ventilador: 5 watts Marca: Shelley
Balanza de plataforma	2	Marca: DIGI Modelo: OS-530 Capacidad: 300kg Fuente de Poder: Electricidad o batería Dimensiones: A: 0.36m L: 0.48m H = 1.5 m Sensibilidad: 100gr
Peladora de garbanzo	1	Salida (kg/h): 120 – 150 Potencia: 0.55 Kw Velocidad de pelado (%): 93 – 95 Dimensión total (Mm): 1180*720*1100 Marca: Yantai
Tanque de remojo	3	Material: Acero inoxidable 304 Espesor de pared del tanque: 0.146 pulg Presión total del equipo: 17.7 lb/pulg2 Marca: Caldas EIRL
Molino de Nixtamal	1	Capacidad: 80 kg/ hora Motor: 2HP Medidas: 103 cm x 88 cm x 133cm Marca: Arisa

Secador de aire caliente / bandejas	2	- Voltaje: 220 V/380 V - Dimensiones:(L*W*H): 3300*1900*2200 - Capacidad de deshidratación 12L - Material de cámara: Acero inoxidable - Función de alimentación: 220 V - Rango de temperatura: 8 – 70°C - Marca: KINKAI
Molino de discos de cuchillas	1	Material: Acero inoxidable y soporte en acero estructural Capacidad: 200 – 220 kg/hr Área: 2.04 m² Potencia del motor: 4.60 HP Marca: EDIPESA
Tamizadora	2	- Tamizadora circular - Acero inoxidable AISI 304 - Admite 4 tamices de 550 (5 separaciones simultaneas) - Un nivel de trabajo - Movimiento 3D - 1500 RPM - 1.59 V/0.92^a - Marca/ Modelo: ZEUS FTI-0550 ZEUS FTI-0550
Tanque mezcla	1	- Tanque cilíndrico con chaqueta de vapor y agitador. - Servicio: Para efectuar la mezcla de ingredientes para la elaboración del recubrimiento. - Material: Acero inoxidable 304 - Volumen de tanque: 0.1864 m³ - Dimensiones de chaqueta de calefacción: - Potencia de paleta: 7.60 e-5 HP

		- Espesor de plancha: 0.05 pulg - Marca: CALDAS EIRL
Embotelladora	1	- Material: Acero inoxidable - Dimensiones: 600 * 598* 1300 mm (L * W *H) - Marca: Kefai - Poder: 1.5 Kw - Grado de automatización: Semi – Automático - Voltaje: 220 V/ 380 V - Capacidad: 300 – 600 botellas por hora - Boquilla de llenado: 2 boquillas - Volumen de llenado: 1 – 20 L
Empaquetadora de harina	1	- Material: Acero inoxidable 304 - Grado de automatización: Automático - Dimensiones: 1110 * 120 * 210 cm - Velocidad: 30 – 10 sobres por minuto - Rango de paquete: 0.5 kg – 5 kg - Voltaje: 380 V - Potencia: 1.18 Kw - Marca: Guangzhou Mingyue - Modelo: MY-1000FB
Empaquetadora de granos	1	- Material: Acero inoxidable - Grado de automatización: Automática - Dimensiones: 3638 * 1020 * 2100 mm (L * W * H) - Velocidad: 5 – 6 bolsas/ minuto - Rango de paquete: 150 – 1500 g - Potencia: 1.76 Kw - Modelo: DS – 420DZ - Marca: Dession
Etiquetadora	3	- Material: Acero inoxidable 304 - Automatización: Manual - Dimensiones: 700 * 750 * 700 mm (L * W* H) - Marca: Intertec

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

4. Esquema experimental

4.1. Método propuesto: Tecnología y parámetros

El método elegido fue el método número uno, el método modificado (Saavedra y Algecira), debido a que presenta mejores procedimientos (más detallados) en cuanto a los procesos de remojo (aumenta la efectividad del pelado manual), pelado (ya que favorece la efectividad y el tiempo de producción al realizar el pelado de forma manual) y la formulación del recubrimiento (descripción completa y parecida a la que se realizará).

El método propuesto fue tomado a partir de los métodos anteriormente mencionadas, así como toda la metodología planteada, de igual forma se encuentra descrito el diagrama de bloques y lógico en el presente capítulo, por lo que no se procederá a detallar el método propuesto.

La tecnología que se desarrollará en este trabajo de investigación se elaborará un recubrimiento a partir de harina de garbanzo y proteína de soja a partir de varios métodos, los cuales ya fueron descritos anteriormente.

Los parámetros a utilizar en esta investigación son las siguientes:

- Obtención de harina de garbanzo: Tratamiento térmico previo de materia prima (garbanzo): TT_1 = tratamiento térmico – TT_2 = sin tratamiento térmico; granulometría de harina (Número de malla): $M_1 = 20$, $M_2 = 40$, $M_3 = 50$, $M_4 = 60$, $M_5 = 70$.
- Formulación del recubrimiento: Formulación (F): 4%A - 4%P, 2%A - 4%P, 4%A - 2%P.
- Aplicación de aceite esencial de orégano: Concentración de aceite esencial (Ae): 200, 500 y 1000 ppm.

4.2. Esquema experimental

4.2.1. Descripción del proceso

a. Recepción

Es la primera operación del proceso, se procede a recepcionar y pesar la materia prima, así mismo se realizan los controles de calidad respectivos que decidirán si se acepta o rechaza el lote.

b. Selección

En este proceso se selecciona la materia prima en base a los siguientes parámetros:

- Grado de descomposición microbiano: presencia de hongos
- Deterioro físico

c. Lavado

La materia prima seleccionada pasará a un lavado por inmersión utilizando agua potable fría y clorada, para eliminar toda contaminación que pueda alterar el producto como suciedad e impurezas.

d. Remojo

Se procede a remojar la materia prima y se deja en reposo 12 horas. Procediendo a colocar en inmersión el garbanzo en agua dentro de recipientes, para poder facilitar el pelado. (Este procedimiento se lleva a cabo a nivel laboratorio, a nivel industrial no es necesario utilizar ya que se cuenta con máquinas peladoras que evitan el uso de este proceso)

e. Pelado

En esta operación se eliminará las cáscaras del garbanzo. Se realizará de manera manual a escala de laboratorio, mientras que a nivel industrial se utilizará una peladora.

f. Molienda húmeda

En esta operación se procede a moler los granos de garbanzo a través de un molino de granos, para obtener una masa húmeda.

g. Secado

En este proceso se lleva a cabo la eliminación de agua de forma parcial del alimento con la finalidad de preservarlo, así mismo para poder obtener un polvo fino en las siguientes operaciones. Se utiliza un secador de bandejas a una temperatura de $50^{\circ}\text{C} \approx 60^{\circ}\text{C}$ por un periodo de 12 horas.

h. Molienda

En esta operación se procede a moler el garbanzo seco para obtener una granulometría más fina, haciendo uso del molino de discos.

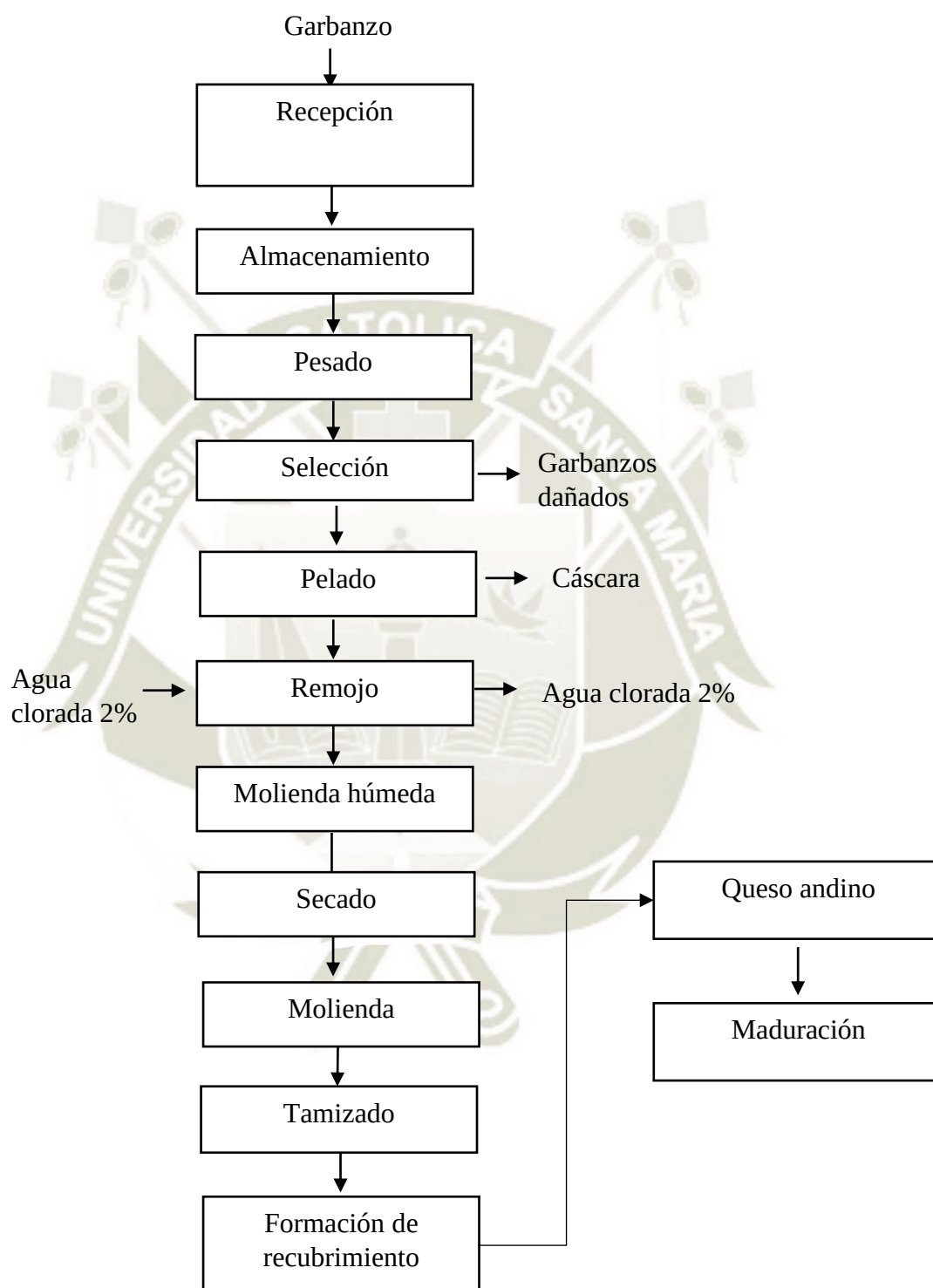
Luego se realiza el tamizado de la harina (polvo) obtenida anteriormente para poder obtener un producto con granulometría más fina y sin partículas extrañas. El tamizado se realiza con un tamizador utilizando diferentes mallas (20, 40, 50, 60 y 70) (Marca: Retsh y W.S. TYLER).

i. Formación de recubrimiento

En esta operación se lleva a cabo la formación del recubrimiento, se preparan dos disoluciones una que tiene almidón y proteína llevándolas hasta gelatinización. Así mismo se diluyen los otros ingredientes, esta mezcla se deja en agitación constante y luego se vierte en moldes, procediendo a secar durante 24 horas a 40°C .

4.2.2. Flujo: bloques

Diagrama 2. Diagrama de flujo: Bloques



Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.3. Diseño de experimentos – diseños estadísticos

4.3.1. De la materia prima

A continuación, se mostrará el cuadro donde se presentarán los resultados de las características principales del garbanzo que es utilizado para la obtención de harina.

a. Características químico proximal de la materia prima

Cuadro 13. Características químico - proximal del garbanzo

Análisis	Resultado
Humedad %	
Proteína %	
Cenizas %	
Carbohidratos totales %	
Grasa %	
Fibra %	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

b. Características fisicoquímicas de la materia prima

Cuadro 14. Características fisicoquímicas del garbanzo

Análisis	Resultado
pH	
Sólidos solubles (°Brix)	
% Acidez (Ácido málico)	

Fuente: Elaboración propia, 2018. Arequipa

c. Características organolépticas de la materia prima

Cuadro 15. Características organolépticas del garbanzo

Análisis	Resultado
Textura	
Color	
Sabor	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.3.2. Experimento número uno

Obtención de harina de garbanzo (*Cicer arietinum*)

En este experimento se obtendrá la harina partir de los granos de garbanzo (*Cicer arietinum*)

Descripción: El garbanzo remojado se somete a la primera variable, uno pasa por tratamiento térmico (se sumerge el garbanzo en agua en una proporción de 1:1, luego se somete a una temperatura de 50°C por 15 minutos) mientras que otro no, luego pasan por el mismo proceso hasta llegar a obtener harina, luego se procede a tamizar a través de diferentes números de mallas para separar la harina por granulometría. Al aplicar el tratamiento térmico se espera que este tenga influencia en el contenido de amilosa aparente de la harina de garbanzo (es decir, se mantenga, aumente o disminuya), ya que el porcentaje de amilosa aparente influye en las características de las películas y/o recubrimientos.

4.3.2.1. Objetivos

- Determinar el tratamiento previo a la materia prima y la granulometría de la harina óptimos que permitan formar un recubrimiento adecuado.
- Evaluar rendimiento de obtención de harina por granulometría.
- Evaluar el contenido de amilosa.

4.3.2.2. Variables

Para el experimento se evaluará las siguientes variables:

Tratamiento previo de materia prima (garbanzo):

- TT_1 = tratamiento térmico
Temperatura: 50°C x 15 minutos
- TT_2 = sin tratamiento térmico

Granulometría de harina

Número de malla

- $M_1 = 20$ (0.850 mm)
- $M_2 = 40$ (0.425 mm)
- $M_3 = 50$ (0.300 mm)
- $M_4 = 60$ (0.250 mm)
- $M_5 = 70$ (0.212 mm)

4.3.2.3. Resultado

Se evaluará el efecto que tienen las dos variables anteriormente explicadas en el contenido de amilosa (Ver anexo 7) y el rendimiento de obtención de harina.

Cada dato será obtenido mediante:

- **% Rendimiento de obtención de harina**

**Cuadro 16. Resultados del Experimento N°01 - %
Rendimiento de harina**

Variables	% Rendimiento de harina									
Tratamiento previo materia prima	TT ₁					TT ₂				
Tamaño de malla (número / mm)	#20/ 0.850 mm	#40/ 0.425 mm	#50/ 0.300 mm	#60/ 0.250 mm	#70/ 0.212 mm	#20/ 0.850 mm	#40/ 0.425 mm	#50/ 0.300 mm	#60/ 0.250 mm	#70/ 0.212 mm
Repetición 1										
Repetición 2										
Repetición 3										
Promedio										

Fuente: Elaboración propia, 2018.

- **% de amilosa**

Cuadro 17. Resultados del Experimento N°01 - % amilosa

Variables	% Rendimiento de harina									
Tratamiento previo materia prima	TT ₁					TT ₂				
Tamaño de malla (número / mm)	#20/ 0.850 mm	#40/ 0.425 mm	#50/ 0.300 mm	#60/ 0.250 mm	#70/ 0.212 mm	#20/ 0.850 mm	#40/ 0.425 mm	#50/ 0.300 mm	#60/ 0.250 mm	#70/ 0.212 mm
Repetición 1										
Repetición 2										
Repetición 3										
Promedio										

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.3.2.4. Diseño estadístico: Análisis Estadístico

El análisis estadístico presenta un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2 x 5 con 3 repeticiones.

4.3.2.5. Materiales y Equipos

Cuadro 18. Experimento N°01 – Materiales y equipos

Materia prima/ insumos	Equipo	Cantidad	Especificaciones técnicas
Harina de garbanzo	-	6 kg	-
-	Balanza electrónica	1	Error: $\pm 10\text{ g}$
-	Termómetro	1	0 – 100°C
-	pH metro	1	1 – 14
-	Pipetas	2	Material: Vidrio 10 ml
-	Tamizadora	1	Material: Acero
-	Pocillos	4	Material: Acero inoxidable
-	Olla	1	Material: Acero inoxidable
-	Tamices	5	Material: Acero inoxidable Malla 40, 50, 60, 70, 150
-	Espectrofotómetro	1	Rango = 200 – 850 nm
-	Molino de discos de cuchillas	1	Material: Plancha de acero inoxidable 316 de 3 mm de espesor.
-	Secador de bandejas	1	Dimensiones de bandejas: L = 0.44m, A = 0.49m Sistema de ventilación forzada con ventilador. # de bandejas: 8 bandejas. Ventilador: 1/25 CV y 1750 RPM

Fuente: Elaboración propia, 2018

4.3.2.6. Aplicación de modelos matemáticos

- **% Rendimiento de extracción**

$$\begin{aligned} & \% \text{Rendimiento de obtención} \\ &= \frac{\text{harina (malla } n^{\circ} X) \text{ (kg base seca)}}{\text{harina total (kg base seca)}} * 100 \end{aligned}$$

- **% Amilosa/ amilopectina**

$$y = 0.0032x + 0.0398$$

$$\text{absorbancia (nm)} = 0.0032 (\% \text{ amilosa}) + 0.0398$$

$$\% \text{ amilosa} = \frac{\text{absorbancia} - 0.0398}{0.0032}$$

$$\% \text{ amilopectina} = 100 - \% \text{ amilosa}$$

- **Balance de Materia**

$$\text{Balance de materia} \rightarrow \text{Masa entra} = \text{Masa sale}$$

$$\text{Balance de materia} \rightarrow \text{Garbanzo seco (kg)} = \text{Harina de garbanzo (kg)}$$

- **Balance de energía**

$$Q = \text{masa total} \times C_p \text{ mezcla} \times (T_2 - T_1)$$

Cálculo del Cp del garbanzo

$$\begin{aligned} C_p = & 1.424 * X_c + 1.549 * X_p + 1.675 * X_g + 0.837 * X_m + 4.187 \\ & * X_w \end{aligned}$$

Donde:

X_c = Fracción de carbohidratos

X_p = Fracción de proteína

X_g = Fracción de grasa

X_m = Fracción de cenizas

X_w = Fracción de agua

4.3.3. Experimento número dos

Formación del recubrimiento

Este experimento se realiza con harina de garbanzo, proteína de soja, plastificante (glicerol) y agua.

Descripción: La harina de garbanzo y la proteína de soja se disuelven por separado, para luego mezclarse con los demás componentes (aceite esencial de orégano, glicerol y agua), para luego aplicar el método de casting; el cual consiste en vaciar el recubrimiento sobre una superficie de acrílico y luego se procede a secar en una estufa a una temperatura de 40°C por 24 horas.

4.3.3.1. Objetivo

- Determinar la formulación óptima de recubrimiento comestible.

4.3.3.2. Variables

Para el experimento se evaluará las siguientes variables:

Concentración respecto a la solución a base de 100 gramos, expresados en porcentaje:

A = almidón

P = proteína

G = Glicerol

Ag = agua

- $F_1 = 4\%A - 4\%P - 6.5\%G - 85.5\% Ag$
- $F_2 = 2\%A - 4\%P - 6.5\%G - 87.5\% Ag$
- $F_3 = 4\%A - 2\%P - 6.5\%G - 87.5\% Ag$

4.3.3.3. Resultado

En este experimento se tendrán los siguientes resultados: grosor, permeabilidad al vapor de H_2O , solubilidad en agua y la medida de opacidad de las películas obtenidas al aplicar el método de casting. ([Ver Anexo 8](#))

- **Grosor**

Se procede a medir el grosor de las películas con ayuda de un vernier electrónico.

Cuadro 19. Resultados del experimento N°02 - Grosor (mm)

Variable	Grosor de la película (mm)		
	F ₁	F ₂	F ₃
Repetición 1		0.08	
Repetición 2		0.08	
Repetición 3		0.05	
Repetición 4			
Repetición 5			
Promedio			

Fuente: Elaboración propia, 2018.

- **Permeabilidad al vapor de H_2O**

Para hallar la permeabilidad al vapor de H_2O de las películas obtenidas se utiliza la técnica reportada por Sánchez et al, 2015 en el [Anexo 8](#). La cual consiste en que se colocan películas recortadas en forma circular sobre pesafiltros y se ajustan con o – ring. Inmediatamente después, los pesafiltros se pesaron (W_0) y se colocaron dentro de un desecador con agua destilada para generar una humedad relativa del 100% a 25°C. Los pesos (W_t) de los pesafiltros se registraron 3 veces durante las 24 horas de almacenamiento. (Sánchez, Contreras, Nevárez y Aguilar, 2015)

Cuadro 20. Resultado del experimento N°02 - Permeabilidad al vapor de H₂O
(g/s.m.Pa)

Variable	Permeabilidad al vapor de H ₂ O (g/s.m.Pa)		
	F ₁	F ₂	F ₃
Repetición 1			
Repetición 2			
Repetición 3			
Promedio			

Fuente: Elaboración propia, 2018.

- **Solubilidad en agua**

Para hallar el % de solubilidad en agua de las películas obtenidas se utiliza el método de Gontard *et al.*, (1992) con ligeras modificaciones, reportada en Anchundia *et al.* (2016) la cual se describe en el [Anexo 8](#).

En este método las películas se proceden a secar hasta peso constante a 100 °C (peso inicial). Cada muestra se colocó en un vaso de precipitados que contenía 50 ml de agua destilada y se agitó por medio de un agitador orbital a temperatura ambiente durante 24 h. La película remanente (sin disolver), se colocó en una estufa a 100 °C durante 24 h luego de lo cual se determinó su peso (peso final). (Citado en Anchundia *et al.*, 2016).

Cuadro 21. Resultados del experimento N°2 - % Solubilidad en agua

Variable	% Solubilidad en agua		
	F ₁	F ₂	F ₃
Repetición 1			
Repetición 2			
Repetición 3			
Promedio			

Fuente: Elaboración propia, 2018.

- **Medida de opacidad**

Para hallar la opacidad (nm) de las películas obtenidas, se utiliza el método reportado por Chariguamán, 2015 y que se puede ver en el [Anexo 8](#), la cual consiste en colocar las películas en celdas de un espectrofotómetro y se mide su absorbancia a 500 nm.

Cuadro 22. Resultados del experimento N°02 - Medida de opacidad

Variable	Medida de opacidad (nm)		
	F ₁	F ₂	F ₃
Repetición 1			
Repetición 2			
Repetición 3			
Promedio			

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.3.3.4. Diseño estadístico: Análisis Estadístico

El análisis estadístico presenta un diseño completamente al azar con 3 repeticiones.

4.3.3.5. Materiales y Equipos

Cuadro 23. Experimento N°02 - Materiales y equipos

Materia prima/ insumos	Equipo	Cantidad	Especificaciones técnicas
Harina de garbanzo	-	1 kg	-
Proteína de soja	-	1 kg	-
Emulsionante (aceite de oliva)	-	0.5 kg	-
Glicerina (Glicerol)	-	0.5 kg	-
H ₂ O	-	1 kg	-
-	Balanza electrónica	1	Error: ± 10 g
-	Termómetro	1	0 – 100°C
-	pH metro	1	1 – 14
-	Pipetas	2	Material: Vidrio 10 ml
-	Pesafiltro	5	Material vidrio 20 * 40
-	Vasos precipitados	3	Material: Vidrio Volumen: 100 ml
-	Pocillos	4	Material: Acero inoxidable
-	Estufa	1	Material: Acero inoxidable
-	Agitador magnético	1	Acero inox AISI 304. Velocidades: 60 – 1600 r.p.m. T° = 50°C – 350°C. Volumen máximo de agitación: 10 litros. A = 14.5 cm Ancho = 19 cm Fondo = 26 cm
-	Secador de bandejas	1	Dimensiones de bandejas: L = 0.44m, A = 0.49m Sistema de ventilación forzada con ventilador. # de bandejas: 8 bandejas. Ventilador: 1/25 CV y 1750 RPM
-	Micrómetro manual	1	Material: Metal sensibilidad ± 0.01 mm
-	Desecador	1	Material: Vidrio
-	Espectrofotómetro	1	Rango = 200 – 850 nm

Fuente: Elaboración propia, 2018

4.3.3.6. Aplicación de modelos matemáticos

- **Grosor**

$$\text{Media } (X) = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

Donde:

$\sum_{i=1}^N X_i$: sumatoria del conjunto de observaciones (X1+ X2 + X3 +....Xn)

n: número de observaciones

- **Permeabilidad al vapor de H₂O**

$$PVVA = \frac{vtva}{A} * \frac{e}{\Delta P_v}$$

Donde:

PPVA: permeabilidad al vapor de agua (g/s.m.Pa)

Vtva: velocidad de transferencia de vapor de agua (g/s)

e: espesor promedio de la película (m)

A: área expuesta del film (m²)

ΔP_v : diferencia de presión de vapor de agua entre la atmósfera de la sílica y la del desecador (3167.2 Pa)

- **Solubilidad**

$$\% \text{ Solubilidad} = \frac{PI - PF}{PI} * 100$$

Donde:

PI: peso inicial del recubrimiento (película) g

PF: peso final del material seco que no se solubilizo.

- **Medida de opacidad**

$$Opacidad = \frac{A_{500}}{T}$$

Donde:

A_{500} : absorbancia a 500 nm

T: espesor de la película (30 x 15 mm)

- **Balance de Materia**

Balance de materia → *Masa entra = Masa sale*

Balance de materia

→ *harina de garbanzo(kg) + proteína de soja(kg)*
+ *glicerina (kg) + H₂O (kg) = Kg recubrimiento + kg (otros)*

- **Balance de energía**

$$Q = masa\ total \times Cp\ mezcla \times (T_2 - T_1)$$

4.3.4. Experimento número tres

Aplicación de aceite esencial

Este experimento se realizará con la harina de garbanzo, proteína de soja, agua destilada, glicerol y aceite esencial de orégano para luego ser aplicado en el queso andino.

Descripción: Al recubrimiento elegido en el anterior experimento, después de mezclar la harina de garbanzo, proteína de soja, glicerol y agua se le agrega diferentes concentraciones de aceite esencial de orégano poco a poco y se procede a agitar.

4.3.4.1. Objetivos

- Determinar la concentración óptima de aceite esencial en el recubrimiento para aplicar en queso andino.

4.3.4.2. Variables

Se tienen las siguientes variables:

Concentración de aceite esencial

- $Ae_1 = 200$ ppm
- $Ae_2 = 500$ ppm
- $Ae_3 = 1000$ ppm

4.3.4.3. Resultado

Los resultados en este experimento son los siguientes: prueba Hedónica (evaluación sensorial) y una prueba de comparación pareada simple, así mismo una prueba de actividad antifúngica (crecimiento del moho del día 0 al día 12). Tanto las muestras Ae_1 , Ae_2 y Ae_3 , se colocarán en quesos andinos, para luego ser evaluados.

- Sabor

Cuadro 24. Resultados del Experimento N°03 - Prueba de sabor

Variable		Prueba de Sabor		
Concentración		Ae_1	Ae_2	Ae_3
Jueces	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	Promedio			

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 25. Resultados del Experimento N°03 – Comparación pareada simple - Sabor

Variable		Prueba de Sabor
Concentración		Muestra preferida
Jueces	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
	8	
	9	
	10	
	11	
	12	
	13	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

- **Olor**

Cuadro 26. Resultados del Experimento N°03 - Prueba de olor

Variable		Prueba de Olor		
Concentración		Ae1	Ae2	Ae3
Jueces	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	Promedio			

Fuente: Elaboración propia, 2018.

**Cuadro 27. Resultados del Experimento N°03 – Comparación pareada simple -
Olor**

Variable		Prueba de Olor
Concentración		Muestra preferida
Jueces	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
	8	
	9	
	10	
	11	
	12	
	13	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

- **Color**

Cuadro 28. Resultados de la práctica N°03 - Prueba de color

Variable		Prueba de Color		
Concentración		Ae ₁	Ae ₂	Ae ₃
Jueces	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	Promedio			

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 29. Resultados de la práctica N°03 - Prueba de color

Variable		Prueba de Color
Concentración		Muestra preferida
Jueces	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
	8	
	9	
	10	
	11	
	12	
	13	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

- **Prueba de actividad antifúngica**

Para llevar a cabo la prueba de actividad antifúngica del recubrimiento se siguen los siguientes pasos:

1. Se prepara el agar PDA (agar papa dextrosa) y luego se procede a acidificarlo con ácido tartárico.
2. Luego se vierte 20 ml de agar en la placa Petri y luego se añade 2 ml del recubrimiento.
3. Cuando el agar esté un poco seco, en el centro de la placa se coloca un explante discoidal del hongo con un diámetro de 5 mm (aproximadamente) con ayuda de un sacabocado de una colonia de mohos (de al menos de 7 días), como el *penicillium s.p* que se encuentra generalmente presente en el queso.

Cuadro 30. Resultados del Experimento N°04 – Prueba de actividad antifúngica

Moho	Concentración de Aceite esencial (ppm) en recubrimiento	Diámetro de crecimiento (cm)			
		Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
Penicillium s.p.	200				
	500				
	1000				

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.3.4.4. Diseño y análisis estadístico

El análisis estadístico presenta un diseño completamente al azar con 3 repeticiones para la prueba de actividad antifúngica, mientras que para la prueba hedónica de color, olor y sabor presenta un diseño de bloques completamente al azar, así mismo para la prueba de comparación pareada simple se utiliza una prueba binomial de dos extremos.

4.3.4.5. Materiales y equipos

Cuadro 31. Experimento N°04 – Materiales y equipos

Materias primas/ insumos	Equipo	Cantidad	Especificaciones técnicas
Harina de garbanzo	-	1 kg	-
Proteína de soja	-	1 kg	-
Aceite de oliva	-	0.5 kg	-
Glicerina (Glicerol)	-	0.5 kg	-
H ₂ O	-	1 kg	-
Aceite esencial de orégano	-	0.1 kg	-
-	Incubadora	1	Temperatura: 35°C
-	Estufa	1	Temperatura: 160- 180 °C
-	Pipetas	2	Material: Vidrio 1 – 2 ml
-	Autoclave	1	Presión: 20 psi
-	Contador de colonias	1	Material: Acero inoxidable
-	Vasos de precipitados	3	Material: vidrio Volumen: 50ml
-	Probeta	1	Material: vidrio Volumen: 100ml
-	Placas petri	20	Material: Vidrio
-	Tubos de ensayo	20	Material: Vidrio
-	Gradilla para tubos de ensayo	2	Material: Plástico
-	Mechero	2	Material: Acero Reactivo: Gas
-	Cocina	1	Material: Acero Reactivo: gas
-	Termómetro	1	Material: Vidrio
-	Agar Papa Dextrosa	25 g	-

Fuente: Elaboración propia, 2018

4.3.4.6. Aplicación de modelos matemáticos

- **Balance de Materia**

Balance de materia → Masa entra = Masa sale

Balance de materia

*→ Harina de garbanzo (kg) + proteína de soja(kg)
+ glicerina (kg) + +H2O (kg) = Kg recubrimiento + kg (otros)*

- **Balance de energía**

$$Q = \text{masa total} \times Cp \text{ mezcla} \times (T2 - T1)$$

$$cp \text{ mezcla} =$$

$$\frac{(\text{masa H2O} * cp) + (\text{masa glicerol} * cp) + (\text{masa proteína} * cp) + (\text{masa harina} * cp) + (\text{masa aceite esencial} * cp)}{\text{masa H2O} + \text{masa glicerol} + \text{masa proteína} + \text{masa harina} + \text{masa aceite esencial}}$$

4.3.5. Experimento final: Tratamientos seleccionados

4.3.5.1. Análisis – físico organoléptico

Cuadro 32. Análisis físico - organoléptico del recubrimiento

Criterios	Resultados
Olor	
Sabor	
Color	
Aspecto	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.3.5.2. Análisis – Físico - Químico

Cuadro 33. Análisis físico - químico del recubrimiento

Criterios	Resultados
pH	
% Acidez (Ácido Láctico)	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.3.5.3. Análisis microbiológico

Cuadro 34. Análisis microbiológico del recubrimiento

Criterios	Resultados
Mohos	
Sthaphylococcus aureus	
Escherichia coli	
Salmonella sp.	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

4.3.5.4. Aplicación del recubrimiento al queso andino

Descripción: Se aplica de tres formas distintas el recubrimiento al queso andino antes de que éste ingrese en la cámara de maduración.

4.3.5.4.1. Objetivo

- Evaluar y comparar las características sensoriales y la pérdida de peso del queso andino con diferentes tipos de aplicación del recubrimiento después de su maduración.

4.3.5.4.1.1. Variables

Método de aplicación del recubrimiento

- Ar_1 = inmersión
- Ar_2 = barnizado
- Ar_3 = aspersión

Evaluación - Tiempo

• t_1 = 0 día	• t_{10} = 9 días
• t_2 = 1 día	• t_{11} = 10 días
• t_3 = 2 días	• t_{12} = 11 días
• t_4 = 3 días	• t_{13} = 12 días
• t_5 = 4 días	• t_{14} = 13 días
• t_6 = 5 días	• t_{15} = 14 días
• t_7 = 6 días	• t_{16} = 15 días
• t_8 = 7 días	
• t_9 = 8 días	

4.3.5.4.2. Resultados

Los resultados serán los siguientes: pérdida de peso del queso durante la maduración, una evaluación organoléptica y un recuento de mohos (al queso andino ya madurado).

- **Peso del queso**

Cuadro 35. Resultados – Peso del queso

Variables		Peso (gramos) del queso											
Tiempo (días)	Método de aplicación	Ar ₁ = Inmersión			Ar ₂ = Barnizado			Ar ₃ = Aspersión			Ms = Queso s/recubrimiento		
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃
0													
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 36. Resultados – Pérdida de peso (gramos)

Variables		Pérdida de peso (gramos) del queso											
Tiempo (días)	Método de aplicación	Ar₁ = Inmersión			Ar₂ = Barnizado			Ar₃ = Aspersión			Ms = Queso s/recubrimiento		
		R₁	R₂	R₃	R₁	R₂	R₃	R₁	R₂	R₃	R₁	R₂	R₃
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 37. Resultados – Pérdida de peso (%) del queso

Variables		Pérdida de peso (%) del queso											
Tiempo (días)	Método de aplicación	Ar ₁ = Inmersión			Ar ₂ = Barnizado			Ar ₃ = Aspersión			Ms = Queso s/recubrimiento		
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 38. Promedio de Peso del queso

Promedio	Peso del queso (gramos)															
	Método de aplicación \ Tiempo (días)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Ar ₁ = inmersión															
	Ar ₂ = barnizado															
	Ar ₃ = aspersión															
	Ms = queso sin recubrimiento															

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 39. Promedio de Pérdida de peso del queso (gramos)

Promedio	Pérdida de peso del queso (gramos)															
	Método de aplicación \ Tiempo (días)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Ar ₁ = inmersión															
	Ar ₂ = barnizado															
	Ar ₃ = aspersión															
	Ms = queso sin recubrimiento															

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 40. Promedio de Pérdida de peso del queso (%)

Promedio	Pérdida de peso del queso (%)															
	Método de aplicación \ Tiempo (días)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Ar ₁ = inmersión															
	Ar ₂ = barnizado															
	Ar ₃ = aspersión															
	Ms = queso sin recubrimiento															

Fuente: Elaboración propia, 2018.

- **Recuento de mohos**

Cuadro 41. Resultado – Recuento de Mohos (ufc/g)

Días	Recuento de Mohos											
	Ar ₁ = inmersión			Ar ₂ = barnizado			Ar ₃ = aspersión			Ms = queso sin recubrimiento		
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃
0												
15												

Fuente: Elaboración propia, 2018.

- Prueba de sabor

Cuadro 42. Resultados – Prueba Hedónica: Prueba de sabor

Variable		Prueba de Sabor			
Método de aplicación		Ar ₁ = inmersión	Ar ₂ = barnizado	Ar ₃ = Aspersión	Ms = sin recubrimiento
Jueces	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	Promedio				

Fuente: Elaboración propia, 2018.

- Prueba de olor

Cuadro 43. Prueba Hedónica: Prueba de olor

Variable		Prueba de Olor			
Método de aplicación		Ar ₁ = inmersión	Ar ₂ = barnizado	Ar ₃ = Aspersión	Ms = sin recubrimiento
Jueces	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	Promedio				

Fuente: Elaboración propia, 2018.

- Prueba de color

Cuadro 44. Prueba Hedónica: Prueba de Color

Variable		Prueba de Color			
Método de aplicación		Ar ₁ = inmersión	Ar ₂ = barnizado	Ar ₃ = Aspersión	Ms = sin recubrimiento
Jueces	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	Promedio				

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.3.5.4.3. Diseño y análisis estadístico

El análisis estadístico presenta un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 4 x 15 con 3 repeticiones para peso del queso, pérdida de peso (gramos) y el % de pérdida de peso; mientras que un diseño de bloques completamente al azar con 3 repeticiones para la evaluación organoléptica, así mismo para el crecimiento de mohos se aplica el test de Friedman.

4.3.5.4.4. Materiales y equipos

Cuadro 45. Materiales y Equipos

Materias primas/ insumos	Equipo	Cantidad	Especificaciones técnicas
Recubrimiento	-	2 kg	-
Queso andino	-	2 kg	-
-	Incubadora	1	Temperatura: 35°C
-	Balanza	1	Sensibilidad 0.01g
-	Estufa	1	Temperatura: 160- 180 °C
-	Pipetas	2	Material: Vidrio 1 – 2 ml
-	Autoclave	1	Presión: 20 psi
-	Contador de colonias	1	Material: Acero inoxidable
-	Vasos de precipitados	3	Material: vidrio Volumen: 50ml
-	Probeta	1	Material: vidrio Volumen: 100ml
-	Placas petri	20	Material: Vidrio
-	Tubos de ensayo	20	Material: Vidrio
-	Gradilla para tubos de ensayo	2	Material: Plástico
-	Mechero	2	Material: Acero Reactivo: Gas
-	Cocina	1	Material: Acero Reactivo: gas
-	Termómetro	1	Material: Vidrio

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.3.5.4.5. Aplicación de modelos matemáticos

- Pérdida de peso del queso

$$\text{Pérdida de peso del queso} = \text{Peso inicial} - \text{Peso del día } X$$

$$\% \text{ Pérdida de peso} = \frac{(\text{peso día } x) * 100}{\text{peso inicial}}$$

4.3.5.5. Tiempo de vida útil (Anaquel)

Descripción

Se utiliza el método de Labuza, el cual es un método acelerado donde se somete el producto a diferentes temperaturas, las cuales van en aumento. Así mismo se hace uso de un límite crítico del % de acidez y pH que debe tener el recubrimiento, es decir, para que este sea aceptable. No existen normas que expliquen cual podría ser el límite crítico tanto para el % de acidez y pH del recubrimiento, por lo que se opta por observar las condiciones del recubrimiento comparándolas con sus valores de pH y % de acidez para poder así obtener un límite crítico. ([Ver Anexo 9](#))

4.3.5.5.1. Objetivo

- Evaluar la vida útil del recubrimiento.

4.3.5.5.2. Variables

Temperatura

- 2.3°C
- 11.1 °C
- 17.6°C
- T° ambiente ($\approx 22.7^{\circ}\text{C}$)

Tiempo

- 0 días
- 1 días
- 2 días
- 3 días
- 4 días
- 5 días
- 6 días
- 7 días
- 8 días
- 9 días
- 10 días
- 11 días
- 12 días
- 13 días
- 14 días
- 15 días

4.3.5.5.3. Resultados

El recubrimiento será puesto en diferentes temperaturas y tiempos de almacenamiento, evaluando sus propiedades, como: pH y % acidez (Ac. Láctico).

- pH

Cuadro 46. Resultado de Tiempo de vida útil – pH

Variables		pH											
Tiempo (días)	Temperatura (°C)	2.3°C			11.1°C			17.6°C			T° ambiente (22.7°C)		
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃
0													
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

- % Acidez (Ácido Láctico)

Cuadro 47. Resultados del tiempo de vida útil - % Acidez (Ácido láctico)

Variables		% Acidez											
Tiempo (días)	Temperatura (°C)	2.3°C			11.1°C			17.6°C			T° ambiente (22.7°C)		
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃
0													
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Cuadro 48. Promedio de pH

Promedio	pH																
	Temperatura (°C) \ Tiempo (días)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	2.3°C																
	11.1°C																
	17.6°C																
	T° ambiente (22.7°C)																

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Cuadro 49. Promedio de % Acidez

Promedio	% Acidez (Ácido láctico)																
	Temperatura (°C) \ Tiempo (días)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	2.3°C																
	11.1°C																
	17.6°C																
	T° ambiente (22.7°C)																

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

4.3.5.5.4. Materiales y equipos

Cuadro 50. Tiempo de vida útil - Materiales y equipos

Materias primas/ insumos	Equipo	Cantidad	Especificaciones técnicas
Recubrimiento	-	2 kg	-
-	Balanza	1	Sensibilidad 0.01g
-	Estufa	1	Temperatura: 160-180 °C
-	Pipetas	2	Material: Vidrio 1 – 2 ml
-	Autoclave	1	Presión: 20 psi
-	Vasos de precipitados	3	Material: vidrio Volumen: 50ml
-	Probeta	1	Material: vidrio Volumen: 100ml
-	Mechero	2	Material: Acero Reactivo: Gas
-	Cocina	1	Material: Acero Reactivo: gas
-	Termómetro	1	Material: Vidrio

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.3.5.5. Aplicación de Modelos matemáticos

- Cálculo de velocidad constante de deterioro (Ecuación de Labuza)

$$-\frac{dC}{dt} = k(C * e^n)$$

Donde:

t: tiempo (días)

dC/dt: proporción de cambio de C en función del tiempo

K: constante dependiente de la temperatura

n: exponente indicativo

$$\ln C = \ln C_0 + k * t$$

$$Y = \text{intercepto} + \text{pendiente} * X$$

Donde:

X: Tiempo en minutos

Pendiente: K (1/min)

Y = Logaritmo neperiano de C

Intercepto = Logaritmo neperiano de C₀

- Ecuación de Arrhenius

Ecuación de arrhenius

$$k = K_{ref} * \exp\left(-\frac{E_a}{R} * \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}}\right)\right)$$

$$\ln K = \ln K_{ref} * \frac{-E_a}{R} * \frac{1}{T}$$

$$Y = \text{intercepto} + \text{pendiente} * X$$

Donde:

X: $1/T$ ($^{\circ}K$)

Y: $\ln K$

Pendiente: $-E_a/R$

Intercepto: $\ln A$ (K_{ref})

$$\ln C = \ln C_0 + K * t$$

Donde:

C_0 : Calidad a tiempo cero

C: Calidad a tiempo “t”

t: Tiempo de almacenamiento

K: Constante de velocidad de reacción

- **% Acidez (Ácido Láctico)**

$$\% \text{ Acidez} = \frac{V(NaOH) * N(NaOH) * 0.09 * 100}{V(m)}$$

Donde:

V (NaOH): Gasto de la titulación de NaOH

N: Normalidad del NaOH

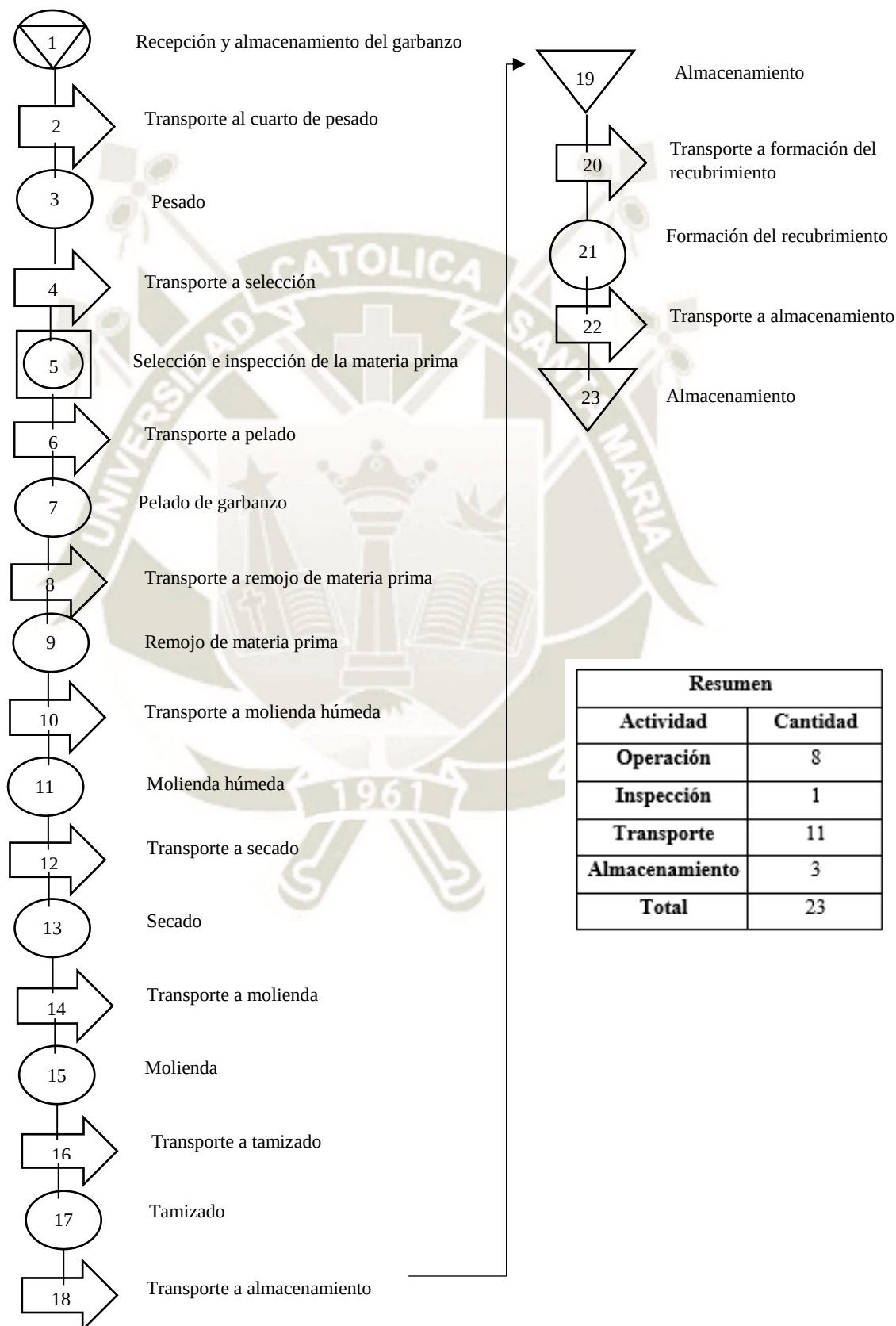
Ácido láctico: 0.09

V (m): volumen de la muestra

5. Diagramas de flujo

5.1. Lógico

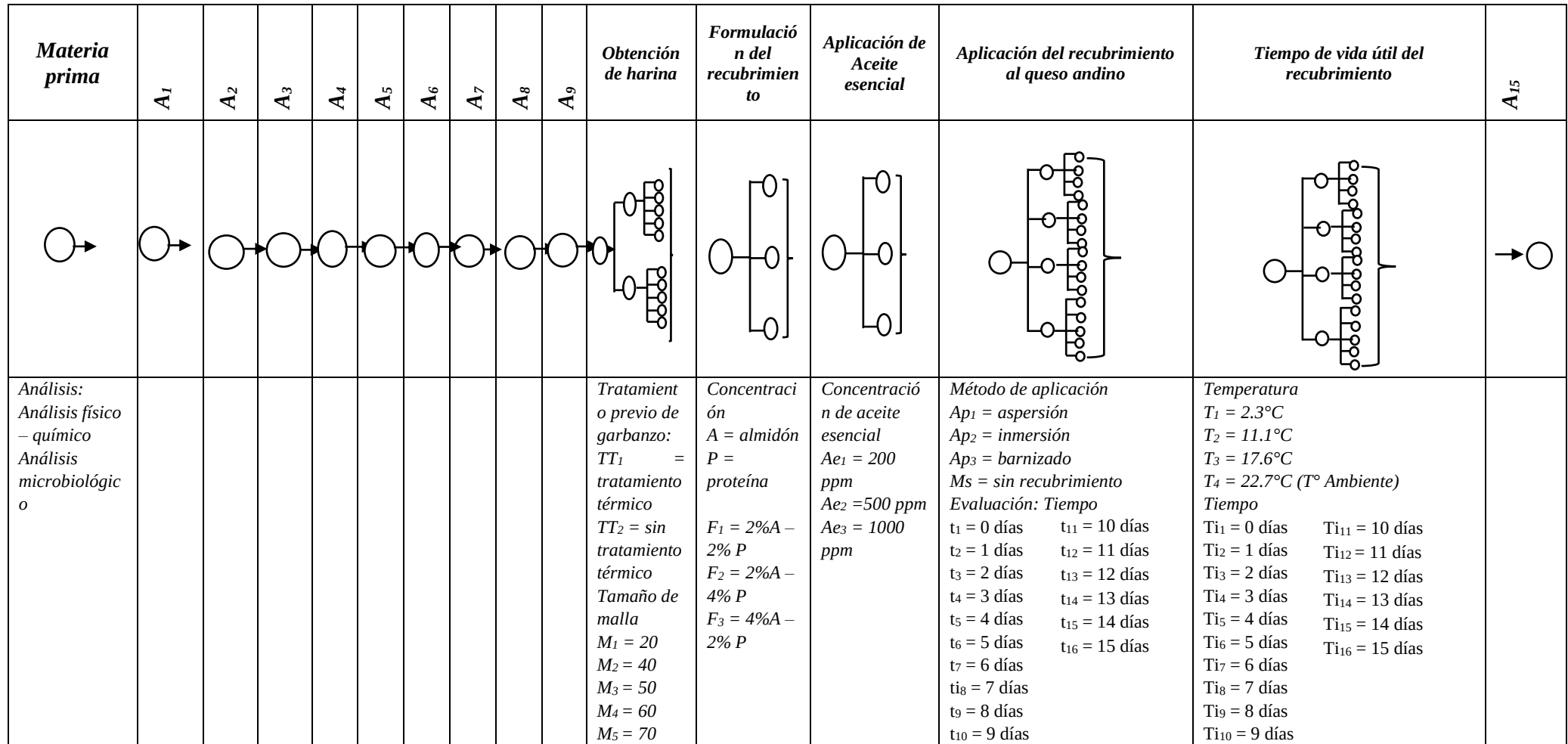
Diagrama 3. Diagrama lógico



Fuente: Elaboración propia, 2018

5.2. Diagrama de burbujas

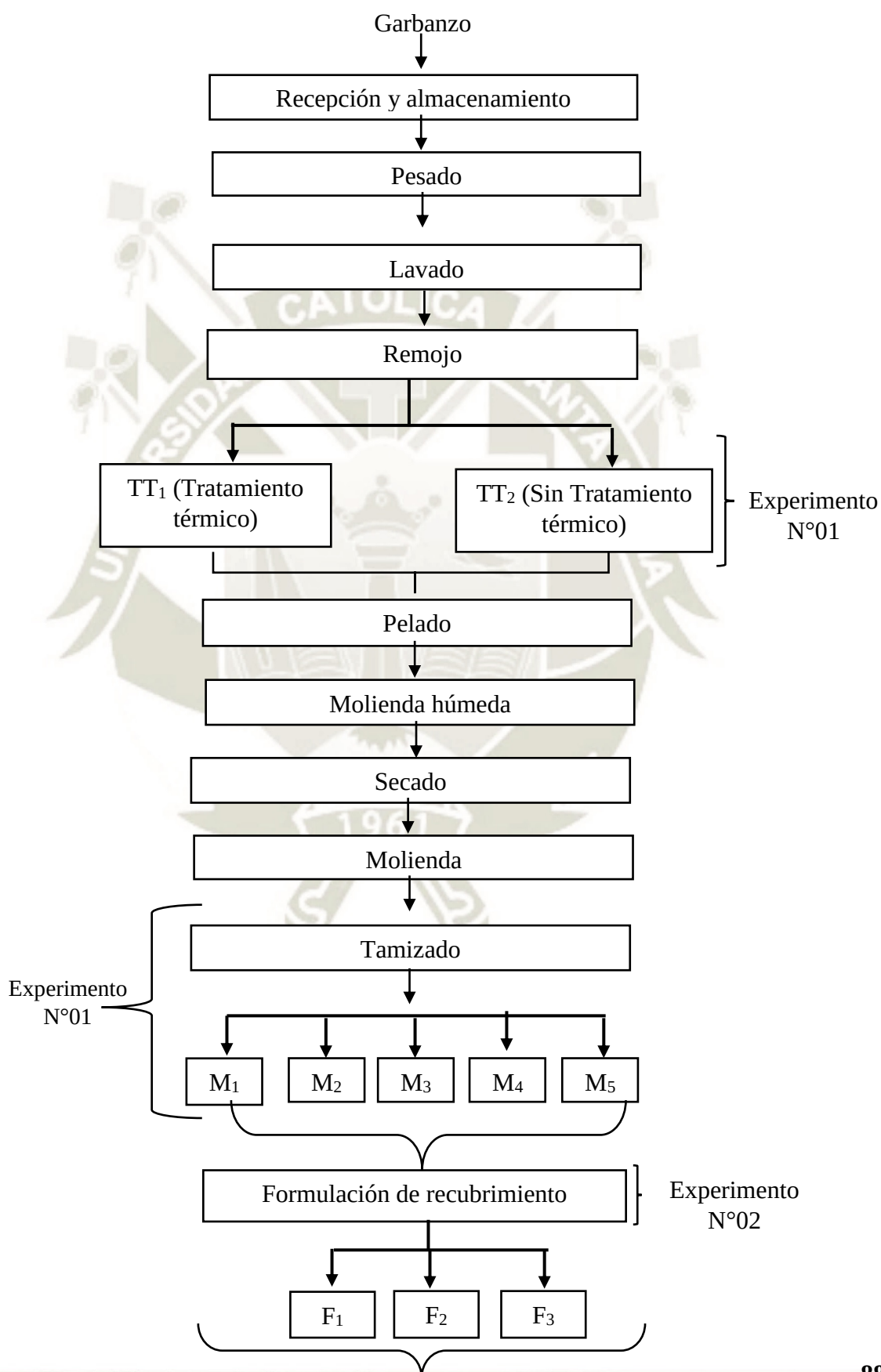
Diagrama 4. Diagrama de Burbujas

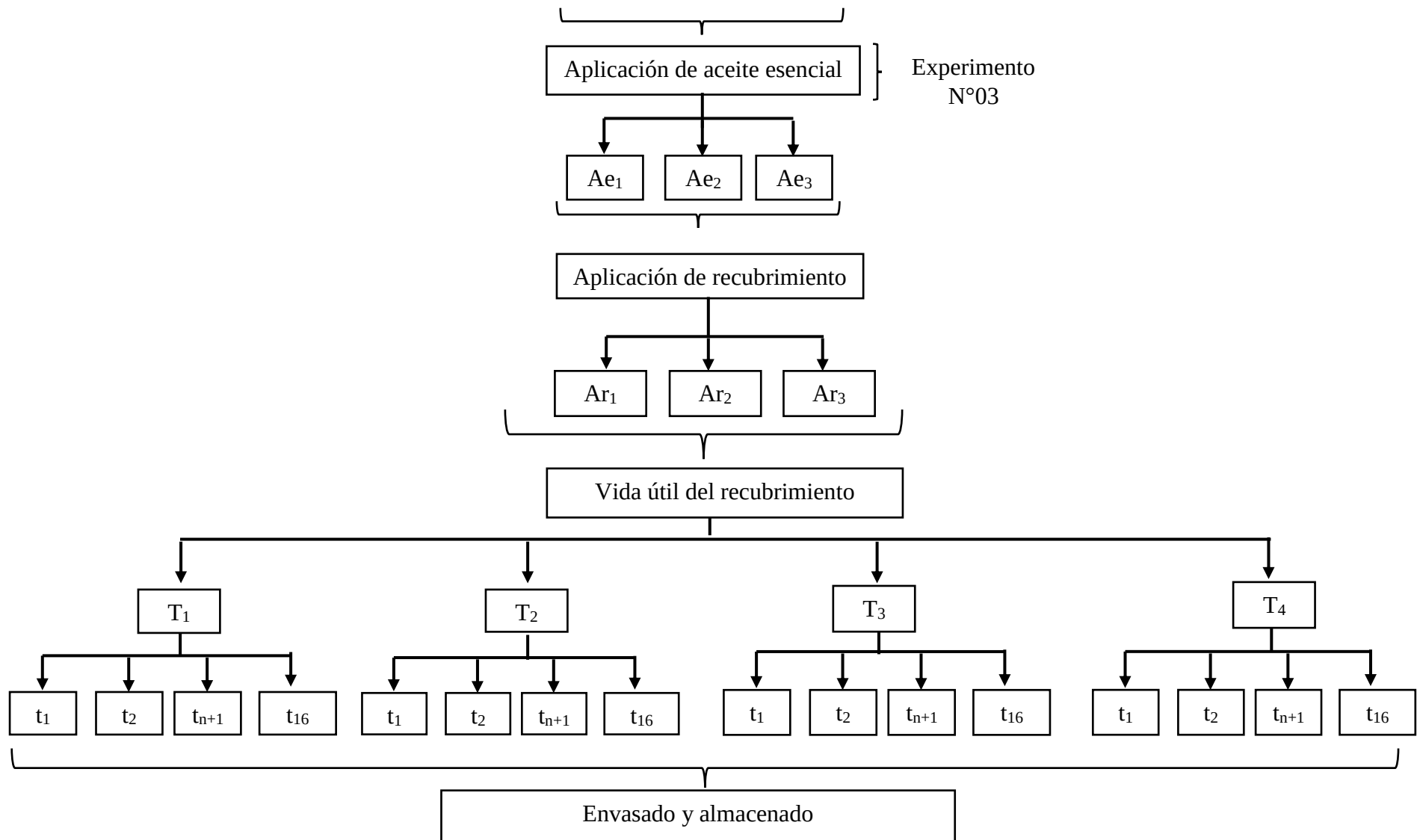


Fuente: Elaboración propia, 2018.

5.3. General experimental

Diagrama 5. Diagrama general experimental





Leyenda																			
Experimento	Variable																		
Obtención de harina de garbanzo	Tratamiento previo de materia prima (garbanzo): $TT_1 = \text{tratamiento térmico}$ - $TT_2 = \text{sin tratamiento térmico}$ Granulometría de harina (Número de malla / mm) $M_1 = 20$ (0.850 mm) - $M_2 = 40$ (0.425 mm) - $M_3 = 50$ (0.300 mm) $M_4 = 60$ (0.250mm) - $M_5 = 70$ (0.212 mm)																		
Formulación del recubrimiento	Formulación: $A = \text{Harina}$ $P = \text{proteína}$ $F_1 = 4\%A - 4\% P$ $F_2 = 2\%A - 4\% P$ $F_3 = 4\%A - 2\% P$																		
Aplicación de aceite esencial	Concentración de aceite esencial $Ae_1 = 200 \text{ ppm}$ $Ae_2 = 500 \text{ ppm}$ $Ae_3 = 1000 \text{ ppm}$																		
Aplicación del recubrimiento al queso andino	Método de aplicación del recubrimiento $Ar_1 = \text{inmersión}$ $Ms = \text{sin recubrimiento}$ $Ar_2 = \text{barnizado}$ $Ar_3 = \text{aspersión}$ Evaluación - Tiempo <table><tr><td>$t_1 = 0 \text{ días}$</td><td>$t_7 = 6 \text{ días}$</td><td>$t_{13} = 12 \text{ días}$</td></tr><tr><td>$t_2 = 1 \text{ día}$</td><td>$t_8 = 7 \text{ días}$</td><td>$t_{14} = 13 \text{ días}$</td></tr><tr><td>$t_3 = 2 \text{ días}$</td><td>$t_9 = 8 \text{ días}$</td><td>$t_{15} = 14 \text{ días}$</td></tr><tr><td>$t_4 = 3 \text{ días}$</td><td>$t_{10} = 9 \text{ días}$</td><td>$t_{16} = 15 \text{ días}$</td></tr><tr><td>$t_5 = 4 \text{ días}$</td><td>$t_{11} = 10 \text{ días}$</td><td></td></tr><tr><td>$t_6 = 5 \text{ días}$</td><td>$t_{12} = 11 \text{ días}$</td><td></td></tr></table>	$t_1 = 0 \text{ días}$	$t_7 = 6 \text{ días}$	$t_{13} = 12 \text{ días}$	$t_2 = 1 \text{ día}$	$t_8 = 7 \text{ días}$	$t_{14} = 13 \text{ días}$	$t_3 = 2 \text{ días}$	$t_9 = 8 \text{ días}$	$t_{15} = 14 \text{ días}$	$t_4 = 3 \text{ días}$	$t_{10} = 9 \text{ días}$	$t_{16} = 15 \text{ días}$	$t_5 = 4 \text{ días}$	$t_{11} = 10 \text{ días}$		$t_6 = 5 \text{ días}$	$t_{12} = 11 \text{ días}$	
$t_1 = 0 \text{ días}$	$t_7 = 6 \text{ días}$	$t_{13} = 12 \text{ días}$																	
$t_2 = 1 \text{ día}$	$t_8 = 7 \text{ días}$	$t_{14} = 13 \text{ días}$																	
$t_3 = 2 \text{ días}$	$t_9 = 8 \text{ días}$	$t_{15} = 14 \text{ días}$																	
$t_4 = 3 \text{ días}$	$t_{10} = 9 \text{ días}$	$t_{16} = 15 \text{ días}$																	
$t_5 = 4 \text{ días}$	$t_{11} = 10 \text{ días}$																		
$t_6 = 5 \text{ días}$	$t_{12} = 11 \text{ días}$																		
Tiempo de vida útil del recubrimiento	$Temperatura$ $T1 = 2.3^{\circ}C$ $T2 = 11.1^{\circ}C$ $T3 = 17.6^{\circ}C$ $T4 = 22.7^{\circ}C$ (T° Ambiente) $Tiempo$ <table><tr><td>$t_1 = 0 \text{ días}$</td><td>$t_9 = 8 \text{ días}$</td></tr><tr><td>$t_2 = 1 \text{ día}$</td><td>$t_{10} = 9 \text{ días}$</td></tr><tr><td>$t_3 = 2 \text{ días}$</td><td>$t_{11} = 10 \text{ días}$</td></tr><tr><td>$t_4 = 3 \text{ días}$</td><td>$t_{12} = 11 \text{ días}$</td></tr><tr><td>$t_5 = 4 \text{ días}$</td><td>$t_{13} = 12 \text{ días}$</td></tr><tr><td>$t_6 = 5 \text{ días}$</td><td>$t_{14} = 13 \text{ días}$</td></tr><tr><td>$t_7 = 6 \text{ días}$</td><td>$t_{15} = 14 \text{ días}$</td></tr><tr><td>$t_8 = 7 \text{ días}$</td><td>$t_{16} = 15 \text{ días}$</td></tr></table>	$t_1 = 0 \text{ días}$	$t_9 = 8 \text{ días}$	$t_2 = 1 \text{ día}$	$t_{10} = 9 \text{ días}$	$t_3 = 2 \text{ días}$	$t_{11} = 10 \text{ días}$	$t_4 = 3 \text{ días}$	$t_{12} = 11 \text{ días}$	$t_5 = 4 \text{ días}$	$t_{13} = 12 \text{ días}$	$t_6 = 5 \text{ días}$	$t_{14} = 13 \text{ días}$	$t_7 = 6 \text{ días}$	$t_{15} = 14 \text{ días}$	$t_8 = 7 \text{ días}$	$t_{16} = 15 \text{ días}$		
$t_1 = 0 \text{ días}$	$t_9 = 8 \text{ días}$																		
$t_2 = 1 \text{ día}$	$t_{10} = 9 \text{ días}$																		
$t_3 = 2 \text{ días}$	$t_{11} = 10 \text{ días}$																		
$t_4 = 3 \text{ días}$	$t_{12} = 11 \text{ días}$																		
$t_5 = 4 \text{ días}$	$t_{13} = 12 \text{ días}$																		
$t_6 = 5 \text{ días}$	$t_{14} = 13 \text{ días}$																		
$t_7 = 6 \text{ días}$	$t_{15} = 14 \text{ días}$																		
$t_8 = 7 \text{ días}$	$t_{16} = 15 \text{ días}$																		

CAPÍTULO III

I. Resultados y discusión

1. Evaluación de las pruebas experimentales

1.1. Materia prima

1.1.1. Análisis químico proximal

Cuadro 51. Análisis químico proximal del Garbanzo

Análisis	Resultado
Humedad %	7.40%
Proteína	20.10%
Cenizas	2.40%
Carbohidratos totales	54.10%
Grasa	5.00%
Fibra	11.00%

Fuente: Elaboración propia, Parque Industrial UCSM, 2018.

1.1.2. Análisis físico – químico

Cuadro 52. Análisis físico - químico del Garbanzo

Análisis	Resultado
pH	6.19
Sólidos solubles (° Brix)	8.25
% Acidez (Ácido málico)	0.15

Fuente: Elaboración propia, Parque Industrial UCSM, 2018.

1.1.3. Análisis organoléptico

Cuadro 53. Análisis organoléptico del garbanzo

Análisis	Resultado
Textura	Dura
Color	Amarillo
Sabor	Característico

Fuente: Elaboración propia, Parque Industrial UCSM, 2018

1.1.4. Interpretación y discusión de resultados

Los resultados obtenidos del análisis químico proximal de los granos de garbanzo son muy parecidos a los obtenidos por otros autores, como Muhammad *et al.*, (2013) quien reporta valores de 22.7 % de proteína y 5% de lípidos. (Citado Aguilar y Vélez, 2013, p. 27)

Así mismo InfoAgro.com (s.f.) reporta valores similares a los obtenidos, como 8.1% de humedad, 57.8% de carbohidratos y 3% de cenizas. Mientras que Moreiras y col., (2013) reporta valores de 15 % de fibra (Citado por Fen. Org, s.f.).

Los resultados obtenidos del análisis físico – químico concuerdan con los reportados por Muy Rangel *et al.*, (2011), quienes reportan valores de 6.20 de pH, 0.15 % de acidez (expresado en ácido málico) y 8.25 ° Brix. Mientras que el Ministerio de Agricultura y Riego (2016) reportan datos similares de las características organolépticas del garbanzo.

1.2. Experimento número 1: Obtención de harina de garbanzo

1.2.1. Objetivos

- Determinar el tratamiento previo a la materia prima y la granulometría de la harina óptimos que permitan formar un recubrimiento adecuado.
- Evaluar rendimiento de obtención de harina por granulometría.
- Evaluar el contenido de amilosa

1.2.2. Variables

Para el experimento se evaluará las siguientes variables:

Tratamiento previo de materia prima (garbanzo):

- TT_1 = tratamiento térmico

Temperatura: 50°C x 15 minutos

- TT_2 = sin tratamiento térmico

Granulometría de harina

Número de malla

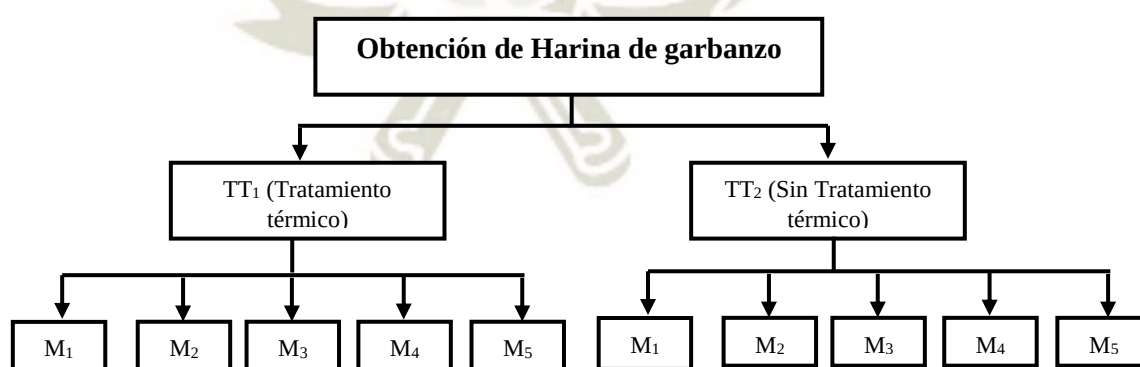
- M_1 = # 20 (0.850 mm)
- M_2 = # 40 (0.425 mm)
- M_3 = # 50 (0.300 mm)
- M_4 = # 60 (0.250 mm)
- M_5 = # 70 (0.212 mm)

1.2.3. Diseño estadístico: Análisis Estadístico

El análisis estadístico presenta un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2 x 5 con 3 repeticiones.

1.2.4. Diseño experimental

Diagrama 6. Diseño experimental de Obtención de harina de garbanzo



Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.2.5. Resultados y análisis de resultados

Se evalúa el efecto que tiene la aplicación del tratamiento previo a la materia prima (aplicado antes de la operación de pelado del garbanzo), así como la

granulometría de la harina en el contenido de amilosa, y en el rendimiento de obtención de harina.

- **Rendimiento**

Cuadro 54. Rendimiento de harina de garbanzo

Variables	% Rendimiento de harina de garbanzo									
Tratamiento previo materia prima	TT ₁ : tratamiento térmico (Temperatura: 50°C x 15 minutos)					TT ₂ : sin tratamiento térmico				
Tamaño de malla (número / mm)	#20/ 0.850 mm	#40/ 0.425 mm	#50/ 0.300 mm	#60 /0.250 mm	#70/ 0.212 mm	#20/ 0.850 mm	#40/ 0.425 mm	#50/ 0.300 mm	#60 /0.250 mm	#70/ 0.212 mm
Repetición 1	7.08	33.29	45.41	6.53	2.21	13.30	41.18	32.00	4.69	3.35
Repetición 2	7.11	33.32	45.45	6.49	2.22	13.21	41.15	31.98	4.65	3.33
Repetición 3	7.12	33.28	45.44	6.51	2.26	13.22	41.16	31.99	4.68	3.39
Promedio	7.10	33.30	45.43	6.51	2.23	13.24	41.16	31.99	4.67	3.36

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 2. Análisis ANOVA para % de rendimiento de obtención de harina

FV	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	FC	Significancia	Valor crítico para F al 5%
Factor A	0.0065	1	0.0065	9.8776	0.0051	4.3512
Factor B	7447.0932	4	1861.7733	2849652.9974	0.0000	2.8661
Interacción	427.4185	4	106.8546	163553.0026	0.0000	2.8661
Error experimental	0.0131	20	0.0007			
Total	7874.5312	29				

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se observa en la tabla 2, que el valor calculado de F (FC) tanto para el factor A (Tratamientos), factor B (# Mallas) y entre la interacción entre los grupos (A x B); es mayor al valor de F al 5%, indicando que para los tres casos hay diferencia significativa con un nivel de confianza del 95%, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna; es decir los tratamientos son diferentes. Esta conclusión se respalda debido a que el valor de la significancia es menor al 0.05 para los dos factores y la interacción entre los grupos.

Debido a que existe diferencia significativa, se realiza una prueba de comparación de medias de Tukey para el factor B, mientras que para el factor A, no se realizará ya que solo son 2 variables, así mismo se realizará un análisis de factores para la interacción.

Tukey

Cuadro 55. Resultados de Prueba de Tukey para % de rendimiento de obtención de harina

Desviación $S\bar{x}$	0.0104
AES(R)	4.23
ALS (R)	0.0441

# Malla	M3	M2	M1	M4	M5
Media	38.7117	37.2300	10.1733	5.5917	2.7933
Clave	V	IV	III	II	I

	Diferencia de promedios	ALS (R)
V-I	35.9183	0.0441
V-II	33.1200	0.0441
V-III	28.5383	0.0441
V-IV	1.4817	0.0441
IV-I	34.4367	0.0441
IV-II	31.6383	0.0441
IV-III	27.0567	0.0441
III-I	7.3800	0.0441
III-II	4.5817	0.0441
II-I	2.7983	0.0441

V IV III II I
M3 M2 M1 M4 M5

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se puede observar en los resultados hallados en la prueba de Tukey, que existe diferencia estadística significativa con un 95% de confianza, es decir, que los tratamientos son diferentes.

Análisis de factores

Tabla 3. Análisis de factores para rendimiento de obtención de harina

F.V	G.L	S.C	CM	FC	FT 5%
M1T	1	56.5494	56.5494	86555.2041	4.3500
M2T	1	92.8267	92.8267	142081.6327	4.3500
M3T	1	271.0848	271.0848	415925.7399	4.3500
M4T	1	5.0600	5.0600	7744.9235	4.3500
M5T	1	1.9041	1.9041	2914.3878	4.3500
T1M	4	4445.5292	1111.3823	1701095.3474	2.8700
T2M	4	3428.9825	857.2456	1312110.6535	2.8700
Error experimental	20	0.0131	0.0007		

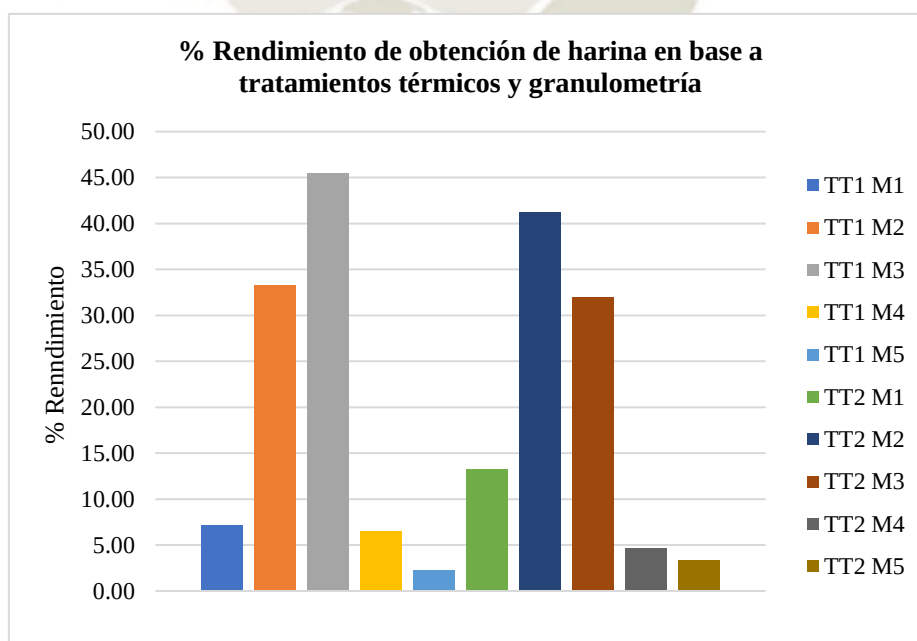
Fuente: Elaboración propia, 2018

Conclusión:

De la Fuente Fernández (2011) afirma que: El análisis factorial es una técnica de reducción de datos que sirve para encontrar grupos homogéneos de variables a partir de un conjunto numeroso de variables. Los grupos homogéneos se forman con las variables que correlacionan mucho entre sí y procurando, inicialmente, que unos grupos sean independientes de otros. Cuando se recogen un gran número de variables de forma simultánea (por ejemplo, en un cuestionario de satisfacción laboral) se puede estar interesado en averiguar si las preguntas del cuestionario se agrupan de alguna forma característica. Aplicando un análisis factorial a las respuestas de los sujetos se pueden encontrar grupos de variables con significado común y conseguir de este modo reducir el número de dimensiones necesarias para explicar las respuestas de los sujetos.

Del resultado obtenido en la tabla 3, se puede observar que el valor de F calculado (FC) es mayor al valor de F al 5% en todos los grupos; es decir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, los tratamientos son diferentes, es decir, existe diferencia significativa con una confianza del 95%.

Gráfica 1. % Rendimiento de obtención de harina de garbanzo



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación del Gráfico

En la gráfica 1 se puede observar que para el Tratamiento T1 (tratamiento térmico), la malla número 3 (# 50) fue la que presentó un mayor rendimiento, mientras que para el Tratamiento T2 (Sin tratamiento) en el cual la malla número 2 (#40) obtuvo un mayor rendimiento en comparación de los otros.

Si se comparan estos dos resultados se puede concluir que la variable TT1M3 fue la que obtuvo un mayor rendimiento en comparación a la variable TT2M2 con una diferencia del 4.27%.

- % Amilosa aparente

Cuadro 56. % Amilosa aparente en harina de garbanzo

Variables	% amilosa aparente									
Tratamiento previo materia prima	TT ₁ (Temperatura: 50°C x 15 minutos)					TT ₂ Sin tratamiento térmico				
Tamaño de malla (número / mm)	#20/ 0.850 mm	#40/ 0.425 mm	#50/ 0.300 mm	#60 /0.250 mm	#70/ 0.212 mm	#20/ 0.850 mm	#40/ 0.425 mm	#50/ 0.300 mm	#60 /0.250 mm	#70/ 0.212 mm
Repetición 1	52.56	71.63	75.38	77.25	84.44	58.19	62.56	87.25	71.31	77.25
Repetición 2	52.25	70.38	75.38	77.56	85.06	59.44	62.56	87.56	71.31	77.25
Repetición 3	51.94	70.38	75.38	77.88	84.13	58.19	62.56	87.25	71.31	77.25
Promedio	52.25	70.79	75.38	77.56	84.54	58.60	62.56	87.35	71.31	77.25

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 4. Análisis ANOVA para % de amilosa aparente

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	FC	Significancia	Valor crítico para F al 5%
Factor A	3.5777	1	3.5777	23.9586	0.0001	4.3512
Factor B	2852.8676	4	713.2169	4776.2192	0.0000	2.8661
Interacción	512.2836	4	128.0709	857.6559	0.0000	2.8661
Error experimental	2.9865	20	0.1493			
Total	3371.7153	29				

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se observa en la tabla 4, que el valor calculado de F (FC) tanto para el factor A (Tratamientos), factor B (# Mallas) y entre la interacción entre los grupos (A x B); es mayor al valor de F al 5%, indicando que para los tres casos hay diferencia significativa con un nivel de confianza del 95%, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna; es decir los tratamientos son diferentes. Esta conclusión se respalda debido a que el valor de la significancia es menor al 0.05 para los dos factores y la interacción entre los grupos.

Debido a que existe diferencia significativa, se realiza una prueba de comparación de medias de Tukey para el factor B, mientras que para el factor A, no se realizará ya que solo son 2 variables, así mismo se realizará un análisis de factores para la interacción.

Tukey

Cuadro 57. Resultados de Prueba de Tukey para % amilosa aparente

Desviación $S\bar{x}$	0.1578
AES(A)	4.23
ALS (A)	0.6673

# Malla	M3	M2	M1	M4	M5
Media	81.3667	80.8967	74.4367	66.6783	55.4283
Clave	V	IV	III	II	I

	Diferencia de promedios	ALS (A)
V-I	25.9383	0.6673
V-II	14.6883	0.6673
V-III	6.9300	0.6673
V-IV	0.4700	0.6673
IV-I	25.4683	0.6673
IV-II	14.2183	0.6673
IV-III	6.4600	0.6673
III-I	19.0083	0.6673
III-II	7.7583	0.6673
II-I	11.2500	0.6673

V	IV	III	II	I
M3	M5	M4	M2	M1

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se puede observar en los resultados hallados en la prueba de Tukey, que para las variables M3 (Malla 50) – M5 (Malla 70) no existe una diferencia estadística significativa con un 95% de confianza; mientras que las demás variables presentan diferencia estadística significativa con un 95% de confianza entre ellas.

Análisis de factores

Tabla 5. Análisis de factores para % amilosa

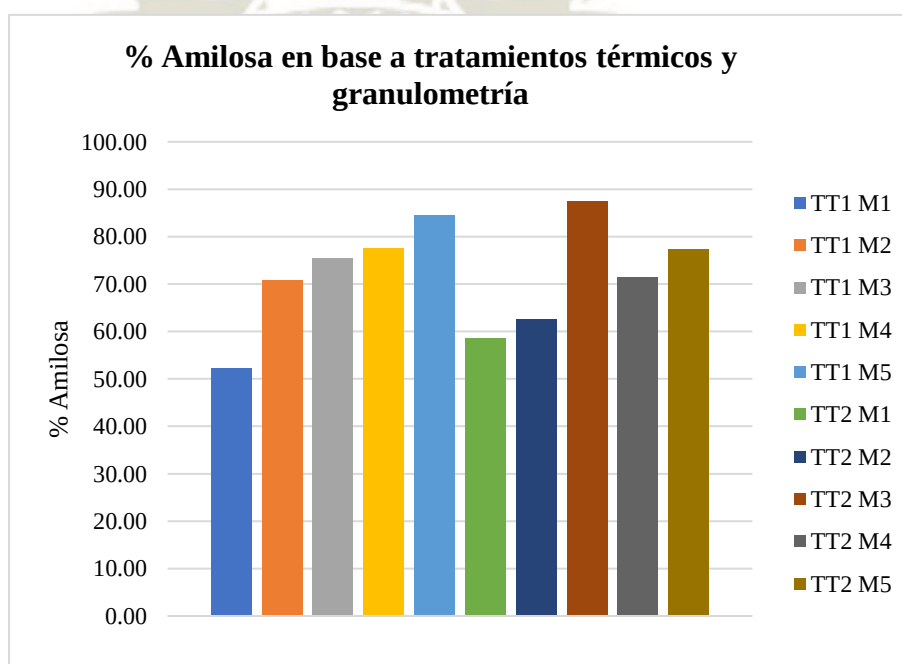
F.V	G.L	S.C	CM	FC	FT 5%
M1T	1	60.6108	60.6108	405.8941	4.3500
M2T	1	101.7640	101.7640	681.4859	4.3500
M3T	1	215.0411	215.0411	1440.0714	4.3500
M4T	1	58.6563	58.6563	392.8050	4.3500
M5T	1	79.7891	79.7891	534.3256	4.3500
T1M	4	1773.4914	1773.4914	2969.1477	2.8700
T2M	4	1591.6594	1591.6594	2664.7274	2.8700
Error experimental	20	2.9865	0.1493		

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión:

Del resultado obtenido en la tabla 5, se puede observar que el valor de F calculado (FC) es mayor al valor de F al 5% en todos los grupos; es decir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, los tratamientos son diferentes, es decir, existe diferencia significativa con una confianza del 95%.

Gráfica 2. % Amilosa en harina de garbanzo



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación del Gráfico

En la gráfica 2 se puede observar que para el Tratamiento T1, existe una tendencia ascendente; comenzando con la malla 1 (#20) que es la que posee menor % de amilosa y la malla número 5 (# 70) fue la que presentó un mayor porcentaje.

Mientras que para el Tratamiento T2 (Sin tratamiento), también se observa una tendencia ascendente entre las variables, a excepción de la malla 3 (#50), la cual obtuvo un mayor % de amilosa en comparación a las demás. Si se comparan estos dos resultados se puede concluir que la variable TT2M3 fue la que obtuvo un mayor % de amilosa en comparación a la variable TT1M5 con una diferencia del 2.81%.

1.2.6. Interpretación y discusión de resultados

Este experimento tuvo como objetivo determinar el tratamiento previo a la materia prima y la granulometría de la harina óptimos que permitan formar un recubrimiento adecuado, para ello se evaluaron dos puntos: el rendimiento de obtención de harina y el % de amilosa aparente de la harina.

Primero al evaluar el rendimiento de obtención de harina, se observa en los resultados que la variable que obtuvo mayor porcentaje de harina fue el TT₁M₃ (Tratamiento térmico/ #50), este resultado concuerda con otros autores en cuanto al rendimiento en la malla #50.

Gonzáles (2012) encontró que el 60% de la harina de garbanzo tenía un tamaño alrededor de 300 μ m. Lo cual indica que más de la mitad de la harina obtenida pertenecía a la malla # 50 (300 μ m), coincidiendo con los resultados obtenidos. La diferencia de 4.27 % entre el rendimiento obtenido entre las variables TT₁M₃ y TT₂M₂ se puede deber al tamaño de los granos que poseían antes de ser molidos y la eficiencia del molino, debido a que ambas muestras no fueron molidas en el mismo día, de igual forma el ajuste adecuado del molino utilizado también influyó el % de rendimiento.

Así mismo se evaluó el contenido de amilosa aparente en la harina, se observa que la variable que obtuvo mayor contenido de amilosa aparente fue el TT₁M₅

(Tratamiento térmico/ malla #70) seguido de la variable TT_2M_3 (Sin tratamiento térmico/ malla #50).

Debido al bajo rendimiento de harina que se obtuvo con la variable TT_1M_5 , se optó por elegir otra variable que cumpliera con la premisa de tener un contenido de amilosa aparente y un rendimiento de obtención elevado, debido a esto se eligió la variable TT_1M_3 , ya que posee un contenido de amilosa aparente de 87.35% y su rendimiento (de 31.99%) es relativamente alto en comparación a las demás variables. Esto concuerda con los resultados obtenidos ya que las variables M_3 (#50) y M_5 (#70) no poseen una diferencia significativa en cuanto al contenido de amilosa.

Así mismo, se le da mayor importancia al contenido de amilosa aparente, ya que esta tiene influencia en las propiedades mecánicas de las películas y/o recubrimientos. (García, Zamudio, Bello, Romero y Solorza, 2011)

En general, un incremento en el contenido de amilosa dará como resultado películas con mayor dureza (Tharanatahn, 2003). En un estudio realizado, se observó que al aumentar el contenido de amilosa de 14.2% a 18.4% la fuerza tensil tuvo un incremento de 7.4 a 9.6 MPa (Talja *et al.*, 2008) (Citado por Domínguez y Jiménez, 2012, p. 115)

Las películas elaboradas con polisacáridos a veces tienden a ser quebradizas aun cuando su contenido de amilosa es elevado, para ello se le agrega el glicerol (como plastificante). Como indica Tongdeesoontorn *et al.*, (2011): “Al igual que en otros casos, las propiedades mecánicas mejoran al adicionar plastificantes o al mezclar el almidón con otros biopolímeros. (Citado por Domínguez y Jiménez, 2012, p. 116)

No se encontraron datos que relacionan la influencia del tratamiento térmico y el tamaño de partícula (granulometría) sobre el porcentaje de amilosa (de manera directa), más el % de amilosa influye en la viscosidad y temperatura de gelatinización de la harina; a mayor contenido de amilosa, la viscosidad es más baja, disminuye la temperatura de gelatinización y la retrogradación retardada.

El contenido de amilosa afecta fuertemente la gelatinización y la retrogradación, la viscosidad y la gelación. Se ha encontrado que la

estructura fina de la amilopectina (distribución de las cadenas) influencia en la gelatinización y las propiedades de retrogradación (Sang et al., 2009) (Citado por Bustos Vázquez *et al.*, 2010)

Según, Salinas, Pérez, Castillo y Álvarez (2003, p. 115): “ El aumento en la proporción de amilosa en las harinas propició el incremento en la temperatura de inicio de gelatinización, reducción del desarrollo de viscosidad y ausencia de pico de viscosidad máxima”

En los resultados obtenidos se observa que a medida que el tamaño de partícula se va haciendo más pequeño (malla #20 a malla #70) el % de amilosa aparente va aumentando. Esto concuerda con lo reportado por Contreras, Morales, Reyes y Gaytán (2013, p. 268) que indica que las harinas de 1300 μm (1.3 mm $\approx$ malla # 13) tuvieron un alto grado de retrogradación a comparación del de 800 μm (0.8 mm $\approx$ malla # 20 - 25). Lo cual indica que al tener un alto grado de retrogradación equivale a que posee un % de amilosa bajo.

Así mismo, Vilchez, Guevara y Encina (2012, p. 135) indica que: “Las partículas de mayor tamaño retardan la gelatinización hasta antes de la descarga del dado de salida, mientras que las partículas finas dan una pronta gelatinización y baja viscosidad del fluido” Lo que equivale que las partículas finas tienen un porcentaje de amilosa bajo.

También se observa que las muestras que pasaron por un tratamiento térmico previo a la materia prima poseen un mayor % de amilosa que las que no tuvieron un tratamiento térmico previo. Esto concuerda con lo reportado por Pablos (2017) que indica que a una temperatura de 100°C, la harina obtiene una reducción de la viscosidad así como una retrogradación retardada; es decir, que al aplicar temperatura aumenta el grado de gelatinización, lo que equivale que al aplicar temperatura el % de amilosa aumenta.

1.2.7. Conclusión

Se concluye después de analizar los resultados obtenidos que la mejor variable que obtiene un % de amilosa aparente y un rendimiento de obtención elevado es la TT₂M₃ (Sin tratamiento y malla # 50), ya que obtuvo 87.35% de amilosa aparente y 31.99% de rendimiento.

1.2.8. Modelos matemáticos

a. % Rendimiento de extracción

%Rendimiento de obtención

$$= \frac{\text{harina (malla n}^\circ X) \text{ (kg base seca)}}{\text{harina total (kg base seca)}} * 100$$

$$TT1M1 = \frac{0.121}{1.698} * 100 = 7.096\%$$

$$TT1M2 = \frac{0.566}{1.698} * 100 = 33.304\%$$

$$TT1M3 = \frac{0.772}{1.698} * 100 = 45.436\%$$

$$TT1M4 = \frac{0.111}{1.698} * 100 = 6.508\%$$

$$TT1M5 = \frac{0.038}{1.698} * 100 = 2.226\%$$

$$TT2M1 = \frac{0.226}{1.680} * 100 = 13.244\%$$

$$TT2M2 = \frac{0.692}{1.680} * 100 = 41.161\%$$

$$TT2M3 = \frac{0.538}{1.680} * 100 = 31.994\%$$

$$TT2M4 = \frac{0.079}{1.680} * 100 = 4.673\%$$

$$TT2M5 = \frac{0.057}{1.680} * 100 = 3.363\%$$

b. Amilosa / amilopectina aparente

$$\% \text{ amilosa} = \frac{\text{absorbancia} - 0.0398}{0.0032}$$

$$\% \text{ amilopectina} = 100 - \% \text{ amilosa}$$

$$TT1M1 = \frac{0.207 - 0.0398}{0.0032} * 100 = 52.25\%$$

$$TT1M2 = \frac{0.270 - 0.0398}{0.0032} * 100 = 70.79\%$$

$$TT1M3 = \frac{0.281 - 0.0398}{0.0032} * 100 = 75.38\%$$

$$TT1M4 = \frac{0.288 - 0.0398}{0.0032} * 100 = 77.56\%$$

$$TT1M5 = \frac{0.270 - 0.0398}{0.0032} * 100 = 70.79\%$$

$$TT2M1 = \frac{0.310 - 0.0398}{0.0032} * 100 = 84.54\%$$

$$TT2M2 = \frac{0.240 - 0.0398}{0.0032} * 100 = 62.56\%$$

$$TT2M3 = \frac{0.320 - 0.0398}{0.0032} * 100 = 87.35\%$$

$$TT2M4 = \frac{0.268 - 0.0398}{0.0032} * 100 = 71.31\%$$

$$TT2M5 = \frac{0.287 - 0.0398}{0.0032} * 100 = 77.25\%$$

c. Balance de materia

Balance de materia → Masa entra = Masa sale

Cuadro 58. Balance de materia del experimento n°01

Tratamiento Térmico					
Entrada	kg	%	Salida	kg	%
Garbanzo seco	1.720	55.84%	Garbanzo cocido	1.720	55.84%
Agua	1.360	44.16%	Agua absorbida	1.360	44.16%
Total	3.080	100.00%	Total	3.080	100.00%

Molienda húmeda					
Entrada	kg	%	Salida	kg	%
Garbanzo cocido	3.080	100	Garbanzo molido	3.047	98.93%
			Pérdida	0.033	1.07%
Total	3.080	100	Total	3.080	100.00%

Secado					
Entrada	kg	%	Salida	kg	%
Garbanzo molido	3.047	100	Garbanzo seco	1.757	57.66%
			Pérdida	1.290	42.34%
Total	3.047	100	Total	3.047	100.00%

Molienda					
Entrada	kg	%	Salida	kg	%
Garbanzo seco	1.757	100	Garbanzo molido	1.698	96.64%
			Pérdida	0.059	3.36%
Total	1.757	100	Total	1.757	100.00%

Tamizado					
Entrada	kg	%	Salida	kg	%
Garbanzo molido	1.698	100	Harina de garbanzo	1.615	91.92%
			Pérdida	0.083	4.72%
Total	1.698	100	Total	1.698	96.64%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

d. Balance de energía

Cálculo del Cp del garbanzo seco

$$Cp = 1.424 * Xc + 1.549 * Xp + 1.675 * Xg + 0.837 * Xm + 4.187 * Xw$$

$$Cp = 1.424 * \left(\frac{65.1}{100}\right) + 1.549 * \left(\frac{20.1}{100}\right) + 1.675 * \left(\frac{5}{100}\right) + 0.837 * \left(\frac{2.4}{100}\right) + 4.187 * \left(\frac{7.4}{100}\right)$$

$$Cp = 1.652 \frac{KJ}{kg^{\circ}C}$$

Cálculo del Cp de la harina de garbanzo

$$Cp = 1.424 * Xc + 1.549 * Xp + 1.675 * Xg + 0.837 * Xm + 4.187 * Xw$$

$$Cp = 1.424 * \left(\frac{61.1}{100}\right) + 1.549 * \left(\frac{21}{100}\right) + 1.675 * \left(\frac{5}{100}\right) + 0.837 * \left(\frac{2.4}{100}\right) + 4.187 * \left(\frac{10.5}{100}\right)$$

$$C_p = 1.739 \frac{KJ}{kg^{\circ}C}$$

$$Q = m * c_p * (T_2 - T_1)$$

- Tratamiento térmico

$$Q = m * c_p * (T_2 - T_1)$$

$$Q = (1.720 \text{ kg}) * (1.652 \text{ kcal/kg}^{\circ}C) * (50 - 20)$$

$$Q = 135.0851 \text{ Kcal/kg}^{\circ}C$$

- Molienda húmeda

$$Q = m * c_p * (T_2 - T_1)$$

$$Q = (3.080 \text{ kg}) * (1.652 \text{ kcal/kg}^{\circ}C) * (23 - 20)$$

$$Q = 15.2649 \text{ Kcal/kg}^{\circ}C$$

- Secado

$$Q = m * c_p * (T_2 - T_1)$$

$$Q = (3.047 \text{ kg}) * (1.652 \text{ kcal/kg}^{\circ}C) * (38 - 23)$$

$$Q = 75.5069 \text{ Kcal/kg}^{\circ}C$$

- Molienda

$$Q = m * c_p * (T_2 - T_1)$$

$$Q = (1.757 \text{ kg}) * (1.652 \text{ kcal/kg}^{\circ}C) * (25 - 20)$$

$$Q = 15.1228 \text{ Kcal/kg}^{\circ}C$$

- Tamizado

$$Q = m * c_p * (T_2 - T_1)$$

$$Q = (1.698 \text{ kg}) * (1.652 \text{ kcal/kg}^{\circ}C) * (25 - 20)$$

$$Q = 14.0259 \text{ Kcal/kg}^{\circ}C$$

1.3. Experimento número 2: Formulación del recubrimiento

Descripción: La harina de garbanzo y la proteína de soja se disuelven por separado, para luego mezclarse con los demás componentes (aceite esencial de orégano, glicerol y agua), para luego aplicar el método de casting; el cual consiste en vaciar el recubrimiento sobre una superficie de acrílico y luego se procede a secar en una estufa a una temperatura de 40°C por 24 horas.

1.3.1. Objetivos

- Determinar la formulación óptima de recubrimiento comestible.

1.3.2. Variables

Concentración respecto a la solución:

A = almidón

P = proteína

G = Glicerol

Ag = agua

- $F_1 = 4\%A - 4\%P - 6.5\%G - 85.5\% Ag$

- $F_2 = 2\%A - 4\%P - 6.5\%G - 87.5\% Ag$

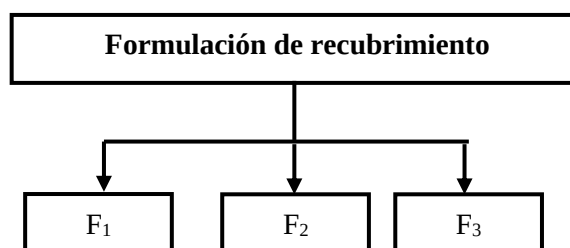
- $F_3 = 4\%A - 2\%P - 6.5\%G - 87.5\% Ag$

1.3.3. Diseño estadístico: Análisis estadístico

El análisis estadístico presenta un diseño completamente al azar con 3 repeticiones.

1.3.4. Diseño experimental

Diagrama 7. Diseño experimental - Formulación de recubrimiento



Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.3.5. Resultados y análisis de resultados

En este experimento se tienen los siguientes resultados: grosor, permeabilidad al vapor de H_2O , solubilidad en agua y la medida de opacidad.

- **Grosor**

Se procede con la medición del grosor de las películas con ayuda de un vernier electrónico, midiendo en cinco puntos diferentes de la película.

Cuadro 59. Grosor (mm) de la película

Variable	Grosor de la película (mm)		
	F ₁	F ₂	F ₃
Repetición 1	0.19	0.06	0.10
Repetición 2	0.16	0.08	0.13
Repetición 3	0.22	0.05	0.12
Repetición 4	0.12	0.07	0.14
Repetición 5	0.15	0.09	0.12
Promedio	0.17	0.07	0.12

Fuente: Elaboración, propia, 2018.

Tabla 6. Análisis ANOVA para Grosor (mm)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	FC	Significancia	Valor crítico para F al 5%
Entre grupos	0.0240	2	0.0120	18.5876	0.0002	3.8853
Error experimental	0.0078	12	0.0006			
Total	0.0318	14				

Fuente: Elaboración, propia, 2018.

Conclusión: Se observa en la tabla 6, que el valor calculado de F (FC) para entre grupos (Formulaciones) es mayor al valor de F al 5%, lo cual indica que hay diferencia significativa con un nivel de confianza del 95%, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna; es decir las formulaciones son diferentes. Esta conclusión se respalda debido a que el valor de la significancia es menor al 0.05. Debido a que existe diferencia significativa entre grupos, se realiza una prueba de comparación de medias de Tukey.

Tukey

Cuadro 60. Resultados de Prueba de Tukey para Grosor (mm)

Desviación $S\bar{x}$	0.0114
AES(G)	3.77
ALS (G)	0.0429

# Malla	F₁	F₃	F₂
Media	0.1680	0.1220	0.0700
Clave	III	II	I

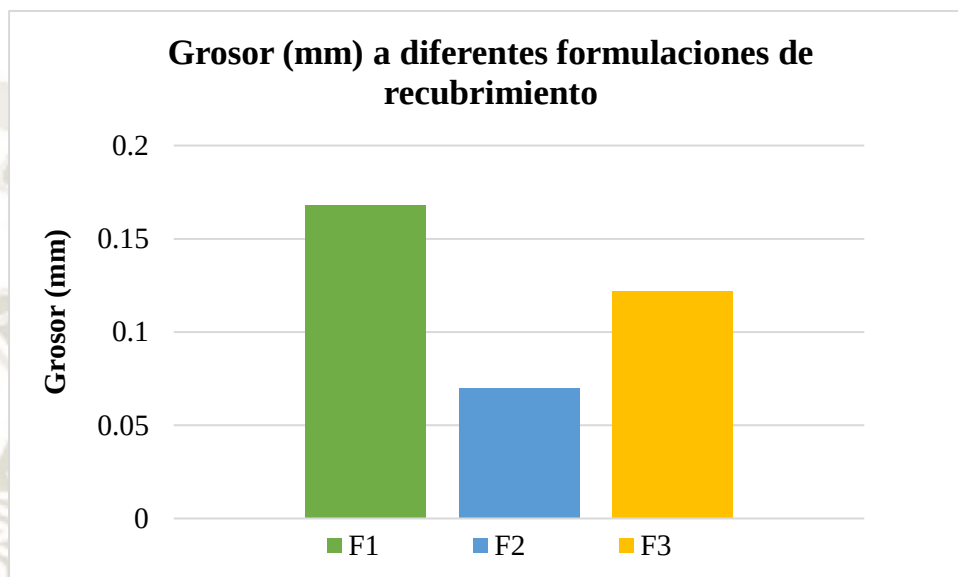
	Diferencia de promedios	ALS (G)
III-I	0.0980	0.0429
III-II	0.0460	0.0429
II-I	0.0520	0.0429

III II I
F₁ F₃ F₂

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se puede observar en los resultados hallados en la prueba de Tukey, que existe una diferencia estadística significativa entre las tres formulaciones con un 95% de confianza.

Gráfica 3. Grosor (mm) a diferentes formulaciones de recubrimientos



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación del Gráfico

En la gráfica 3 se puede observar que la variable F₁ fue el tratamiento que presentó un mayor valor de grosor a comparación de la variable F₂, que fue la que obtuvo un menor valor de grosor.

- **Permeabilidad al vapor de H₂O**

La permeabilidad al vapor de agua se expresa en g/ s.m.Pa (gramos / segundo por metro por Pascal)

Según ASTM 1089, la permeabilidad es: “La cantidad de vapor de agua que pasa por unidad de superficie de un material de espesura conocida, que es inducida por una diferencia de presiones entre dos superficies específicas, con condiciones de temperatura y humedad relativa especifica ASTM E96-80” (Citado por Charigumán, 2015)

Cuadro 61. Permeabilidad al vapor de agua (g/s.m.Pa)

Variable	Permeabilidad al vapor de H ₂ O (g/s.m.Pa)		
	F ₁	F ₂	F ₃
Repetición 1	4.20E-10	1.23E-10	2.45E-10
Repetición 2	3.50E-10	1.23E-10	2.45E-10
Repetición 3	3.65E-10	1.23E-10	2.45E-10
Promedio	3.78E-10	1.23E-10	2.45E-10

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 7. Análisis ANOVA para Permeabilidad contra el vapor de Agua

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Significancia	Valor crítico para F al 5%
Entre grupos	9.78569E-20	2	4.89284E-20	108.0628	0.0000	5.1433
Error experimental	2.71667E-21	6	4.52778E-22			
Total	1.00574E-19	8				

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se observa en la tabla 7, que el valor calculado de F (FC) para entre grupos (Formulaciones) es mayor al valor de F al 5%, lo cual indica que hay diferencia estadística significativa con un nivel de confianza del 95%, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna; es decir las formulaciones son diferentes, por lo que se realiza la prueba de Tukey. Esta conclusión se respalda debido a que el valor de la significancia es menor al 0.05.

Tukey

Cuadro 62. Resultados de Prueba Tukey para permeabilidad al vapor de agua

Desviación $S\bar{x}$	1.23E-11
AES(G)	4.34
ALS (G)	5.33E-11

# Malla	F₁	F₃	F₂
Media	3.78E-10	2.45E-10	1.23E-10
Clave	III	II	I

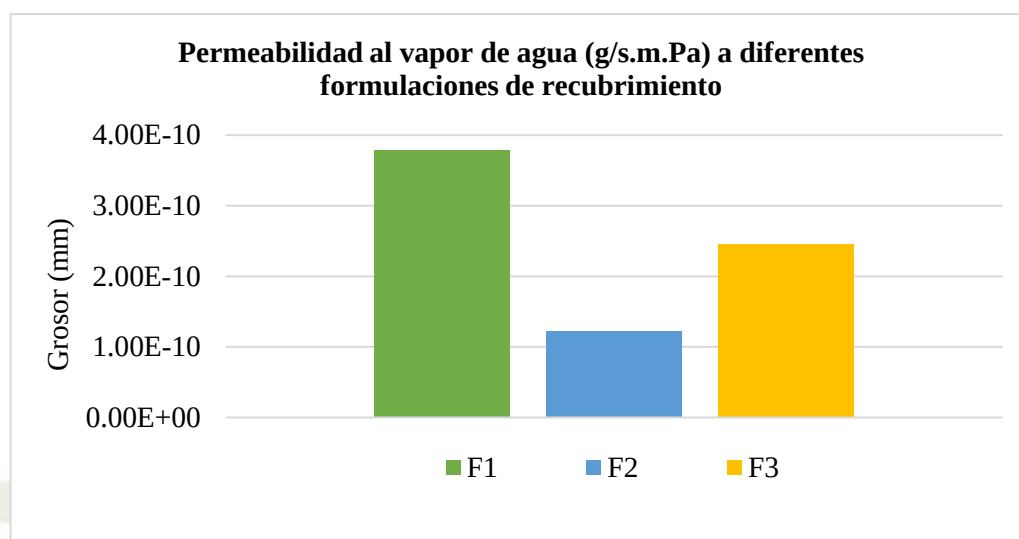
	Diferencia de promedios	ALS (G)
III-I	2.55E-10	5.33E-11
III-II	1.33E-10	5.33E-11
II-I	1.22E-10	5.33E-11

III 96 I II I
F₁ F₃ F₂

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se puede observar en los resultados hallados en la prueba de Tukey, que existe una diferencia estadística significativa entre las tres formulaciones con un 95% de confianza.

Gráfica 4. Permeabilidad al vapor de agua (g/s.m.Pa) a diferentes formulaciones de recubrimientos



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación del Gráfico

En la gráfica 4 se puede observar que la variable F_1 presenta un valor de permeabilidad al vapor de agua (PVA) mayor al de los demás, siendo la que obtuvo un menor valor de PVA la formulación F_2 . Lo que se busca son valores menores de permeabilidad al vapor de agua, es decir que sean cercanos a valores de e^{-11} (valores que poseen películas sintéticas, como: acetato de celulosa, celofán, entre otros), ya que esto indica que la película tiene una alta barrera al vapor de agua.

- Solubilidad**

Cuadro 63. % Solubilidad en agua

Variable	% Solubilidad en agua		
	F ₁	F ₂	F ₃
Repetición 1	88.48	92.27	74.56
Repetición 2	88.52	91.98	74.56
Repetición 3	88.50	90.91	74.56
Promedio	88.50	91.72	74.56

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 8. Análisis ANOVA para % solubilidad en agua.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F al 5%
Entre grupos	499.1576	2	249.5788	1458.104	0.0000	5.1433
Error experimental	1.027	6	0.1712			
Total	500.1846	8				

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se observa en la tabla 8, que el valor calculado de F (FC) para entre grupos (Formulaciones) es mayor al valor de F al 5%, lo cual indica que hay diferencia estadística significativa con un nivel de confianza del 95%, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, es decir, las formulaciones son diferentes estadísticamente. Esta conclusión se respalda debido a que el valor de la significancia es menor al 0.05. Debido a que existe diferencia significativa entre grupos, se realiza una prueba de comparación de medias de Tukey.

Tukey

Cuadro 64. Resultados de Prueba de Tukey para % Solubilidad

Desviación $S\bar{x}$	0.2389
AES(G)	4.34
ALS (G)	1.0367

# Malla	F₂	F₁	F₃
Media	91.7200	88.5000	74.5600
Clave	III	II	I

	Diferencia de promedios	ALS (G)
III-I	17.1600	0.0289
III-II	3.2200	0.0289
II-I	13.9400	0.0289

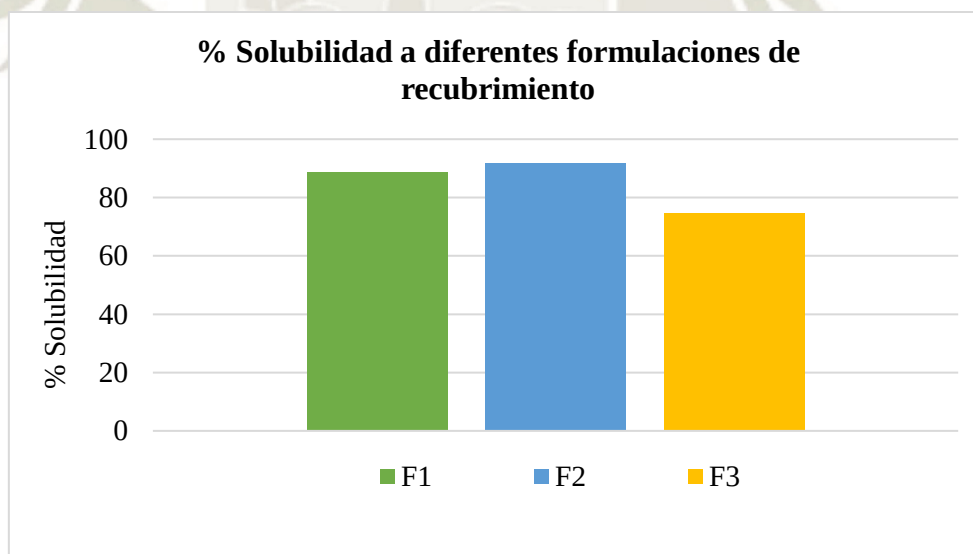
III II I

F₂ F₁ F₃

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se puede observar en los resultados hallados en la prueba de Tukey, que existe una diferencia estadística significativa entre las tres formulaciones con un 95% de confianza.

Gráfica 5. % Solubilidad a diferentes formulaciones de recubrimientos



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación del Gráfico

En la gráfica 5 se puede observar que la F₂ fue el tratamiento que presentó un mayor valor de % solubilidad a comparación de la F₃, que fue la que obtuvo un menor valor de solubilidad.

- **Medida de opacidad**

Gontard *et al.*, (1992) indica que la opacidad: “Es una propiedad muy importante en el uso del bioplástico como revestimiento de un alimento o como embalaje de alimentos” (Citado por Chariguamán, 2015)

Cuadro 65. Medida de opacidad (nm)

Variable	Medida de opacidad (nm)		
	F ₁	F ₂	F ₃
Repetición 1	3.0519	3.0190	5.4656
Repetición 2	3.0593	3.0095	5.4000
Repetición 3	3.0519	3.0000	5.4000
Promedio	3.0543	3.0095	5.4219

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 9. Análisis ANOVA para medida de opacidad (nm)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	11.4266	2	5.7133	11108.4606	0.0000	5.1433
Error experimental	0.0031	6	0.0005			
Total	11.4297	8				

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se observa en la tabla 9, que el valor calculado de F (FC) para entre grupos (Formulaciones) es mayor al valor de F al 5%, lo cual indica que hay diferencia estadística significativa con un nivel de confianza del 95%, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, es decir, las formulaciones son diferentes estadísticamente. Esta conclusión se respalda debido a que el valor

de la significancia es menor al 0.05. Debido a que existe diferencia significativa entre grupos, se realiza una prueba de comparación de medias de Tukey.

Tukey

Cuadro 66. Resultados de Prueba de Tukey para Opacidad

Desviación $S\bar{x}$	0.0131
AES(G)	4.34
ALS (G)	0.0568

# Malla	F₃	F₁	F₂
Media	5.4219	3.0544	3.0095
Clave	III	II	I

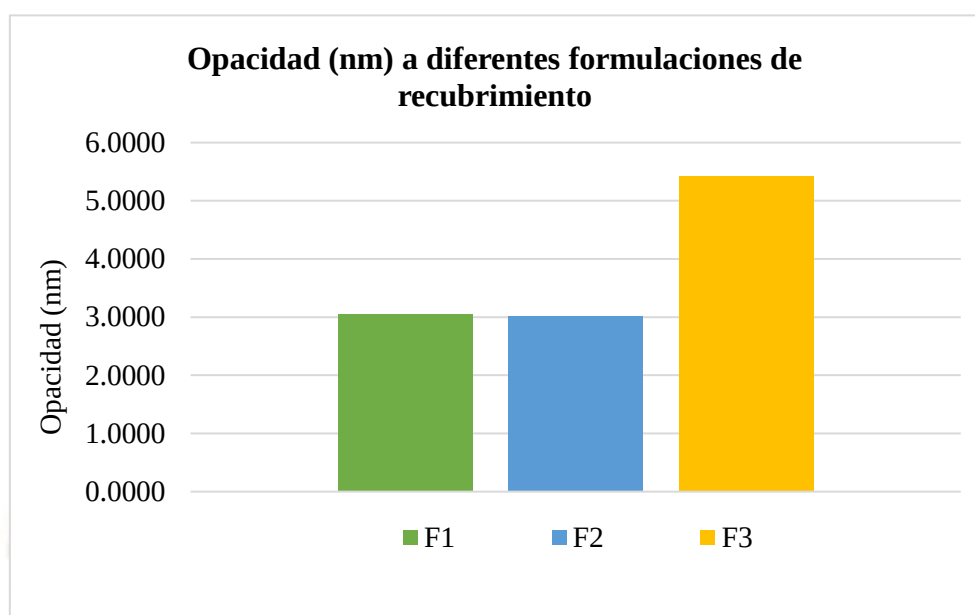
	Diferencia de promedios	ALS (G)
III-I	2.4124	0.0568
III-II	2.3675	0.0568
II-I	0.0449	0.0568

III	II	I
F₃	F₁	F₂

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se puede observar en los resultados hallados en la prueba de Tukey, que no existe una diferencia estadística significativa entre la formulación F₁ y F₂, mientras que para la formulación F₁ y F₃, F₃ y F₂ si existe una diferencia estadística significativa con un 95% de confianza.

Gráfica 6. Opacidad (nm) a diferentes formulaciones



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación del gráfico:

En la gráfica 6 se puede observar que la variable F_3 fue la que obtuvo un alto valor de opacidad, mientras que la muestra F_1 y F_2 obtuvieron valores similares, concordando con los resultados que se obtuvieron en la prueba Tukey, donde estas dos muestras no poseen una diferencia significativa.

1.3.6. Interpretación y discusión de resultados

Este experimento tuvo como objetivo determinar la formulación óptima de recubrimiento comestible, para lo cual se evaluaron las propiedades de este.

Primero se evaluó el grosor de las películas (recubrimiento), el cual influye en las características que pueda tener. Se busca que el espesor sea menor, según Sperling (2006) parecidos a los de las películas sintéticas de polietileno de baja densidad, cuyo grosor varía desde 15 a 50 μm . (Citado en Sánchez et al, 2015, p.22)

La variable que tuvo el menor grosor fue la formulación 2, la cual poseía mayor concentración de proteína. Aunque la película no obtuvo valores menores o similares a los de películas sintéticas, obtuvo valores menores a los de otras películas comestibles (70 μm).

“Como pectina (150 – 250 μm), salvado de arroz (190 μm) (Gnanasambadam, Hettiarachchy, & Coleman, 1997), puré de mango (170 μm) (Sothornvit & Pitak, 2007), almidón de mango (127 μm) (Romero-Bastida et al., 2005) y de extractos pécticos (130 μm)” (Citado en Sánchez et al, 2005, p.22).

Así mismo, se evaluó la solubilidad de las películas; según Gnanasambadam et al., (51) “la solubilidad de la película es un factor importante que determina su biodegradabilidad cuando se utiliza como un medio para proteger los alimentos. Laohakunjit señala que, aunque se requiere una baja solubilidad de las películas durante el almacenamiento, una alta solubilidad podría ser ventajosa durante la cocción de productos envueltos en películas. Por eso es necesario conocer las características de las películas para poder posteriormente encontrarles una aplicación adecuada.” (Citado por Anchundia et al, 2016, p.398).

Debido a que el recubrimiento se aplicará al queso durante su maduración, se busca que la solubilidad de la película sea baja, la variable que obtuvo la solubilidad más baja fue la formulación 3, con un valor de 74.56% (solubilidad).

La opacidad también fue evaluada, ya que es una importante propiedad; según Oliveira (2007) “se requieren bioplásticos más atractivos y claros para revestimientos, para mantener las características originales del producto y también es deseable una mayor opacidad para mantener las características del producto que son más sensibles a la luz.” (Citado por Chariguamán, 2015, p.25.) Por lo que se busca que la opacidad sea menor para que el queso conserve sus características originales, siguiendo esta premisa, la variable que obtuvo un menor valor de opacidad fue la formulación F_2 (3.0095 nm).

“El grado de transparencia del bioplástico dependerá de la estructura del polímero utilizado, si más amorfo es más transparente y si más cristalino más opaco y también depende de su espesura (Crippa, 2006)” (Citado por Chariguamán, 2015, p.25) Se obtiene este resultado debido a que la formulación F_2 posee una mayor concentración de proteína (4% con respecto a las otras formulaciones), la cual tiene una estructura amorfa (Montalvo, López y Palou, 2012, p. 38) y un menor porcentaje de harina (2%) que en su mayoría posee una estructura cristalina (

Miralbés, 2018); así como también la formulación F₂ tiene un menor grosor (0.07 mm).

Y por último se evaluó la permeabilidad al vapor de agua (PVA), una propiedad muy importante ya que está relacionada con la pérdida de humedad y/o peso de los alimentos, así mismo interviene en el deterioro de estos. Por lo que se busca que la película posea una alta barrera al vapor de agua (es decir, bajos valores de PVA, similares a la de los plásticos), siguiendo la premisa, la variable que posee un bajo valor de PVA fue la F₂, teniendo un valor de 1.23×10^{-10} g/s.m.Pa, siendo menor al de películas con harina de maracuyá (5.17×10^{-10} g/s.m.Pa) (Chariagumán, 2015), de películas de quitosano y proteína de lactosuero (2.06×10^{-10} g/s.m.Pa) (Arce Ortiz, Vélez Pasos, Ochoa Martinez, & Ortega Villalba, 2016) y similares a los valores reportados por (García, Pinotti, Martino, & Zaritzky, 2004). Salgado, Molina Ortiz, Petruccelli, and Mauri (2010) “de $1,4 \times 10^{-10} \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \text{ m}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}$ en una película a base de proteína de girasol” y Garcia, Martino, and Zaritzky (2000) “prepararon películas de almidón de maíz y sorbitol y encontraron PVA de $1,754 \times 10^{-10} \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \text{ m}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}$ ”. (Citado por Sánchez et al, 2015)

1.3.7. Conclusión

Después de evaluar los resultados, se elige la formulación 2, ya que es la que posee una baja permeabilidad al vapor de agua y un menor grosor a diferencia de las otras dos, que permitirá, en teoría, que la transmisión de agua o (pérdida de peso) sea menor; aunque su valor de opacidad y solubilidad no sean los deseados, estos últimos valores son aceptables, ya que este recubrimiento será aplicado a un queso andino, que no posee una alta humedad, como, por ejemplo, los quesos frescos.

1.3.8. Modelos matemáticos

a. Grosor

$$\text{Media}(X) = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$F1 = \frac{(0.19 + 0.16 + 0.22 + 0.12 + 0.15)}{5} = 0.17$$

$$F2 = \frac{(0.06 + 0.08 + 0.05 + 0.07 + 0.09)}{5} = 0.07$$

$$F3 = \frac{(0.10 + 0.13 + 0.12 + 0.14 + 0.12)}{5} = 0.12$$

b. Permeabilidad al vapor de H₂O

$$PVVA = \frac{vtva}{A} * \frac{e}{\Delta P_v}$$

$$F1 = \frac{3.075e^{-6}}{4.52e^{-4}} * \frac{1.68e^{-4}}{3167.2} = 3.77e^{-10} \text{ g/smPa}$$

$$F2 = \frac{2.87e^{-6}}{4.52e^{-4}} * \frac{1.22e^{-6}}{3167.2} = 1.23e^{-10} \text{ g/smPa}$$

$$F3 = \frac{7.00e^{-5}}{4.52e^{-4}} * \frac{2.51e^{-6}}{3167.2} = 2.45e^{-10} \text{ g/smPa}$$

c. Solubilidad

$$\% \text{ Solubilidad} = \frac{PI - PF}{PI} * 100$$

$$F1 = \frac{0.0513 - 0.0059}{0.0513} * 100 = 88.50\%$$

$$F2 = \frac{0.0647 - 0.0000}{0.0647} * 100 = 100\%$$

$$F3 = \frac{0.054 - 0.0135}{0.054} * 100 = 75.00\%$$

d. Medida de opacidad

$$\text{Opacidad} = \frac{A_{500}}{T}$$

$$F1 = \frac{0.413}{0.1350} = 3.0593$$

$$F2 = \frac{0.316}{0.1050} = 3.0095$$

$$F3 = \frac{0.583}{0.1067} = 5.4656$$

e. Balance de materia

Balance de materia → Masa entra = Masa sale

Cuadro 67. Balance de materia del experimento n°2

Cocción					
Entrada	g	%	Salida	g	%
Proteína de soya	4.00	4.00%	Recubrimiento	89.00	89.00%
Harina de garbanzo	2.00	2.00%	Vapor de agua	11.00	11.00%
H2O	87.50	87.50%			
Glicerol	6.50	6.50%			
Total	100.000	100.00%	Total	100.000	100.00%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

f. Balance de energía

cp mezcla

$$= \frac{(masa\ H_2O * cp) + (masa\ glicerol * cp) + (masa\ proteína * cp) + (masa\ harina * cp)}{masa\ H_2O + masa\ glicerol + masa\ proteína + masa\ harina}$$

cp recubrimiento

$$= \frac{(0.0875 * 4.181) + (0.0065 * 2.430) + (0.004 * 1.628) + (0.002 * 1.739)}{0.0875 + 0.0065 + 0.004 + 0.002}$$

$$Cp\ recubrimiento = 3.916 \frac{kJ}{kg^{\circ}C}$$

Cocción – Formulación

$$Q = m * c_p * (T_2 - T_1)$$

$$Q = (100 \text{ kg}) * (3.916 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}) * (70 - 20)$$

$$Q = 19581.1304 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

1.4. Experimento número 3: Aplicación del aceite esencial

1.4.1. Objetivos

- Determinar la concentración óptima de aceite esencial en el recubrimiento para aplicar en queso andino.

1.4.2. Variables

Concentración de aceite esencial

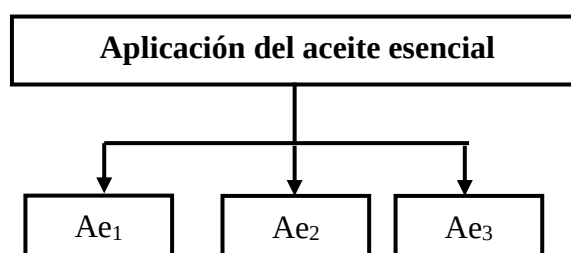
- $Ae_1 = 200 \text{ ppm}$
- $Ae_2 = 500 \text{ ppm}$
- $Ae_3 = 1000 \text{ ppm}$

1.4.3. Diseño estadístico: Análisis estadístico

El análisis estadístico presenta un diseño completamente al azar con 3 repeticiones para la prueba de actividad antifúngica, mientras que para la prueba de color, olor y sabor presenta un diseño de bloques completamente al azar, además se utilizara una prueba de comparación pareada simple.

1.4.4. Diseño experimental

Diagrama 8. Diseño experimental - Aplicación del aceite esencial



Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.4.5. Resultados y análisis de resultados

Los resultados en este experimento son los siguientes: prueba de hedónica, prueba de comparación pareada simple y una prueba de actividad antifúngica.

Cuadro 68. Prueba hedónica: Sabor

Variable		Prueba de Sabor		
Concentración		Ae ₁	Ae ₂	Ae ₃
Jueces	1	8	4	7
	2	7	7	6
	3	6	8	8
	4	8	8	7
	5	7	8	8
	6	7	5	5
	7	7	8	6
	8	8	6	5
	Promedio	7.3	6.8	6.5

Fuente: Elaboración propia, 2018.

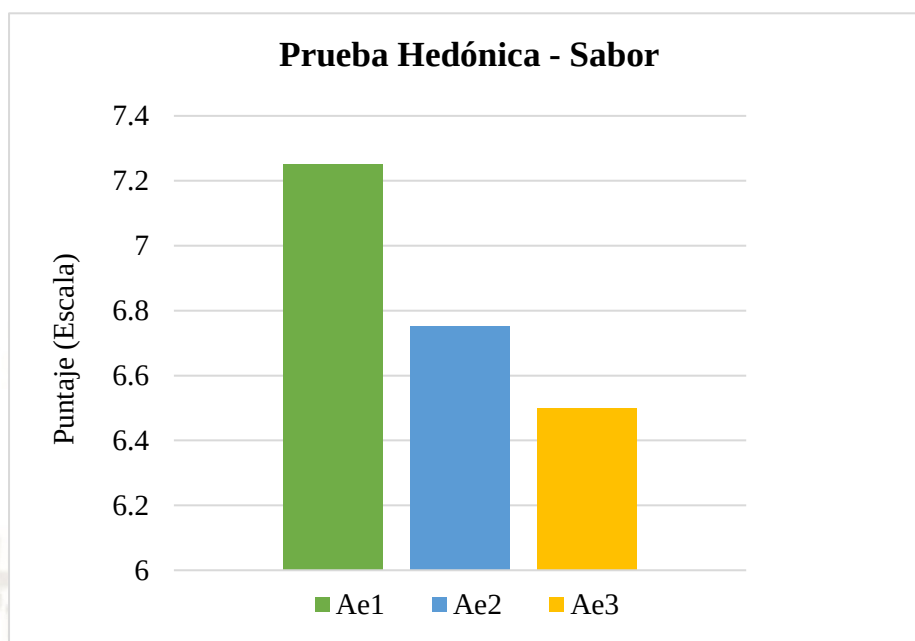
Tabla 10. Análisis ANOVA para Prueba Hedónica: Sabor

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	FC	Valor crítico para F al 5%
Tratamiento	2.3333	2	1.1667	0.8033	3.74
Bloque	10.6667	7	1.5238	1.0492	2.76
Error Experimental	20.3333	14	1.4524		
Total	33.3333	23			

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se observa en la tabla 10, que el valor calculado de F (FC) tanto para tratamiento y bloque es menor al F de tabla, por la tanto se puede decir que no existe diferencia estadísticamente significativa.

Gráfica 7. Prueba hedónica – Sabor



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación del Gráfico

En la gráfica 7 se puede observar que la muestra Ae₁ fue la muestra que presentó un mayor valor de puntaje a comparación de las otras muestras, siendo la que tuvo un menor puntaje, la muestra Ae₃.

Cuadro 69. Comparación pareada simple – Sabor

Variable		Prueba de Sabor
Concentración		Muestra preferida
Jueces	1	A
	2	A
	3	A
	4	A
	5	B
	6	A
	7	A
	8	B
	9	A
	10	A
	11	B
	12	A
	13	A

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Nota: La muestra A es la que obtuvo un mayor promedio en la prueba hedónica, siendo ésta, Ae_1 ; mientras que la muestra B, es el queso sin recubrimiento.

Cuadro 70. Resultados de la prueba binomial de dos extremos – Sabor

Muestra Preferida	A
NÚMERO DE JUECES	13
VALOR - SIGNIFICANCIA	0.05
VALOR TABULAR	0.039

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Según la prueba binomial, se obtiene el valor tabular (de la tabla de Prueba binomial de dos extremos, [Anexo 3](#)) de 0.039, siendo menor al valor de significancia de 0.05; lo que significa que existe una preferencia significativa por la muestra A (Ae_1).

Cuadro 71. Prueba hedónica: Olor

Variable		Prueba de Olor		
Concentración		Ae_1	Ae_2	Ae_3
Jueces	1	8	6	7
	2	6	7	6
	3	7	8	6
	4	7	8	5
	5	5	8	8
	6	8	6	7
	7	7	8	7
	8	6	6	7
	Promedio	6.8	7.1	6.6

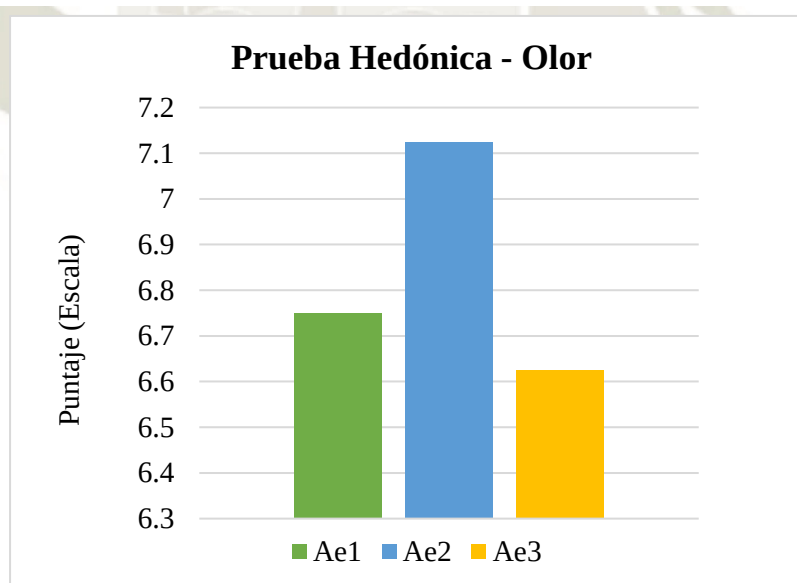
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 11. Análisis ANOVA para Prueba Hedónica: Olor

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	FC	Valor crítico para F al 5%
Tratamiento	1.0833	2	0.5417	0.4313	3.74
Bloque	2.6667	7	0.3810	0.3033	2.76
Error Experimental	17.5833	14	1.2560		
Total	21.3333	23			

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se observa en la tabla 11, que el valor calculado de F (FC) tanto para tratamiento y bloque es menor al F de tabla, por la tanto se puede decir que no existe diferencia estadísticamente significativa.

Gráfica 8. Prueba hedónica – Olor


Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación del Gráfico

En la gráfica 8 se puede observar que la muestra Ae₂ fue la muestra que presentó un mayor valor de puntaje a comparación de las otras muestras, siendo la que tuvo un menor puntaje, la muestra Ae₃.

Cuadro 72. Comparación pareada simple – Olor

Variable		Prueba de Olor
Concentración		Muestra preferida
Jueces	1	A
	2	A
	3	B
	4	B
	5	B
	6	A
	7	A
	8	B
	9	A
	10	A
	11	B
	12	A
	13	A

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Nota: La muestra A es la que obtuvo un mayor promedio en la prueba hedónica, siendo ésta, Ae₂; mientras que la muestra B, es el queso sin recubrimiento.

Cuadro 73. Resultados de la prueba binomial de dos extremos – Olor

Muestra Preferida	A
NÚMERO DE JUECES	13
VALOR - SIGNIFICANCIA	0.05
VALOR TABULAR	0.581

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Según la prueba binomial, se obtiene el valor tabular (de la tabla de Prueba binomial de dos extremos, [Anexo 3](#)) de 0.581, siendo mayor al valor de significancia de 0.05; lo que significa que no existe una preferencia significativa por la muestra A (Ae₂).

Cuadro 74. Prueba hedónica: Color

Variable		Prueba de Color		
Concentración		Ae ₁	Ae ₂	Ae ₃
Jueces	1	6	7	7
	2	7	6	6
	3	6	8	6
	4	7	8	7
	5	5	8	7
	6	5	6	6
	7	7	6	5
	8	7	7	8
	Promedio	6.3	7.0	6.5

Fuente: Elaboración propia, 2018.

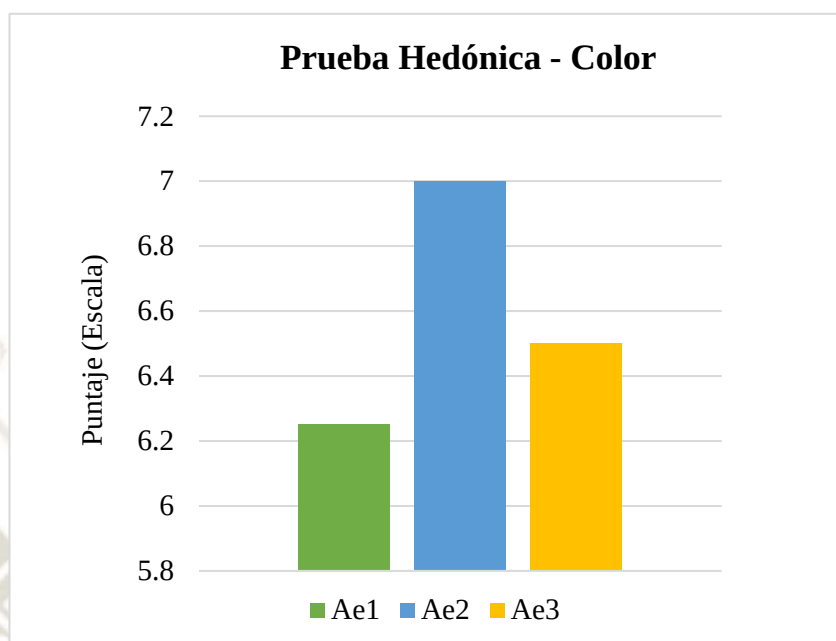
Tabla 12. Análisis ANOVA para Prueba Hedónica: Color

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	FC	Valor crítico para F al 5%
Tratamiento	2.3333	2	1.1667	1.5806	3.74
Bloque	7.1667	7	1.0238	1.3871	2.76
Error Experimental	10.3333	14	0.7381		
Total	19.8333	23			

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se observa en la tabla 16, que el valor calculado de F (FC) tanto para tratamiento y bloque es menor al F de tabla, por la tanto se puede decir que no existe diferencia estadísticamente significativa.

Gráfica 9. Prueba hedónica – Color



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación del Gráfico

En la gráfica 9 se puede observar que la muestra Ae₂ fue la muestra que presentó mayores valores de puntaje a comparación de las otras muestras, siendo la que tuvo menor puntaje, la muestra Ae₁.

Cuadro 75. Comparación pareada simple – Color

Variable		Prueba de Color
Concentración		Muestra preferida
Jueces	1	A
	2	A
	3	B
	4	B
	5	B
	6	A
	7	A
	8	A
	9	A
	10	A
	11	B
	12	A
	13	A

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Nota: La muestra A es la que obtuvo un mayor promedio en la prueba hedónica, siendo ésta, Ae₂; mientras que la muestra B, es el queso sin recubrimiento.

Cuadro 76. Resultados de la prueba binomial de dos extremos – Color

Muestra Preferida	A
NÚMERO DE JUECES	13
VALOR - SIGNIFICANCIA	0.05
VALOR TABULAR	0.267

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Según la prueba binomial, se obtiene el valor tabular (de la tabla de Prueba binomial de dos extremos, [Anexo 3](#)) de 0.267, siendo mayor al valor de significancia de 0.05; lo que significa que no existe una preferencia significativa por la muestra A (Ae₂).

Prueba de actividad antifúngica

Para llevar a cabo la prueba de actividad antifúngica se sigue el procedimiento descrito en [Prueba de actividad antifúngica](#)

Cuadro 77. Prueba de Actividad antifúngica

Moho	Concentración de Aceite esencial (ppm) en recubrimiento	Diámetro de crecimiento (cm)			
		Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
Penicillium s.p.	200	3.05	3.04	3.05	3.05
	500	3.02	3.01	3.00	3.01
	1000	3.01	3.03	3.03	3.02

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 13. Análisis ANOVA para Prueba de actividad antifúngica

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	FC	Probabilidad	Valor crítico para F al 5%
Tratamiento	0.0023	2	0.0011	12.5947	0.0071	5.14
Error Experimental	0.0005	6	0.0001			
Total	0.0028	8				

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se observa en la tabla 17, que el valor calculado de F (FC) para tratamiento es mayor al F de tabla, por la tanto se puede decir que existe diferencia estadísticamente significativa. Por lo que se proceda a realizar una prueba Tukey. Así mismo la probabilidad es menor a 0.05.

Tukey

Cuadro 78. Resultados de Prueba de Tukey para prueba de actividad fúngica

Desviación $S\bar{x}$	0.0055
AES(G)	4.34
ALS (G)	0.0238

# Malla	Ae₁	Ae₃	Ae₂
Media	3.0479	3.0233	3.0095
Clave	III	II	I

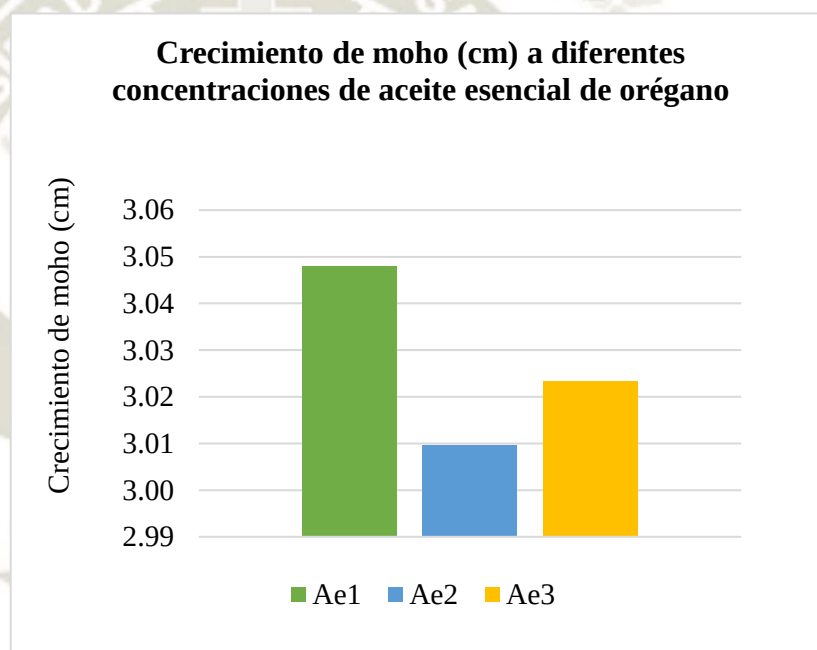
	Diferencia de promedios	ALS (G)
III-I	0.0384	0.0238
III-II	0.0246	0.0238
II-I	0.0138	0.0238

III	II	I
Ae ₁	Ae ₃	Ae ₂

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se puede observar en los resultados hallados en la prueba de Tukey, que no existe una diferencia estadística significativa entre la formulación Ae₃ y Ae₂ con un 95% de confianza.

Gráfica 10. Crecimiento de moho (cm) a diferentes concentraciones de aceite esencial de orégano



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación del Gráfico

En la gráfica 10 se puede observar que la Ae₁ fue el tratamiento que presentó un mayor valor de crecimiento de moho a comparación de la Ae₂, que fue la que obtuvo un menor valor de crecimiento de moho.

1.4.6. Interpretación y discusión de resultados

Este experimento tuvo como objetivo determinar la concentración óptima de aceite esencial en el recubrimiento para aplicar en queso andino, para ello se realizaron pruebas sensoriales como, prueba hedónica y la prueba de comparación pareada simple, así como una prueba de actividad antifúngica.

Primero, se evaluó las diferentes concentraciones aplicadas en el queso andino, con las pruebas sensoriales. Se obtiene como resultado que para la prueba de sabor no se obtiene una diferencia significativa estadística, aunque por promedio la variable Ae₁ fue la que obtuvo un mayor valor y al compararla con la muestra sin recubrimiento, se obtiene que los jueces tuvieron una preferencia significativa por la muestra con recubrimiento.

Así mismo, se evaluó el color y el olor, donde se obtiene como resultado que no hay diferencia significativa estadística, aunque por promedio la variable Ae₂ fue la que obtuvo un mayor valor y al compararla con la muestra sin recubrimiento, se obtiene que los jueces no tuvieron una preferencia significativa por la muestra con recubrimiento, más la mayoría de los jueces prefirieron la muestra con recubrimiento.

Por último, se evaluó la actividad antifúngica, que mide el crecimiento del moho, todas las muestras parten de 0.5 cm y luego se evaluó su crecimiento hasta el doceavo día; al evaluar los crecimientos, la muestra que tuvo un menor crecimiento fue la muestra Ae₂, aunque no hay mucha diferencia entre la de los demás.

Así mismo se encuentra que no hay diferencia significativa entre las variables Ae₂ y Ae₃, por lo que se puede usar una concentración menor y se obtiene los mismos resultados. Es decir, la variable Ae₂ (500 ppm de aceite esencial de orégano) obtiene los valores deseados, por lo que es la variable elegida.

Otras investigaciones encontraron menores crecimientos del moho, cuando se aplica sólo aceite esencial de orégano, en una investigación donde se probó la acción de dicho aceite, el moho no presentó crecimiento, manteniendo un tamaño de 0.5 cm. (León, 2017). El recubrimiento con una concentración de 500 ppm presentó un crecimiento mayor al de otras investigaciones, esto se debe a que en

esta investigación se evalúa el efecto del aceite en el recubrimiento y no sólo el aceite esencial.

1.4.7. Conclusión

Después de evaluar los resultados, se elige la concentración Ae₂, la cual permite un menor crecimiento del moho, así mismo, presenta aceptabilidad por parte de los jurados.

1.4.8. Modelos matemáticos

a. Balance de materia

$$\text{Balance de materia} \rightarrow \text{Masa entra} = \text{Masa sale}$$

Cuadro 79. Balance de materia del experimento n°3

Cocción					
Entrada	g	%	Salida	g	%
Proteína de soya	16.00	61.54%	Recubrimiento	389.00	97.25%
Harina de garbanzo	8.00	30.77%	Vapor de agua	11.00	2.75%
H ₂ O	349.92	1345.85%			
Glicerol	26.00	100.00%			
Aceite esencial de orégano	0.08	0.31%			
Total	400.000	1538.46%	Total	400.000	100.00%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

b. Balance de energía

$$cp_{mezcla} =$$

$$\frac{(masa\ H_2O * cp) + (masa\ glicerol * cp) + (masa\ proteín * cp) + (masa\ harina * cp) + (masa\ aceite\ esencial * cp)}{masa\ H_2O + masa\ glicerol + masa\ proteína + masa\ harina + masa\ aceite\ esencial}$$

$$cp_{recubrimiento}$$

$$= \frac{(0.3499 * 4.181) + (0.026 * 2.430) + (0.016 * 1.628) + (0.008 * 1.72) + (0.00008 * 2.28)}{0.0875 + 0.0065 + 0.004 + 0.002 + 0.00008}$$

$$Cp \text{ recubrimiento} = 3.915 \frac{kcal}{kg^{\circ}C}$$

Cocción – Formulación

$$Q = m * cp * (T_2 - T_1)$$

$$Q = (100 \text{ kg}) * (3.916 \text{ kcal/kg}^{\circ}C) * (70 - 20)$$

$$Q = 78309.70112 \text{ Kcal/kg}^{\circ}C$$

1.5. Experimento final

1.5.1. Análisis físico – organoléptico

Cuadro 80. Análisis físico - organoléptico del recubrimiento

Criterios	Resultados
Olor	Característico - orégano
Sabor	Característico
Color	Característico: Crema
Aspecto	Líquido

Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.5.2. Análisis Físico - Químico

Cuadro 81. Análisis físico - químico del recubrimiento

Criterios	Resultados
pH	6.0
% Acidez (Ácido Láctico)	0.08

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.5.3. Análisis microbiológico

Cuadro 82. Análisis microbiológico del recubrimiento

Criterios	Resultados (UFC/g)
Mohos	10
<i>Sthaphylococcus aureus</i>	10
<i>Escherichia coli</i>	10
<i>Salmonella</i> sp.	Ausencia/ 25 gramos

Fuente: Elaboración propia, 2018. Laboratorio de Universidad Católica de Santa María

1.5.4. Interpretación y discusión de resultados

No existen normas y/o trabajos de investigación que indiquen las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas de un recubrimiento. Debido a esto se toma como referencia los valores de las bebidas de soya – garbanzo, así como las normas microbiológicas para: comidas preparadas (cocidas) y harinas – sémolas.

El recubrimiento posee en mayor proporción, además del agua (pH 7) y glicerol (pH 6), proteína de soya y harina de garbanzo, por lo que se busca investigaciones relacionadas con estas dos que informen sus valores de pH y % de acidez. La proteína de soya utilizada posee un pH de 7.5 (10 % de solución), mientras que García, Mori y López (2015, p. 6) indica en su investigación que la bebida de soya posee un pH inicial de 7 y Muy *et al.*, (2011, p. 42) reporta que el grano de garbanzo un valor de pH de 6.20. Por lo que el pH del recubrimiento (6.0) es similar al de los reportados por dichos autores.

Palacios (2017, p. 31) reporta un % de acidez (expresado en ácido láctico) de 0.144 y un pH de 5.26 de su bebida (almidón de papa, leche de soya y extracto de malta), mientras que el recubrimiento posee un valor de pH y % de acidez (ácido láctico) de 0.08, siendo valores menores a los reportados en esta investigación debido a la adición de otros ingredientes.

Las pruebas microbiológicas realizadas al recubrimiento se basan en las de los alimentos preparados (cocidos) y de harinas – sémolas, debido a su composición y

por lo que el recubrimiento pasa por un tratamiento térmico. Se realizó una prueba de moho, Salmonella sp., Echerichia Coli (coliformes fecales) y Staphylococcus aureus (afecta inocuidad). Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los límites dados por la RM N° 615 – 2003 SA/DM.

1.5.5. Tiempo de vida útil del recubrimiento

1.5.5.1. Objetivo

- Evaluar la vida útil del recubrimiento.

1.5.5.2. Variables

Temperatura

- 2.3°C
- 11.1 °C
- 17.6°C
- T° ambiente ($\approx 22.7^{\circ}\text{C}$)

Tiempo

• 0 días	• 10 días
• 1 días	• 11 días
• 2 días	• 12 días
• 3 días	• 13 días
• 4 días	• 14 días
• 5 días	• 15 días
• 6 días	
• 7 días	
• 8 días	
• 9 días	

1.5.5.3. Método propuesto para el recubrimiento

Se utilizó el método de Labuza, el cual es un método acelerado donde se somete el producto a diferentes temperaturas, las cuales van en aumento. Esto se debe a que, al aumentar las temperaturas, se aceleran las reacciones químicas en los alimentos causados por los microorganismos. Se observó los resultados y se comparó con la apariencia de las muestras para poder elegir un límite crítico en cuanto a su acidez, debido a que no existe un valor determinado para el tipo de recubrimiento elaborado en esta investigación. ([Ver Anexo 9](#)) Así mismo se utiliza la siguiente fórmula para hallar la acidez.

% Acidez (Ácido Láctico)

$$\% \text{ Acidez} = \frac{V(\text{NaOH}) * N(\text{NaOH}) * 0.09 * 100}{V(m)}$$

Donde:

V (NaOH): Gasto de la titulación de NaOH

N: Normalidad del NaOH

Ácido láctico: 0.09

V (m): volumen de la muestra

1.5.5.4. Resultados

Cuadro 83. Vida útil - pH del recubrimiento

Variables		pH											
Tiempo (días)	Temperatura (°C)	2.3°C			11.1°C			17.6°C			T° ambiente (22.7°C)		
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃
0		6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10
1		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
2		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
3		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00
4		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00
5		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00
6		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	4.80	4.80	4.80
7		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	4.70	4.70	4.70
8		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00
9		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00
10		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00
11		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00
12		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00
13		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00
14		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00
15		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 84. Vida útil - % Acidez (Ácido láctico)

Variables		% Acidez											
Tiempo (días)	Temperatura (°C)	2.3°C			11.1°C			17.6°C			T° ambiente (22.7°C)		
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃
0		0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
1		0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.08	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08
2		0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07	0.07	0.20	0.21	0.20
3		0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.07	0.14	0.14	0.09	0.22	0.23	0.23
4		0.08	0.08	0.07	0.09	0.10	0.09	0.18	0.19	0.18	0.27	0.26	0.26
5		0.08	0.08	0.07	0.11	0.10	0.11	0.19	0.19	0.18	0.26	0.26	0.27
6		0.08	0.08	0.07	0.11	0.10	0.11	0.19	0.19	0.18	0.26	0.26	0.27
7		0.08	0.08	0.07	0.17	0.17	0.17	0.25	0.25	0.25	0.26	0.26	0.26
8		0.08	0.09	0.09	0.13	0.13	0.13	0.21	0.21	0.21	0.26	0.26	0.27
9		0.08	0.09	0.09	0.14	0.14	0.14	0.25	0.25	0.24	0.36	0.36	0.36
10		0.10	0.10	0.09	0.17	0.16	0.17	0.28	0.28	0.28	0.36	0.36	0.36
11		0.10	0.10	0.09	0.17	0.16	0.17	0.30	0.30	0.29	0.36	0.36	0.36
12		0.10	0.10	0.09	0.17	0.16	0.17	0.34	0.33	0.34	0.38	0.37	0.38
13		0.11	0.11	0.10	0.17	0.16	0.17	0.36	0.36	0.36	0.38	0.37	0.38
14		0.11	0.11	0.11	0.17	0.16	0.17	0.38	0.38	0.39	0.38	0.37	0.38
15		0.11	0.11	0.11	0.21	0.20	0.21	0.38	0.38	0.39	0.52	0.52	0.51

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 85. Promedio de pH

Promedio	pH																
	Temperatura (°C) \ Tiempo (días)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	2.3°C	6.10	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
	11.1°C	6.10	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
	17.6°C	6.10	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	T° ambiente (22.7°C)	6.10	6.0	6.0	5.0	5.0	5.0	4.8	4.7	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0

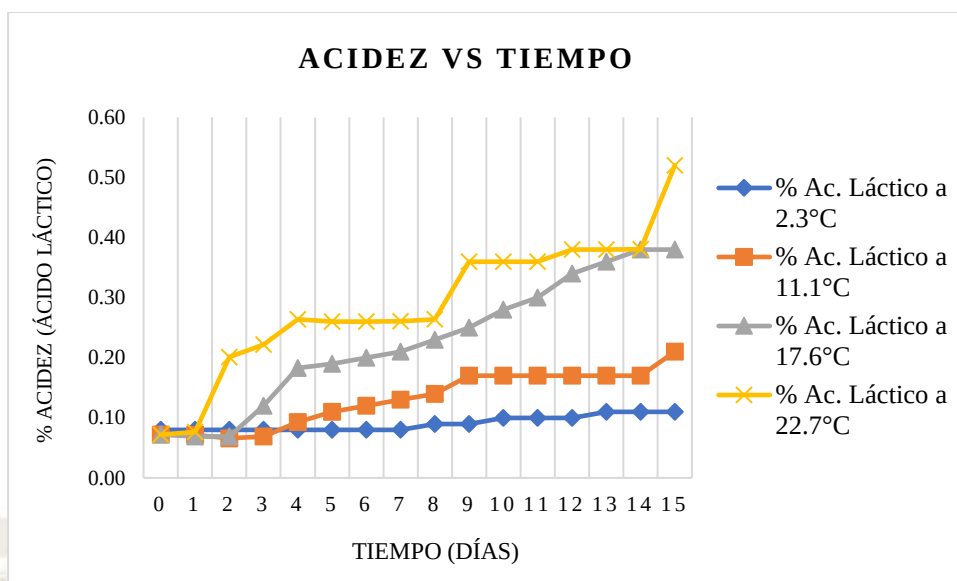
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 86. Promedio de % (Ácido láctico)

Promedio	% Acidez (Ácido láctico)																
	Temperatura (°C) \ Tiempo (días)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	2.3°C	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11
	11.1°C	0.07	0.07	0.07	0.07	0.09	0.11	0.12	0.13	0.14	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.21
	17.6°C	0.07	0.07	0.07	0.12	0.18	0.19	0.20	0.21	0.23	0.25	0.28	0.30	0.34	0.36	0.38	0.38
	T° ambiente (22.7°C)	0.07	0.08	0.20	0.22	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.36	0.36	0.36	0.38	0.38	0.38	0.52

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Gráfica 11. Vida útil - Acidez vs Tiempo

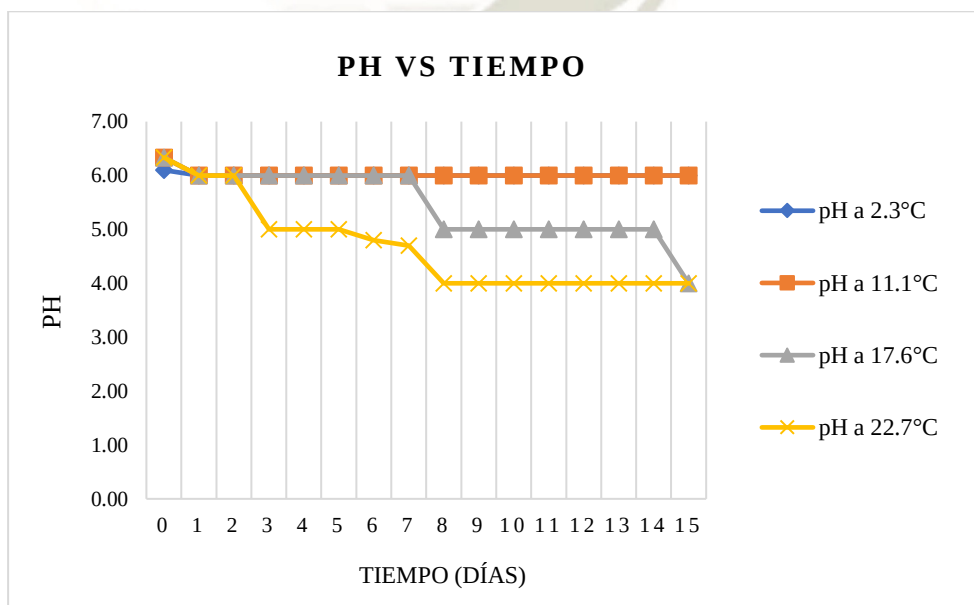


Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación del Gráfico

En la gráfica 11 se puede observar que a medida que aumenta la temperatura, el porcentaje de acidez va aumentando en el transcurso de los días.

Gráfica 12. Vida útil – pH vs Tiempo



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación del Gráfico

En la gráfica 12 se puede observar que a medida que aumenta la temperatura, el pH va disminuyendo en el transcurso de los días (aunque al final de los días se mantiene estable), lo cual coincide con los valores de la gráfica 11 ya que, al aumentar la acidez, el pH comienza a disminuir.

No se utiliza los valores de pH para poder calcular la vida útil debido a que los valores de dos variables, al obtener una ecuación de la recta, posee un coeficiente de determinación muy lejano a 1, que influye en los resultados y estos no son factibles.

Cálculo de Vida útil para el % Acidez (Ácido láctico)

Cálculo de la velocidad constante de deterioro

$$-\frac{dC}{dt} = k(C * e^n)$$

Donde:

t: tiempo (días)

dC/dt: proporción de cambio de C en función del tiempo

K: constante dependiente de la temperatura

n: exponente indicativo

$$\ln C = \ln C_0 + k * t$$

$$Y = \text{intercepto} + \text{pendiente} * X$$

Donde:

X: Tiempo en minutos

Pendiente: K (1/min)

Y = Logaritmo neperiano de C

Intercepto = Logaritmo neperiano de C₀

Cuadro 87. Velocidades de Deterioro para las temperaturas en función al % acidez

T°	K	T(°K)	1/T	Ln (K)
2.3	0.0258	275.45	0.003630423	-3.655510545
11.1	0.0784	284.25	0.00351803	-2.54565968
17.6	0.1189	290.75	0.003439381	-2.1296731
22.7	0.0987	295.85	0.003380091	-2.315584639

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Ecuación de Arrhenius

A través de la ecuación de Arrhenius se obtiene la relación dependiente de la constante de velocidad (K) con la variación de la temperatura, así como la energía de activación.

$$k = K_{ref} * \exp\left(-\frac{E_a}{R} * \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}}\right)\right)$$

Aplicando logaritmos a la ecuación anterior se puede linealizar de la siguiente forma:

$$\ln K = \ln K_{ref} * \frac{-E_a}{R} * \frac{1}{T}$$

$$Y = \text{intercepto} + \text{pendiente} * X$$

Donde:

X: 1/T (°K)

Y: LnK

Pendiente: -Ea/R

Intercepto: LnA (Kref)

$$K = (34102752.77) * \exp\left(-\frac{5729.2678}{T^{\circ}C + 273.15}\right)$$

Cuadro 88. Velocidades de Deterioro para diferentes temperaturas en función del % de acidez

T (°C)	K
2.0	0.030885926
2.3	0.031594365
3.0	0.033304846
5.0	0.038662919
6.0	0.041623646
10.0	0.055623527
11.1	0.06015404
15.0	0.079020616
17.6	0.094397042
20.0	0.110922792
22.7	0.132581297
23.0	0.135207849
30.0	0.211352099

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 89. Tiempo de vida útil del recubrimiento en función a su % de acidez (ácido láctico)

T (°C)	Vida útil	
	Días	Meses
2.0	42.79	1.43
2.3	41.84	1.39
3.0	39.69	1.32
5.0	34.19	1.14
6.0	31.75	1.06
10.0	23.76	0.79
11.1	21.97	0.73
15.0	16.73	0.56
17.6	14.00	0.47
20.0	11.92	0.40
22.7	9.97	0.33
23.0	9.78	0.33
30.0	6.25	0.21

Fuente: Elaboración propia, 2018

Los resultados que se obtuvieron de acidez para el recubrimiento fueron los siguiente:

- 2.3°C : 1 mes y 12 días
- 11.1°C : 22 días
- 17.6°C : 14 días
- 22.7°C : 10 días

1.5.5.5. Conclusión

El recubrimiento no debe superar el 0.27% de acidez (ácido láctico) (valor obtenido en el [Anexo 9](#)), evaluando los resultados se puede concluir que la temperatura adecuada, que permite alargar lo más posible su vida útil es de 2°C teniendo una vida útil de 1 mes y 13 días, ya que a temperaturas más altas su vida se reduce a menos de 1 mes. No se recomienda temperaturas menores a 1°C ya que el recubrimiento se congela, afectando así su apariencia, textura y su forma de aplicación.

1.5.6. Aplicación del recubrimiento al queso andino

1.5.6.1. Objetivo

- Evaluar y comparar las características sensoriales y la pérdida de peso del queso andino con diferentes tipos de aplicación del recubrimiento después de su maduración.

1.5.6.2. Variables

Método de aplicación del recubrimiento

Ar₁ = inmersión (2 minutos)

Ar₂ = barnizado

Ar₃ = aspersion

Ms = sin recubrimiento

Evaluación de pérdida de peso- Tiempo

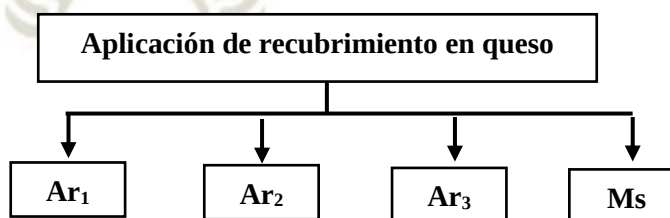
- $t_1 = 0$ días
- $t_2 = 1$ día
- $t_3 = 2$ días
- $t_4 = 3$ días
- $t_5 = 4$ días
- $t_6 = 5$ días
- $t_7 = 6$ días
- $t_8 = 7$ días
- $t_9 = 8$ días
- $t_{10} = 9$ días
- $t_{11} = 10$ días
- $t_{12} = 11$ días
- $t_{13} = 12$ días
- $t_{14} = 13$ días
- $t_{15} = 14$ días

1.5.6.3. Diseño estadístico – Análisis estadístico

El análisis estadístico presenta un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2×16 con 3 repeticiones para la pérdida de peso, mientras que para la prueba de color, olor y sabor presenta un diseño de bloques completamente al azar, además se utilizara una prueba de comparación pareada simple.

1.5.6.4. Diseño experimental

Diagrama 9. Diseño experimental de aplicación de recubrimiento



Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.5.6.5. Resultados y análisis de resultados

Los resultados serán los siguientes: pérdida de peso del queso durante la maduración, una evaluación organoléptica (Prueba hedónica) y un recuento de mohos (al queso andino ya madurado).

Cuadro 90. Aplicación del recubrimiento – Peso del queso

Variables		Peso (gramos) del queso											
Tiempo (días)	Método de aplicación	Ar ₁ = Inmersión			Ar ₂ = Barnizado			Ar ₃ = Aspersión			Ms = Queso s/recubrimiento		
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃
0		186.54	186.54	186.54	174.70	174.71	174.70	166.79	166.78	166.79	191.00	191.00	191.00
1		184.97	184.96	184.97	172.79	172.79	172.78	165.56	165.56	165.55	190.15	190.14	190.15
2		184.08	184.08	184.08	171.09	171.09	171.09	165.01	165.01	165.01	190.14	190.14	190.14
3		183.08	183.09	183.08	170.15	170.14	170.15	164.42	164.42	164.43	186.11	186.10	186.11
4		181.43	181.43	181.42	169.35	169.35	169.34	163.59	163.59	163.58	185.23	185.22	185.23
5		179.65	179.65	179.65	168.33	168.33	168.33	162.68	162.68	162.68	183.19	183.19	183.19
6		178.02	178.01	178.02	166.42	166.41	166.42	161.52	161.51	164.52	181.34	181.34	181.33
7		176.54	176.54	176.54	165.05	165.05	165.04	159.96	159.95	159.96	180.20	180.21	180.20
8		175.45	175.44	175.45	163.66	163.65	163.66	159.76	159.76	159.76	176.77	176.76	176.77
9		174.04	174.04	174.05	162.29	162.29	162.29	158.89	158.87	158.89	175.76	175.76	175.76
10		172.63	172.62	172.63	160.92	160.92	160.91	158.02	158.01	158.02	173.94	173.95	173.94
11		171.22	171.22	171.22	159.55	159.54	159.55	157.15	157.15	157.14	172.12	172.12	172.12
12		169.81	169.80	169.81	158.18	158.18	158.18	156.28	156.27	156.28	170.31	170.31	170.31
13		168.40	168.40	168.39	156.81	156.81	156.80	155.41	155.41	155.4	168.49	168.49	168.48
14		166.99	166.98	166.99	155.44	155.43	155.44	154.54	154.54	154.53	166.68	166.68	166.68
15		165.59	165.59	165.59	154.07	154.07	154.07	153.67	153.67	153.67	164.86	164.85	164.86

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 14. Análisis ANOVA – Peso del queso (gramos)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	FC	Valor crítico para F al 5%
Factor A	11402.4670	3	3800.8224	80772.9605	2.6776
Factor B	7610.0419	15	507.3361	10781.6249	1.7485
A x B (Interacción)	473.5511	45	10.5234	223.6365	1.4684
Error Experimental	6.0231	128	0.0471		
Total	19492.0831	191	102.0528		

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se observa en la tabla 14, que el valor calculado de F (FC) tanto para los dos factores y la interacción es mayor al F de tabla, por lo tanto se puede decir que existe diferencia estadísticamente significativa y se proceda a realizar una prueba Tukey para ambos factores y un análisis de factores para la interacción.

Tukey

Cuadro 91. Resultados de la prueba Tukey para el peso del queso (gramos) en función a los días

Desviación $S\bar{x}$	0.2505
AES(R)	4.8500
ALS (R)	1.2148

# día	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Media	179.76	178.36	177.58	175.94	174.90	173.46	172.07	170.44	168.91	167.74	166.38	165.01	163.64	162.27	160.91	159.54
Clave	XV I	XV	XI V	XII I	XII	XI	X	IX	VII I	VII	VI	V	IV	III	II	I

	Diferencia de promedios	ALS (R)
XVI – I	20.2129	1.2148
XVI – II	18.8478	1.2148
XVI – III	17.4833	1.2148
XVI – IV	16.1154	1.2148
XVI – V	14.7493	1.2148
XVI – VI	13.3824	1.2148
XVI – VII	12.0150	1.2148
XVI – VIII	10.8507	1.2148
XVI – IX	9.3208	1.2148
XVI – X	7.6858	1.2148
XVI – XI	6.2950	1.2148
XVI – XII	4.8608	1.2148
XVI – XIII	3.8175	1.2148
XVI – XIV	2.1775	1.2148
XVI – XV	1.3933	1.2148
XV - I	18.8196	1.2148
XV – II	17.4544	1.2148
XV – III	16.0899	1.2148
XV – IV	14.7221	1.2148
XV – V	13.3560	1.2148
XV – VI	11.9890	1.2148
XV – VII	10.6217	1.2148
XV – VIII	9.4574	1.2148
XV – IX	7.9275	1.2148
XV – X	6.2925	1.2148
XV – XI	4.9017	1.2148
XV – XII	3.4675	1.2148
XV – XIII	2.4242	1.2148
XV – XIV	0.7842	1.2148
XIV - I	18.0354	1.2148
XIV – II	16.6703	1.2148

	Diferencia de promedios	ALS (R)
XIV – III	15.3058	1.2148
XIV – IV	13.9379	1.2148
XIV – V	12.5718	1.2148
XIV – VI	11.2049	1.2148
XIV – VII	9.8375	1.2148
XIV – VIII	8.6732	1.2148
XIV – IX	7.1433	1.2148
XIV – X	5.5083	1.2148
XIV – XI	4.1175	1.2148
XIV – XII	2.6833	1.2148
XIV – XIII	1.6400	1.2148
XIII - I	16.3954	1.2148
XIII – II	15.0303	1.2148
XIII – III	13.6658	1.2148
XIII – IV	12.2979	1.2148
XIII – V	10.9318	1.2148
XIII – VI	9.5649	1.2148
XIII – VII	8.1975	1.2148
XIII – VIII	7.0332	1.2148
XIII – IX	5.5033	1.2148
XIII – X	3.8683	1.2148
XIII – XI	2.4775	1.2148
XIII – XII	1.0433	1.2148
XII – I	15.3521	1.2148
XII – II	13.9869	1.2148
XII – III	12.6224	1.2148
XII – IV	11.2546	1.2148
XII – V	9.8885	1.2148
XII – VI	8.5215	1.2148
XII – VII	7.1542	1.2148
XII – VIII	5.9899	1.2148

	Diferencia de promedios	ALS (R)
XII – IX	4.4600	1.2148
XII – X	2.8250	1.2148
XII – XI	1.4342	1.2148
XI – I	13.9179	1.2148
XI – II	12.5528	1.2148
XI – III	11.1883	1.2148
XI – IV	9.8204	1.2148
XI – V	8.4543	1.2148
XI – VI	7.0874	1.2148
XI – VII	5.7200	1.2148
XI – VIII	4.5557	1.2148
XI – IX	3.0258	1.2148
X – X	1.3908	1.2148
X – I	12.5271	1.2148
X – II	11.1619	1.2148
X – III	9.7974	1.2148
X – IV	8.4296	1.2148
X – V	7.0635	1.2148
X – VI	5.6965	1.2148
X – VII	4.3292	1.2148
X – VIII	3.1649	1.2148
X – IX	1.6350	1.2148
IX – I	10.8921	1.2148
IX – II	9.5269	1.2148
IX – III	8.1624	1.2148
IX – IV	6.7946	1.2148
IX – V	5.4285	1.2148
IX – VI	4.0615	1.2148
IX – VII	2.6942	1.2148
IX – VIII	1.5299	1.2148
VIII – I	9.3622	1.2148

	Diferencia de promedios	ALS (R)
VIII – II	7.9970	1.2148
VIII – III	6.6325	1.2148
VIII – IV	5.2647	1.2148
VIII – V	3.8986	1.2148
VIII – VI	2.5316	1.2148
VIII – VII	1.1643	1.2148
VII – I	8.1979	1.2148
VII – II	6.8328	1.2148
VII – III	5.4683	1.2148
VII – IV	4.1004	1.2148
VII – V	2.7343	1.2148
VII – VI	1.3673	1.2148
VI – I	6.8306	1.2148
VI – II	5.4654	1.2148
VI – III	4.1009	1.2148
VI – IV	2.7331	1.2148
VI – V	1.3670	1.2148
V – I	5.4636	1.2148
V – II	4.0984	1.2148
V – III	2.7339	1.2148
V – IV	1.3661	1.2148
IV – I	4.0975	1.2148
IV – II	2.7323	1.2148
IV – III	1.3678	1.2148
III – I	2.7297	1.2148
III – II	1.3645	1.2148
II – I	1.3652	1.2148

XVI XV XIV XIII XII XI X IX VIII VII VI V IV III II I
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se puede observar en los resultados hallados en la prueba de Tukey, que existe diferencia estadística significativa con un 95% de confianza, es decir, que los cambios de pesos en los días son diferentes excepto para los días 1 y 2 donde no hubo una diferencia significativa, así como para el día 3 y 4, y el día 8 y 9.

Cuadro 92. Resultados de la prueba Tukey para peso de los quesos (gramos) en función a la aplicación

Desviación $S\bar{x}$	0.0939
AES(R)	3.6300
ALS (R)	0.3410

Aplicación	Ms	Ar1	Ar2	Ar3
Media	178.5170	176.1510	164.2965	160.2637
Clave	IV	III	II	I

	Diferencia de promedios	ALS (R)
IV-I	18.2533	0.3410
IV-II	14.2206	0.3410
IV-III	2.3661	0.3410
III-I	15.8873	0.3410
III-II	11.8545	0.3410
II-I	4.0328	0.3410

IV III II I
Ms Ar₁ Ar₂ Ar₃

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se puede observar en los resultados hallados en la prueba de Tukey, que existe diferencia estadística significativa con un 95% de confianza, es decir, que los tratamientos son diferentes.

Análisis de factores

Tabla 15. Análisis de factores para peso de los quesos (gramos)

F.V	G.L	S.C	CM	FC	FT 5%
1 Ar	3	0.6523	0.2174	12.0873	2.6776
2 Ar	3	4.0369	1.3456	74.8100	2.6776
3 Ar	3	2.9964	0.9988	55.5280	2.6776
4 Ar	3	2.5493	0.8498	47.2434	2.6776
5 Ar	3	4.4413	1.4804	82.3042	2.6776
6 Ar	3	11.5638	3.8546	214.2946	2.6776
7 Ar	3	4.6566	1.5522	86.2947	2.6776
8 Ar	3	16.2257	5.4086	300.6872	2.6776
9 Ar	3	16.8930	5.6310	313.0540	2.6776
10 Ar	3	21.5319	7.1773	399.0201	2.6776
11 Ar	3	26.7317	8.9106	495.3794	2.6776
12 Ar	3	32.4331	10.8110	601.0361	2.6776
13 Ar	3	38.7577	12.9192	718.2393	2.6776
14 Ar	3	45.5683	15.1894	844.4510	2.6776
15 Ar	3	53.0453	17.6818	983.0101	2.6776
Ar1 D	15	485.1990	34.6571	1926.7466	1.7485
Ar2 D	15	498.7142	35.6224	1980.4159	1.7485
Ar3 D	15	236.9355	16.9240	940.8811	1.7485
Ms D	15	791.4380	56.5313	3142.8351	1.7485
Error experimental	128	6.0231	0.0471		

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión

Del resultado obtenido en la tabla 15, se puede observar que el valor de F calculado (FC) es mayor al valor de F al 5% en todos los grupos; es decir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, los tratamientos son diferentes, es decir, existe diferencia significativa con una confianza del 95%.

Cuadro 93. Pérdida de peso (gramos) del queso

Variables		Pérdida de peso (gramos) del queso										
Tiempo (días) Método de aplicación	Ar ₁ = Inmersión			Ar ₂ = Barnizado			Ar ₃ = Aspersión			Ms = Queso s/recubrimiento		
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃
1	1.57	1.58	1.57	1.91	1.92	1.92	1.23	1.22	1.24	0.85	0.86	0.85
2	2.46	2.46	2.46	3.61	3.62	3.61	1.78	1.77	1.78	0.86	0.86	0.86
3	3.46	3.45	3.46	4.55	4.57	4.55	2.37	2.36	2.36	4.89	4.90	4.89
4	5.11	5.11	5.12	5.35	5.36	5.36	3.20	3.19	3.21	5.77	5.78	5.77
5	6.89	6.89	6.89	6.37	6.38	6.37	4.11	4.10	4.11	7.81	7.81	7.81
6	8.52	8.53	8.52	8.28	8.30	8.28	5.27	5.27	2.27	9.66	9.66	9.67
7	10.00	10.00	10.00	9.65	9.66	9.66	6.83	6.83	6.83	10.80	10.79	10.80
8	11.09	11.10	11.09	11.05	11.06	11.04	7.03	7.02	7.03	14.23	14.24	14.23
9	12.50	12.50	12.49	12.42	12.43	12.42	7.90	7.91	7.90	15.24	15.24	15.24
10	13.91	13.92	13.91	13.79	13.80	13.79	8.77	8.77	8.77	17.06	17.05	17.06
11	15.32	15.32	15.32	15.16	15.17	15.15	9.64	9.63	9.65	18.88	18.88	18.88
12	16.73	16.74	16.73	16.53	16.54	16.53	10.51	10.51	10.51	20.69	20.69	20.69
13	18.14	18.14	18.15	17.90	17.91	17.90	11.38	11.37	11.39	22.51	22.51	22.52
14	19.55	19.56	19.55	19.27	19.28	19.26	12.25	12.24	12.26	24.32	24.32	24.32
15	20.95	20.95	20.95	20.64	20.65	20.64	13.12	13.11	13.12	26.14	26.15	26.14

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 16. Análisis ANOVA – Pérdida de peso del queso (gramos)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	FC	Valor crítico para F al 5%
Factor A	950.3661	3	316.7887	6330.8293	2.6840
Factor B	6342.6880	14	453.0491	9053.9115	1.7740
A x B (Interacción)	414.1532	42	9.8608	197.0619	1.4880
Error Experimental	6.0047	120	0.0500		
Total	7713.2120	179	43.0906		

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se observa en la tabla 16, que el valor calculado de F (FC) tanto para los dos factores y la interacción es mayor al F de tabla, por lo tanto se puede decir que existe diferencia estadísticamente significativa y se proceda a realizar una prueba Tukey para ambos factores y un análisis de factores para la interacción.

Tukey

Cuadro 94. Resultados de la prueba Tukey - Pérdida de peso de queso (gramos) en función a los días

Desviación $S\bar{x}$	0.2583
AES(R)	4.9000
ALS (R)	1.2657

# día	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Media	20.212 9	18.847 8	17.487 8	16.115 4	14.749 3	13.382 4	12.015 0	10.850 7	9.3208	7.6858	6.2950	4.8606	3.8175	2.1775	1.3933
Clave	XV	XI V	XII I	XII	XI	X	IX	VII I	VII	VI	V	IV	III	II	I

	Diferencia de promedios	ALS (R)
XV - I	18.8196	1.2657
XV - II	18.0354	1.2657
XV - III	16.3954	1.2657
XV - IV	15.3521	1.2657
XV - V	13.9179	1.2657
XV - VI	12.5271	1.2657
XV - VII	10.8921	1.2657
XV - VIII	9.3622	1.2657
XV - IX	8.1979	1.2657
XV - X	6.8306	1.2657
XV - XI	5.4636	1.2657
XV - XII	4.0975	1.2657
XV - XIII	2.7297	1.2657
XV - XIV	1.3652	1.2657
XIV - I	17.4544	1.2657
XIV - II	16.6703	1.2657
XIV - III	15.0303	1.2657
XIV - IV	13.9869	1.2657
XIV - V	12.5528	1.2657
XIV - VI	11.1619	1.2657
XIV - VII	9.5269	1.2657
XIV - VIII	7.9970	1.2657
XIV - IX	6.8328	1.2657
XIV - X	5.4654	1.2657
XIV - XI	4.0984	1.2657
XIV - XII	2.7323	1.2657
XIV - XIII	1.3645	1.2657
XIII - I	16.0899	1.2657
XIII - II	15.3058	1.2657
XIII - III	13.6658	1.2657
XIII - IV	12.6224	1.2657

	Diferencia de promedios	ALS (R)
XIII – V	11.1883	1.2657
XIII – VI	9.7974	1.2657
XIII – VII	8.1624	1.2657
XIII – VIII	6.6325	1.2657
XIII – IX	5.4683	1.2657
XIII – X	4.1009	1.2657
XIII – XI	2.7339	1.2657
XIII – XII	1.3678	1.2657
XII – I	14.7221	1.2657
XII – II	13.9379	1.2657
XII – III	12.2979	1.2657
XII – IV	11.2546	1.2657
XII – V	9.8204	1.2657
XII – VI	8.4296	1.2657
XII – VII	6.7946	1.2657
XII – VIII	5.2647	1.2657
XII – IX	4.1004	1.2657
XII – X	2.7331	1.2657
XII – XI	1.3661	1.2657
XI – I	13.3560	1.2657
XI – II	12.5718	1.2657
XI – III	10.9318	1.2657
XI – IV	9.8885	1.2657
XI – V	8.4543	1.2657
XI – VI	7.0635	1.2657
XI – VII	5.4285	1.2657
XI – VIII	3.8986	1.2657
XI – IX	2.7343	1.2657
X – X	1.3670	1.2657
X – I	11.9890	1.2657
X – II	11.2049	1.2657

	Diferencia de promedios	ALS (R)
X – III	9.5649	1.2657
X – IV	8.5215	1.2657
X – V	7.0874	1.2657
X – VI	5.6965	1.2657
X – VII	4.0615	1.2657
X – VIII	2.5316	1.2657
X – IX	1.3673	1.2657
IX – I	10.6217	1.2657
IX – II	9.8375	1.2657
IX – III	8.1975	1.2657
IX – IV	7.1542	1.2657
IX – V	5.7200	1.2657
IX – VI	4.3292	1.2657
IX – VII	2.6942	1.2657
IX – VIII	1.1643	1.2657
VIII – I	9.4574	1.2657
VIII – II	8.6732	1.2657
VIII – III	7.0332	1.2657
VIII – IV	5.9899	1.2657
VIII – V	4.5557	1.2657
VIII – VI	3.1649	1.2657
VIII – VII	1.5299	1.2657
VII – I	7.9275	1.2657
VII – II	7.1433	1.2657
VII – III	5.5033	1.2657
VII – IV	4.4600	1.2657
VII – V	3.0258	1.2657
VII – VI	1.6350	1.2657
VI – I	6.2925	1.2657
VI – II	5.5083	1.2657
VI – III	3.8683	1.2657

	Diferencia de promedios	ALS (R)
VI – IV	2.8250	1.2657
VI – V	1.3908	1.2657
V – I	4.9017	1.2657
V – II	4.1175	1.2657
V – III	2.4775	1.2657
V – IV	1.4342	1.2657
IV – I	3.4675	1.2657
IV – II	2.6833	1.2657
IV – III	1.0433	1.2657
III – I	2.4242	1.2657
III – II	1.6400	1.2657
II – I	0.7842	1.2657

XV	XI V	XII I	XII	XI	X	IX	VII I	VII	VI	V	IV	III	II	I
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se puede observar en los resultados hallados en la prueba de Tukey, que existe diferencia estadística significativa con un 95% de confianza, es decir, que las pérdidas de pesos en los días son diferentes excepto para los días 9 y 8 donde no hubo una diferencia significativa, así como para el día . y 4, y el día 1 y 2.

Cuadro 95. Resultados para prueba de Tukey - Pérdida de peso del queso (gramos) en función a las diferentes aplicaciones

Desviación $S\bar{x}$	0.1000
AES(R)	3.6900
ALS (R)	0.3691

Aplicación	Ms	Ar₂	Ar₁	Ar₃
Media	13.3152	11.1007	11.0816	6.9579
Clave	IV	III	II	I

	Diferencia de promedios	ALS (R)
IV-I	6.3573	0.3691
IV-II	2.2335	0.3691
IV-III	2.2145	0.3691
III-I	4.1428	0.3691
III-II	0.0190	0.3691
II-I	4.1238	0.3691

IV III II I

Ms Ar₂ Ar₁ Ar₃

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se puede observar en los resultados hallados en la prueba de Tukey, que existe diferencia estadística significativa con un 95% de confianza, es decir, que los tratamientos son diferentes para los diferentes métodos de aplicación con excepción de los tratamientos Ar₂ y Ar₁, los cuales no presentan una diferencia significativa.

Análisis de factores

Tabla 17. Análisis de factores para pérdida de peso de los quesos (gramos)

F.V	G.L	S.C	CM	FC	FT 5%
1 Ar	3	1.8737	0.6246	12.4815	2.6840
2 Ar	3	12.1137	4.0379	80.6957	2.6840
3 Ar	3	11.8458	3.9486	78.9108	2.6840
4 Ar	3	11.7019	3.9006	77.9525	2.6840
5 Ar	3	22.3326	7.4442	148.7690	2.6840
6 Ar	3	49.9225	16.6408	332.5600	2.6840
7 Ar	3	26.8692	8.9564	178.9896	2.6840
8 Ar	3	78.4920	26.1640	522.8762	2.6840
9 Ar	3	83.1082	27.7027	533.8762	2.6840
10 Ar	3	105.6967	35.2322	704.1015	2.6840
11 Ar	3	131.0098	43.6699	872.7253	2.6840
12 Ar	3	158.7605	52.9202	1057.5871	2.6840
13 Ar	3	189.4680	63.1560	1262.1461	2.6840
14 Ar	3	222.5601	74.1867	1482.5900	2.6840
15 Ar	3	258.7647	86.25449	1723.7519	2.6840
Ar1 D	14	1688.3554	120.5968	2410.0764	1.7740
Ar2 D	14	1522.1383	108.7242	2172.8065	1.7740
Ar3 D	14	659.1025	47.0787	940.8401	1.7740
Ms D	14	2887.2451	206.2318	4121.4553	1.7740
Error experimental	120	6.0046	0.0500		

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión

Del resultado obtenido en la tabla 17, se puede observar que el valor de F calculado (FC) es mayor al valor de F al 5% en todos los grupos; es decir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, los tratamientos son diferentes, es decir, existe diferencia significativa con una confianza del 95%.

Cuadro 96. Pérdida de peso (%) del queso

Variables		Pérdida de peso (%) del queso										
Tiempo (días) Método de aplicación	Ar ₁ = Inmersión			Ar ₂ = Barnizado			Ar ₃ = Aspersión			Ms = Queso s/recubrimiento		
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃
1	0.84	0.85	0.84	1.09	1.10	1.10	0.74	0.73	0.74	0.45	0.45	0.45
2	1.32	1.32	1.32	2.07	2.07	2.07	1.07	1.06	1.07	0.45	0.45	0.45
3	1.85	1.85	1.85	2.60	2.62	2.60	1.42	1.42	1.41	2.56	2.57	2.56
4	2.74	2.74	2.74	3.06	3.07	3.07	1.92	1.91	1.92	3.02	3.03	3.02
5	3.69	3.69	3.69	3.65	3.65	3.65	2.46	2.46	2.46	4.09	4.09	4.09
6	4.57	4.57	4.57	4.74	4.75	4.74	3.16	3.16	1.36	5.06	5.06	5.06
7	5.36	5.36	5.36	5.52	5.53	5.53	4.09	4.10	4.09	5.65	5.65	5.65
8	5.95	5.95	5.95	6.32	6.33	6.32	4.21	4.21	4.21	7.45	7.46	7.45
9	6.70	6.70	6.70	7.11	7.11	7.11	4.74	4.74	4.74	7.98	7.98	7.98
10	7.46	7.46	7.46	7.89	7.90	7.89	5.26	5.26	5.26	8.93	8.93	8.93
11	8.21	8.21	8.21	8.67	8.68	8.67	5.78	5.77	5.79	9.88	9.88	9.88
12	8.97	8.97	8.97	9.46	9.46	9.46	6.30	6.30	6.30	10.83	10.83	10.83
13	9.72	9.72	9.73	10.24	10.25	10.25	6.82	6.82	6.83	11.78	11.79	11.79
14	10.48	10.49	10.48	11.03	11.04	11.02	7.34	7.34	7.35	12.73	12.73	12.73
15	11.23	11.23	11.23	11.81	11.82	11.81	7.87	7.86	7.87	13.68	13.69	13.69

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 18. Análisis ANOVA - % Pérdida de peso del queso

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	FC	Valor crítico para F al 5%
Factor A	830.5188	3	276.8396	5532.5226	2.6840
Factor B	28266.7328	14	2019.0523	40349.9085	1.7740
A x B (Interacción)	38999.0474	42	928.5487	18556.6546	1.4880
Error Experimental	6.0046	120	0.0500		
Total	68102.3036	179	380.4598		

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se observa en la tabla 18, que el valor calculado de F (FC) tanto para los dos factores y la interacción es mayor al F de tabla, por la tanto se puede decir que existe diferencia estadísticamente significativa y se proceda a realizar una prueba Tukey para ambos factores y un análisis de factores para la interacción.

Tukey

Cuadro 97. Resultados de prueba Tukey - % Pérdida de peso de queso en función a los días

Desviación $S\bar{x}$	0.1549
AES(R)	4.9000
ALS (R)	0.7588

# día	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Media	11.1495	10.3971	9.6451	8.8913	8.1384	7.3850	6.6315	5.9841	5.1590	4.2330	3.4732	2.6872	2.1101	1.2256	0.7812
Clave	XV	XI V	XII I	XII	XI	X	IX	VII I	VII	VI	V	IV	III	II	I

	Diferencia de promedios	ALS (R)
XV - I	53.9582	0.7588
XV - II	53.1740	0.7588
XV - III	51.5340	0.7588
XV - IV	50.4907	0.7588
XV - V	49.0565	0.7588
XV - VI	47.6657	0.7588
XV - VII	46.0307	0.7588
XV - VIII	44.5008	0.7588
XV - IX	43.3365	0.7588
XV - X	41.9692	0.7588
XV - XI	40.6022	0.7588
XV - XII	39.2361	0.7588
XV - XIII	37.8683	0.7588
XV - XIV	36.5038	0.7588
XIV - I	17.4544	0.7588
XIV - II	16.6703	0.7588
XIV - III	15.0303	0.7588
XIV - IV	13.9869	0.7588
XIV - V	12.5528	0.7588
XIV - VI	11.1619	0.7588
XIV - VII	9.5269	0.7588
XIV - VIII	7.9970	0.7588
XIV - IX	6.8328	0.7588
XIV - X	5.4654	0.7588
XIV - XI	4.0984	0.7588
XIV - XII	2.7323	0.7588
XIV - XIII	1.3645	0.7588
XIII - I	16.0899	0.7588
XIII - II	15.3058	0.7588
XIII - III	13.6658	0.7588
XIII - IV	12.6224	0.7588

	Diferencia de promedios	ALS (R)
XIII – V	11.1883	0.7588
XIII – VI	9.7974	0.7588
XIII – VII	8.1624	0.7588
XIII – VIII	6.6325	0.7588
XIII – IX	5.4683	0.7588
XIII – X	4.1009	0.7588
XIII – XI	2.7339	0.7588
XIII – XII	1.3678	0.7588
XII – I	14.7221	0.7588
XII – II	13.9379	0.7588
XII – III	12.2979	0.7588
XII – IV	11.2546	0.7588
XII – V	9.8204	0.7588
XII – VI	8.4296	0.7588
XII – VII	6.7946	0.7588
XII – VIII	5.2647	0.7588
XII – IX	4.1004	0.7588
XII – X	2.7331	0.7588
XII – XI	1.3661	0.7588
XI – I	13.3560	0.7588
XI – II	12.5718	0.7588
XI – III	10.9318	0.7588
XI – IV	9.8885	0.7588
XI – V	8.4543	0.7588
XI – VI	7.0635	0.7588
XI – VII	5.4285	0.7588
XI – VIII	3.8986	0.7588
XI – IX	2.7343	0.7588
X – X	1.3670	0.7588
X – I	11.9890	0.7588
X – II	11.2049	0.7588

	Diferencia de promedios	ALS (R)
X – III	9.5649	0.7588
X – IV	8.5215	0.7588
X – V	7.0874	0.7588
X – VI	5.6965	0.7588
X – VII	4.0615	0.7588
X – VIII	2.5316	0.7588
X – IX	1.3673	0.7588
IX – I	10.6217	0.7588
IX – II	9.8375	0.7588
IX – III	8.1975	0.7588
IX – IV	7.1542	0.7588
IX – V	5.7200	0.7588
IX – VI	4.3292	0.7588
IX – VII	2.6942	0.7588
IX – VIII	1.1643	0.7588
VIII – I	9.4574	0.7588
VIII – II	8.6732	0.7588
VIII – III	7.0332	0.7588
VIII – IV	5.9899	0.7588
VIII – V	4.5557	0.7588
VIII – VI	3.1649	0.7588
VIII – VII	1.5299	0.7588
VII – I	7.9275	0.7588
VII – II	7.1433	0.7588
VII – III	5.5033	0.7588
VII – IV	4.4600	0.7588
VII – V	3.0258	0.7588
VII – VI	1.6350	0.7588
VI – I	6.2925	0.7588
VI – II	5.5083	0.7588
VI – III	3.8683	0.7588

	Diferencia de promedios	ALS (R)
VI – IV	2.8250	0.7588
VI – V	1.3908	0.7588
V – I	4.9017	0.7588
V – II	4.1175	0.7588
V – III	2.4775	0.7588
V – IV	1.4342	0.7588
IV – I	3.4675	0.7588
IV – II	2.6833	0.7588
IV – III	1.0433	0.7588
III – I	2.4242	0.7588
III – II	1.6400	0.7588
II – I	0.7842	0.7588

XV	XI	XII					VII							
	V	I	XII	XI	X	IX	I	VII	VI	V	IV	III	II	I
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se puede observar en los resultados hallados en la prueba de Tukey, que existe diferencia estadística significativa con un 95% de confianza, es decir, que las pérdidas de pesos en los días son diferentes excepto para los días 15 y 14 donde no hubo una diferencia significativa, así como para el día 14 y 13, 13 y 12, 12 y 11, 11 y 10, 9 y 8, 4 y 3, y el día 1 y 2.

Cuadro 98. Resultados de la Prueba Tukey para % pérdida de peso del queso para diferentes aplicaciones del recubrimiento

Desviación $S\bar{x}$	0.0600
AES(R)	3.6900
ALS (R)	0.2213

Aplicación	Ms	Ar₂	Ar₁	Ar₃
Media	6.9713	6.3540	5.9406	4.1717
Clave	IV	III	II	I

	Diferencia de promedios	ALS (R)
IV-I	2.7996	0.2213
IV-II	1.0307	0.2213
IV-III	0.6173	0.2213
III-I	2.1823	0.2213
III-II	0.4134	0.2213
II-I	1.7689	0.2213

IV III II I
Ms Ar₂ Ar₁ Ar₃

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se puede observar en los resultados hallados en la prueba de Tukey, que existe diferencia estadística significativa con un 95% de confianza, es decir, que los tratamientos son diferentes para los diferentes métodos de aplicación.

Análisis de factores

Tabla 19. Análisis de factores para % pérdida de peso

F.V	G.L	S.C	CM	FC	FT 5%
1 Ar	3	0.6523	0.2174	12.0873	2.6840
2 Ar	3	4.0369	1.3456	74.8100	2.6840
3 Ar	3	2.9964	0.9988	55.5280	2.6840
4 Ar	3	2.5493	0.8498	47.2434	2.6840
5 Ar	3	4.4413	1.4804	82.3042	2.6840
6 Ar	3	11.5638	3.8546	214.2946	2.6840
7 Ar	3	4.6566	1.5522	86.2947	2.6840
8 Ar	3	16.2257	5.4086	300.6872	2.6840
9 Ar	3	16.8930	5.6310	313.0540	2.6840
10 Ar	3	21.5319	7.1773	399.0201	2.6840
11 Ar	3	26.7317	8.9106	495.3794	2.6840
12 Ar	3	32.4331	10.8110	601.0361	2.6840
13 Ar	3	38.7577	12.9192	718.2393	2.6840
14 Ar	3	45.5683	15.1894	844.4510	2.6840
15 Ar	3	53.0453	17.6818	983.0101	2.6840
Ar1 D	14	485.1990	34.6571	1926.7466	1.7740
Ar2 D	14	498.7142	35.6224	1980.4159	1.7740
Ar3 D	14	236.9355	16.9240	940.8401	1.7740
Ms D	14	791.4380	56.5313	3142.8351	1.7740
Error experimental	120	2.1585	0.0180		

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión

Del resultado obtenido en la tabla 19, se puede observar que el valor de F calculado (FC) es mayor al valor de F al 5% en todos los grupos; es decir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, los tratamientos son diferentes, es decir, existe diferencia significativa con una confianza del 95%.

Cuadro 99. Promedio del Peso del queso (gramos)

Promedio	Peso del queso (gramos)															
	Tempo (días) Método de aplicación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Ar ₁ = inmersión	186.54	184.97	184.08	183.08	181.43	179.65	178.02	176.54	175.45	174.04	172.63	171.22	169.81	168.40	166.99
	Ar ₂ = barnizado	174.70	172.79	171.09	170.15	169.35	168.33	166.42	165.05	163.66	162.29	160.91	159.55	158.18	156.80	155.44
	Ar ₃ = aspersión	166.79	165.56	165.01	164.42	163.59	162.68	162.52	159.96	159.76	158.88	158.02	157.15	156.28	155.41	154.54
	Ms = queso sin recubrimiento	191.00	190.15	190.14	186.11	185.23	183.19	181.34	180.20	176.77	175.76	173.94	172.12	170.31	168.49	166.68

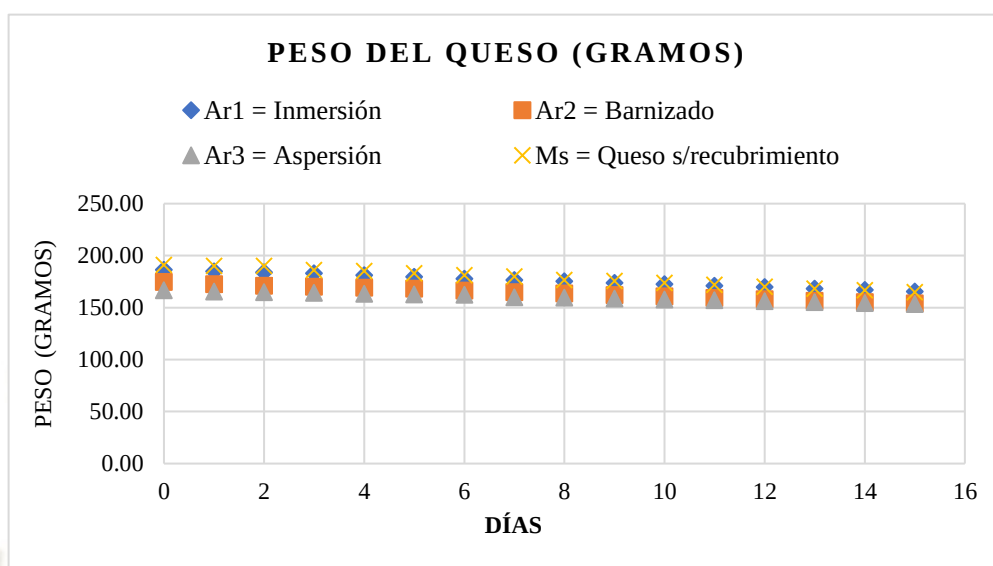
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 100. Promedio de la Pérdida de peso del queso (gramos)

Promedio	Pérdida de peso del queso (gramos)															
	Método de aplicación \ Tiempo (días)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Ar ₁ = inmersión	1.57	2.46	3.46	5.11	6.89	8.52	10.00	11.09	12.50	13.91	15.32	16.73	18.14	19.55	20.95
	Ar ₂ = barnizado	1.92	3.61	4.56	5.36	6.37	8.29	9.66	11.05	12.42	13.79	15.16	16.53	17.90	19.27	20.64
	Ar ₃ = aspersión	1.23	1.78	2.36	3.20	4.11	4.27	6.83	7.03	7.90	8.77	9.64	10.51	11.38	12.25	13.12
	Ms = queso sin recubrimiento	0.85	0.86	4.89	5.77	7.81	9.66	10.80	14.23	15.24	17.06	18.88	20.69	22.51	24.32	26.14

Fuente: Elaboración propia, 2018

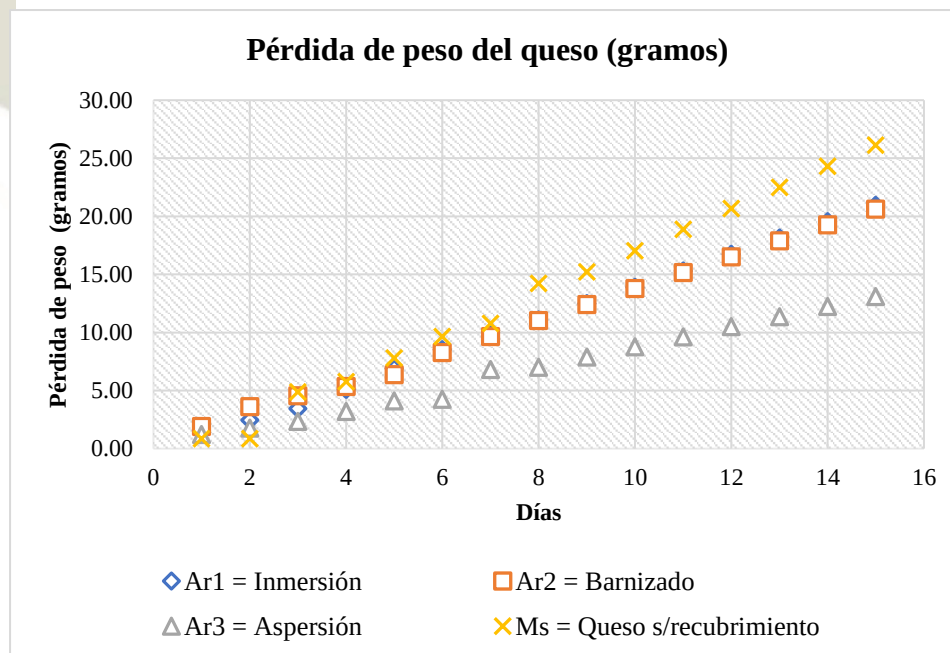
Gráfica 13. Promedio de peso del queso (gramos)



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación del Gráfico: En la gráfica 13 se puede observar que los pesos de los quesos fueron disminuyendo conforme pasaron los días en la cámara de maduración.

Gráfica 14. Promedio de pérdida de peso del queso (gramos) en función al primer día



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación del Gráfico: En la gráfica 14 se puede observar que el tratamiento Ms fue la que perdió más peso a lo largo de los quince días de maduración, mientras que el tratamiento Ar₃ fue la que menos perdió peso. Así mismo los tratamientos Ar₁ y Ar₂ perdieron casi el mismo peso

Cuadro 101. Promedio de la Pérdida del peso del queso (%)

Promedio	Pérdida de peso del queso (%)															
	Método de aplicación \ Tiempo (días)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Ar ₁ = inmersión	0.84	1.32	1.85	2.74	3.69	4.57	5.36	5.95	6.70	7.46	8.21	8.97	9.73	10.48	11.23
	Ar ₂ = barnizado	1.10	2.07	2.61	3.07	3.65	4.74	5.53	6.32	7.11	7.89	8.68	9.46	10.25	11.03	11.81
	Ar ₃ = aspersión	0.74	1.07	1.42	1.92	2.46	2.56	4.10	4.21	4.74	5.26	5.78	6.30	6.82	7.34	7.86
	Ms = queso sin recubrimiento	0.45	0.45	2.56	3.02	4.09	5.06	5.65	7.45	7.98	8.93	9.88	10.83	11.79	12.73	13.69

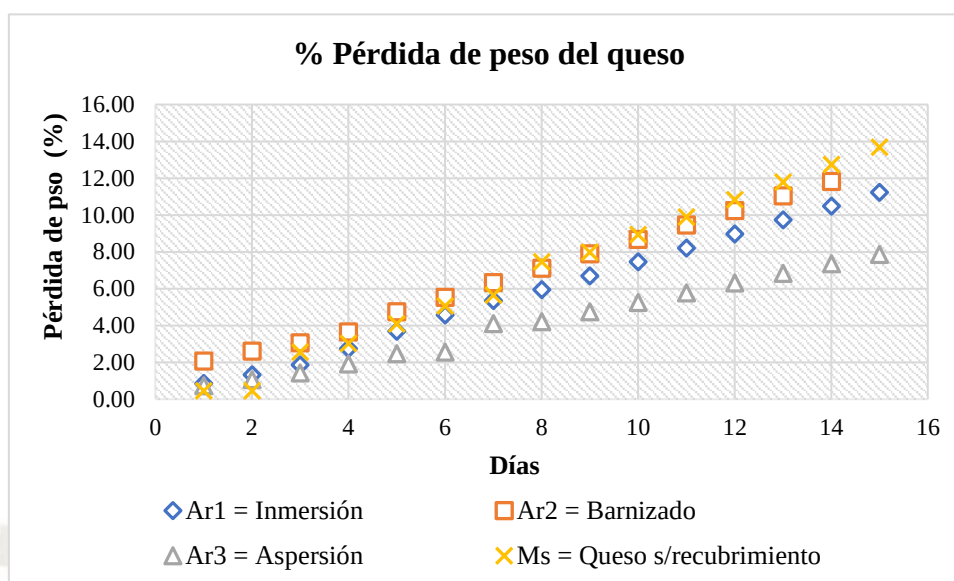
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 102. Recuento de mohos (ufc/g)

Días	Recuento de Mohos (ufc/g)											
	Ar ₁ = inmersión			Ar ₂ = barnizado			Ar ₃ = aspersión			Ms = queso sin recubrimiento		
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃
0	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g
15	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	< 10 ufc/g	10 ufc/g	10 ufc/g	10 ufc/g

Fuente: Elaboración propia, 2018.

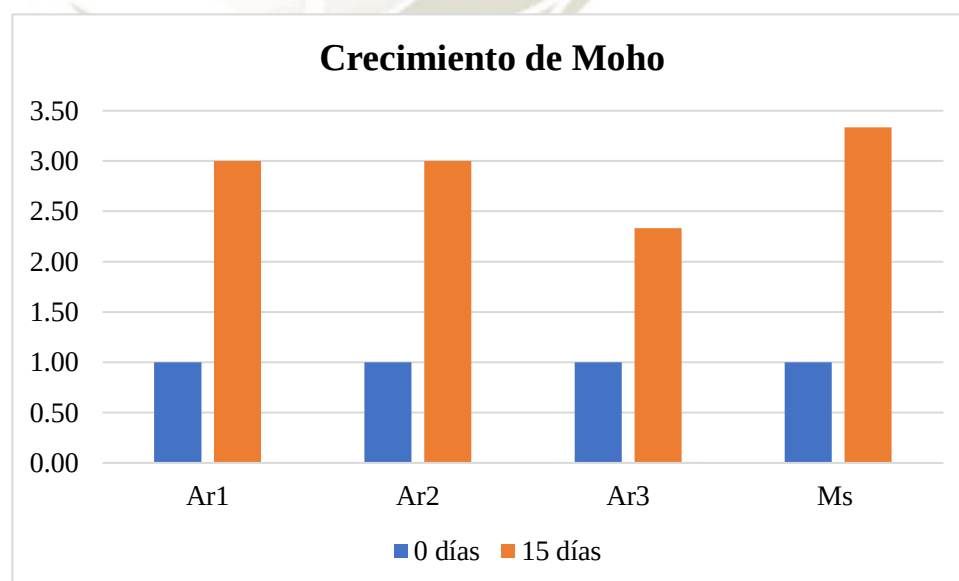
Gráfica 15. % Pérdida de peso del queso en función al primer día



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación del Gráfico: En la gráfica 15 se puede observar que el tratamiento Ms fue la que perdió más peso a lo largo de los quince días de maduración, mientras que el tratamiento Ar3 fue la que menos perdió peso. Así mismo los tratamientos Ar1, Ar2 y Ms perdieron casi el mismo peso.

Gráfica 16. Crecimiento de moho en la maduración de queso



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación del gráfico: Los valores asignados para poder realizar la gráfica se basaron en los datos del cuadro de Recuento de Mohos (ufc/g), a los cuales se les dio un valor de 1 a 4, siendo el valor menor 1 y el mayor 4. Así mismo se utiliza estos datos para poder realizar el test de Friedman.

Test de Friedman

Cuadro 103. Resultados del Test de Friedman para crecimiento de mohos durante la maduración del queso

Rangos

	Rango promedio
Ar1	2,50
Ar2	2,50
Ar3	1,75
Ms	3,25

Estadísticos de prueba^a

N	2
Chi-cuadrado	3,000
gl	3
Sig. asintótica	,392

a. Prueba de Friedman

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: A través de la prueba de Friedman (prueba no paramétrica para datos k muestras relacionadas) que aplica el Chi – cuadrado se puede saber si se acepta la hipótesis nula o la alterna las cuales indican que no existe suficiente evidencia estadística para indicar que la aplicación de recubrimiento influye en el crecimiento de mohos durante de la maduración o que existe suficiente evidencia estadística

para indicar que la aplicación de recubrimiento influye en el crecimiento de mohos durante la maduración respectivamente.

Al analizar los resultados se tiene que el chi – cuadrado calculado tiene un valor de 3, el cual es menor que el chi – cuadrado hallado en la tabla ([Anexo 3](#)) cuyo valor para una significancia de 0.05 es de 7.8147; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, la cual indica que no existe suficiente evidencia estadística para indicar que la aplicación de recubrimiento influye en el crecimiento de mohos durante de la maduración.

Cuadro 104. Prueba hedónica - Sabor (Queso madurado)

Variable		Prueba de Sabor			
Método de aplicación		Ar ₁ = inmersión	Ar ₂ = barnizado	Ar ₃ = Aspersión	Ms = sin recubrimiento
Jueces	1	8	8	9	9
	2	8	8	9	8
	3	7	8	8	8
	4	8	9	8	8
	5	8	8	9	8
	6	9	8	8	9
	7	8	9	9	8
	8	8	8	9	8
	Promedio	8.0	8.3	8.6	8.3

Fuente: Elaboración propia, 2018.

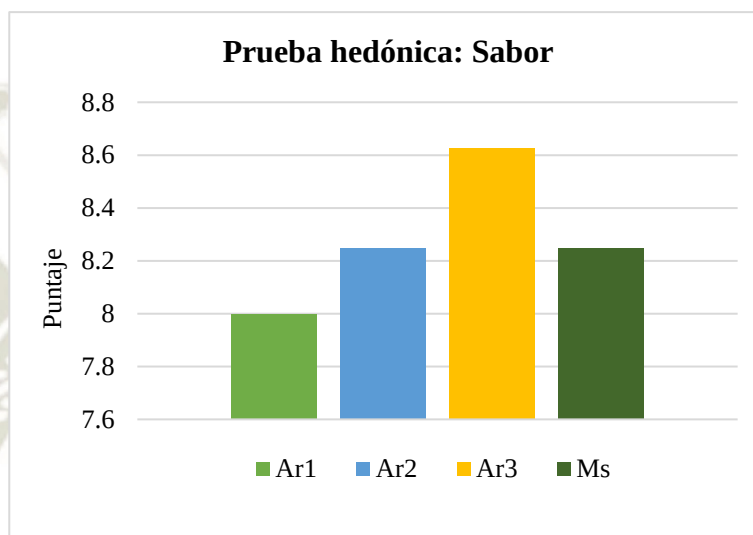
Tabla 20. Análisis ANOVA para prueba hedónica – Sabor

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	FC	Valor crítico para F al 5%
Tratamiento	1.5938	3	0.5313	2.1636	3.0700
Bloque	1.7188	7	0.2455	1.0000	2.4900
Error Experimental	5.1563	21	0.2455		
Total	8.4688	31			

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se observa en la tabla 23, que el valor calculado de F (FC) tanto para tratamiento y bloque es menor al F de tabla, por la tanto se puede decir que no existe diferencia estadísticamente significativa.

Gráfica 17. Prueba hedónica - Sabor (Queso madurado)



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación del Gráfico

En la gráfica 17 se puede observar que la muestra Ar₃ fue la muestra que presentó un mayor valor de puntaje a comparación de las otras muestras en cuanto al sabor.

Cuadro 105. Prueba hedónica - Olor (Queso madurado)

Variable		Prueba de Olor			
Método de aplicación		Ar ₁ = inmersión	Ar ₂ = barnizado	Ar ₃ = Aspersión	Ms = sin recubrimiento
Jueces	1	8	9	9	8
	2	8	8	9	8
	3	9	8	8	8
	4	8	8	9	8
	5	8	9	9	8
	6	8	8	9	8
	7	9	8	8	8
	8	8	8	8	8
	Promedio	8.3	8.3	8.6	8.0

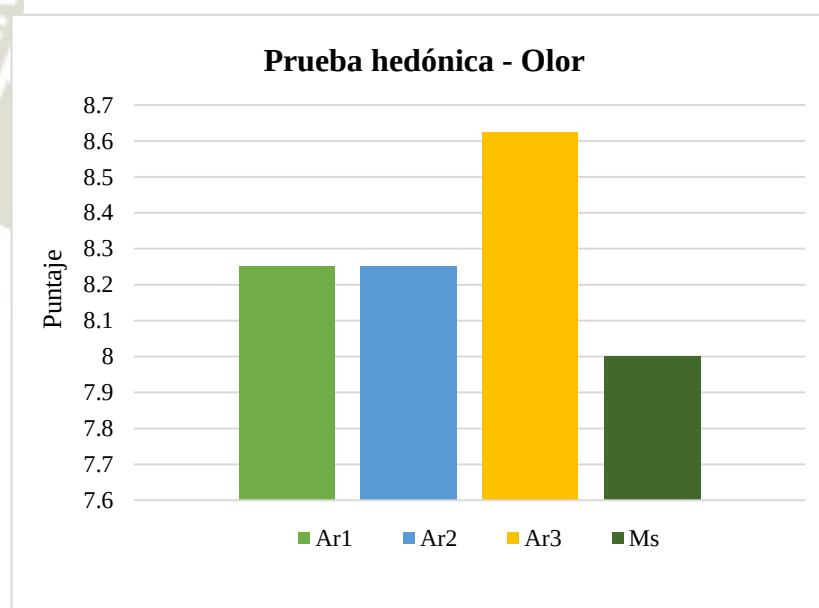
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 21. Análisis ANOVA - Prueba hedónica Olor (Queso madurado)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	FC	Valor crítico para F al 5%
Tratamiento	1.5938	3	0.5313	2.6842	3.0700
Bloque	0.7188	7	0.1027	0.5188	2.4900
Error Experimental	4.1563	21	0.1979		
Total	6.4688	31			

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se observa en la tabla 21, que el valor calculado de F (FC) tanto para tratamiento y bloque es menor al F de tabla, por la tanto se puede decir que no existe diferencia estadísticamente significativa.

Gráfica 18. Prueba hedónica - Olor (Queso madurado)


Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación del Gráfico

En la gráfica 18 se puede observar que la muestra Ar₃ fue la muestra que presentó un mayor valor de puntaje a comparación de las otras muestras en cuanto al olor.

Cuadro 106. Prueba hedónica - Color (Queso madurado)

Variable		Prueba de Color			
Método de aplicación		Ar ₁ = inmersión	Ar ₂ = barnizado	Ar ₃ = Aspersión	Ms = sin recubrimiento
Jueces	1	9	8	9	8
	2	8	9	8	8
	3	8	8	8	8
	4	7	9	9	7
	5	7	8	8	8
	6	8	7	9	7
	7	8	8	8	8
	8	7	7	8	8
	Promedio	7.8	8.0	8.4	7.8

Fuente: Elaboración propia, 2018.

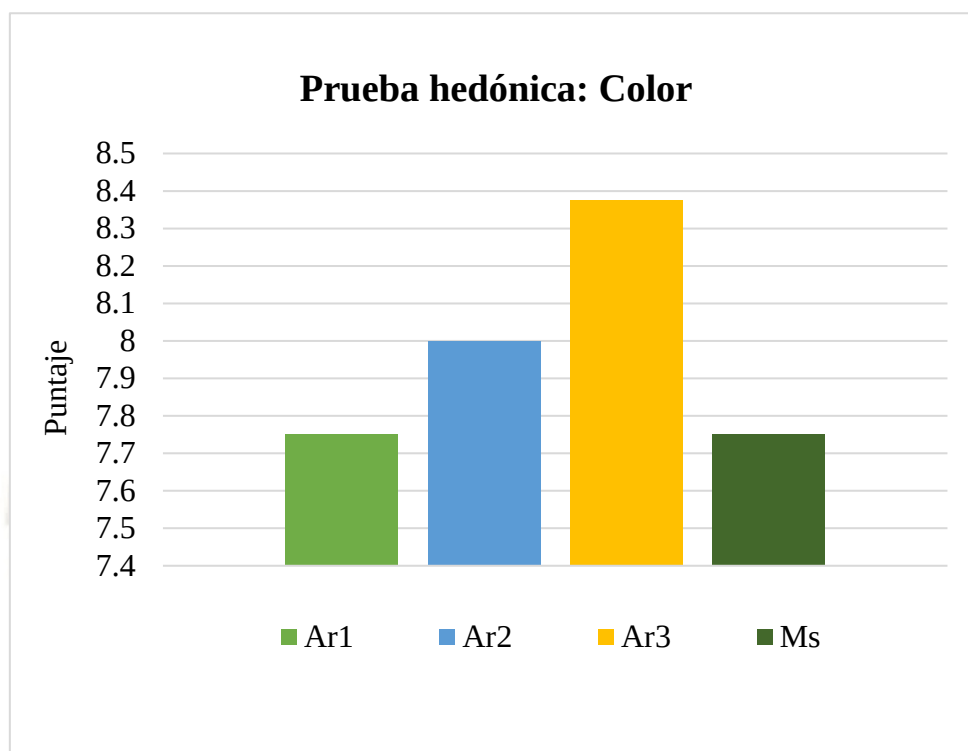
Tabla 22. Análisis ANOVA - Prueba hedónica Color (Queso madurado)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	FC	Valor crítico para F al 5%
Tratamiento	2.0938	3	0.6979	1.7969	3.0700
Bloque	2.7188	7	0.3884	1.0000	2.4900
Error Experimental	8.1563	21	0.3884		
Total	12.9688	31			

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión: Se observa en la tabla 22, que el valor calculado de F (FC) tanto para tratamiento y bloque es menor al F de tabla, por la tanto se puede decir que no existe diferencia estadísticamente significativa.

Gráfica 19. Prueba hedónica - Color (Queso madurado)



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación del Gráfico

En la gráfica 19 se puede observar que la muestra Ar₃ fue la muestra que presentó un mayor valor de puntaje a comparación de las otras muestras en cuanto al color.

1.5.6.6. Interpretación y discusión de resultados

Este experimento tuvo como objetivo evaluar y comparar los diferentes tipos de aplicación del recubrimiento con una muestra que no posea ningún tipo de recubrimiento después de su maduración.

Se evaluó la pérdida de peso a lo largo del periodo de maduración, cada día durante los 15 días que dura el proceso. En los resultados se aprecia que todas las muestras al pasar los días van perdiendo peso, ya que durante este proceso esto es normal, como indica Marín (2012) “En este período los quesos siguen perdiendo humedad mediante la evaporación, lo que provoca una disminución en su peso y un incremento del extracto seco, aunque en menor medida que la cámara de oreo” (p.17)

Así mismo, se evaluó la pérdida de peso en gramos y en porcentaje en función al peso del queso en el primer día, es decir, el día cero. Al evaluar la pérdida de peso en gramos se obtuvo que todos los tratamientos eran diferentes, luego al aplicar la prueba de Tukey se concluyó que el tratamiento Ar_2 y Ar_1 no presentaron una diferencia significativa; mientras que el tratamiento Ar_3 (Aspersión) fue la que perdió menos peso en comparación a el tratamiento Ms (Sin recubrimiento), el cual fue el que perdió más peso.

Al evaluar los resultados de los pesos del queso en los quince días se obtuvo que todos los tratamientos eran diferentes, el tratamiento Ar_3 tuvo un porcentaje de reducción de 7.86, mientras que el tratamiento Ms fue el que perdió más, ya tuvo un porcentaje de reducción de 13.69%.

Los recubrimientos comestibles están siendo estudiados en estos últimos años y son aplicadas a frutas, verduras, platos preparados, carnes, quesos entre otros; aunque hay mayormente estudios sobre su aplicación en frutas, como guayabas, palta, fresas entre otros. Siendo pocos los estudios sobre su aplicación en quesos sean frescos, semi – madurados o madurados.

En la investigación de Albizú y Ac (2011), donde se aplica un recubrimiento a base de la proteína de suero de la leche al queso cheddar, cuya maduración fue de 30 días a comparación del queso andino, cuya maduración es de 15 días. Se obtuvo que en un periodo de 15 días uno de sus tratamientos tuvo un porcentaje de reducción de 20.93 % (humedad), mientras que el queso sin recubrimiento tuvo un porcentaje de reducción de 23.11 (humedad). Es decir, el testigo (sin recubrimiento) pierde mayor humedad.

Al comparar los resultados de dicha investigación con la presente, aunque no sean los mismos (el % de humedad y % pérdida de peso están relacionados, debido que al perder humedad se pierde peso) se observa que el recubrimiento investigado presenta una menor pérdida en comparación al recubrimiento a base de proteína de suero; esto se puede deber a que en la composición del recubrimiento investigado se tiene proteína de soya y harina de garbanzo, la cual posee una mejor barrera al vapor de agua, evitando que pierda humedad, por ende que pierda peso.

Mientras que el queso con el recubrimiento de proteína de suero de leche pierde casi la misma cantidad de humedad que el testigo debido a su alta permeabilidad al

vapor de H₂O, como afirma Albizú y Ac (2011): “La alta perdida de humedad en los tratamientos fue debido a que la proteína concentrada de suero de leche posee baja permeabilidad a gases, pero alta permeabilidad al vapor de agua, debido a que los aminoácidos son altamente hidrofílicos” (p.16)

También se evaluó el crecimiento de mohos al inicio (día 0) y al final (día 15) del proceso de maduración del queso, ya que la aparición de moho durante este proceso generalmente sucede por lo que se usa recubrimiento, como ceras (parafina) para evitar que pierda peso y la aparición de mohos (generalmente el *Penicillium* sp). Esto pasa debido a las condiciones de maduración que en general varían entre una humedad relativa de 85% y una temperatura de 13 – 15°C (en el caso del queso andino).

En los resultados obtenidos de la prueba de Friedman, se concluyó que no hubo diferencia significativa entre los métodos de aplicación, todos los quesos partieron con una concentración de mohos baja, al cabo del noveno día comenzaron a aparecer mohos (blanco en su mayoría – poca presencia de moho verde) en los quesos, en la muestra Ms apareció una mayor cantidad al cabo del quinceavo día. Mientras que para las otras muestras la aparición de estas fue menor, siendo la muestra con menor concentración la muestra Ar₃. Se buscaba que las muestras que poseían el recubrimiento inhibieran el crecimiento de mohos, debido a que contenían aceite esencial de orégano en su composición; aunque esto no sucedió, el recubrimiento permite evitar la pérdida de peso y el moho que crece se puede limpiar fácilmente.

Al final del tiempo de maduración se procedió a limpiar a los quesos para quitar el moho que había crecido. Marín (2012) indica que: “Durante el periodo de maduración la superficie de los quesos puede acumular impurezas y en algunos casos pueden proliferar mohos superficiales, sobre todo en los quesos que necesitan un periodo de maduración más largo” (p. 17)

Por último, se evaluó organolépticamente (olor, color y sabor) los tratamientos a través de una prueba hedónica, al analizar los datos se concluyó que no existía una diferencia significativa tanto para olor, color y sabor; pero las muestras con recubrimiento obtuvieron puntajes mayores que el que no lo poseía. Siendo la muestra con mayor puntaje en ambas pruebas, la muestra Ar₃ (aspersión).

1.5.6.7. Conclusión

En este experimento se llevaron a cabo diferentes aplicaciones del recubrimiento: aspersión, barnizado e inmersión (2 minutos), así como una muestra sin recubrimiento. Al comparar las muestras se obtuvo que la muestra sin recubrimiento (Ms) fue la que tuvo un mayor % de pérdida de peso (13.69), así como un mayor crecimiento de moho y un puntaje menor en las pruebas sensoriales de olor, color y sabor (aunque obtuvo un puntaje aceptable, siendo muy parecido en algunos casos al de las muestras Ar_1 y Ar_2).

Mientras que la aplicación por aspersión (Ar_3) fue la que obtuvo un menor % de pérdida de peso en comparación a los demás tratamientos, así como un menor crecimiento de moho y el puntaje mayor en las pruebas sensoriales de color, olor y sabor.

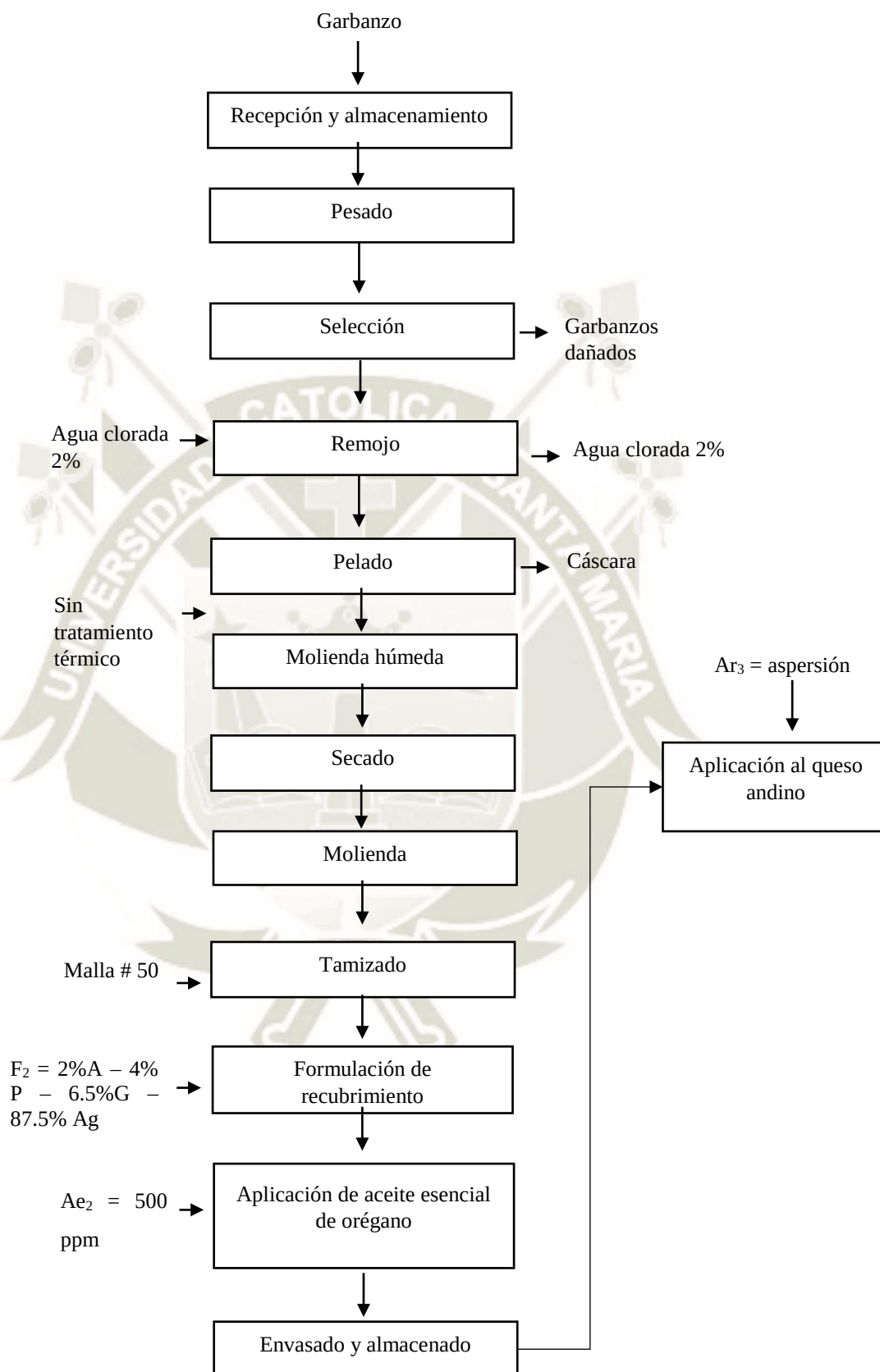
2. Proceso óptimo

Después de haber evaluado los resultados obtenidos para cada uno de los experimentos se obtiene lo siguiente:

- **Primer experimento:** Sin tratamiento térmico, # malla 50
- **Segundo Experimento:** $F_2 = 2\%A - 4\%P - 6.5\%G - 87.5\%Ag$
- **Tercer Experimento:** $Ae_2 = 500 \text{ ppm}$
- **Aplicación al queso:** $Ar_3 = \text{aspersión}$

Así mismo se elabora un diagrama óptimo de proceso que permite obtener un recubrimiento comestible óptimo para aplicar en los quesos andinos durante su período de maduración.

Diagrama 10. Diagrama óptimo del proceso



Fuente: Elaboración propia, 2019.

CAPÍTULO IV

II. Propuesta a escala industrial

1. Cálculos de ingeniería

1.1. Estudio de mercado

1.1.1. Estudio de la oferta

No existen datos de producción anual de recubrimientos y/o biopelículas por lo que no se tienen datos de oferta de este producto; así mismo no existen datos de producción anual de recubrimientos artificiales.

1.1.2. Estudio de la demanda

Ya que no existen datos de demanda nacional ni internacional, se procederá a obtener una demanda hipotética anual del producto que se utilizaría en quesos madurados.

Primero se obtiene la producción anual de quesos:

Cuadro 107. Producción anual de quesos TM (2006 – 2016)

Año	TM
2006	10716.000
2007	7317.4978
2008	7185.8673
2009	5906.1411
2010	6358.9349
2011	6689.7837
2012	7020.6325
2013	8355.2089
2014	7791.7197
2015	21395.00
2016	21400.00

Fuente: (Ministerio de Agricultura y Riego, 2006-2016)

Para hallar la cantidad producida de quesos madurados, se estima que alrededor del 64.68% de la producción de quesos pertenece a quesos madurados. Por lo tanto, se obtiene la producción de quesos madurados.

Cuadro 108. Producción de quesos maduros TM (2006 - 2016)

Año	TM
2006	6931.1094
2007	4732.958
2008	4647.8194
2009	3820.0924
2010	4112.9595
2011	4326.9525
2012	4540.9455
2013	5434.9333
2014	4868.6857
2015	14229.0000
2016	15300.0000

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Para hallar la cantidad producida de recubrimiento se estima que se utiliza 60 g de recubrimiento (dato aproximado de recubrimiento aplicado por método de aspersión) por cada kilo de queso.

$$0.060 \text{ kg recubrimiento} - - - 1 \text{ kg de queso}$$

$$0.000060 \text{ TM recubrimiento} - - - - 0.001 \text{ TM queso}$$

$$X - - - - - 1 \text{ TM queso}$$

$$X = 0.060 \text{ TM recubrimiento}$$

Luego se obtiene la producción de recubrimiento del año 2006 al 2016, al multiplicar la producción de quesos maduros por 0.060.

1 TM queso maduro – – – 0.060 TM recubrimiento

6931.1094 TM queso maduro – – – X

$x = 415.8666$ TM recubrimiento en el año 2006

Obteniéndose para los demás años los siguientes datos:

Cuadro 109. Producción anual de recubrimientos para quesos madurados a nivel nacional TM (2006 -2016)

Año	TM
2006	415.8666
2007	283.9775
2008	278.8692
2009	229.2055
2010	246.7776
2011	259.6171
2012	272.4567
2013	326.0960
2014	292.1211
2015	853.7400
2016	918.0000

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 110. Proyección anual de recubrimiento para queso madurado a nivel nacional TM (2020 - 2030)

Año	TM
2020	1663.6498
2021	1841.0163
2022	2018.2952
2023	2195.4863
2024	2372.5899
2025	2549.6060
2026	2726.5348
2027	2903.3762
2028	3080.1304
2029	3256.7974
2030	3433.3774

Fuente: Elaboración propia, 2019.

1.2. Capacidad de producción

El tamaño de la planta está relacionado con la capacidad de producción que esta posee en un momento dado de funcionamiento, basándose en la materia prima. Se tomarán en cuenta los siguientes factores determinantes para poder hallar el tamaño óptimo de planta, los cuales son: Disponibilidad de materia prima, mercado, financiamiento y tecnología.

Se utiliza la siguiente ecuación para poder determinar la capacidad de producción:

$$C_p = F * (A * B * C * D)$$

Cuadro 111. Programa de producción de alternativas de tamaño de planta

	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
	23 % de la producción de recubrimiento	24 % de la producción de recubrimiento	25 % de la producción de recubrimiento
Cp: Capacidad de producción (TM/año)	349	399	416
A: Días de trabajo (días/año)	300	300	300
B: Turnos de trabajo por día (turnos/día)	1	1	1
C: Horas de trabajo por día (horas/día)	8	8	8
D: Toneladas de producción por hora (TM/hora)	0.146	0.166	0.173
Cp: Capacidad de producción por hora (kg/hora)	146	166	173
Cp: Capacidad de producción por día (kg/día)	1165	1331	1386

Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.3. Tamaño óptimo de la planta

Análisis de factores

a. Relación Tamaño – Disponibilidad de materia prima

El tamaño de la planta a diseñar está relacionado con la disponibilidad de materia prima, ya que es muy importante tener en cuenta si se tendrá disponible materia prima para producir la cantidad de producto que se desea. Se observa que hay disponibilidad de la materia prima para el año 2020 para cada una de las alternativas de capacidad de producción del producto, ya que se utiliza un 2% de harina de garbanzo para 1 tonelada de recubrimiento, revisando los cuadros de producción de garbanzo para dicho año, se ve que esta es suficiente. Se sugiere la alternativa C, ya que no hay limitaciones.

b. Relación Tamaño – Mercado

El tamaño de la planta a diseñar está relacionado con el mercado, ya que se producirá solo una parte de la demanda del producto. Se observa que para el año 2020 la demanda del producto es mayor a las alternativas de capacidad de producción del producto, ya que sólo se abarcará alrededor del 25% de esta demanda.

c. Relación Tamaño – Tecnología

El tamaño de la planta a diseñar está relacionado con la tecnología con la que se cuenta, ya que es muy importante tener en cuenta que las maquinarias a utilizar posean las capacidades necesarias para producir la cantidad de producto deseado por hora. Las maquinarias y equipos a utilizar si pueden producir la cantidad de producto deseado por hora obtenidos con las diferentes alternativas. Así mismo la planta será semi – automatizada y las labores realizados por mano de obra también cubren la producción horaria para cada una de las alternativas.

d. Relación Tamaño – Financiamiento

La materia prima (harina de garbanzo – proteína de soya) utilizada para elaborar el recubrimiento poseen un precio un poco elevado, pero debido a que las cantidades

requeridas de estas son muy bajas; el precio de estas es accesible. Por lo que se sugiere la alternativa C.

Conclusión

Después llevar a cabo el análisis, se concluye que la alternativa C, es la más adecuada, esta posee una capacidad de 416 toneladas por año; así mismo esta alternativa se encuentra dentro del rango de producción en cuanto a los factores determinantes.

1.4. Localización de la planta

La localización de planta quiere decir la ubicación geográfica donde se encontrará la planta industrial, la cual ayude a maximizar la rentabilidad o generar costos unitarios mínimos. Se utilizará el método de Ranking de Factores o de Pesos ponderados tanto para la macro localización y micro localización de la planta.

Factores

a. Relacionados con la inversión

- Terreno
- Construcciones

b. Relacionados con la gestión

- Materia prima
- Mano de obra
- Agua y desagüe
- Energía eléctrica
- Cercanía del producto al mercado
- Cercanía a la materia prima
- Factor ambiental
- Incentivos municipales

1.4.1. Macro localización de la planta

Cuadro 112. Grado de ponderación

Ponderación	Porcentaje (%)
Sumamente importante	100
Muy importante	75
Importante	50
Moderadamente importante	25
No importante	5

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 113. Escala de calificación

Escala de calificación	Puntaje
Excelente	5
Muy bueno	4
Bueno	3
Regular	2
Malo	1

Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.4.1.1. Alternativa de macro localización

Cuadro 114. Alternativas de localización

	Alternativas de localización
A	Ica
B	Lima
C	Arequipa

Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.4.1.2. Factores de macro localización

a. Terreno: Costo y disponibilidad

- **Alternativa A: Ica**

Área de terreno: 2000 m²

Costo: \$70/m²

- **Alternativa B: Lima**

Área de terreno: 2000 m²

Costo: \$65/m²

- **Alternativa C: Arequipa**

Área de terreno: 2000 m²

Costo: \$100/m²

b. Mano de obra

Para este proyecto se requerirá de mano de obra calificada, semi – calificada y técnicos, pudiéndose encontrar con facilidad en la ciudad de Lima, Arequipa e Ica.

c. Materia prima: Costo y disponibilidad, este factor es uno de los más importantes, por lo cual se le asigna una ponderación alta.

- **Alternativa A: Ica**

Costo: S/ 4.00 kg

- **Alternativa B: Lima**

Costo: S/ 4.41/kg

- **Alternativa C: Arequipa**

Costo: S/ 6.00/kg

d. Energía eléctrica

- **Alternativa A: Ica**

Central hidroeléctrica: Egesur

Costo: S/ 0.35 kw/hr

- **Alternativa B: Lima**

Central hidroeléctrica: Mantaro

Costo: S/ 0.35 kw/hr

- **Alternativa C: Arequipa**

Central hidroeléctrica: Charcani

Costo: S/ 0.35 kw/hr

e. Agua y desagüe: disponibilidad, costo y calidad

- **Alternativa A: Ica**

Costo: S/ 1.38 m³

- **Alternativa B: Lima**

Costo: S/ 2.37 m³

- **Alternativa C: Arequipa**

Costo: S/ 1.36 m³

f. Cercanía a la materia prima: costo de transporte y vías de acceso.

- **Alternativa A: Ica**

Vía de acceso: Asfaltada – trocha

Costo de transporte: S/ 0.60/kg

- **Alternativa B: Lima**

Vía de acceso: Asfaltada – trocha

Costo de transporte: S/ 0.90/kg

- **Alternativa C: Arequipa**

Vía de acceso: Asfaltada – trocha

Costo de transporte: S/ 0.60/kg

g. Cercanía al mercado del producto terminado: costo de transporte y vías de acceso.

- **Alternativa A: Ica**

Vía de acceso: Asfaltada

Costo de transporte: S/ 0.60/kg

- **Alternativa B: Lima**

Vía de acceso: Asfaltada

Costo de transporte: S/ 0.60/kg

- **Alternativa C: Arequipa**

Vía de acceso: Asfaltada

Costo de transporte: S/ 0.60/kg

Cuadro 115. Ranking de Factores - Macro localización de la planta

Factores de localización	N ^{ro}	Ponderación		Zona A: Ica		Zona B: Lima		Zona C: Arequipa	
				Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.
Terreno	1		25						
Costo		15		4	60	4	60	4	60
Disponibilidad		10		4	40	4	40	3	30
Construcciones	2		25						
Costo		25		3	75	2	50	3	75
Mano de obra	3		40						
Costo		15		4	60	3	45	4	60
Disponibilidad		15		3	45	4	60	4	60
Tecnificación		10		3	30	5	50	5	50
Materia prima	4		100						
Costo		40		4	160	4	160	3	120
Disponibilidad		60		4	240	4	240	3	180
Energía	5		50						
Costo		30		4	120	4	120	4	120
Disponibilidad		20		4	80	4	80	4	80
Agua y desagüe	6		70						
Costo		30		4	120	2	60	4	120
Disponibilidad		20		3	60	4	80	4	80
Calidad		20		3	60	4	80	4	80
Cercanía de materia prima	7		90						
Acceso		30		5	150	4	120	4	120
Costo de transporte		40		4	160	4	160	3	120
Cercanía al mercado	8		70						
Acceso		30		3	90	3	90	5	150
Costo de transporte		40		4	160	4	160	4	160
Factor ambiental	9	20	20	3	60	4	80	4	80
Incentivos municipales	10	30	30	3	90	4	120	4	120
Total		500	520	1860		1855		1865	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión

Al revisar el cuadro anterior, se observa la alternativa B presenta superioridad respecto a la materia prima y a su cercanía a esta, más no alcanza las expectativas en otros factores, mientras que la alternativa que obtuvo un puntaje superior fue la alternativa C: Arequipa, debido a que esta ciudad es superior en algunos aspectos como la mano de obra, calidad de agua, su cercanía al mercado; así mismo también se encuentra cerca de la materia prima y los costos de transporte no son elevados.

1.4.2. Micro localización de la planta

1.4.2.1. Alternativa de micro localización

Cuadro 116. Alternativas de micro localización

	Alternativas de localización
A	Parque industrial Río seco
B	Pedregal
C	Pachacutec (Semi rural)

Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.4.2.2. Factores de micro localización

a. Terreno: Costo y disponibilidad

- **Alternativa A: Parque industrial Río seco**

Área de terreno: 2000 m²

Costo: \$100/m²

- **Alternativa B: Pedregal**

Área de terreno: 2000 m²

Costo: \$200/m²

- **Alternativa C: Pachacutec (Semi – rural)**

Área de terreno: 2000 m²

Costo: \$250/m²

b. Mano de obra

Para este proyecto se requerirá de mano de obra calificada, semi – calificada y técnicos, pudiéndose encontrar con facilidad en la ciudad de Lima, Arequipa e Ica.

c. Materia prima: Costo y disponibilidad, este factor es uno de los más importantes, por lo cual se le asigna una ponderación alta. Así mismo también se comprará materia prima de la ciudad de Ica.

d. Energía eléctrica

- **Alternativa A: Parque Industrial Río Seco**

Central hidroeléctrica: Charcani

Costo: S/ 0.35 kw/hr

- **Alternativa B: Pedregal**

Central hidroeléctrica: Charcani

Costo: S/ 0.35 kw/hr

- **Alternativa C: Pachacutec (Semi rural)**

Central hidroeléctrica: Charcani

Costo: S/ 0.35 kw/hr

e. Agua y desagüe: disponibilidad, costo y calidad

- **Alternativa A: Parque Industrial Río Seco**

Costo: S/ 4.42 m³

- **Alternativa B: Pedregal**

Costo: S/ 4.30 m³

- **Alternativa C: Pachacutec (Semi rural)**

Costo: S/ 4.42 m³

f. Cercanía a la materia prima: costo de transporte y vías de acceso.

- **Alternativa A: Parque Industrial Río Seco**

Vía de acceso: Asfaltada

Costo de transporte: S/ 0.50/kg

- **Alternativa B: Pedregal**

Vía de acceso: Asfaltada – trocha

Costo de transporte: S/ 0.80/kg

- **Alternativa C: Pachacutec (Semi rural)**

Vía de acceso: Asfaltada – trocha

Costo de transporte: S/ 0.60/kg

Cuadro 117. Ranking de factores para micro - localización

Factores de localización	Nº	Ponderación		Zona A: Parque Industrial - Río seco		Zona B: Pedregal		Zona C: Pachacutec (Semi rural)	
				Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.
Terreno	1		25						
Costo		15		4	60	4	60	3	45
Disponibilidad		10		4	40	4	40	3	30
Construcciones	2		25						
Costo		25		3	75	2	50	3	75
Mano de obra	3		40						
Costo		15		4	60	3	45	4	60
Disponibilidad		15		3	45	4	60	4	60
Tecnificación		10		3	30	5	50	5	50
Materia prima	4		100						
Costo		40		4	160	4	160	3	120
Disponibilidad		60		4	240	4	240	3	180
Energía	5		50						
Costo		30		4	120	4	120	4	120
Disponibilidad		20		4	80	4	80	4	80
Agua y desagüe	6		70						
Costo		30		4	120	2	60	4	120
Disponibilidad		20		3	60	4	80	4	80
Calidad		20		3	60	4	80	4	80
Cercanía de materia prima	7		90						
Acceso		30		5	150	4	120	4	120
Costo de transporte		40		4	160	4	160	3	120
Cercanía al mercado	8		70						
Acceso		30		3	90	3	90	5	150
Costo de transporte		40		4	160	4	160	4	160
Factor ambiental	9	20	20	3	60	4	80	4	80
Incentivos municipales	10	30	30	3	90	4	120	4	120
Total		500	520	1860		1855		1850	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Conclusión

Al revisar el cuadro anterior, se observa que la alternativa que obtuvo un puntaje superior fue la alternativa A: Parque industrial – Río seco, debido a que es superior en algunos aspectos como la mano de obra, calidad de agua, su cercanía al mercado; así mismo también se encuentra cerca de la materia prima y los costos de transporte no son elevados. La planta industrial además de producir el recubrimiento comestible también producirá harina de garbanzo (además se sumará la harina que no se utiliza para el recubrimiento comestible) y garbanzo pelado.

1.5. Balance macroscópico de materia

Se trabajará con la alternativa C, la cual indica una producción diaria de 1386 kg. Teniendo en cuenta esto, se realizará un balance de materia basándose en un día de producción.

Cuadro 118. Balance de materia macroscópico de la obtención del recubrimiento por un día

Operación	Materia	Entrada (kg)	Salida (kg)
Recepción	Garbanzo	109.1	109.1
Selección	Garbanzo	109.1	108.86
	Dañados		0.22
Lavado y desinfección	Garbanzo	108.86	108.86
Pelado	Garbanzo	108.86	106.93
	Cáscaras		1.93
Remojo	Garbanzo pelado	106.93	108.36
	Agua	26.00	26.00
Molienda húmeda	Garbanzo húmedo	108.36	107.09
	Merma		1.26
Secado	Garbanzo molido	107.09	105.80
	Agua evaporada		1.29
Molienda	Garbanzo seco	105.80	102.25
	Merma		3.55
Tamizado	Garbanzo molido	102.25	97.42
	Merma		4.83
Formación recubrimiento	Harina (seleccionada)	31.17	1386.87
	Proteína de soya	62.33	
	Glicerol	101.29	
	Aceite esencial de orégano	0.31	
	Agua	1363.18	
	Vapor de agua		171.41

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 119. Balance de materia macroscópico de la producción de harina por un día

Operación	Materia	Entrada (kg)	Salida (kg)
Recepción	Garbanzo	149	149
Selección	Garbanzo	149	146.30
	Dañados		2.99
Lavado y desinfección	Garbanzo	146.30	146.30
Pelado	Garbanzo	146.30	143.71
	Cáscaras		2.60
Remojo	Garbanzo pelado	143.71	145.14
	Agua	26.00	26.00
Molienda húmeda	Garbanzo húmedo	145.14	143.44
	Merma		1.69
Secado	Garbanzo molido	143.44	142.15
	Agua evaporada		1.29
Molienda	Garbanzo seco	142.15	137.14
	Merma		5.01
Tamizado	Garbanzo molido	137.14	130.66
	Merma		6.48
Harina	Harina (40,50,60,70)	130.66	112.70
	Pérdida		17.97

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Cuadro 120. Balance de materia macroscópico de la producción de garbanzo pelado por un día

Operación	Materia	Entrada (kg)	Salida (kg)
Recepción	Garbanzo	687	687
Selección	Garbanzo	687	685.76
	Dañados		1.37
Lavado y desinfección	Garbanzo	685.76	685.76
Pelado	Garbanzo	685.76	673.59
	Cáscaras		12.17

Fuente: Elaboración propia, 2019.

1.6. Balance macroscópico de energía

Se realiza el balance macroscópico de energía de las operaciones que posean un gasto energético o intervención de calor.

El balance de energía está basado en la producción de un día de recubrimiento, la cual es igual a la de la alternativa C: 1386 kg/día.

Para hallar el calor generado o utilizado, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q = m * c_p * (T_2 - T_1)$$

Donde:

Q = calor de calentamiento (kcal/kg°C)

m = masa de materia prima (kg)

c_p = calor específico (Kcal/kg°C)

T₁ = Temperatura inicial

T₂ = Temperatura final

Balance macroscópico de energía – Harina de garbanzo

C_p de garbanzo

$$C_p = 1.424 * X_c + 1.549 * X_p + 1.675 * X_g + 0.0837 * X_m + 4.187 * X_w$$

Donde:

X_c = Fracción de carbohidratos

X_p = Fracción de proteína

X_g = Fracción de grasa

X_m = Fracción de cenizas

X_w = Fracción de agua

Composición química del garbanzo

- Carbohidratos: 58.7%
- Proteína: 22.9%
- Grasa: 5.2%

- Cenizas: 2.99%

- Agua: 10.0 %

Cp de garbanzo

$$C_p = 1.424 * \frac{58.7}{100} + 1.549 * \frac{22.9}{100} + 1.675 * \frac{5.2}{100} + 0.0837 * \frac{2.99}{100} + 4.187 * \frac{10}{100}$$

$$C_p = 1.72 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

Cálculo del Cp de la harina de garbanzo

$$C_p = 1.424 * X_c + 1.549 * X_p + 1.675 * X_g + 0.0837 * X_m + 4.187 * X_w$$

Composición química del garbanzo

- Carbohidratos: 58.7%

- Proteína: 22.9%

- Grasa: 5.2%

- Cenizas: 2.99%

- Agua: 10.0 %

Cp de garbanzo

$$C_p = 1.424 * \frac{58.94}{100} + 1.549 * \frac{23.0}{100} + 1.675 * \frac{5.2}{100} + 0.0837 * \frac{2.99}{100} + 4.187 * \frac{9.87}{100}$$

$$C_p = 1.72 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

- Lavado

$$Q = m * c_p * (T_2 - T_1)$$

$$Q = (109.1 \text{ kg}) * (1.72 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}) * (20 - 22)$$

$$Q = -375.5417 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

- Pelado

$$Q = m * c_p * (T_2 - T_1)$$

$$Q = (108.86 \text{ kg}) * (1.72 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}) * (22 - 20)$$

$$Q = 374.7907 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

- Remojo

$$Q = m * c_p * (T_2 - T_1)$$

$$Q = (106.93 \text{ kg}) * (1.72 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}) * (20 - 22)$$

$$Q = -368.1381 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

- Molienda húmeda

$$Q = m * c_p * (T_2 - T_1)$$

$$Q = (108.36 \text{ kg}) * (1.72 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}) * (22 - 20)$$

$$Q = 373.0614 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

- Secado

$$Q = m * c_p * (T_2 - T_1)$$

$$Q = (107.09 \text{ kg}) * (1.72 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}) * (25 - 22)$$

$$Q = 553.0663 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

- Molienda

$$Q = m * cp * (T_2 - T_1)$$

$$Q = (105.80 \text{ kg}) * (1.72 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}) * (25 - 22)$$

$$Q = 182.1348 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

- Tamizado

$$Q = m * cp * (T_2 - T_1)$$

$$Q = (102.25 \text{ kg}) * (1.72 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}) * (27 - 26)$$

$$Q = 175.9700 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

Balance macroscópico de energía – Recubrimiento comestible

$$Cp \text{ proteína} = 1.628 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$$

$$Cp \text{ glicerol} = 2.430 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

$$Cp \text{ H}_2\text{O} = 4.181 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

$$Cp \text{ harina de garbanzo} = 1.628 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

$$Cp \text{ aceite esencial de orégano} = 2.280 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

$$Cp \text{ mezcla} =$$

$$\frac{(masa \text{ H}_2\text{O} * cp) + (masa \text{ glicerol} * cp) + (masa \text{ proteína} * cp) + (masa \text{ harina} * cp) + (masa \text{ aceite esencial} * cp)}{masa \text{ H}_2\text{O} + masa \text{ glicerol} + masa \text{ proteína} + masa \text{ harina} + masa \text{ aceite esencial}}$$

$$Cp \text{ recubrimiento} = \frac{(1363.19 * 4.181) + (101.29 * 2.430) + (31.17 * 1.628) + (62.33 * 1.72) + (0.31 * 2.28)}{1363.19 + 101.29 + 24.44 + 31.17 + 62.33 + 0.31}$$

$$Cp \text{ recubrimiento} = 3.915 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

- Cocción – Formulación

$$Q = m * cp * (T_2 - T_1)$$

$$Q = (1558.29 \text{ kg}) * (3.915 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}) * (75 - 20)$$

$$Q = 335579.3522 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

Balance macroscópico de energía – Harina de garbanzo

- Lavado

$$Q = m * cp * (T_2 - T_1)$$

$$Q = (149 \text{ kg}) * (1.72 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}) * (20 - 22)$$

$$Q = -503.7046 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

- Pelado

$$Q = m * cp * (T_2 - T_1)$$

$$Q = (146.30 \text{ kg}) * (1.72 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}) * (22 - 20)$$

$$Q = 503.7046 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

- Remojo

$$Q = m * cp * (T_2 - T_1)$$

$$Q = (143.71 \text{ kg}) * (1.72 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}) * (20 - 22)$$

$$Q = -494.7638 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

- Molienda húmeda

$$Q = m * cp * (T_2 - T_1)$$

$$Q = (145.14 \text{ kg}) * (1.72 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}) * (22 - 20)$$

$$Q = 499.6871 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

- Secado

$$Q = m * c_p * (T_2 - T_1)$$

$$Q = (143.44 \text{ kg}) * (1.72 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}) * (25 - 22)$$

$$Q = 740.7898 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

- Molienda

$$Q = m * c_p * (T_2 - T_1)$$

$$Q = (142.15 \text{ kg}) * (1.72 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}) * (25 - 22)$$

$$Q = 244.7093 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

- Tamizado

$$Q = m * c_p * (T_2 - T_1)$$

$$Q = (137.14 \text{ kg}) * (1.72 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}) * (27 - 26)$$

$$Q = 236.0141 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

Balance macroscópico de energía – Garbanzo sin cáscara (garbanzo pelado)

- Lavado

$$Q = m * c_p * (T_2 - T_1)$$

$$Q = (685.76 \text{ kg}) * (1.72 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}) * (20 - 22)$$

$$Q = -2360.9885 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

- Pelado

$$Q = m * c_p * (T_2 - T_1)$$

$$Q = (685.76 \text{ kg}) * (1.72 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}) * (22 - 20)$$

$$Q = 2360.9885 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

1.7. Diseño de maquinarias

a. **Tanque de remojo (3):** se divide la masa de garbanzo y de agua en 3.

- Cálculo del volumen de masa total

$$V_{mezcla} = Volumen_{garbanzo} + Volumen_{H_2O}$$

$$V_{mezcla} = \frac{Masa_{garbanzo}}{Densidad_{garbanzo}} + \frac{Masa_{agua}}{Densidad_{agua}}$$

$$V_{mezcla} = \frac{315.1678 \text{ kg}}{1.15 \text{ kg/lit}} + \frac{788 \text{ kg}}{1 \text{ kg/lit}}$$

$$V_{mezcla} = 1062 \text{ lit}$$

$$V_{mezcla} = 1.062 \text{ m}^3$$

- Cálculo de volumen total

$$V_{tanque} = V_{mezcla} * (\text{margen de seguridad del } 25\%)$$

$$V_{tanque} = 1.062 * (1 + (25/100))$$

$$V_{tanque} = 1.33 \text{ m}^3$$

- Cálculo de la densidad de la mezcla

$$\rho_{mezcla} = \frac{masa_{mezcla}}{volumen_{mezcla}}$$

$$\rho_{mezcla} = \frac{1103 \text{ kg}}{1062 \text{ lit}}$$

$$\rho_{mezcla} = 1.04 \frac{\text{kg}}{\text{lit}} = 1039 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_{mezcla} = 3.75 \times 10^{-2} \text{ pulg}$$

- Cálculo de la altura y del diámetro del tanque

$$H = 2D$$

$$Volumen_{tanque} = \frac{\pi * D^2 * H}{4}$$

$$Volumen_{tanque} = \frac{\pi * D^2 * H}{4}$$

$$Volumen_{tanque} = \frac{\pi * D^2 * 2D}{4} = \frac{\pi * D^3}{2}$$

$$1.33 = \frac{\pi * D^3}{2}$$

$$D = 0.95 \text{ m} = 37.27 \text{ pulg}$$

$$H = 2 * D$$

$$H = 2 * 0.95$$

$$H = 1.89 \text{ m}$$

$$H = 74.44 \text{ pulg}$$

- Cálculo de presión lateral que soporta la pared del tanque

Presión interna: se tomará 50% de seguridad adicional

$$P_{interna} = H * \rho * (1 + 0.5)$$

$$P_{interna} = 74.54 * 3.75 \times 10^{-2} * (1 + 0.5)$$

$$P_{interna} = 4.2 \frac{lb}{pulg^2}$$

- Presión interna total

$$P_{total} = P_{interna} + P_{atmosférica}$$

$$P_{total} = 4.2 + 14.7$$

$$P_{totl} = 18.9 \frac{lb}{pulg^2}$$

- Cálculo del espesor de la pared del tanque

$$Te = \frac{P_{total} * r}{S * (E - 1.2) * P_{total}} + C$$

Donde:

Te = espesor de la pared del tanque (pulg)

P total = presión total que la pared soporta lb/pulg²

r = radio interior del tanque pulg

S = resistencia mecánica = 18750 lb/pulg²

E = eficacia junta soldada = 85%

C = constate corrosión (0.125 pulg/año)

$$Te = \frac{18.9 * 18.61}{18750 * (0.85 - 1.2) * 18.9} + 0.125$$

$$Te = 0.122 \text{ pulg}$$

b. Tanque – mezcla (recubrimiento)

Cálculo del volumen del tanque

$$\rho = \frac{m}{v} \rightarrow v = \frac{m}{\rho}$$

Donde:

- ρ = densidad
- M = masa
- V = volumen

Cuadro 121. Cálculo del volumen del tanque

Cálculo del volumen del tanque	
Densidad de harina de garbanzo kg/lt	0.67
Masa harina kg	31.17
Masa agua kg	132.64
Densidad e agua kg/lt	1.00
Masa glicerol kg	12.67
Densidad de glicerol kg/lt	1.26
Masa aceite kg	0.04
Densidad de aceite kg/lt	0.84
Masa proteína kg	7.80
Densidad de proteína kg/lt	0.40
Volumen de materia lt	192.3627
Volumen de materia m3	0.1924
Margen de seguridad %	20
Volumen Tanque m3	0.2405

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cálculo de dimensiones del tanque

- Forma cilíndrica vertical

Considerando:

$$\frac{\text{diámetro}}{\text{altura}} = \frac{10}{11} \rightarrow H = 1.1D$$

$$V = \frac{\pi * D^2 * H}{4}$$

$$\text{entonces: } V = \frac{\pi * D^2 * 2D}{4} \rightarrow \frac{\pi * 2D^3}{4}$$

$$\text{Despejando: } D^3 = \frac{2V}{\pi}$$

Donde:

- V = volumen

- D = diámetro
- H = altura

Cuadro 122. Cálculo de dimensiones del tanque

Cálculo de dimensiones del Tanque		
Relación diámetro / altura	10	11
h	1.1	* D
Diámetro (m)	0.65	
H (m)	0.72	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cálculo de dimensiones de chaqueta de calefacción y/o enfriamiento

$$\text{Altura de materia en el tanque} = 4 * \frac{V_{\text{materia}}}{\pi * D^2}$$

$$\text{altura de chaqueta} = h_{\text{materia}} + e_{\text{chaqueta}}$$

$$De = D + (2 * e_{\text{chaqueta}})$$

Donde:

- D = diámetro
- e chaqueta = espesor de la chaqueta
- De = diámetro de chaqueta

Cuadro 123. Cálculo de dimensiones de la chaqueta del tanque

Cálculo de dimensiones del Tanque	
Altura de materia en el TK (m)	0.575
e chaqueta (m)	0.026
Altura de chaqueta (m)	0.601
Diámetro chaqueta (m)	0.705

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cálculo de la potencia del agitador

$$P = \rho * Np * n^3 \frac{Da^5}{gc}$$

$$Re = \frac{Da^2 * m * \rho}{u}$$

$$Da = 0.5 * Dt$$

Donde:

- P = potencia del agitador (CV)
- ρ = densidad de la solución
- Np = # adimensional de potencia
- n = # de revoluciones/ seg
- Da = diámetro del agitador
- gc = constante de proporción
- dt = diámetro total del tanque

Cuadro 124. Cálculo de la potencia del agitador

Cálculo de la potencia del agitador	
Altura de materia en el TK (m)	0.575
Longitud de la paleta (m)	0.22
Ancho de la paleta (m)	0.054
Diámetro del agitador (pulg)	12.852
Re	23879.5318
C	2
Cte de proporción (lb-pie/lb-seg ²)	32.2

Cálculo de la potencia del agitador	
Potencia de la paleta lb-pie/seg	0.93
Potencia de la paleta HP	1.68E-04
Velocidad de la paleta (r.p.s)	1.036
Densidad de la solución kg/m ³	153.5182719
Viscosidad absoluta (cp)	1.1
Viscosidad absoluta kg/meses	0.0011
Viscosidad absoluta kg/m -seg	0.0012
Diámetro del TK (m)	0.65

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cálculo del espesor de la plancha

$$e = \frac{P * D}{2 * S * E} + C$$

Donde:

- e = espesor
- P = presión interna hidráulica
- E = eficiencia del material
- S = eficiencia de soldadura
- C = espesor de seguridad por corrosión

Cuadro 125. Cálculo del espesor de la plancha

Cálculo del espesor de la plancha	
Presión interna hidráulica (kg/cm ²)	0.0912
Eficiencia de material (kg/cm ³)	1250
Eficiencia de soldadura (kg/cm ³)	0.8
Espesor de seguridad por corrosión	0.13
Espesor de plancha (cm)	0.13
Espesor de plancha (pulg)	0.05

Fuente: Elaboración propia, 2018.

a. Cálculo del aislamiento térmico del tanque de tratamiento térmico

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_1} + \left(\frac{e_1}{K_1} + \frac{e_2}{K_2} \right) + 1/h_e$$

$$A = \pi * D * H + \left(\frac{\pi * D^2}{4} \right)$$

$$Q_{perdido} = U * A * \Delta T$$

Donde:

- U = coeficiente total de transferencia de calor
- H_i = coeficiente de transferencia de calor interno
- H_e = coeficiente de transferencia de calor externo
- E₁ = espesor de placa de acero
- K₁ = conductividad térmica del acero
- E₂ = espesor de aislamiento
- K₂ = conductividad térmica de lana de vidrio
- A = área
- D = diámetro

- H = altura
- ΔT = diferenciación de temperatura

Cuadro 126. Cálculo del aislamiento térmico del tanque de tratamiento térmico

Cálculo del aislamiento térmico del tanque de tratamiento térmico	
T° vapor enchaquetado (°C)	80
T° exterior (°C)	20
Coef. De transferencia de calor (Kcal/m ² hr°C)	30
Coef. De transferencia de calor externo (Kcal/m ² hr°C)	200
Espesor de la placa de acero (m)	0.02
Conductividad térmica del acero (Kcal/m ² hr°C)	14
Espesor de aislamiento (m)	0.0254
Conductividad térmica de lana de vidrio (Kcal/m ² hr°C)	0.2
Coeficiente de transferencia de calor (Kcal/m ² hr°C)	5.9966
Área (m ²)	1.7202
Calor perdido (Kcal/hr)	618.9184
% de calor perdido	0.1844

Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.8. Especificaciones técnicas de equipos y maquinarias

a. Silo de almacenamiento

- Cantidad: 01
- Tipo de material: Acero inoxidable
- Capacidad máxima: 50 - 100TM
- Dimensiones: 5m * 5.5m * 16.140m (L * W * H)
- Sistema de ventilación: 0.7 m³
- Número de ventiladores: 1
- Potencia de su ventilador: 5 watt

b. Balanza de plataforma

- Unidades: 02
- Marca: DIGI
- Modelo: OS-530
- Capacidad: 300kg
- Fuente de Poder: Electricidad o batería
- Dimensiones:

A: 0.36m

L: 0.48m

H = 1.5 m

- Sensibilidad: 100gr

c. Mesa de trabajo

- Cantidad: 4
- Dimensiones: 2.1 m (L) x 1.45 m (a) x 1.10 m (H)

- Material: acero inoxidable

d. Faja transportadora

- Cantidad: 01
- Tipo de material = Lona y Acero Inoxidable 304
- Dimensiones = L: 6 m, A: 0.7 m, H: 1 m
- Capacidad de carga = 100 Kg/hr

e. Peladora

- Cantidad: 01
- Material: Acero inoxidable 304
- Velocidad de pelado: 93 – 95%
- Capacidad: 120 – 150 kg/hr
- Dimensiones (L * W * H): 1180 * 850 * 1100 mm
- Voltaje: 380 V
- Potencia: 0.55 – 0.75 KW

f. Tanque de remojo

- Cantidad: 03
- Material: Acero inoxidable 304
- Espesor de pared del tanque: 0.122 pulg
- Presión total del equipo: 18.9 lb/pulg²

g. Molino de nixtamal

- Cantidad: 01
- Tipo de material = Acero inoxidable 304
- Motor: 2 HP (monofásico)
- Capacidad de carga: 80 – 100 kg

h. Secador

- Unidad: 02
- Voltaje: 220 V/380 V
- Dimensiones (L*W*H): 3300*1900*2200
- Capacidad de deshidratación 12L
- Material de cámara: Acero inoxidable
- Función de alimentación: 220 V
- Rango de temperatura: 8 – 70°C
- Marca: KINKAI

i. Molino de discos

- Unidad: 01
- Material: Acero inoxidable y soporte en acero estructural
- Capacidad: 200 – 220 kg/hr
- Área: 2.04 m²
- Potencia del motor: 4.60 HP
- Marca: EDIPESA

j. Tamizadora

- Unidad: 02
- Tamizadora circular
- Acero inoxidable AISI 304
- Admite 4 tamices de 550 (5 separaciones simultaneas)
- Un nivel de trabajo
- Movimiento 3D
- 1500 RPM

- 1.59 V/0.92^a
- Marca/ Modelo: ZEUS FTI-0550 ZEUS FTI-0550

k. Tanque de mezclado

- Cantidad: 01
- Material: Acero inoxidable 304
- Volumen de tanque: 0.2405 m³
- Dimensiones de chaqueta de calefacción:
- Potencia de paleta: 7.60 e-5 HP
- Espesor de plancha: 0.05 pulg

l. Embotelladora

- Cantidad: 01
- Material: Acero inoxidable
- Dimensiones: 600 * 598* 1300 mm (L * W *H)
- Marca: Kefai
- Poder: 1.5 Kw
- Grado de automatización: Semi – Automático
- Voltaje: 220 V/ 380 V
- Capacidad: 300 – 600 botellas por hora
- Boquilla de llenado: 2 boquillas
- Volumen de llenado: 1 – 20 L

m. Empaquetadora de harina

- Cantidad: 01
- Material: Acero inoxidable 304

- Grado de automatización: Automático
- Dimensiones: 1110 * 120 * 210 cm
- Velocidad: 30 – 10 sobres por minuto
- Rango de paquete: 0.5 kg – 5 kg
- Voltaje: 380 V
- Potencia: 1.18 Kw
- Modelo: MY-1000FB
- Marca: Guangzhou Mingyue

n. Etiquetadora

- Cantidad: 3
- Material: Acero inoxidable 304
- Automatización: Manual
- Dimensiones: 700 * 750 * 700 mm (L * W* H)
- Marca: Intertec

o. Empaquetadora de granos

- Cantidad: 01
- Material: Acero inoxidable
- Grado de automatización: Automática
- Dimensiones: 3638 * 1020 * 2100 mm (L * W * H)
- Velocidad: 5 – 6 bolsas/ minuto
- Rango de paquete: 150 – 1500 g
- Potencia: 1.76 Kw
- Modelo: DS – 420DZ
- Marca: Dession

1.9. Requerimientos de insumos y servicios auxiliares

1.9.1. Requerimientos de materia prima e insumos

Requerimiento de materia prima e insumos para la producción de harina de garbanzo, recubrimiento comestible y garbanzo sin cáscara.

Cuadro 127. Requerimientos de materia prima e insumos.

Materia prima / Insumos	Kg/ día	Kg/ mes	Kg/ año
Garbanzo	945.50	23637.59	283651.02
Proteína de soya	62.33	1558.29	18699.42
Glicerol	101.29	2532.21	30386.56
Aceite esencial de orégano	0.31	7.79	93.50

Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.9.2. Requerimientos de consumo de agua

Cuadro 128. Requerimientos de consumo de agua

Especificaciones de uso	Consumo (m³/día)	Consumo (m³/año)
Agua para el proceso	3.73	1118.08
Agua para limpieza de Equipos	2.30	690.00
Agua para limpieza de SSHH	1.50	450.00
Agua para lavado en general	1.40	420.00
Agua para otros servicios	0.86	258.00
Jardines	0.70	210.00
Subtotal	10.49	3146.08
Margen de seguridad (20%)	2.10	629.22
Consumo total	12.58	3775.30

Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.9.3. Requerimientos de consumo de energía eléctrica

Cuadro 129. Requerimientos de consumo de energía eléctrica

Maquinaria	N°	Potencia KW	Función (Hr)	KW – HR / año
Faja transportadora	1	0.72	1	216
Peladora	1	0.75	1	225
Secador	2	1.5	3	2700
Molino de martillos	1	3.38	1	1014
Molino nixtamal	1	1.49	1	447
Tamizadora	2	1.18	1	708
Embotelladora	1	1.5	1	450
Empaquetadora harina	1	1.18	1	354
Empaquetadora granos	1	1.76	1	528
Etiquetadora	3	0.75	1	675
Subtotal				7317.00
Margen de seguridad (10%)				731.70
Consumo total				8048.70

Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.9.4. Requerimiento de envases y embalajes

Cuadro 130. Requerimiento de envases y embalajes

Producto	Empaques (Envases) / día	Empaques (Envases) / año
Botellas PET (5L)	277	83212
Cajas de cartón	19	5615
Bolsas de polietileno (1.5 kg)	568	170462
Etiquetas	846	253674

Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.10. Manejo de sistemas normativos

1.10.1. HACCP (Análisis de riesgos y puntos críticos de control)

El sistema HACCP, es un sistema preventivo que permite identificar, evaluar y controlar los peligros significativos que afectan la inocuidad alimentaria de los alimentos, causando daños a la salud del consumidor.

Así mismo el sistema HACCP no es un sistema independiente, ya que está basado en programas, como: BPM, PHS, entre otros. El sistema está basado en 7 principios y para llevar a cabo la elaboración del plan HACCP se siguen doce pasos.

Los 7 principios en el que se basa el sistema HACCP:

1. Realizar un análisis de peligros y medidas preventivas
2. Determinar los puntos críticos de control (PCC)
3. Establecer los límites críticos
4. Establecer procedimientos preventivos
5. Establecer las acciones correctivas
6. Establecer los procedimientos de verificación
7. Establecer un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y registros apropiados

Pasos para la implementación del sistema

1. Formación del equipo HACCP
2. Describir el producto
3. Determinar el uso al que va a destinarse
4. Elaboración del diagrama de flujo
5. confirmación in situ del diagrama de flujo
6. Análisis de peligros y medidas preventiva

Se realizará el punto 6 y los demás puntos que permiten hallar los pcc a través de un árbol de decisiones como se puede ver en la Figura 1, que permite definir si los peligros afectarán la inocuidad de los alimentos.

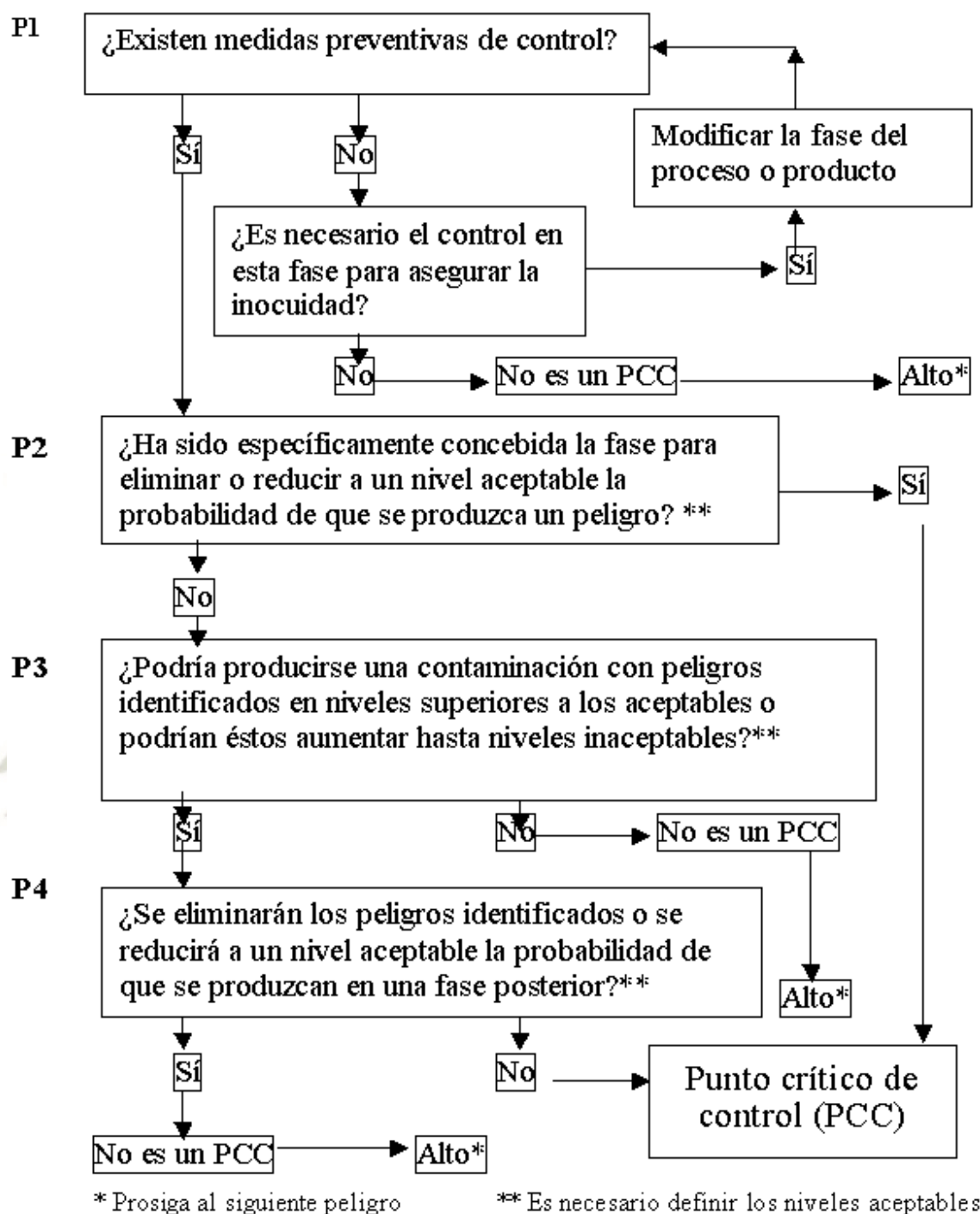


Figura 1. Árbol De Decisiones Para Identificar PCC

Fuente: Elaborado por FAO, CODEX 1997.

Cuadro 131. Identificación de Puntos críticos de control

Etapas del proceso	Identificación del peligro	¿Existe peligro significativo en la seguridad? (Sí / No)	Justificación	Medidas preventivas	PPC
Recepción y selección de materia prima	Biológicos - Contaminación por microorganismos (moho) - Granos en mal estado	NO	Los lotes recibidos de materia prima deben ser revisados y cumplir con las características y verificaciones deseadas.	- Realizar seguimientos de los lotes desde su ingreso hasta el almacenamiento.	SI
	Químicos: - Contaminación por productos químicos: pesticidas, insecticidas	SI	Presencia de contaminantes químicos	- Garantía de Calidad de materia prima. - Realizar compras a proveedores seleccionados	
Pelado de garbanzo	Físicos - Partículas de maquinaria	SI	Se realizan inspecciones preventivas a la maquinaria	- Realizar inspecciones y mantenimiento de maquinaria de manera mensual	NO
Remojo de garbanzo	Biológicos	NO	Se realizan revisiones del tanque de remojo	- Realizar revisiones del tanque de remojo	NO

Etapas del proceso	Identificación del peligro	¿Existe peligro significativo en la seguridad? (Sí / No)	Justificación	Medidas preventivas	PPC
Molienda húmeda	Físicos - Partículas de maquinaria	NO	Se realizan inspecciones a la maquinaria	- Realizar inspecciones y mantenimiento de maquinaria de manera mensual	NO
Secado	Químicos - Cambios en composición nutricional	SI	Elevadas temperaturas causan daños en la composición nutricional	- Control de temperatura y tiempos	SI
Molienda	Biológicos - Acumulación de masa, genera presencia de microorganismos	SI	Se realizan inspecciones a la maquinaria	- Realizar inspecciones y mantenimiento de maquinaria de manera mensual	NO
	Físicos	NO	Se realizan inspecciones a la maquinaria	- Realizar inspecciones y mantenimiento de maquinaria de manera mensual	

Etapas del proceso	Identificación del peligro	¿Existe peligro significativo en la seguridad? (Sí / No)	Justificación	Medidas preventivas	PPC
Tamizado	Físicos - Contaminación de polvo - Fragmentos máquina	NO	Se realizan inspecciones a la maquinaria	- Realizar inspecciones y mantenimiento de maquinaria de manera mensual	NO
Formación del recubrimiento	Físicos	NO	Se realizan inspecciones a la maquinaria	- Realizar inspecciones y mantenimiento de maquinaria de manera mensual	NO
Envasado	Biológicos - Productos mal envasados - Contaminación por vectores	NO NO	Se realiza revisión de productos envasados Aplicación de control de plagas	- Realizar revisiones al envasado, instruir al operario - Aplicar los manuales de BPM	NO
Almacenamiento	Biológicos - Presencia de microorganismos	SI	Cambios en temperatura (aumento) generan crecimiento de microorganismos	- Monitoreo de temperatura en la cámara de almacenamiento	NO

Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.11. Seguridad e higiene industrial

La seguridad e higiene industrial son uno de los puntos más importantes para la empresa ya que si no se cumplen ciertas normas puede verse afectada la salud y seguridad de los trabajadores.

La seguridad industrial abarca actividades que permitan identificar riesgos que pueden estar durante el desarrollo de actividades que causen en un futuro, accidentes. Así mismo la higiene industrial abarca diversas actividades que permiten identificar, evaluar y controlar los factores dentro del ámbito laboral que pueden ocasionar problemas en la salud de los trabajadores.

a. Personal

Debe hacer uso de equipo de protección

- Utilizar de forma adecuada el equipo de protección
- Mantener el material de trabajo en las mejores condiciones
- Solicitar nuevo material e informar a los encargados
- Utilizar casco, guantes, lentes, calzado de seguridad, mascarillas en caso de ser necesarios dependiendo el tipo de proceso.

b. Equipos

- Equipos instalados de manera correcta, evitando que alguna parte de estos dañe o lastime al trabajador.
- Los equipos deben poseer un mantenimiento adecuado, no colocar piezas o componentes de estos en el suelo.
- Los equipos sólo deben usarse para las operaciones y procesos para las que están diseñados.

c. Infraestructura

- El diseño y materiales usados en la construcción de la planta deben ser no tóxicos y seguros ante cualquier fenómeno natural o humano.
- La iluminación debe ser la adecuada para evitar fatigar a los trabajadores, así mismo la iluminación artificial debe estar protegido.
- Los vidrios, ventanas deben poseer seguridad y se deben evitar en la sala de proceso.

d. Materiales

- Deben usarse materiales adecuados, no tóxicos, para poder obtener productos de calidad. El departamento de control de calidad debe llevar a cabo inspecciones y revisar el cumplimiento de los insumos, materiales, entre otros con las características deseadas de calidad e inocuidad.

e. Mantenimiento

- Realizar inspecciones preventivas de equipos.
- Realizar mantenimiento a las maquinarias y equipos.

f. Desechos - Residuos

- Los residuos generados deben ser desechados cumpliendo con las normas impuestas.
- Los residuos que sean reciclables deben reunirse y no desecharse con los demás.

1.12. Organización empresarial

1.12.1. Tipo de propiedad y empresa

Se tiene como propuesta que la empresa se constituya como una sociedad anónima (S.A).

Este tipo de sociedad busca consagrarse a actividades productivas y comerciales que son propias del proyecto que se ha planteado. Así mismo posee una ventaja, la cual está involucrada con la responsabilidad limitada que poseen los socios, es decir, que sólo alcanza el monto de la inversión, los socios también pueden ver sus acciones en cualquier momento.

1.12.2. Estructura orgánica

- Junta general de accionistas
- Gerencia general
- Gerencia producción
- Gerencia comercial
- Apoderado (Aspectos legales y/o administrativos)
- Contador

1.12.3. Funciones de los elementos estructurales

a. Junta general de accionistas

Posee el poder supremo, los accionistas que forman parte de la junta son los que pueden tomar decisiones en cuanto a los asuntos de la competencia de la empresa.

Tienen funciones, como:

- Aprobar o desaprobado planes propuestos
- Crear políticas de trabajo de la empresa
- Aprobar o desaprobado estados financieros.

b. Gerencia general

Se encarga de dirigir la empresa y es nombrado por la dirección, así mismo da cuenta a la junta general. Sus funciones son:

- Representar de manera legal, administrativa y económica a la empresa
- Administrar las finanzas
- Toma de decisiones relacionadas con el rumbo de la empresa
- Aprueba y desaprueba cuentas de balance general
- Vigila el funcionamiento correcto de cada subgerencia.

c. Gerencia producción

Sus funciones son:

- Realizar el control de los procesos productivos de todas las operaciones y etapas del producto
- Controlar y establecer el programa de mantenimiento industrial
- Revisa y establece programas de verificación y de planeamiento de producción.
- Evaluación de requerimientos de materia prima, insumos y materiales.

d. Gerencia administrativa

Su trabajo está relacionado con realizar y planificar actividades referidas a distribución y venta del producto. Posee las siguientes funciones:

- Elabora la política de venta, así como la de remuneraciones (sólo para dicha gerencia)

e. Gerencia comercial

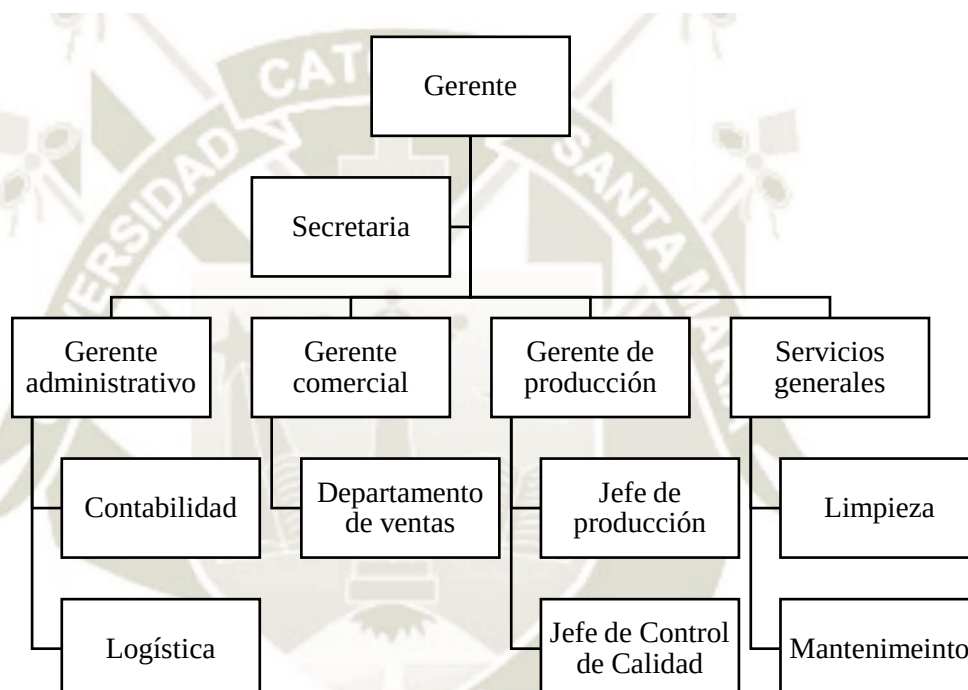
- Realiza el presupuesto comercial
- Investigación de mercados
- Creación de estrategias para promocionar el producto
- Selecciona y planifica los canales de distribución

f. Apoderado

Facilita las labores de la junta, ya que los aspectos legales y administrativos pueden ser tomados a su cargo. Puede ser un abogado.

1.12.4. Organigrama general de la empresa

Diagrama 11. Organigrama general de la empresa



Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.12.5. Requerimiento de personal

Cuadro 132. Requerimiento de personal

Departamento	Función o cargo	# Empleados	Calificación	Grado de instrucción
Gerente	Gerente	1	Profesional	Ingeniero con experiencia – administración
Producción	Jefe de producción	1	Profesional	Ingeniero con experiencia en producción
	Jefe de control de calidad	1	Profesional	Ingeniero Alimentario con experiencia en producción
	Jefe de laboratorio	1	Profesional	Ingeniero con experiencia en análisis de laboratorio
	Operarios	7	Calificado	-
Administración	Administrador	1	Profesional	Licenciado en administración
	Contador	1	Profesional	Licenciado – Técnico con experiencia
Comercialización	Jefe de marketing	1	Profesional	Profesional con experiencia en el campo
	Ventas – Vendedor	1	Calificado	Personal con experiencia en el área de ventas
Servicios generales	Personal de limpieza	5	Calificado	Personal con experiencia
	Jefe de mantenimiento	1	Profesional	Ingeniero civil / mecánico con experiencia
	Personal de seguridad	3	Calificado	Personal con experiencia

Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.13. Distribución de planta

Para la distribución de planta se debe tener como prioridad el área de proceso, la cual se halla a través de diversas fórmulas, las cuales son:

a. Área estática (Ss)

$$Ss = (L * A) * Nm$$

Donde:

Ss: área estática (m²)

L: largo (m)

A: Ancho (m)

Nm: número de máquinas del mismo equipo

b. Área gravitacional (Sg)

$$Sg = (Ss * Nl)$$

Donde:

Sg: área gravitacional (m²)

Ss: área estática (m²)

Nl: número de lados a estimar para desplazamiento de operarios

c. Área de evolución (Se)

$$Se = (Ss + Sg) * K$$

Donde:

Se: área de evolución (m²)

Sg: área gravitacional (m²)

Ss: área estática (m²)

K: constante específica

d. K

$$K = \frac{h}{2H}$$

Donde:

h: altura promedio del personal (m)

2H: altura promedio de las maquinarias (m)

e. Área total (St)

$$Se = Ss + Sg + Se$$

Donde:

St: área total (m²)

Se: área de evolución (m²)

Sg: área gravitacional (m²)

Ss: área estática (m²)

Cuadro 133. Requerimiento de superficie de área del proceso

Requerimientos de superficie de área del proceso										
Maquinaria y/o equipo	Cantidad	L (m)	a (m)	Diámetro (m)	H (m)	N Acc	Ss	Sg	Se	Área total
Balanza	1	0.48	0.36	-	1.50	3	0.1728	0.5184	0.1754	0.8666
Mesa de acero	4	2.10	1.45	-	1.10	4	12.1800	48.7200	15.4524	76.3524
Carritos de transporte	4	1.20	0.30	-	1.60	4	1.4400	5.7600	1.8269	9.0269
Faja transportadora	1	6.00	0.70	-	1.00	4	4.2000	16.8000	5.3284	26.3284
Peladora	1	1.18	0.85	-	1.10	4	1.0030	4.0120	1.2725	6.2875
Tanque de remojo	3			0.95	1.89	1	5.3607	5.3607	2.7204	13.4417
Secado de aire caliente	2	3.30	1.90	-	2.20	2	12.5400	25.0800	9.5455	47.1655
Molino nixtamal	1	1.50	0.60	-	1.90	4	0.9000	3.6000	1.1418	5.6418
Molino de discos	1	1.33	0.53	-	1.63	3	0.7049	2.1147	0.7154	3.5350

Requerimientos de superficie de área del proceso										
Maquinaria y/o equipo	Cantidad	L (m)	a (m)	Diámetro (m)	H (m)	N Acc	Ss	Sg	Se	Área total
Tanque de mezclado	1	-	-	0.65	1.00	3	0.6529	1.9587	0.6627	3.2743
Embotelladora	1	0.60	0.60	-	1.30	1	0.3588	0.3588	0.1821	0.8997
Envasadora de harina	1	11.10	1.20	-	2.10	3	13.3200	39.96	13.5190	66.7990
Envasadora de granos	1	3.64	1.02	-	2.10	4	3.7108	14.84304	4.7077	23.2615
Etiquetadora	3	0.7	0.75	-	0.7	3	1.5750	4.725	1.5985	7.8985
Sub total										302.81
Muros y columnas (20%)										60.56
Seguridad (10%)										30.28
Total										393.66

Fuente: Elaboración propia, 2018.

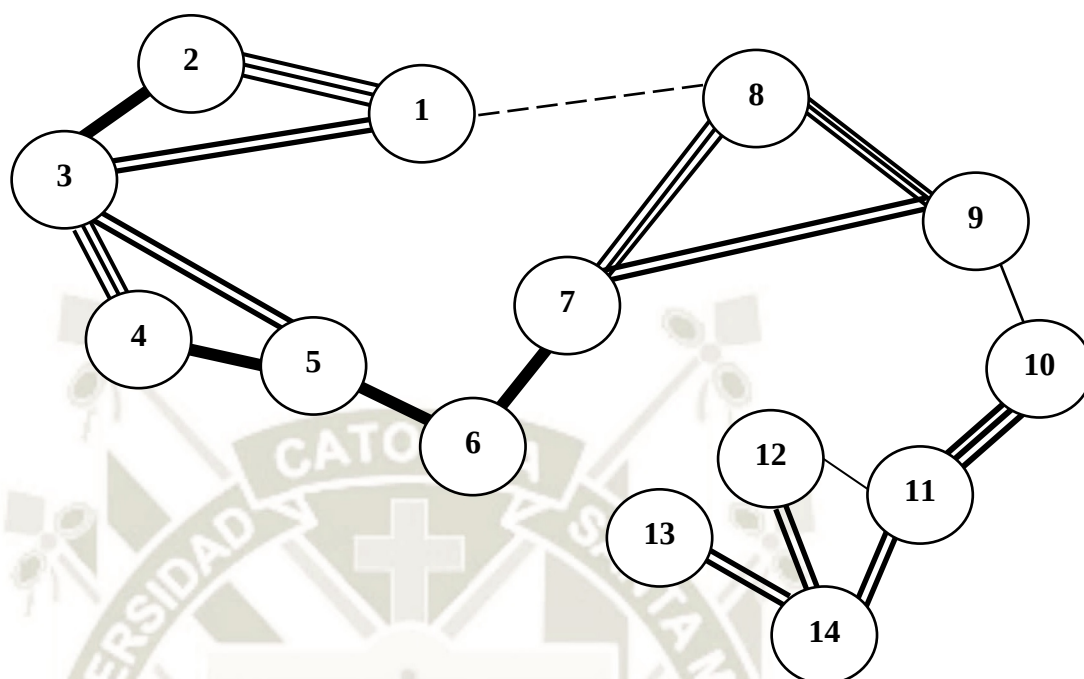
Diagrama 12. Análisis de proximidad de distribución de maquinarias y equipos de la sala de producción

1	Balanza de plataforma	
2	Mesa de trabajo	E
3	Faja transportadora	A I O
4	Peladora	A E O X X
5	Tanque de remojo	A I O X X X X
6	Molino nixtamal	A X U U X X X X X
7	Secador	A O U X X U X X X X X
8	Molino de discos	E I O U X X X X X X X
9	Tamizadora	E U O X X X X X X X X
10	Tanque de mezclado	O X U X X X X X X X X
11	Embotelladora	E X X X X X X X X X X
12	Empaquetadora de harina	U O O X X X X X X X X
13	Empaquetadora de granos	U U I O X X X X X X X
14	Etiquetadora	I

Fuente: Elaboración propia, 2018.

LEYENDA	
Absolutamente necesario	A
Especialmente importante	E
Importante	I
Ordinario	O
Sin importancia	U
Indeseable	X

Diagrama 13. Análisis de Proximidad de Maquinarias

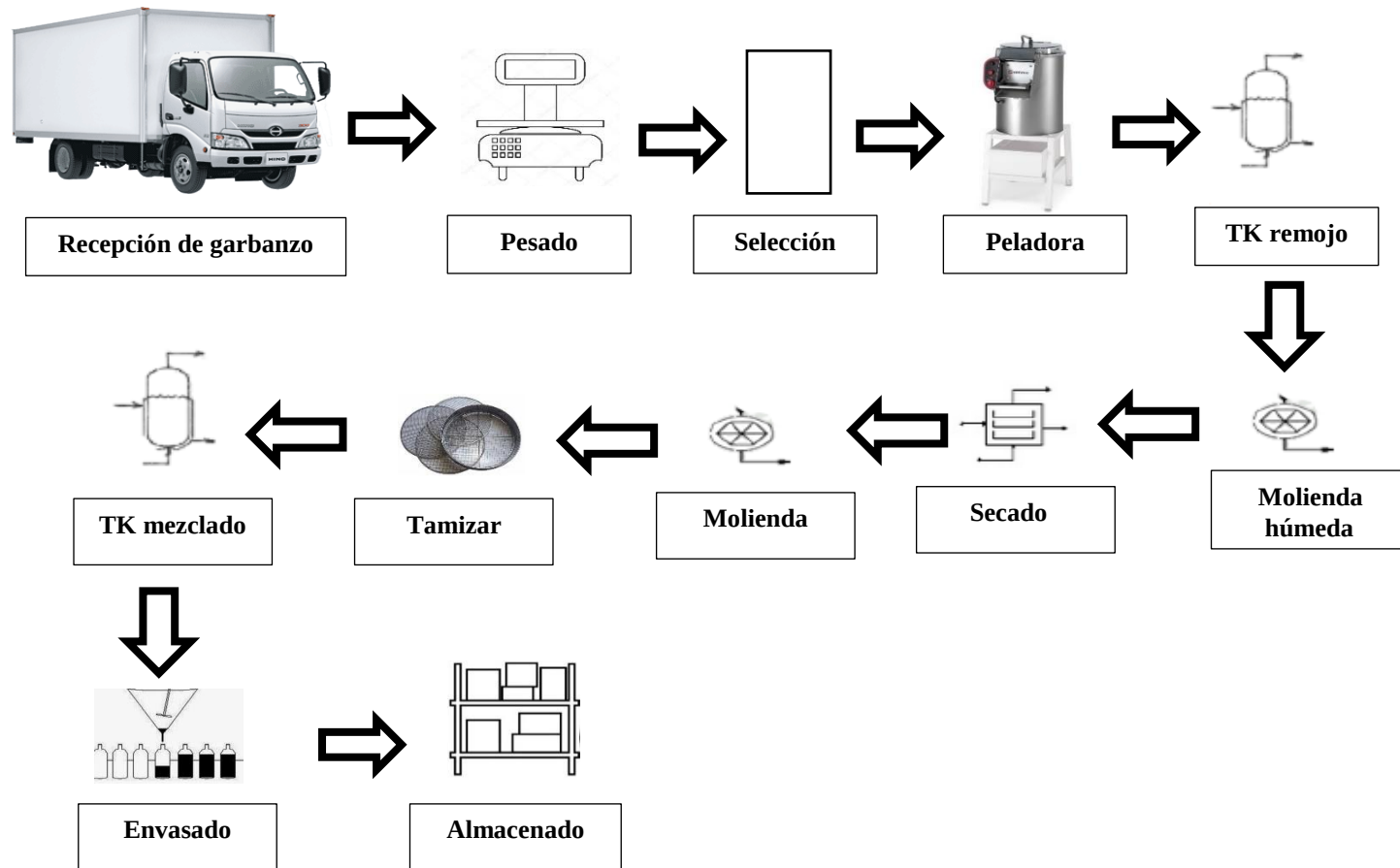


Fuente: Elaboración propia, 2018.

LEYENDA	
Absolutamente necesario	
Especialmente importante	
Importante	
Sin importancia	
No deseable	

1. Balanza de plataforma
2. Mesas de trabajo
3. Faja transportadora
4. Peladora
5. Tanque de remojo
6. Molino nixtamal
7. Secador
8. Molino de discos
9. Tamizadora
10. Tanque de mezclado
11. Embotelladora
12. Empaquetadora de harina
13. Empaquetadora de granos
14. Etiquetadora

Diagrama 14. Diagrama Flow Sheet de Recubrimiento



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 134. Distribución de áreas de la planta

Infraestructura	Área (m2)
Área de fabricación	
Área de proceso	393.7
Almacén de m.p	29.00
Almacén de insumos	11.00
Almacén de PF	52.50
Laboratorio de calidad	11.00
Total, del área de fabricación	497.16
Área administrativa	
Oficina de gerencia	18.00
Oficina de RRHH	10.00
Oficina de logística	14.30
Oficina de contabilidad	14.00
Oficina de Operación de procesos	14.00
Oficina de Marketing y ventas	14.00
Secretaría	14.00
Servicios higiénicos	18.50
Total del área de administración	116.80
Área de servicios	
Comedor y cocina	52.50
Servicios higiénicos	8.50
Vestidores	31.00
Caseta de control	14.50
Energía y mantenimiento	31.00
Total del área de servicios	137.50
Otras Áreas	
Área de ingreso	151.00
Área de parqueo	35.00
Recepción de materia prima - Patio de maniobras	50.00
Áreas verdes	80.00
Zona de ampliación	450.00
Total del área de servicios	766.00
Total	1517.46

Fuente: Elaboración propia, 2018.

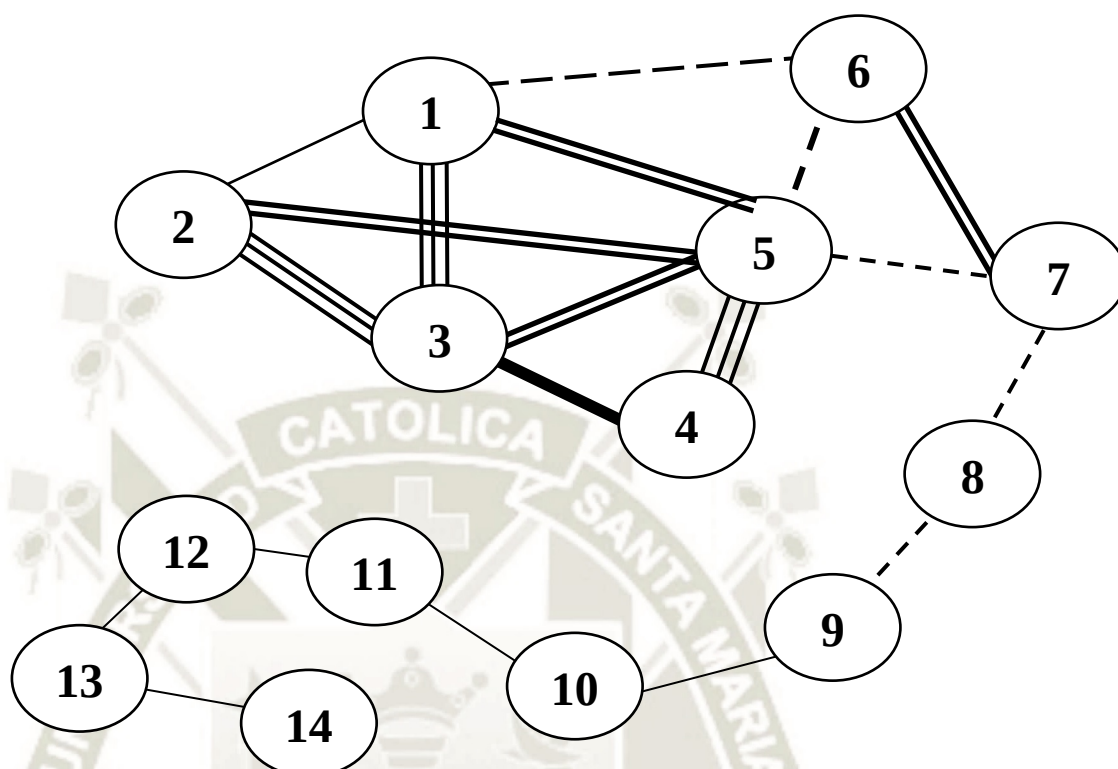
Diagrama 15. Análisis de proximidad de Distribución de áreas de la planta

1	Almacén de M. P	
2	Almacén de insumos	O
3	Zona de procesos	E X
4	Almacén de producto Final	E U I X
5	L. Control de calidad	A I X X X
6	Zona de administración	E U X X X X
7	Oficina de ventas	A X U X X X X
8	Vestuarios – Servicios H.	I O X U X X X X A U
9	Comedor	U X O U X X X X X
10	Energía y mantenimiento	X I O U X X X X X
11	Pista de acceso - parqueo	O X X X U X X
12	Patio de maniobras	U X U X U
13	Zona de jardines	O O O U
14	Caseta de control	U O

Fuente: Elaboración propia, 2018.

LEYENDA	
Absolutamente necesario	A
Especialmente importante	E
Importante	I
Ordinario	O
Sin importancia	U
Indeseable	X

Diagrama 16. Análisis de proximidad de distribución (Diagrama de Hilos) de las áreas de la planta



Fuente: Elaboración propia, 2018.

LEYENDA	
Absolutamente necesario	=====
Especialmente importante	=====
Importante	=====
Sin importancia	-----
No deseable	- - - - -

1. Almacén de materia prima
2. Almacén de insumos
3. Zona de procesos
4. Almacén de producto final
5. Laboratorio de control de calidad
6. Zona de administración
7. Oficina de ventas
8. Vestuarios – SS. HH.
9. Comedor
10. Energía y mantenimiento
11. Pista de acceso - parqueo
12. Patio de maniobras
13. Zona de jardines
14. Caseta de control

En el plano de la planta se ve plasmada tanto la distribución de equipos como la distribución de las diferentes áreas de la empresa. El plano se encuentra en el [Anexo 10. Plano de la planta](#).

1.14. Ecología y medio ambiente

El impacto que tiene la empresa sobre el medio ambiente y la ecología es algo muy importante, ya que en estos últimos la contaminación ambiental ha aumentado, causando estragos en el planeta.

Las empresas del rubro alimentario poseen un menor impacto ambiental que otras, aun así, se debe hacer todo lo posible para reciclar y generar una huella de carbón menor.

La norma ISO 140001 permite gestionar y regular los objetivos y políticas, teniendo en mente las diferentes normas y requisitos legales, así como información sobre el impacto en el ambiente.

La empresa promoverá una política y una conciencia ambiental, comprometiendo así a los trabajadores que participen en la reducción de desechos, haciendo uso de los diferentes contenedores para reciclar basura y desperdicios. Así mismo los desechos del proceso serán tratados para minimizar la emanación de gases y contaminación. El agua residual será tratada de manera parcial y luego serán eliminadas siendo enviadas a un depurador, mientras que las aguas tratadas serán enviadas a ríos o mares.

CAPÍTULO V

III. Ingeniería económica

1. Inversiones y financiamiento

1.1. Inversiones

Las inversiones son términos monetarios del cual se hará uso para el crecimiento de la empresa, como compra de maquinarias, equipos, infraestructura, construcciones, compras de recursos, materias primas, entre otros, las cuales generarán ganancias que permitirán crear fondos económicos para la empresa.

$$IT = IF + II + CT$$

Donde:

IT: inversión total

IF: inversión fija

II: inversión intangible

CT: capital de trabajo

1.1.1. Inversión fija

“Se refiere a todo tipo de activos cuya vida útil es mayor a un año y cuya finalidad es proveer las condiciones necesarias para que la empresa lleve a cabo sus actividades” (Bautista Hernández, 2011)

A. Inversión tangible

Las inversiones tangibles abarcan aquellas inversiones que están relacionadas con el funcionamiento de la planta, como bienes físicos que pueden sufrir desgastes o daños en el tiempo: maquinaria, equipos, infraestructura de edificios.

a. Terreno

El terreno escogido está ubicado en el Parque Industrial – Río Seco (Arequipa). Así mismo está dividido en las siguientes zonas:

- Zona A: Edificio de proceso
- Zona B: Edificios administrativos y servicios
- Zona C: Edificios auxiliares – servicios y mantenimiento
- Zona D: Pista, jardines, veredas, ampliaciones.

Cuadro 135. Costos de terreno

Zona	Edificios	Área (m²)	Costos (\$/m²)	Costo total (\$)
A	Área de producción	393.66	100	39365.91
B	Área de administración	116.80	100	11680.00
C	Área de servicios	137.50	100	13750.00
D	Otras áreas	766.00	100	76600.00
Total general				310762.93

Fuente: Elaboración propia, 2018.

b. Edificaciones

Cuadro 136. Costo de edificaciones

Zona	Edificios	Área (m²)	Costos (\$/m²)	Costo total (\$)
A	Área de producción	393.66	150	59048.87
B	Área de administración	116.8	45	5256.00
C	Área de servicios	137.5	45	6187.50
D	Otras áreas	766	45	34470.00
Total general				104752.5

Fuente: Elaboración propia, 2018.

c. Máquinas y equipos

El costo de los equipos y maquinarias utilizados para el funcionamiento de la planta están en función a cotizaciones internacionales y nacionales.

Cuadro 137. Costo de maquinarias y equipos básicos (US\$)

Maquinaria/ Equipo	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Balanza de plataforma	1	300	300
Mesas de trabajo	4	100	400
Faja transportadora	1	1000	1000
Tanque de remojo	3	1305	3915
Peladora	1	1050	1050
Molino nixtamal	1	2000	2000
Secador	2	2000	4000
Molino de discos	1	1135	1135
Tamizador	2	350	700
Tanque mezcla	2	1600	3200
Embotelladora	1	1100	1100
Envasadora de harina	1	2000	2000
Etiquetadora	3	576	1727
Envasadora de granos	1	1100	1100
Silo	1	4500	4500
Costo parcial			28127.27
Equipo de laboratorio (5%)			1406.36
Subtotal			57660.91
Instalación (10%)			5766.09
Total general			63427.00

Fuente: Elaboración propia, 2018.

d. Mobiliario y Equipo de oficina

Las cotizaciones fueron hechas por empresas comerciales de la ciudad.

Cuadro 138. Costo de mobiliario y equipo de oficina

Maquinaria/ Equipo	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Impresoras	2	200	400
Computadoras	6	150	900
Escritorios	6	75	450
Teléfonos	6	20	120
Sillón (ejecutivo)	1	30	30
Sillón (secretaria)	5	21	105
Muebles de sala	1	145	145
Útiles de escritorio	1	65	65
Extintores	5	20	100
Archivadores	5	20	100
Total general			2415

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 139. Costo Total de inversión fija tangible (US\$)

Concepto	Costo Total (US\$)
Terreno	141395.91
Edificaciones	104962.37
Maquinaria y Equipo	63427.00
Mobiliaria y equipo de oficina	2415.00
Subtotal	312200.28
Improvistos (5%)	15610.01
Total	327810.29

Fuente: Elaboración propia, 2018.

B. Inversión intangible

“Los activos intangibles son uno de los elementos de mayor importancia en las empresas. Influyen en el día a día de la empresa, en sus procesos, pero también en su valoración económica” (García Abad, 2016)

Cuadro 140. Costo de la inversión intangible (US\$)

Rubros	% de INV. Tangible	Costo Total (US\$)
Estudio de pre – ingeniería	2.00%	6556.21
Estudio de pre – inversión	1.00%	3278.10
Gastos puesta en marcha	2.00%	6556.21
Intereses pre - operacionales	1.00%	3278.10
Gastos de organización – administración	2.00%	6556.21
Total		26224.82

Fuente: Elaboración propia, 2018.

La inversión total del proyecto se puede observar en el siguiente cuadro:

Cuadro 141. Costo total de la inversión

Concepto	Costo total (US\$)
Inversión tangible	327810.29
Inversión intangible	26224.82
Total	354035.11

Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.1.2. Capital de trabajo

El capital de trabajo, es decir, los recursos financieros y bienes que necesita la empresa para poder continuar con su crecimiento.

1.1.2.1. Costos de producción

A. Costos directos

Los costos directos están relacionados directamente con aquellos que intervienen en la fabricación del producto.

- Costo de materia prima
- Costo de mano de obra directa
- Costo de material de envase y embalaje

a. Materia prima e insumos

Son aquellos que intervienen en el proceso del producto, en el siguiente cuadro se pueden observar:

Cuadro 142. Costo de materia prima e insumos para el recubrimiento comestible (US\$)

Materia prima / Insumos	Cantidad (kg/año)	Costo unitario (US\$)	Costo total (US\$)
Garbanzo	32723.43	2.09	68377.31
Proteína de soya	18699.42	26.15	488989.92
Glicerol	30386.56	3.26	99060.20
Aceite esencial de orégano	93.50	216.40	20232.78
Total			676660.21

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 143. Costo de materia prima e insumos para la harina de garbanzo (US\$)

Materia prima / Insumos	Cantidad (kg/año)	Costo unitario (US\$)	Costo total (US\$)
Garbanzo	44787	2.09	93584.43

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Cuadro 144. Costo de materia prima e insumos para garbanzo sin cáscara (US\$)

Materia prima / Insumos	Cantidad (kg/año)	Costo unitario (US\$)	Costo total (US\$)
Garbanzo	206141	2.09	430741.89

Fuente: Elaboración propia, 2019.

b. Mano de obra directa

La mano de obra directa abarca a todos aquellos trabajadores que intervienen de manera directa con la producción del producto.

Cuadro 145. Costo de mano de obra directo (US\$)

Personal	Cantidad	Remuneración mensual (US\$)	Remuneración anual (US\$)
Operarios	7	270	22680
Leyes y beneficios sociales (32%)			7257.6
Total			29937.6

Fuente: Elaboración propia, 2018.

c. Material de envasado

Cuadro 146. Costo de material de envasado para recubrimiento comestible (US\$)

Material	Cantidad/ año	Costo unitario (US\$)	Costo total (US\$)
Botellas PET (5L)	83212	0.01	832.12
Cajas de cartón	2774	0.09	249.64
Etiqueta	83212	0.06	4992.75
Total			6074.51

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 147. Costo de material de envasado para harina de garbanzo (US\$)

Material	Cantidad/ año	Costo unitario (US\$)	Costo total (US\$)
Bolsas de polietileno (1.5kg)	35744	0.01	357.44
Cajas de cartón	596	0.09	53.62
Etiqueta	35744	0.06	2144.62
Total			2555.68

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Cuadro 148. Costo de material de envasado para grano sin cáscara (US\$)

Material	Cantidad/ año	Costo unitario (US\$)	Costo total (US\$)
Bolsas de polietileno (1.5kg)	134718	0.01	1347.18
Cajas de cartón	2245	0.09	202.08
Etiqueta	134718	0.06	8083.07
Total			9632.33

Fuente: Elaboración propia, 2019.

d. Total de costos directos

Para hallar el total de costos directos se realiza la sumatoria de los costos anteriormente hallados.

Cuadro 149. Costos del recubrimiento comestible

Concepto	Costo total (US\$)
Materia prima e insumos	676660.21
Material de envasado	6074.51
Total	682734.71

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Cuadro 150. Costos de la harina de garbanzo

Concepto	Costo total (US\$)
Materia prima e insumos	93584.43
Material de envasado	2555.68
Total	96140.10

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Cuadro 151. Costos del garbanzo sin cáscara

Concepto	Costo total (US\$)
Materia prima e insumos	206140.76
Material de envasado	9632.33
Total	215773.09

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Cuadro 152. Total de costos directos

Concepto	Costo total (US\$)
Costos del recubrimiento	682734.71
Costos del garbanzo sin cáscara	215773.09
Costos de la harina de garbanzo	96140.10
Mano de obra directa	29937.60
Total	1024585.51

Fuente: Elaboración propia, 2018.

B. Gastos de fabricación

Están relacionados con los procesos de fabricación más no participan de forma directa en este. Existen los siguientes:

- Costos de materiales indirectos
- Costos de manos de obra indirecta
- Costos indirectos

a. Materiales indirectos

Cuadro 153. Costo de material indirecto

Descripción	Costo (US\$)
Repuestos	3000
Mantenimiento	1300
Total	4300

Fuente: Elaboración propia, 2018.

b. Mano de obra indirecta

La mano de obra indirecta es el personal encargado de la producción.

Cuadro 154. Costos de mano de obra indirecta

Personal	Cantidad	Remuneración mensual (US\$)	Remuneración anual (US\$)
Jefe de producción	1	623	7476
Jefe de control de calidad	1	600	7200
Jefe de laboratorio	1	450	5400
Jefe de mantenimiento	1	560	6720
Subtotal			26796
Leyes y beneficios (32%)			8574.72
Total			35370.72

Fuente: Elaboración propia, 2018.

c. Gastos indirectos

Están conformados por:

- Depreciaciones

Abarcan aquellas propiedades y/o cosas que pueden perder su valor con el tiempo.

Cuadro 155. Costo de depreciación

Descripción	Tasa (%)	Depreciación anual (%)
Edificaciones y obras	3	3148.87
Mobiliario	10	6342.70
Maquinaria y equipo	20	483.00
Total		15290.48

Fuente: Elaboración propia, 2018.

- Mantenimiento

Cuadro 156. Costos de mantenimiento

Descripción	Tasa (%)	Mantenimiento anual (US\$)
Edificaciones y obras	3.50%	3673.68
Mobiliario	3.00%	72.45
Maquinaria y equipo	5.00%	3171.35
Total		6715.39

Fuente: Elaboración propia, 2018.

- Seguros

Cuadro 157. Costos de seguros

Descripción	Tasa (%)	Seguro anual (US\$)
Terreno	0.20%	282.79
Edificaciones y obras	0.02%	20.99
Mobiliario	0.02%	0.48
Maquinaria y equipo	0.01%	6.34
Total		644.87

Fuente: Elaboración propia, 2018.

- Servicios

Cuadro 158. Costos de servicios

Descripción	Unidad	Costo unitario (US\$)	Consumo/año	Costo total (US\$)
Agua y desagüe	M ³	1.32	3775.30	4983.40
Electricidad	Kw/hr	0.14	8048.70	1126.82
Total				6110.21

Fuente: Elaboración propia, 2018.

- Total de gastos de fabricación

Cuadro 159. Total de gastos de fabricación

Concepto	Costo total (US\$)
Mano de obra indirecta	35370.72
Depreciaciones	9974.57
Mantenimiento	6917.48
Seguros	310.61
Servicios	6110.21
Imprevistos (5%)	2934.18
Total	61617.78

Fuente: Elaboración propia, 2018.

C. Total del costo de producción

El total del costo de producción se obtiene al realizar la suma de los costos directos e indirectos (Costos de fabricación).

Cuadro 160. Total del costo de producción

Descripción	Costo total (US\$)
Costos directos	1024585.51
Costos indirectos	61617.78
Total	1086203.29

Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.1.2.2. Gastos de operación

Se clasifican en:

A. Gastos de administración

Son aquellos gastos incididos que están relacionados con formular, dirigir y controlar los aspectos de la organización, administración y política de la empresa.

Cuadro 161. Remuneración del personal (US\$)

Cargo	Cantidad	Remuneración mensual (US\$)	Remuneración anual (US\$)
Gerente	1	660	7920
Contador	1	300	3600
Jefe de marketing	1	320	3840
Administración	1	390	4680
Personal de limpieza	3	288	10368
Vendedor	1	288	3456
Personal de seguridad	1	288	3456
Subtotal			37320
Leyes y beneficios (32%)			11942.4
Total			49262.4

Fuente: Elaboración propia, 2018.

B. Otros gastos administrativos

Son alrededor del 30% de los gastos realizados por la gestión administrativa.

- Gastos generales: $\$25.00/\text{día} * 300 = \$ 9000.00$

- Teléfono: $\$30.00 * 12 * 3 = \$ 1080$

Cuadro 162. Otros gastos administrativos

Descripción	Total (US\$)
Teléfono	400
Gastos generales	9000

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Total de gastos administrativos

Cuadro 163. Gastos administrativos

Concepto	Costo total (US\$)
Remuneración de personal	49262.40
Depreciaciones (30%)	2992.37
Mantenimiento (30%)	2075.24
Seguros (30%)	93.18
Servicios (30%)	1833.06
Teléfonos	400.00
Gastos generales	9000.00
Total	65656.26
Reserva de dos meses	10833.28

Fuente: Elaboración propia, 2018.

C. Gastos y costos de venta

Son aquellos gastos que facilitan la comercialización del producto en el mercado.

Cuadro 164. Gastos de ventas (US\$)

Concepto	Costo total (US\$)
Publicidad	800
Promociones	200
Distribución	1100
Total	2100

Fuente: Elaboración propia, 2018.

D. Total de gastos de operación

Se obtienen al sumar los gastos de administración y de gastos de ventas.

Cuadro 165. Total de gastos de operación

Concepto	Costo total (US\$)
Gastos administrativos	65656.26
Gastos de ventas	2100.00
Total	67756.26

Fuente: Elaboración propia, 2018.

E. Total de capital de trabajo

Cuadro 166. Total de capital de trabajo

Descripción	Costo total anual (US\$)
Costo de materias primas	1200986.52
Costo de mano de obra directa	29937.60
Costo de material de envase	25751.63
Gastos de fabricación	61617.78
Gastos de administración	65656.26
Gastos de ventas	2100.00
Total	1386049.80

Fuente: Elaboración propia, 2018.

F. Total de inversión del proyecto

Para obtener el total de la inversión del proyecto se debe sumar las inversiones tangibles, intangibles y el capital del trabajo.

Cuadro 167. Total de inversión de proyecto

Concepto	Costo total (US\$)
Inversión fija	354035.11
Capital de trabajo	1386049.80
Total	1740084.91

Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.1.3. Financiamiento

El financiamiento abarca todo un conjunto de recursos financieros que permite poder cubrir los requerimientos que exige el proyecto.

1.1.3.1. Fuentes de financiamiento

Se harán uso de dos fuentes financiamiento: crédito y aporte propio.

Cuadro 168. Estructura de requerimientos de inversión (US\$)

Descripción	Aporte propio	Aporte COFIDE	Total (US\$)
Inversión fija	131124.12	196686.17	327810.29
Terreno	56558.36	84837.55	141395.91
Edificio y obras civiles	41984.95	62977.42	104962.37
Maquinarias y equipo	25370.80	38056.20	63427.00
Mobiliario y equipo de oficina	966.00	1449.00	2415.00
Imprevistos	6244.01	9366.01	15610.01
Inversión intangible	10489.93	15734.89	26224.82
Estudios de pre – inversión	1311.24	1966.86	3278.10
Estudio de ingeniería	2622.48	3933.72	6556.21
Gastos de organización y administración	2622.48	3933.72	6556.21
Gastos puesta en marcha	2622.48	3933.72	6556.21
Interés pre – operativo	1311.24	1966.86	3278.10
Capital del trabajo	554419.92	831629.88	1386049.80
Inversión total	696033.96	1044050.95	1740084.91
Cobertura (%)	40%	60%	100%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.1.3.2. Condiciones de financiamiento

Cuadro 169. Características del financiamiento

Características	Descripción
Monto total de la inversión (US\$)	1740084.91
Monto financiable (US\$)	1044050.95
Tasa de interés (%)	12.00%
Plazo de gracia (año)	1
Plazo de amortiguación (año)	5
Forma de pago	Cuotas trimestrales
Entidad financiera	COFIDE
Línea de crédito	FIRE

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Para poder calcular el pago de la cuota trimestral, se utiliza la siguiente fórmula:

$$C = \frac{M * i * (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

Donde:

C: cuota constante en dólares

M: monto total de préstamo

n: número de trimestres (20)

i: interés

Aplicando la fórmula se obtiene:

M: 1044050.95

i: 0.03

n: 18

C: 75911.58

Cuadro 170. Servicio de la deuda COFIDE (US\$)

Año	Trimestre	Cuota	Interés trimestre	Amortización	Total amortización	Monto
1	1	31321.53	31321.53			1044050.95
	2	31321.53	31321.53			1044050.95
	3	75911.58	31321.53	44590.05	44590.05	999460.89
	4	75911.58	29983.83	45927.76	90517.81	953533.13
2	5	75911.58	28605.99	47305.59	137823.40	906227.54
	6	75911.58	27186.83	48724.76	186548.16	857502.79
	7	75911.58	25725.08	50186.50	236734.66	807316.29
	8	75911.58	24219.49	51692.09	288426.75	755624.20
3	9	75911.58	22668.73	53242.86	341669.61	702381.34
	10	75911.58	21071.44	54840.14	396509.75	647541.19
	11	75911.58	19426.23	56485.35	452995.10	591055.85
	12	75911.58	17737.95	58173.63	511168.73	532882.21
4	13	75911.58	15986.28	59925.30	571094.04	472956.91
	14	75911.58	14188.52	61723.06	632817.10	411233.85
	15	75911.58	12336.83	63574.75	696391.85	347659.09
	16	75911.58	10429.58	65482.00	761873.85	282177.09
5	17	75911.58	8465.12	67446.46	829320.31	214730.64
	18	75911.58	6441.73	69469.85	898790.16	145260.78
	19	75911.58	4357.64	71553.95	970344.11	73706.84
	20	75911.58	2211.01	73706.84	1044050.95	0.00

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 171. Resumen de la deuda COFIDE

Año	Amortización	Intereses	Cuota a pagar
1	90517.81	123948.41	214466.22
2	197908.94	105737.39	303646.33
3	222741.98	80904.35	303646.33
4	250705.12	52941.21	303646.33
5	282177.09	21475.50	303646.33
Total	1044050.95	385006.87	1429051.55

Fuente: Elaboración propia, 2018.

2. Egresos

Son aquellos valores de recursos financieros que se utilizan para la producción durante un periodo de tiempo determinado. Para obtenerlo se procede a sumar los costos de producción y los gastos de operación.

Cuadro 172. Egresos anuales

Rubros	Costo total (US\$)
Costos directos	
Materia prima	1200986.52
Mano de obra directa	29937.6
Material de envasado	25751.63
Gastos de fabricación	
Mano de obra indirecta	35370.72
Depreciación	9974.57
Mantenimiento	6917.48
Seguros	310.61
Servicios	6110.21
Imprevistos	2934.18
Gastos de operación	
Gastos de administración	65656.26
Gastos de ventas	2100.00
Total	1386049.80

Fuente: Elaboración propia, 2018.

2.1. Gastos financieros

Los gastos financieros engloban los intereses anuales y la amortización que se debe pagar por el crédito que se obtiene de COFIDE.

Cuadro 173. Gastos financieros (US\$)

Año	Amortización	Intereses	Cuota a pagar
1	90468.53	123880.93	214349.45
2	197801.19	105679.82	303481.01
3	222620.71	80860.30	303481.01
4	250568.62	52912.39	303481.01
5	282023.46	21463.81	303481.01
Total	1043482.50	384797.25	1428273.49

Fuente: Elaboración propia, 2018.

2.2. Costos fijos y costos variables

Los costos fijos son aquellos que no dependen del volumen de producción de la empresa, ni cambian en función a este; mientras que los variables sí varían en base al nivel de producción. (PQS, 2018)

Los costos variables son aquellos que aumentan o disminuyen directamente proporcional al volumen de producción o prestación de servicio, está relacionado al nivel de actividad desarrollado de la empresa. (Duque Navarro, 2017)

Cuadro 174. Costos fijos y costos variables para el primer año de producción (US\$)

Rubros	Costos fijos (%)	Costo total (US\$)	Costos fijos (US\$)	Costos variables (US\$)
Costos directos				
Materia prima	0	1200986.52	-	1200986.52
Mano de obra directa	0	29937.60	-	29937.60
Material de envasado	0	25751.63	-	25751.63
Subtotal	0	1256675.76	0.00	1256675.76
Gastos de fabricación				
Mano de obra indirecta	100	35370.72	35370.72	-
Depreciación	100	9974.57	9974.57	-
Mantenimiento	20	6917.48	6917.48	-
Seguros	100	310.61	310.61	-
Servicios	20	6110.21	6110.21	-
Imprevistos	0	2934.18	2934.18	-
Subtotal		61617.78	61617.78	0.00
Gastos de operación				
Gastos de administración	100	65656.26	65656.26	-
Gastos de ventas	80	2100.00	2100.00	-
Subtotal		67756.26	67756.26	0.00
Gastos financieros				
COFIDE		214466.22	214466.22	
Subtotal		214466.22	214466.22	
Total		1600516.02	343840.26	1256675.76

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3. Ingresos

Los ingresos se determinan por las ventas del recubrimiento.

3.1. Costo unitario por producto

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$CUP = \frac{\text{costo total}}{\text{volumen de producción}}$$

- **Recubrimiento comestible**

Se utiliza botellas de 5 litros, por lo que se divide la producción entre 5 (litros), así mismo cada 5 litros de recubrimiento rinden para 83 kilos de queso andino. El kilo de cera roja (usada en quesos) cuesta en promedio \$ (US) 16.5, mientras que el kilo del recubrimiento estudiado cuesta \$ (US) 3.20.

Cuadro 175. Datos para hallar costo unitario de producción del recubrimiento comestible (US\$)

Descripción	Datos
Número de Kg/día	1387
Número de días/producción	300
Total de botellas anual	83212.43
Costo total de producción (US\$)	774290.09
CUP US\$ / botella (5L)	9.30
CUP S/ /botella (5L)	31.17

Fuente: Elaboración propia, 2018.

$$CUP = \frac{1774290.09}{83212.43} = \$ 9.30$$

- **Harina de garbanzo**

Se utiliza bolsas de 1.5 kg por lo que se divide la producción entre 1.5. La producción de harina es de 112.47 kg, pero se le agrega la harina que no se utiliza para el recubrimiento comestible, obteniendo una producción de 179 kg diarios. El

kilo de harina de garbanzo comercial cuesta aproximadamente 8.32 dólares, mientras que la producida cuesta \$ 6.

Cuadro 176. Datos para hallar costo unitario de producción de la harina de garbanzo (US\$)

Descripción	Datos
Número de Kg/día	179
Número de días/producción	300
Total de bolsas anual	35744
Costo total de producción (US\$)	187695
CUP US\$ / bolsas (1.5 kg)	5.25
CUP S/ /bolsas (1.5 kg)	17.59

Fuente: Elaboración propia, 2019.

$$\text{CUP} = \frac{187695}{35744} = \$ 5.25$$

- **Garbanzo sin cáscara**

Se utiliza bolsas de 1.5 kg por lo que se divide la producción entre 1.5. El kilo de garbanzo sin cáscara producido tiene un costo de \$2.72, es decir, 9.20 soles peruanos. El kilo de garbanzo con cáscara en el mercado suele variar de 8 – 9 soles el kilo, por lo que el incremento de precio no es mucho.

Cuadro 177. Datos para hallar costo unitario de producción de la harina de garbanzo (US\$)

Descripción	Datos
Número de Kg/día	674
Número de días/producción	300
Total de bolsas anual	134717.87
Costo total de producción (US\$)	307328.47
CUP US\$ / bolsas (1.5 kg)	2.28
CUP S/ /bolsas (1.5 kg)	7.64

Fuente: Elaboración propia, 2019.

$$\text{CUP} = \frac{307328.47}{134717.87} = \$ 2.28$$

3.2. Precio unitario de venta

$$CUV = CUP + (\%G * CUP)$$

Donde:

%G (porcentaje de ganancia): 45%: 0.45

- **Recubrimiento comestible**

$$CUV = 9.30 + (0.45 * 9.30)$$

$$CUV = 13.49$$

- **Harina de garbanzo**

$$CUV = 5.25 + (0.45 * 5.25)$$

$$CUV = 7.61$$

- **Garbanzo sin cáscara**

$$CUV = 2.28 + (0.52 * 2.28)$$

$$CUV = 3.47$$

3.3. Precio de venta

$$PV = CUV + IGV$$

- **Recubrimiento comestible**

$$PV = 13.49 + (0.18 * 13.49)$$

$$PV = 15.92$$

- **Harina de garbanzo**

$$PV = 7.61 + (0.18 * 7.61)$$

$$PV = 8.98$$

- **Garbanzo sin cáscara**

$$PV = 3.47 + (0.18 * 3.47)$$

$$PV = 4.09$$

3.4. Ingreso por ventas

Cuadro 178. Costo unitario por ventas

Descripción	Cantidad unidades/ año	Precio unitario	Monto total (US\$)
Ingreso recubrimiento	83212.43	15.92	1324810.35
Ingreso harina	35744.00	8.98	321146.97
Ingreso garbanzo sin cáscara	134717.87	4.58	616500.91
Total			2262458.23

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4. Estados financieros

Los estados financieros permiten que se conozca la situación económica de la empresa. A continuación, se mostrarán los ingresos y egresos que genera la empresa durante 10 años.

4.1. Punto de equilibrio

Es aquel en donde no se tiene producción ni de ganancias ni de pérdidas.

Cuadro 179. Datos para hallar el punto de equilibrio

Descripción	Datos
Costo fijo total (US\$)	343840.26
Costo variable total (US\$) recubrimiento	712672.31
Costo variable total (US\$) harina de garbanzo	126077.70
Costo variable total (US\$) garbanzo sin cáscara	245710.69
Producción (unidad / año) recubrimiento	83212.43
Producción (unidad / año) harina de garbanzo	35743.73
Producción (unidad / año) garbanzo sin cáscara	134717.87
Ingreso recubrimiento (US\$)	1324810.35
Ingreso harina de garbanzo (US\$)	321146.97
Ingreso garbanzo sin cáscara (US\$)	616500.91

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 180. Precios y costos de los productos (US\$)

Producto	Precio de venta x unidad (US\$)	Costo Variable x unidad (US\$)
Recubrimiento	15.92	8.6
Harina garbanzo	8.98	3.5
Garbanzo pelado	4.58	1.8

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.1.1. Capacidad productiva

$$PE = \frac{\text{Costos fijos} * \text{producción anual}}{\text{ingreso de ventas} - \text{costos variables}}$$

- **Recubrimiento comestible**

$$PE = \frac{343840.26 * 83212.43}{1324810.35 - 712672.31}$$

$$PE = 46740.74 \text{ kg}$$

- **Harina de garbanzo**

$$PE = \frac{343840.26 * 35743.73}{321146.97 - 126077.70}$$

$$PE = 60703.94 \text{ kg}$$

- **Garbanzo sin cáscara**

$$PE = \frac{343840.26 * 134717.87}{616500.91 - 245710.69}$$

$$PE = 124926.24 \text{ kg}$$

4.1.2. Porcentaje

$$\%PE = \frac{PE \text{ (capacidad productiva)}}{\text{Producción anual}}$$

- **Recubrimiento comestible**

$$\%PE = \frac{46740.74}{83212.43} = 0.56\%$$

- **Harina de garbanzo**

$$\%PE = \frac{60703.94}{35743.73} = 1.69\%$$

Este valor se obtiene debido a que a la producción de harina de garbanzo también se le suma la harina de garbanzo no utilizada en el recubrimiento comestible.

- **Garbanzo sin cáscara**

$$\%PE = \frac{124926.2379}{134717.87} = 0.93\%$$

4.1.3. Ingresos

$$PE \text{ (ingresos)} = \frac{PE \text{ (capacidad productiva)} * \text{ingreso de ventas}}{\text{Producción anual}}$$

- **Recubrimiento comestible**

$$PE \text{ (ingresos)} = \frac{46740.74 * 1324810.35}{83212.43}$$

$$PE \text{ (ingresos)} = \$744,151.02$$

- **Harina de garbanzo**

$$PE \text{ (ingresos)} = \frac{60703.94 * 321146.97}{35743.73}$$

$$PE \text{ (ingresos)} = \$545,407.22$$

- **Garbanzo pelado**

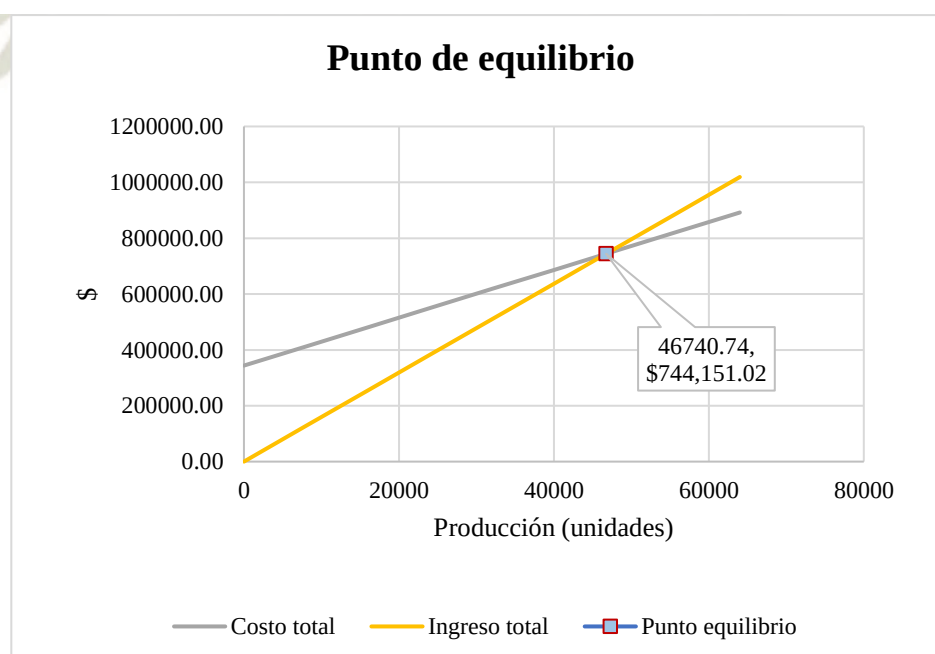
$$PE \text{ (ingresos)} = \frac{124926.24 * 616500.91}{134717.87}$$

$$PE \text{ (ingresos)} = \$571,692.09$$

Cuadro 181. Datos para graficar el punto de equilibrio del recubrimiento

Producción	Costo fijo	Costo variable	Costo total	Ingreso total
0	343840.26	0	343840.26	0
8000	343840.26	68515.94	412356.21	127366.57
16000	343840.26	137031.89	480872.15	254733.15
24000	343840.26	205547.83	549388.10	382099.72
32000	343840.26	274063.78	617904.04	509466.30
40000	343840.26	342579.72	686419.98	636832.87
48000	343840.26	411095.66	754935.93	764199.45
56000	343840.26	479611.61	823451.87	891566.02
64000	343840.26	548127.55	891967.82	1018932.60

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Gráfica 20. Punto de equilibrio del recubrimiento


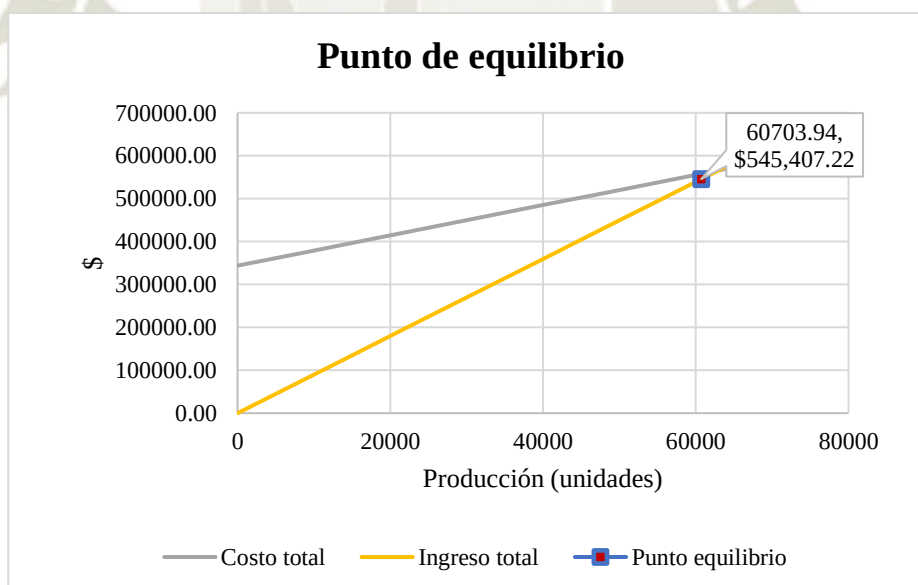
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 182. Datos para graficar el punto de equilibrio de la harina de garbanzo

Producción	Costo fijo	Costo variable	Costo total	Ingreso total
0	343840.26	0	343840.26	0
8000	343840.26	28218.1456	372058.41	71877.6729
16000	343840.26	56436.29121	400276.56	143755.3458
24000	343840.26	84654.43681	428494.70	215633.0187
32000	343840.26	112872.5824	456712.85	287510.6916
40000	343840.26	141090.728	484930.99	359388.3645
48000	343840.26	169308.8736	513149.14	431266.0374
56000	343840.26	197527.0192	541367.28	503143.7103
64000	343840.26	225745.1648	569585.43	575021.3832

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Gráfica 21. Punto de equilibrio de la harina de garbanzo



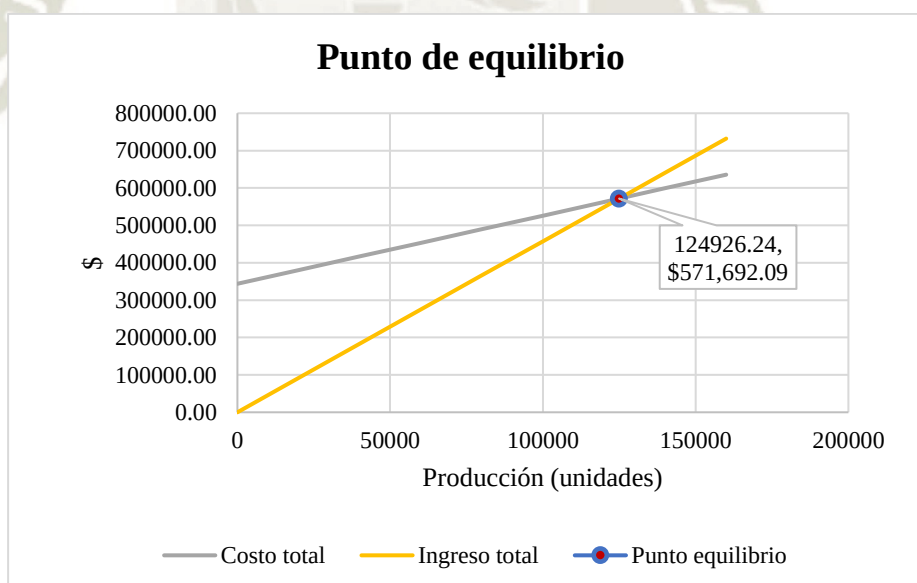
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Cuadro 183. Datos para graficar el punto de equilibrio del garbanzo sin cáscara

Producción	Costo fijo	Costo variable	Costo total	Ingreso total
0	343840.26	0	343840.26	0
20000	343840.26	36477.81777	380318.08	91524.74315
40000	343840.26	72955.63554	416795.90	183049.4863
60000	343840.26	109433.4533	453273.72	274574.2295
80000	343840.26	145911.2711	489751.54	366098.9726
100000	343840.26	182389.0888	526229.35	457623.7158
120000	343840.26	218866.9066	562707.17	549148.4589
140000	343840.26	255344.7244	599184.99	640673.2021
160000	343840.26	291822.5421	635662.81	732197.9452

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Gráfica 22. Punto de equilibrio del garbanzo sin cáscara



Fuente: Elaboración propia, 2019.

4.2. Estado de pérdidas y ganancias

Se obtiene al restar los ingresos y los egresos, a partir del estado de pérdidas y ganancias se puede observar el desempeño que tiene la empresa en un tiempo determinado. Se utilizará una tasa de crecimiento del 2%.

Cuadro 184. Estado de pérdidas y ganancias

Años	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos	2262458.23	2307707.39	2353861.54	2400938.77	2448957.54	2497936.70	2547895.43	2598853.34	2650830.41	2703847.01
Costos de producción										
Costos directos	1024585.51	1045077.22	1065978.76	1087298.34	1109044.30	1131225.19	1153849.69	1176926.69	1200465.22	1224474.53
Gastos de fabricación	61617.78	62850.13	64107.14	65389.28	66697.07	68031.01	69391.63	70779.46	72195.05	73638.95
Gastos administrativos	65656.26	66969.39	68308.78	69674.95	71068.45	72489.82	73939.62	75418.41	76926.78	78465.31
Gasto de ventas	2100.00	2142.00	2184.84	2228.54	2273.11	2318.57	2364.94	2412.24	2460.48	2509.69
Gastos financieros										
Intereses	123948.41	105737.39	80904.35	52941.21	21475.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Egresos	1277907.96	1282776.13	1281483.87	1277532.32	1270558.43	1274064.59	1299545.88	1325536.80	1352047.53	1379088.48
Utilidad antes del impuesto	984550.27	1024931.26	1072377.67	1123406.45	1178399.11	1223872.11	1248349.55	1273316.54	1298782.87	1324758.53
Impuesto a la renta (29.5%)	290442.33	302354.72	316351.41	331404.90	347627.74	361042.27	368263.12	375628.38	383140.95	390803.77
Utilidad luego del impuesto	694107.94	722576.54	756026.26	792001.55	830771.37	862829.84	880086.43	897688.16	915641.93	933954.76
Utilidad neta	694107.94	722576.54	756026.26	792001.55	830771.37	862829.84	880086.43	897688.16	915641.93	933954.76

Fuente: Elaboración propia, 2019.

4.3. Rentabilidad

Relaciona los beneficios económicos con la inversión o capital que permiten obtener ganancias.

4.3.1. Rentabilidad sobre ventas

$$RV = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{ingresos por venta}} * 100$$

$$RV = \frac{694107.94}{2262458.23} * 100$$

$$RV = 30.68\%$$

4.3.2. Rentabilidad sobre la inversión total

$$RI = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{inversión total}} * 100$$

$$RI = \frac{694107.94}{1740084.91} * 100$$

$$RI = 39.89\%$$

4.3.3. Tiempo de recuperación de la inversión

$$TRI = \frac{100}{R_i} * 100$$

$$TRI = \frac{100}{39.89} * 100$$

$$TRI = 2.51$$

$$TRI = 2 \text{ años y } 5 \text{ meses}$$

Cuadro 185. Rentabilidad

Concepto	Valor
Rentabilidad de ventas	30.68
Rentabilidad – Inversión total	39.89
Tiempo de recuperación – Inversión total	2.51

Fuente: Elaboración propia, 2019.

4.4. Flujo de caja

El Flujo de Caja es un informe financiero que presenta un detalle de los flujos de ingresos y egresos de dinero que tiene una empresa en un período dado. (Moreno, 2010)

Así mismo permite poder hallar la rentabilidad que posee el proyecto tomando en cuenta la vida útil de este. Abarca las fuentes de donde provienen los fondos, así como cuál será el uso de estos.

Moreno (2010) afirma: “El flujo de caja se caracteriza por dar cuenta de lo que efectivamente ingresa y egresa del negocio, como los ingresos por ventas o el pago de cuentas (egresos)”

Cuadro 186. Flujo de caja (US\$)

Rubro	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingreso bruto		2262458.23	2307707.39	2353861.54	2400938.77	2448957.54	2497936.70	2547895.43	2598853.34	2650830.41	2703847.01
Activo fijo	327810.29										
Activo fijo nominal	26224.82323										
Capital de trabajo	1386049.80										
Inversión	1740084.91										
Egresos											
Costos directos		1024585.51	1045077.22	1065978.76	1087298.34	1109044.30	1131225.19	1153849.69	1176926.69	1200465.22	1224474.53
Gastos de fabricación		61617.78	62850.13	64107.14	65389.28	66697.07	68031.01	69391.63	70779.46	72195.05	73638.95
Gastos de administración		65656.26	66969.39	68308.78	69674.95	71068.45	72489.82	73939.62	75418.41	76926.78	78465.31
Gastos de venta		2100.00	2142.00	2184.84	2228.54	2273.11	2318.57	2364.94	2412.24	2460.48	2509.69

Rubro	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Impuestos 29.5%		290442.33	302354.72	316351.41	331404.90	347627.74	361042.27	368263.12	375628.38	383140.95	390803.77
Total de egresos		1444401.88	1479393.46	1516930.93	1555996.01	1596710.67	1635106.86	1667809.00	1701165.18	1735188.48	1769892.25
Flujo económico neto	1740084.91	818056.35	828313.93	836930.61	844942.76	852246.88	862829.84	880086.43	897688.16	915641.93	933954.76
Préstamo COFIDE	1044050.95										
Intereses	0	123948.41	105737.39	80904.35	52941.21	21475.50					
Amortizaciones	0	90517.81	197908.94	222741.98	250705.12	282177.09					
Flujo de financiamiento	0	-214466.22	-303646.33	-303646.33	-303646.33	-303652.60					
Escudo fiscal	0	290442.3285	302354.7213	316351.4135	331404.9035	347627.7384					
Flujo neto financiero	696033.96	894032.45	827022.32	849635.69	872701.33	896222.02	862829.84	880086.43	897688.16	915641.93	933954.76
Saldo	0	894032.45	827022.32	849635.69	872701.33	896222.02	862829.84	880086.43	897688.16	915641.93	933954.76

Fuente: Elaboración propia, 2019.

5. Evaluación económica y financiera

5.1. Evaluación económica

El análisis económico evalúa los costos y las ganancias de un proyecto. Se asume que la realización de un proyecto ayudará al desarrollo de la economía y que su contribución social justifica el uso de los recursos que necesitará. (Essan, 2016)

5.1.1. Valor actual (VAN – E)

“El valor actual neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión” (Velayos Molaes, s.f.)

Así mismo “El VAN sirve para generar dos tipos de decisiones: en primer lugar, ver si las inversiones son efectuarles y, en segundo lugar, ver qué inversión es mejor que otra en términos absolutos” (Velayos Molaes, s.f.)

Las reglas que permiten tomar una decisión son las siguientes:

“VAN > 0 : El valor actualizado de los cobro y pagos futuros de la inversión, a la tasa de descuento elegida generará beneficios” (Velayos Molaes, s.f.)

“VAN = 0 : El proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas, siendo su realización, en principio, indiferente” (Velayos Molaes, s.f.)

“VAN < 0 : El proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado” (Velayos Molaes, s.f.)

La fórmula que se utiliza es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_o$$

Donde:

Vt: flujos de caja en un periodo de tiempo (t)

Io: valor de desembolso inicial de inversión

K: Tipo de interés (0.12)

n: número de periodos considerado

$$\begin{aligned} \text{VAN} = & \left(\frac{818056.35}{(1 + 0.12)^1} + \frac{828313.93}{(1 + 0.12)^2} + \frac{836930.61}{(1 + 0.12)^3} + \frac{844942.76}{(1 + 0.12)^4} \right. \\ & \left. + \frac{852246.88}{(1 + 0.12)^5} + \frac{862829.84}{(1 + 0.12)^6} + \dots + \frac{933954.76}{(1 + 0.12)^{10}} \right) \\ & - 1740084.91 \end{aligned}$$

$$\text{VAN} = \$3,095,626.32$$

El VAN: $3,095,626.32 > 0$ por lo que se concluye que el proyecto generará ganancias y, por lo tanto, es aprobado.

5.1.2. Tasa interna de crecimiento económico (TIR – E)

“La tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad (TIR) de una inversión está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero” (Todo Productos Financieros, 2018)

Las reglas para decidir son las siguientes:

- TIR > tasa de descuento: se acepta
- TIR < tasa de descuento: se rechaza

Se hace uso de la misma fórmula que la del VAN, sólo que igualamos este a un valor de 0, para hallar así la tasa de descuento.

$$\begin{aligned} 0 = & \left(\frac{818056.35}{(1 + i)^1} + \frac{828313.93}{(1 + i)^2} + \frac{836930.61}{(1 + i)^3} + \frac{844942.76}{(1 + i)^4} \right. \\ & \left. + \frac{852246.88}{(1 + i)^5} + \frac{862829.84}{(1 + i)^6} + \dots + \frac{933954.76}{(1 + i)^{10}} \right) \\ & - 1740084.91 \end{aligned}$$

$$\text{TIR} = 47\%$$

5.1.3. Relación Costo / Beneficio (B/C E)

La relación costo/ beneficio permite poder comparar de manera directa los costos y los beneficios del proyecto. Para poder hallarlo se realiza la sumatoria de los

beneficios descontados, traídos al presente, luego esta se divide sobre la sumatoria de los costos descontados.

Se tiene que:

- $B/C > 1$: beneficios superan los costos, el proyecto debe ser considerado
- $B/C < 1$: costos son mayores que los beneficios, el proyecto no debe ser considerado.
- $B/C = 1$: no existen ganancias, los beneficios son iguales a los costos.

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$B/C = \frac{VAN + \text{Total inversión del proyecto}}{\text{Total inversión del proyecto}}$$

$$B/C = \frac{\$3,095,626.32 + 1740084.91}{1740084.91} = 2.78$$

El valor de B/C es mayor a 1 por lo que los beneficios superan los costos y el proyecto debe ser considerado.

5.2. Evaluación financiera

La evaluación financiera tiene como objetivo determinar los niveles de rentabilidad de un proyecto para lo cual se compara los ingresos que genera el proyecto con los costos en los que el proyecto incurre tomando en cuenta el costo de oportunidad de los fondos. (MarcoTeórico.com, s.f.)

5.2.1. Valor actual neto (VAN – F)

Las reglas que permiten tomar una decisión son las siguientes:

- “ $VAN > 0$: El valor actualizado de los cobros y pagos futuros de la inversión, a la tasa de descuento elegida generará beneficios” (Velayos Molares, s.f.)

- “VAN = 0 : El proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas, siendo su realización, en principio, indiferente” (Velayos Molares, s.f.)
- “VAN < 0 : El proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado” (Velayos Molares, s.f.)

La fórmula que se utiliza es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Donde:

Vt: flujos de caja en un periodo de tiempo (t)

Io: valor de desembolso inicial de inversión

K: Tipo de interés (0.12)

n: número de periodos considerado

$$VAN = \left(\frac{818056.35}{(1+0.12)^1} + \frac{828313.93}{(1+0.12)^2} + \frac{836930.61}{(1+0.12)^3} + \frac{844942.76}{(1+0.12)^4} + \frac{852246.88}{(1+0.12)^5} + \frac{862829.84}{(1+0.12)^6} + \dots + \frac{933954.76}{(1+0.12)^{10}} \right) - 696033.96$$

$$VAN = \$4,258,120.39$$

5.2.2. Tasa interna de retorno financiero (TIR – F)

Las reglas para decidir son las siguientes:

- TIR > tasa de descuento: se acepta
- TIR < tasa de descuento: se rechaza

Se hace uso de la misma fórmula que la del VAN, sólo que igualamos este a un valor de 0, para hallar así la tasa de descuento.

$$0 = \left(\frac{818056.35}{(1+i)^1} + \frac{828313.93}{(1+i)^2} + \frac{836930.61}{(1+i)^3} + \frac{844942.76}{(1+i)^4} + \frac{852246.88}{(1+i)^5} + \frac{862829.84}{(1+i)^6} + \dots + \frac{933954.76}{(1+i)^{10}} \right) - 696033.96$$

$$TIR = 125\%$$

5.2.3. Relación beneficio/ costo (B/C)

Se tiene que:

- $B/C > 1$: beneficios superan los costos, el proyecto debe ser considerado
- $B/C < 1$: costos son mayores que los beneficios, el proyecto no debe ser considerado.
- $B/C = 1$: no existen ganancias, los beneficios son iguales a los costos.

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$B/C = \frac{VAN + Total\ inversión\ del\ proyecto}{Total\ inversión\ del\ proyecto}$$

$$B/C = \frac{\$4,258,120.39 + 696033.96}{696033.96} = 7.12$$

El valor de B/C es mayor a 1 por lo que los beneficios superan los costos y el proyecto debe ser considerado.

5.3. Resumen de indicadores económicos – financieros

Cuadro 187. Indicadores Económicos – Financieros

Indicador		Valor
Evaluación económica	VAN – E	3095626.32
	TIR – E	47%
	B/C – E	2.78
Evaluación financiera	VAN – F	4258120.39
	TIR – F	125%
	B/C – F	7.12

Fuente: Elaboración propia, 2019.

5.4. Evaluación social

Al elaborar y ejecutar este proyecto se incentivaría la producción de garbanzo en el Perú, así mismo ayudaría a incentivar el uso de recubrimientos comestibles; contribuyendo así con el crecimiento de la industria en Arequipa y la generación de nuevos puestos de trabajo.

CONCLUSIONES

1. Después de realizar la investigación se pudieron determinar los parámetros óptimos para obtener el recubrimiento de garbanzo.
2. En el primer experimento se concluye que la mejor variable fue la TT₂M₃ (Sin tratamiento y malla # 50), ya que fue la que tuvo un alto rendimiento y % de amilosa, obteniendo 31.99% y 87.35% respectivamente.
3. En el segundo experimento se concluye que la mejor formulación fue la F₂ ya que es la que posee una baja permeabilidad al vapor de agua (1.23E-10 g/m.s.Pa) y un menor grosor (0.07mm), aunque su valor de opacidad (3.0095

nm) y solubilidad (91.72%) no sean los deseados, estos últimos valores son aceptables, ya que este recubrimiento será aplicado a un queso andino, que no posee una alta humedad, como, por ejemplo, los quesos frescos.

4. En el tercer experimento se concluye que la mejor concentración fue Ae_2 (500 ppm), la cual permite un menor crecimiento del moho (3.01 cm), así mismo, presenta una buena aceptabilidad por parte de los jurados con un promedio de 7.0, 7.13 y 6.8 en color, olor y sabor respectivamente (en una escala de 9 puntos).
5. En la aplicación del recubrimiento al queso andino se concluye que la mejor forma de aplicación de este fue por el método de aspersión (Ar_3) ya que permitió una menor pérdida de peso (7.86%) y presencia de mohos (< 10 ufc/g) durante el proceso de maduración, así mismo obtuvo una buena aceptación por parte de los jurados con un promedio de 8.4, 8.6 y 8.6 en color, olor y sabor respectivamente (en una escala de 9 puntos).
6. La concentración de aceite esencial ayudó a disminuir el crecimiento de moho, más no logró inhibirlo por completo, por lo que se debe aumentar la concentración de este y/o adición de otros aceites; así mismo se debe controlar y evaluar las características organolépticas (sabor y olor) para que estas sean aceptables por el consumidor.
7. Después de realizar el estudio de vida útil se concluye que la vida útil del recubrimiento es de 1 mes y 13 días a una temperatura de $2^{\circ}C$. A temperaturas más elevadas el tiempo de vida útil se reduce.
8. La localización de la planta será en el Parque Industrial Río Seco, región Arequipa. El tamaño de planta tendrá una capacidad de producción de 416 TM/año, con una producción diaria de 1386 kg.
9. Los días de trabajo serán de 300, las horas de trabajo serán de 8 y de un solo turno. Así mismo luego de realizar las evaluaciones económicas y financieras se tiene que la inversión total del proyecto es de \$ 1740084.91, esta tendrá una

aportación propia del 40% y el 60% restante será financiada por la entidad financiera COFIDE. El tiempo de recuperación de la inversión será de 2 años y 5 meses, trabajando todo el proyecto con un cambio de dólar de 3.37.

10. Los ingresos brutos totales para el primer año equivalen a \$ 2042758.00, mientras que los egresos equivalen a \$ 1453981.54. El costo unitario del recubrimiento por cada botella de 5 litros equivale a \$ 9.30, para la harina de garbanzo (bolsas 1.5 kg) equivale a \$ 5.25 y para el garbanzo sin cáscara (bolsas de 1.5 kg) equivale a \$ 2.28.

11. En el estudio de inversiones y financiamiento se calculó que el producto es rentable, ya que los indicadores VAN – E y VAN – F fueron mayor a 0 y la relación B/C fue mayor a uno. De esta forma se demuestra que los ingresos superan los egresos que se generan.

- VAN – E: 3095626.32
- TIR – E: 47%
- B/C – E: 2.78
- VAN – F: 4258120.39
- TIR – F: 125%
- B/C – F: 7.12

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda estudiar el uso de almidón de garbanzo en otras investigaciones para observar si se obtienen recubrimientos mejorados en cuanto a se refiere a sus propiedades mecánicas, así como alargar la vida útil del recubrimiento.
2. Se recomienda realizar investigaciones que busquen la influencia que posee el tamaño de partícula de la harina y el tratamiento térmico en los granos sobre su contenido de amilosa cuando estos se convierten en harina
3. Se recomienda optimizar el proceso de molienda de los granos en el molino de discos para obtener mayores rendimientos.
4. Se recomienda estudiar otro tipo de aceites esenciales y/o su combinación que permitan reducir el crecimiento de mohos, así mismo se recomienda aumentar la dosis de aceite esencial de orégano.
5. Para poder alargar el tiempo de vida útil del recubrimiento se recomienda realizar una liofilización al producto y luego estudiar si este posee las mismas características del recubrimiento en su estado original.
6. Se hicieron pruebas pequeñas en ciruelas aplicándoles el recubrimiento y se concluyó que el recubrimiento ayudó a evitar la pérdida de peso, el recubrimiento poseía además de los ingredientes estudiados, aceite de oliva y se aplicó por el método de inmersión (2 minutos); por lo que se recomienda realizar pruebas de aplicación del recubrimiento en otros productos, como frutas.

WEB – GRAFÍA

- Aguilar Raymundo, V. G., & Vélez Ruiz, J. F. (2013). Propiedades nutricionales y funcionales del garbanzo (*Cicer arietinum* L.). *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos*, VII(2), 25-34. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v17n1/v17n1a7.pdf>
- Albizú Portillo, H. C., & Ac Pangán, M. F. (2011). Desarrollo de un recubrimiento comestible a base de proteína de suero de leche para queso Cheddar. (*Proyecto especial para optar por la licenciatura*). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/48/1/AGI-2011-T002.pdf>

- Araneda, M. (15 de Enero de 2016). *Educación en Alimentación y Nutrición*.
Obtenido de EDUALIMENTARIA.COM:
<http://www.edualimentaria.com/legumbres-composicion-y-propiedades>
- Arce Ortiz, K. L., Vélez Pasos, C., Ochoa Martinez, C. I., & Ortega Villalba, K. J. (2016). Evaluación de la permeabilidad al vapor de agua de películas de proteína de lactosuero/quitosano y su efecto sobre la respiración en banano recubierto. *Revista del Laboratorio Tecnológico del Uruguay*, 59-64.
Obtenido de <http://ojs.latu.org.uy/>
- Bautista Hernández, L. I. (11 de Diciembre de 2011). *Clasificación de las inversiones*.
Obtenido de Docencia - Universidad autónoma del Estado de Hidalgo:
https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/huejutla/administracion/evaluacion%20de%20proyecto%20de%20inversion/clasificacion_de_las_inversiones.pdf
- Bustos Vázquez , Z. G., Gómez Aldapa, C. A., Tellez Luis, S. J., Jonguitd Pratt, L. E., Trejo Ramírez, P. M., Ochoa Martínez, A., & Castro Rosas, J. (2010). *CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE DOS VARIEDADES DE SORGO DEL ESTADO DE TAMAULIPAS*. Obtenido de Universidad de Guanajuato:
https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI_MicroAlim/Javier_Castro/19.pdf
- De la Fuente Fernández, R. (2011). *Análisis Factorial*. Obtenido de Fuente Rebollo, UNAM:
<http://www.fuenterrebollo.com/Economicas/ECONOMETRIA/MULTIVARIANTE/FACTORIAL/analisis-factorial.pdf>
- Domínguez Courtney, M. F., & Jiménez Munguía, M. T. (2012). Películas comestibles formuladas con polisacáridos: propiedades y aplicaciones. *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos*, 6(2), 110-121. Obtenido de <http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-62Dominguez-Courtney-et-al-2012.pdf>
- Duque Navarro, J. (25 de Agosto de 2017). *Costos fijos y variables*. Obtenido de ABCFinanzas : <https://www.abcfinaanzas.com/administracion-financiera/costos-fijos-y-variables>
- Essan. (26 de Setiembre de 2016). *Evaluación económica y financiera de proyectos*. Obtenido de Conexion Essan: <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/09/evaluacion-economica-y-financiera-de-proyectos/>
- Fen. Org. (s.f.). *Garbanzos*. Obtenido de Fen.Org:
<http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/garbanzos.pdf>
- García Abad, G. (2016). *Qué son los activos intangibles y cómo pueden ayudar tu empresa*. Obtenido de Sage Advice: <https://www.sage.com/es-es/blog/activos-intangibles-ayudar-empresa/>
- García Huamán , F., Mori Mestanza, D., & López Mijahuanga, J. (2015). Influencia de la dilución agua: soya y tiempo de pasteurización en las características físicoquímicas y organolépticas de una bebida de Glycine max “soya”. *Revista*

- SCIENDO, 18(2), 1-11. Obtenido de
<http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/SCIENDO/article/viewFile/1350/1379>
- InfoAgro.com. (s.f.). *EL CULTIVO DEL GARBANZO* . Obtenido de InfoAgro.com:
<http://www.infoagro.com/herbaceos/legumbres/garbanzo.htm>
- MarcoTeórico.com. (s.f.). *Evaluación Financiera*. Obtenido de MarcoTeórico.com:
<https://www.marcoteorico.com/curso/115/desarrollo-de-emprendedores/943/evaluacion-financiera>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2006-2016). *Ministerio de Agricultura y Riego*. Obtenido de MINAGRI.GOB: <http://www.minagri.gob.pe/portal/>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2016). *Leguminosas de granos*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Riego:
<http://minagri.gob.pe/portal/download/legumbres/catalogo-leguminosas.pdf>
- Miralbés, C. (2018). *El almidón*. Obtenido de Pan y Pizza:
<http://panypizza.com/tecnica/el-almidon/>
- Montalvo, C., López Malo, A., & Palou, E. (2012). Películas comestibles de proteína: características, propiedades y aplicaciones. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 6(2), 32-46. Obtenido de
<http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-62Montalvo-et-al-2012.pdf>
- Moreno, M. A. (7 de Julio de 2010). *El Flujo de Caja y su importancia en la toma de decisiones*. Obtenido de El Blog Salmón:
<https://www.elblogsalmon.com/conceptos-de-economia/el-flujo-de-caja-y-su-importancia-en-la-toma-de-decisiones>
- Muy Rangel, M. D., Verdugo Perales, M., Osuna Enciso, T., Báez Sañudo, M. A., Basilio Heredia, J., Valdez Torres, B., . . . Campos Saucedo, J. P. (2011). CARACTERIZACIÓN DEL GARBANZO VERDE (*Cicer arietinum* L.) Y TECNOLOGÍAS POSCOSECHA PARA MANTENER SU CALIDAD. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, I(17), 39-45. Obtenido de
<http://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v17n1/v17n1a7.pdf>
- Palacios Perilla, H. L. (2017). EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE UNA BEBIDA A BASE DE ALMIDÓN DE PAPA, LECHE DE SOYA Y EXTRACTO DE MALTA CON FINES NUTRICIONALES. (*Trabajo de grado*). Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Sogamoso. Obtenido de
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/13038/1/23384428.pdf>
- PQS. (28 de Julio de 2018). *Diferencias entre costos fijos y variables*. Obtenido de Portal PQS - La voz de los emprendedores:
<https://www.pqs.pe/capacitacion/diferencias-costos-fijos-variables>
- Salinas Moreno, Y., Pérez Herrera, P., Castillo Merino, J., & Álvarez Rivas, L. A. (2003). RELACIÓN DE AMILOSA: AMILOPECTINA EN EL ALMIDÓN DE HARINA NIXTAMALIZADA DE MAÍZ Y SU EFECTO EN LA CALIDAD DE LA TORTILLA. *Revista Fitotec.Mex*, 26(2), 115-121.

Obtenido de <https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/26-2/7a.pdf>

Sarmiento Machado, R. M., Cuevas Rodríguez, E., Mora Rochín, S., Mora Escobedo, R., Milán Carrillo, J., & Reyes Moreno, C. (4 - 7 de abril de 2006).

Propiedades Nutricionales de Tempe de Garbanzo. Obtenido de Informatica SIP IPN:

<http://www.informatica.sip.ipn.mx/colmex/congresos/morelia/MEMORIAS%202006/TRABAJOS%20EN%20EXTENSO/E-245.pdf>

Todo Productos Financieros. (5 de Enero de 2018). *TIR y VAN: Cálculo y concepto*. Obtenido de Todo Productos Financieros:

<http://todoproductosfinancieros.com/tir-calculo-y-concepto/>

Velayos Molares, V. (s.f.). *Valor actual neto (VAN)*. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>

Vilchez Túpac, L. M., Guevara Pérez, A., & Encina Zelada, C. R. (2012). INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA, HUMEDAD Y TEMPERATURA EN EL GRADO DE GELATINIZACIÓN DURANTE EL PROCESO DE EXTRUSIÓN DE MACA (*Lepidium meyenii* Walp). *Revista Sociedad Química Perú*, 78(2), 126-137. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v78n2/a07v78n2.pdf>

Villa, J. (s.f.). *Alimentos*. Obtenido de Salud y Buenos Alimentos: <http://www.saludybuenosalimentos.es/alimentos/?s1=Legumbres&s2=Secano&s3=Garbanzo>

BIBLIOGRAFÍA

Achipiz, S. M., Castillo, A. E., Mosquera, S. A., Hoyos, J. L., & Navia, D. P. (2013). EFECTO DE RECUBRIMIENTO A BASE DE ALMIDÓN SOBRE LA MADURACIÓN DE LA GUAYABA (*Psidium guajava*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 92-100.

Anchundia, K., Santacruz, S., & Coloma, J. (2016). Caracterización física de películas comestibles a base de cáscara de plátano (*Musa Paradisiaca*). *Revista Chilena de nutrición*, 43(4), 394-399. doi:10.4067/S0717-75182016000400009

Aristizábal, J., & Sánchez, T. (2007). Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. *Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO*, 1-138.

Bonilla M, R., Hoyos M, J. L., & Velasco M, R. (2013). EFECTO DE OXIDACIÓN DE ALMIDÓN DE YUCA SOBRE PROPIEDADES MECÁNICAS Y TÉRMICAS DE PELÍCULAS BIODEGRADABLES. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 208-2017.

Cárdenas, J. E. (7 de Julio de 2016). FILMS BIODEGRADABLES ACTIVOS DE ALMIDON-GELATINA. EFECTO DE LA OXIDACIÓN DEL ALMIDÓN.

Trabajo final de grado. Valencia, España: UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.

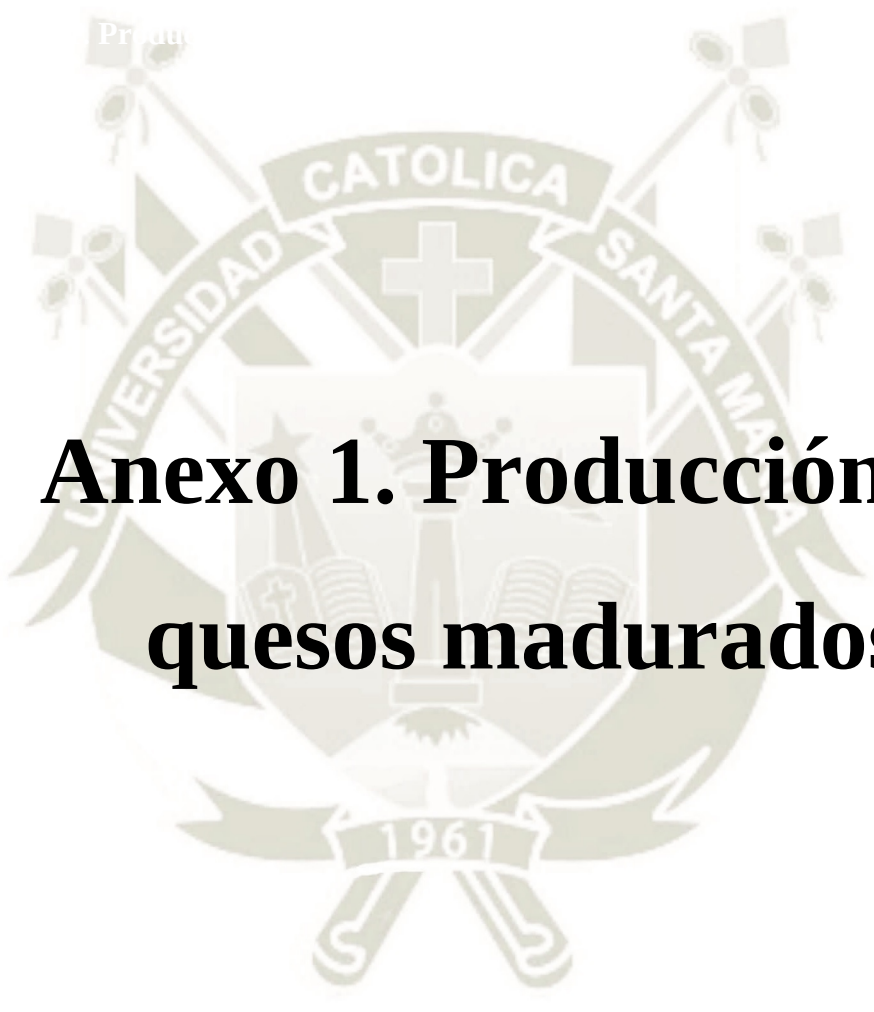
- Chariguamán Chanatasig, J. A. (Noviembre de 2015). Caracterización de bioplástico de almidón elaborado por el método de casting reforzado con albedo de maracuyá (*Passiflora edulis* spp.). *Proyecto especial de graduación*. Zamorano, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana.
- Contreras Jiménez, B., Morales Sánchez, M. L., Reyes Vega, M. L., & Gaytán Martínez, M. (2013). Propiedades funcionales de harinas de maíz nixtamalizado obtenidas por extrusión a baja temperatura. *CyTA - Journal of Food*, 12(3), 263 - 270. doi:10.1080/194
- Corzo Ríos, L., Chel Guerrero, L., & Betancur Ancona, D. (2000). Extracción de las fracciones de almidón y proteína del grano de la leguminosa (*Mucuna pruriens*). *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 37-41.
- Cuatin Ruano, L., & López Enríquez, D. F. (2015). Evaluación de un recubrimiento comestible a base de proteínas de suero y cera de abeja sobre la calidad fisicoquímica y organoléptica de uchuva (*Physalis Peruvian L.*). (*Trabajo de grado de Licenciatura*). Universidad de Nariño, San Juan de Pasto.
- Díaz Molina, M., & Carreras Collazo, I. (1999). Síntesis y caracterización del almidón oxidado para su posterior evaluación como agente aglutinante en tabletas. *Revista Cuabana Farm*, 98-103.
- Espeche, C. M., Vizgarra, O. N., & Ploper, L. D. (2014). Introducción y selección de líneas de garbanzo (*Cicer arietinum L.*) tipo Kabuli para ser difundidas como nuevos cultivares en zonas de producción del Noroeste Argentino. *Revista Industrial y agrícola de Tucumán*, 11-17.
- García Tejada, Y. V., Zamudio Flores, P. B., Bello Pérez, L. A., Romero Bastida, C. A., & Solorza Fera, J. (2011). OXIDACIÓN DEL ALMIDÓN NATIVO DE PLÁTANO PARA SU USO POTENCIAL EN LA FABRICACIÓN DE MATERIALES DE EMPAQUE BIODEGRADABLES: CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA, TÉRMICA Y MORFOLÓGICA. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 125-135.
- González Toro, A. (2012). Desarrollo de un producto de panificación a partir de una harina compuesta de trigo, garbanzo y brócoli. *Trabajo de grado*. Cali, Colombia: Universidad de San Buenaventura.
- Joaqui D, D. F., & Villada C, H. S. (2013). PROPIEDADES ÓPTICAS Y PERMEABILIDAD DE VAPOR DE AGUA EN PELÍCULAS PRODUCIDAS A PARTIR DE ALMIDÓN. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 59-68.
- Kopp, S. B., & Perticari, A. (2016). LAS BACTERIAS FIJADORAS DE NITRÓGENO. En J. Carreras, V. Mazzuferi, & M. Karlin, *EL CULTIVO DE GARBANZO (Cicer arietinum L.) EN ARGENTINA* (págs. 115-134). Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.

- Labuza, T. P., & Riboh, D. (s.f.). *Theory and application of Arrhenius kinetics to the prediction of nutrient losses in foods*. Food. Technol.
- León Mendoza, C. (2017). Determinación de la acción antifúngica de los aceites esenciales de pimienta negra (*Piper nigrum*), romero (*Rosmarinus officinalis*) y orégano (*origanum vulgare*) sobre hongos postcosecha en ají paprika (*Capsicum annum L.*). (*Tesis de licenciatura*). Universiad Ricardo Palma, Lima.
- López, O. V. (31 de Mayo de 2012). DESARROLLO, CARACTERIZACIÓN Y APLICACIÓN DE ENVASES BIODEGRADABLES A PARTIR DE ALMIDÓN. (*Tesis Doctoral*). Universidad Nacional de La Plata, La plata, Argentina.
- Marín Martínez, Ó. (2012). Planta para la elaboración de queso curado en Haro. (*Proyecto de fin de carrera*). Universidad de la Rioja.
- Martínez, M. J., Marioli, C., Mercedes, S., Aguilar, R., Badini, R., Inga, M., . . . Allende, M. J. (2016). CALIDAD DE GRANO, VALOR NUTRICIONAL Y RECETAS. En J. Carreras, V. Mazzuferi, M. Karlin, J. Carreras, V. Mazzuferi, & M. Karlin (Edits.), *EL CULTIVO DE GARBANZO (Cicer arietinum L.) EN ARGENTINA* (págs. 439-456). Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.
- Meza Martínez , M., Hurtado Campos , K. F., Reyes Rosales , M. A., Rosales García , K., & Sosa Morales, M. E. (2016). LECHE DE GARBANZO (*Cicer arietinum L.*): UN ALIMENTO FUNCIONAL. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología en Alimentos*, 801-805.
- Meza Ramos, P. N. (2016). “Elaboración de bioplásticos a partir de almidón residual obtenido de peladoras de papa y determinación de su biodegradabilidad a nivel de laboratorio”. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Morales Posada, N. B., & Robayo Rodríguez, A. E. (2015). Recubrimientos para frutas. *Alimentos Hoy*, 23(35), 20-32.
- Ortega Alvarado, J. E. (Abril de 2016). Estudio de las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la harina de banano (*Musa acuminata AAA*) de rechazo en el desarrollo de películas biodegradables. *Proyecto de Trabajo de Titulación, Modalidad Proyecto de Investigación*. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato .
- Pablos Alcade, S. (2017). Estudio de la mejora de la funcionalidad de harinas y almidones sin gluten mediante tratamientos físicos innovadores. (*Trabajo fin de máster*). Universidad de Valladolid, Palencia.
- Pereda, M., Moreira, M. d., Roura, S. I., Marcovich, N., & Aranguren, M. I. (2014). Bio-películas para el envasado de alimentos: Proteínas y carbohidratos. *Ciencia e Investigación*, I(2), 35-50.

- Rangel Castro, J., Escalante Pérez Gavilán, P., & Vázquez Días, N. (2001). Recuperación de la proteína de la semilla de jitomate (*Lycopersico esculentum*). *Revista Biotecnología*, 92-97.
- Rivas González, M., Méndez Montealvo, M., Sánchez Rivera, M. M., Núñez Santiago, M. C., & Bello Pérez, L. A. (2008). CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, MOLECULAR Y FÍSICOQUÍMICA DEL ALMIDÓN DE PLÁTANO OXIDADO Y LINTNERIZADO. *Revista Agrociencia*, 487-497.
- Saavedra H, N., & Algecira E, N. A. (14 de Julio de 2010). Evaluación de películas comestibles de almidón de yuca y proteína aislada de soya en la conservación de fresas. *Nova*, VIII(14), 121-240.
- Sánchez Aldana, D., Contreras-Esquivel, J. C., Nevárez-Moorillón, G. V., & Aguilar, C. N. (2015). Caracterización de películas comestibles a base de extractos pécticos y aceite esencial de limón mexicano. *Revista CyTA - Journal of Food*, XIII(1), 17-25. doi:10.1080/194
- Zamudio Flores, P. B., García Amezcuita, L. E., Ramos Martínez, A., Tirado Gallegos, J. M., Bello Pérez, L. A., & Salgado Delgado, R. (2013). Soluciones formadoras de película a base de almidón oxidado de avena mezcladas con quitosano: caracterización reológica y propiedades mecánicas de sus películas. Soluciones formadoras de película a base de almidón oxidado de avena mezcladas con quitosano:.. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 293-304.
- Zamudio Flores, P. B., Ochoa Reyes, E., Ornelas Paz, J., Tirado Gallegos, J. M., Bello Pérez, L. A., Rubio Ríos, A., & Cárdenas Felix, R. G. (2015). Caracterización físicoquímica, mecánica y estructural de películas de almidones oxidados de avena y plátano adicionadas con betalainas. *Revista Agrociencia*, 483-498.



ANEXOS



Anexo 1. Producción de quesos madurados

Cuadro 188. Producción de quesos TM (2006 - 2016)

Año	TM
2006	10716.000
2007	7317.4978
2008	7185.8673
2009	5906.1411
2010	6358.9349
2011	6689.7837
2012	7020.6325
2013	8355.2089
2014	7791.7197
2015	21395.00
2016	21400.00

Fuente: (Ministerio de Agricultura y Riego, 2006-2016)

No existen datos de la producción de quesos madurados a lo largo del 2006 al 2016, por lo que luego de investigar sobre esto, se obtiene que alrededor del 64% de la producción total de queso corresponde a la producción de quesos madurados, obteniéndose el siguiente cuadro.

Cuadro 189. Producción de quesos madurados (2006 - 2016)

Año	TM
2006	6931.1094
2007	4732.9580
2008	4647.8194
2009	3820.0924
2010	4112.9595
2011	4326.9525
2012	4540.9455
2013	5434.9333
2014	4868.6857
2015	14229.0000
2016	15300.0000

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Anexo 2. Cartillas de evaluación sensorial

Figura 2. Cartilla de Prueba Hedónica - Sabor

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas
Escuela Profesional de Ingeniería de Industria Alimentaria

TEST - PRUEBA

PRUEBA HEDÓNICA

Información

Usted ha recibido tres muestras de queso andino que poseen un recubrimiento comestible. Pruebe las muestras en el orden mostrado e indique el nivel de sabor con cada una de las muestras.

Marque con una (x) en la escala que mejor describa su sentir con el código de las muestras.

GRADO DE SABOR	867	349	748
Me gusta muchísimo			
Me gusta mucho			
Me gusta moderadamente			
Me gusta poco			
No me gusta ni me disgusta			
Me disgusta un poco			
Me disgusta moderadamente			
Me disgusta Mucho			
Me disgusta muchísimo			

Observaciones _____

Apellidos y Nombres del Evaluador

Fecha

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Figura 3. Cartilla de Comparación Hedónica – Olor

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas
Escuela Profesional de Ingeniería de Industria Alimentaria

TEST - PRUEBA

PRUEBA HEDÓNICA

Información

Usted ha recibido tres muestras de queso andino que poseen un recubrimiento comestible. Pruebe las muestras en el orden mostrado e indique el nivel de olor con cada una de las muestras.

Marque con una (x) en la escala que mejor describa su sentir con el código de las muestras.

GRADO DE OLOR 867 349 748

Me gusta muchísimo			
Me gusta mucho			
Me gusta moderadamente			
Me gusta poco			
No me gusta ni me disgusta			
Me disgusta un poco			
Me disgusta moderadamente			
Me disgusta Mucho			
Me disgusta muchísimo			

Observaciones _____

Apellidos y Nombres del Evaluador

Fecha

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Figura 4. Cartilla de Prueba Hedónica– Color

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas
Escuela Profesional de Ingeniería de Industria Alimentaria

TEST - PRUEBA

PRUEBA HEDÓNICA

Información

Usted ha recibido tres muestras de queso andino que poseen un recubrimiento comestible. Pruebe las muestras en el orden mostrado e indique el nivel de color con cada una de las muestras.

Marque con una (x) en la escala que mejor describa su sentir con el código de las muestras.

GRADO DE COLOR 867 349 748

Me gusta muchísimo			
Me gusta mucho			
Me gusta moderadamente			
Me gusta poco			
No me gusta ni me disgusta			
Me disgusta un poco			
Me disgusta moderadamente			
Me disgusta Mucho			
Me disgusta muchísimo			

Observaciones _____

Apellidos y Nombres del Evaluador

Fecha

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Figura 5. Cartilla de Prueba binomial

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas
Escuela Profesional de Ingeniería de Industria Alimentaria

TEST - PRUEBA

PRUEBA BINOMIAL

Información

Usted ha recibido dos muestras de queso andino que poseen un recubrimiento comestible. Pruebe las dos muestras que se encuentran frente a usted, empezando con la muestra de la izquierda
 Haga un círculo al número de la muestra que prefiere.
 Usted debe escoger una muestra, aunque no esté seguro.

867

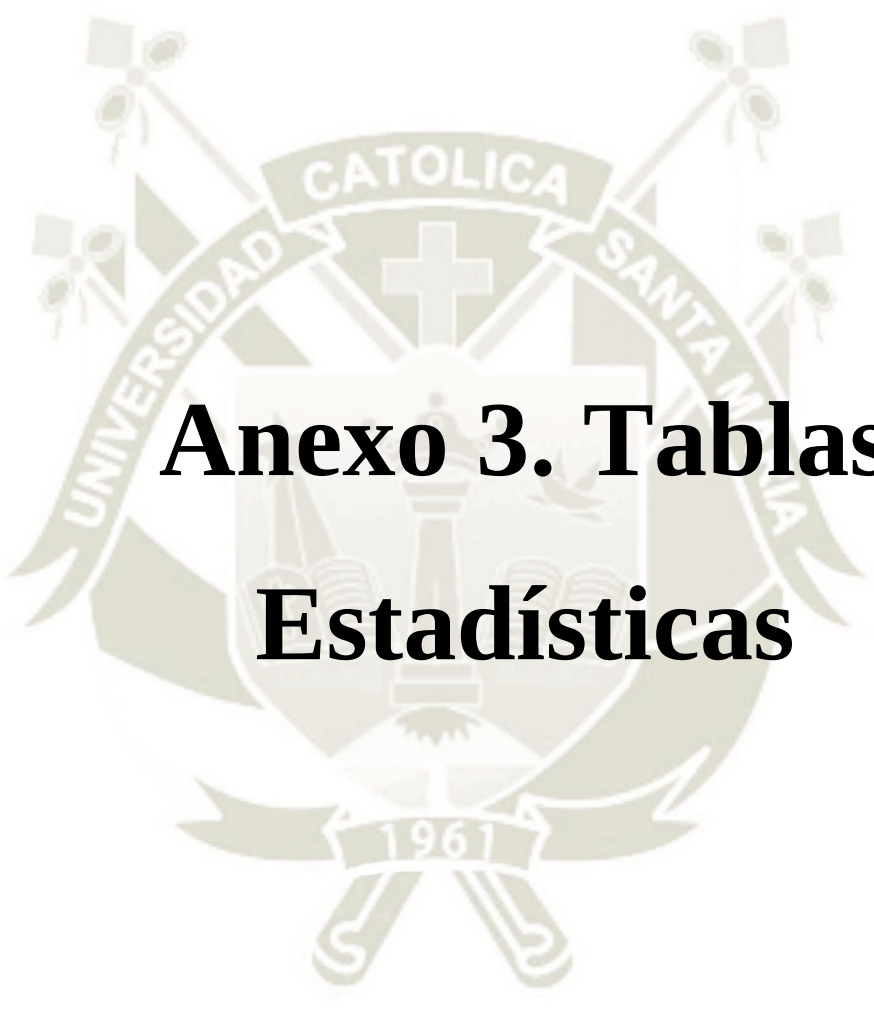
748

Observaciones _____

Apellidos y Nombres del Evaluador

Fecha

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Anexo 3. Tablas Estadísticas

Tabla VI.- Valores críticos para la prueba de Tukey.

$$q_{\alpha}(v_1, v_2)$$

v_2 ↓	α ↓	v_1									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0.05	18.00	29.98	32.82	37.08	40.41	43.12	45.40	47.36	49.07	50.59
	0.01	90.03	135.0	164.3	185.6	202.2	215.8	227.2	237.0	245.6	253.2
2	0.05	6.10	8.33	9.80	10.88	11.74	12.44	13.03	13.54	13.99	14.39
	0.01	14.04	19.02	22.29	24.72	26.63	28.20	29.53	30.68	31.69	32.59
3	0.05	4.50	5.91	6.82	7.50	8.04	8.48	8.85	9.18	9.46	9.72
	0.01	8.26	10.62	12.17	13.33	14.24	15.00	15.64	16.20	16.69	17.13
4	0.05	3.93	5.04	5.76	6.29	6.71	7.05	7.34	7.60	7.83	8.03
	0.01	6.51	8.12	9.17	9.96	10.58	11.10	11.55	11.93	12.27	12.57
5	0.05	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17
	0.01	5.70	6.97	7.80	8.42	8.91	9.32	9.67	9.97	10.24	10.48
6	0.05	3.46	4.34	4.90	5.31	5.63	5.89	6.12	6.32	6.49	6.65
	0.01	5.24	6.33	7.03	7.56	7.97	8.32	8.61	8.87	9.10	9.30
7	0.05	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30
	0.01	4.95	5.92	6.54	7.01	7.37	7.68	7.94	8.17	8.37	8.55
8	0.05	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05
	0.01	4.74	5.63	6.20	6.63	6.96	7.24	7.47	7.68	7.87	8.03
9	0.05	3.20	3.95	4.42	4.76	5.02	5.24	5.43	5.60	5.74	5.87
	0.01	4.60	5.43	5.96	6.35	6.66	6.91	7.13	7.32	7.49	7.65
10	0.05	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72
	0.01	4.48	5.27	5.77	6.14	6.43	6.67	6.87	7.05	7.21	7.36
11	0.05	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61
	0.01	4.39	5.14	5.62	5.97	6.25	6.48	6.67	6.84	6.99	7.13
12	0.05	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.40	5.51
	0.01	4.32	5.04	5.50	5.84	6.10	6.32	6.51	6.67	6.81	6.94
13	0.05	3.06	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43
	0.01	4.26	4.96	5.40	5.73	5.98	6.19	6.37	6.53	6.67	6.79
14	0.05	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36
	0.01	4.21	4.89	5.32	5.63	5.88	6.08	6.26	6.41	6.54	6.66
15	0.05	3.01	3.67	4.08	4.37	4.60	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31
	0.01	4.17	4.83	5.25	5.56	5.80	5.99	6.16	6.31	6.44	6.55
16	0.05	3.00	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26
	0.01	4.13	4.78	5.19	5.49	5.72	5.92	6.08	6.22	6.35	6.46

v_2 ↓	α ↓	v_1								
		12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.05 0.01	51.96 260.0	53.20 266.2	54.33 271.8	55.36 277.0	56.32 281.8	57.22 286.3	58.04 290.4	58.83 294.3	59.56 298.0
2	0.05 0.01	14.75 33.40	15.08 34.13	15.38 34.81	15.65 35.43	15.91 36.00	16.14 36.53	16.37 37.03	16.57 37.50	16.77 37.95
3	0.05 0.01	9.95 17.53	10.15 17.89	10.35 18.22	10.53 18.52	10.69 18.81	10.84 19.07	10.98 19.32	11.11 19.55	11.24 19.77
4	0.05 0.01	8.21 12.84	8.37 13.09	8.52 13.32	8.66 13.53	8.79 13.73	8.91 13.91	9.03 14.08	9.13 14.24	9.23 14.40
5	0.05 0.01	7.32 10.70	7.47 10.89	7.60 11.08	7.72 11.24	7.83 11.40	7.93 11.55	8.03 11.68	8.12 11.81	8.21 11.93
6	0.05 0.01	6.79 9.49	6.92 9.65	7.03 9.81	7.14 9.95	7.24 10.08	7.34 10.21	7.43 10.32	7.51 10.43	7.59 10.54
7	0.05 0.01	6.43 8.71	6.55 8.86	6.66 9.00	6.76 9.12	6.85 9.24	6.94 9.35	7.02 9.46	7.09 9.55	7.17 9.65
8	0.05 0.01	6.18 8.18	6.29 8.31	6.39 8.44	6.48 8.55	6.57 8.66	6.65 8.76	6.73 8.85	6.80 8.94	6.87 9.03
9	0.05 0.01	5.98 7.78	6.09 7.91	6.19 8.03	6.28 8.13	6.36 8.23	6.44 8.32	6.51 8.41	6.58 8.49	6.64 8.57
10	0.05 0.01	5.83 7.48	5.93 7.60	6.03 7.71	6.11 7.81	6.20 7.91	6.27 7.99	6.34 8.07	6.40 8.15	6.47 8.22
11	0.05 0.01	5.71 7.25	5.81 7.36	5.90 7.46	5.99 7.56	6.06 7.65	6.14 7.73	6.20 7.81	6.26 7.88	6.33 7.95
12	0.05 0.01	5.62 7.06	5.71 7.17	5.80 7.26	5.88 7.36	5.95 7.44	6.03 7.52	6.09 7.59	6.15 7.66	6.21 7.73
13	0.05 0.01	5.53 6.90	5.63 7.01	5.71 7.10	5.79 7.19	5.86 7.27	5.93 7.34	6.00 7.42	6.05 7.48	6.11 7.55
14	0.05 0.01	5.46 6.77	5.55 6.87	5.64 6.96	5.72 7.05	5.79 7.12	5.85 7.20	5.92 7.27	5.97 7.33	6.03 7.39
15	0.05 0.01	5.40 6.66	5.49 6.76	5.58 6.84	5.65 6.93	5.72 7.00	5.79 7.07	5.85 7.14	5.90 7.20	5.96 7.26
16	0.05 0.01	5.35 6.56	5.44 6.66	5.52 6.74	5.59 6.82	5.66 6.90	5.72 6.97	5.79 7.03	5.84 7.09	5.90 7.15

v_2 ↓	α ↓	v_1									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
17	0.05	2.98	3.63	4.02	4.30	4.52	4.71	4.86	4.99	5.11	5.21
	0.01	4.10	4.74	5.14	5.43	5.66	5.85	6.01	6.15	6.27	6.38
18	0.05	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07	5.17
	0.01	4.07	4.70	5.09	5.38	5.60	5.79	5.94	6.08	6.20	6.31
19	0.05	2.96	3.59	3.98	4.25	4.47	4.65	4.79	4.92	5.04	5.14
	0.01	4.05	4.67	5.05	5.33	5.55	5.73	5.89	6.02	6.14	6.25
20	0.05	2.95	3.58	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11
	0.01	4.02	4.64	5.02	5.29	5.51	5.69	5.84	5.97	6.09	6.19
24	0.05	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01
	0.01	3.96	4.54	4.91	5.17	5.37	5.54	5.69	5.81	5.92	6.02
30	0.05	2.89	3.49	3.84	4.10	4.30	4.46	4.60	4.72	4.83	4.92
	0.01	3.89	4.45	4.80	5.05	5.24	5.40	5.54	5.65	5.76	5.85
40	0.05	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.74	4.82
	0.01	3.82	4.37	4.70	4.93	5.11	5.27	5.39	5.50	5.60	5.69
60	0.05	2.83	3.40	3.74	3.98	4.16	4.31	4.44	4.55	4.65	4.73
	0.01	3.76	4.28	4.60	4.82	4.99	5.13	5.25	5.36	5.45	5.53
120	0.05	2.80	3.36	3.69	3.92	4.10	4.24	4.36	4.48	4.56	4.64
	0.01	3.70	4.10	4.50	4.71	4.87	5.01	5.12	5.21	5.30	5.38
∞	0.05	2.77	3.31	3.63	3.86	4.03	4.17	4.29	4.39	4.47	4.55
	0.01	3.64	4.12	4.40	4.60	4.76	4.88	4.99	5.08	5.16	5.23

v_2 ↓	α ↓	v_1								
		12	13	14	15	16	17	18	19	20
17	0.05	5.31	5.39	5.47	5.55	5.61	5.68	5.74	5.79	5.84
	0.01	6.48	6.57	6.66	6.73	6.80	6.87	6.94	7.00	7.05
18	0.05	5.27	5.35	5.43	5.50	5.57	5.63	5.69	5.74	5.79
	0.01	6.41	6.50	6.58	6.65	6.72	6.79	6.85	6.91	6.96
19	0.05	5.23	5.32	5.39	5.46	5.53	5.59	5.65	5.70	5.75
	0.01	6.34	6.43	6.51	6.58	6.65	6.72	6.78	6.84	6.89
20	0.05	5.20	5.28	5.36	5.43	5.49	5.55	5.61	5.66	5.71
	0.01	6.29	6.37	6.45	6.52	6.59	6.65	6.71	6.76	6.82
24	0.05	5.10	5.18	5.25	5.32	5.38	5.44	5.50	5.54	5.59
	0.01	6.11	6.19	6.26	6.33	6.39	6.45	6.51	6.56	6.61
30	0.05	5.00	5.08	5.15	5.21	5.27	5.33	5.38	5.43	5.48
	0.01	5.93	6.01	6.08	6.14	6.20	6.26	6.31	6.36	6.41
40	0.05	4.91	4.98	5.05	5.11	5.16	5.22	5.27	5.31	5.36
	0.01	5.77	5.84	5.90	5.96	6.02	6.07	6.12	6.17	6.21
60	0.05	4.81	4.88	4.94	5.00	5.06	5.11	5.16	5.20	5.24
	0.01	5.60	5.67	5.73	5.79	5.84	5.89	5.93	5.98	6.02
120	0.05	4.72	4.78	4.84	4.90	4.95	5.00	5.05	5.09	5.13
	0.01	5.44	5.51	5.56	5.61	5.66	5.71	5.75	5.79	5.83
∞	0.05	4.62	4.68	4.74	4.80	4.85	4.89	4.93	4.97	5.01
	0.01	5.29	5.35	5.40	5.45	5.49	5.54	5.57	5.61	5.65

TABLA 3-Distribución Chi Cuadrado χ^2

P = Probabilidad de encontrar un valor mayor o igual que el chi cuadrado tabulado, v = Grados de Libertad

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722	1,6424	1,3233	1,0742	0,8735	0,7083	0,5707	0,4549
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942	3,2189	2,7726	2,4079	2,0996	1,8326	1,5970	1,3863
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170	4,6416	4,1083	3,6649	3,2831	2,9462	2,6430	2,3660
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794	6,7449	5,9886	5,3853	4,8784	4,4377	4,0446	3,6871	3,3567
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363	8,1152	7,2893	6,6257	6,0644	5,5731	5,1319	4,7278	4,3515
6	22,4575	20,2491	18,5475	16,8119	14,4494	12,5916	10,6446	9,4461	8,5581	7,8408	7,2311	6,6948	6,2108	5,7652	5,3481
7	24,3213	22,0402	20,2777	18,4753	16,0128	14,0671	12,0170	10,7479	9,8032	9,0371	8,3834	7,8061	7,2832	6,8000	6,3458
8	26,1239	23,7742	21,9549	20,0902	17,5345	15,5073	13,3616	12,0271	11,0301	10,2189	9,5245	8,9094	8,3505	7,8325	7,3441
9	27,8767	25,4625	23,5893	21,6660	19,0228	16,9190	14,6837	13,2880	12,2421	11,3887	10,6564	10,0060	9,4136	8,8632	8,3428
10	29,5879	27,1119	25,1881	23,2093	20,4832	18,3070	15,9872	14,5339	13,4420	12,5489	11,7807	11,0971	10,4732	9,8922	9,3418
11	31,2635	28,7291	26,7569	24,7250	21,9200	19,6752	17,2750	15,7671	14,6314	13,7007	12,8987	12,1836	11,5298	10,9199	10,3410
12	32,9092	30,3182	28,2997	26,2170	23,3367	21,0261	18,5493	16,9893	15,8120	14,8454	14,0111	13,2661	12,5838	11,9463	11,3403
13	34,5274	31,8830	29,8193	27,6882	24,7356	22,3620	19,8119	18,2020	16,9848	15,9839	15,1187	14,3451	13,6356	12,9717	12,3398
14	36,1239	33,4262	31,3194	29,1412	26,1189	23,6848	21,0641	19,4062	18,1508	17,1169	16,2221	15,4209	14,6853	13,9961	13,3393
15	37,6978	34,9494	32,8015	30,5780	27,4884	24,9958	22,3071	20,6030	19,3107	18,2451	17,3217	16,4940	15,7332	15,0197	14,3389
16	39,2518	36,4555	34,2671	31,9999	28,8453	26,2962	23,5418	21,7931	20,4651	19,3689	18,4179	17,5646	16,7795	16,0425	15,3385
17	40,7911	37,9462	35,7184	33,4087	30,1910	27,5871	24,7690	22,9770	21,6146	20,4887	19,5110	18,6330	17,8244	17,0646	16,3382
18	42,3119	39,4220	37,1564	34,8052	31,5264	28,8693	25,9894	24,1555	22,7595	21,6049	20,6014	19,6993	18,8679	18,0860	17,3379
19	43,8194	40,8847	38,5821	36,1908	32,8523	30,1435	27,2036	25,3289	23,9004	22,7178	21,6891	20,7638	19,9102	19,1069	18,3376
20	45,3142	42,3358	39,9969	37,5663	34,1696	31,4104	28,4120	26,4976	25,0375	23,8277	22,7745	21,8265	20,9514	20,1272	19,3374
21	46,7963	43,7749	41,4009	38,9322	35,4789	32,6706	29,6151	27,6620	26,1711	24,9348	23,8578	22,8876	21,9915	21,1470	20,3372
22	48,2676	45,2041	42,7957	40,2894	36,7807	33,9245	30,8133	28,8224	27,3015	26,0393	24,9390	23,9473	23,0307	22,1663	21,3370
23	49,7276	46,6231	44,1814	41,6383	38,0756	35,1725	32,0069	29,9792	28,4288	27,1413	26,0184	25,0055	24,0689	23,1852	22,3369
24	51,1790	48,0336	45,5584	42,9798	39,3641	36,4150	33,1962	31,1325	29,5533	28,2412	27,0960	26,0625	25,1064	24,2037	23,3367
25	52,6187	49,4351	46,9280	44,3140	40,6465	37,6525	34,3816	32,2825	30,6752	29,3388	28,1719	27,1183	26,1430	25,2218	24,3366
26	54,0511	50,8291	48,2898	45,6416	41,9231	38,8851	35,5632	33,4295	31,7946	30,4346	29,2463	28,1730	27,1789	26,2395	25,3365
27	55,4751	52,2152	49,6450	46,9628	43,1945	40,1133	36,7412	34,5736	32,9117	31,5284	30,3193	29,2266	28,2141	27,2569	26,3363
28	56,8918	53,5939	50,9936	48,2782	44,4608	41,3372	37,9159	35,7150	34,0266	32,6205	31,3909	30,2791	29,2486	28,2740	27,3362
29	58,3006	54,9662	52,3355	49,5878	45,7223	42,5569	39,0875	36,8538	35,1394	33,7109	32,4612	31,3308	30,2825	29,2908	28,3361

TABLA 3-Distribución Chi Cuadrado χ^2 . (Continuación)

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
30	59,7022	56,3325	53,6719	50,8922	46,9792	43,7730	40,2560	37,9902	36,2502	34,7997	33,5302	32,3815	31,3159	30,3073	29,3360
31	61,0980	57,6921	55,0025	52,1914	48,2319	44,9853	41,4217	39,1244	37,3591	35,8871	34,5981	33,4314	32,3486	31,3235	30,3359
32	62,4873	59,0461	56,3280	53,4857	49,4804	46,1942	42,5847	40,2563	38,4663	36,9730	35,6649	34,4804	33,3809	32,3394	31,3359
33	63,8694	60,3953	57,6483	54,7754	50,7251	47,3999	43,7452	41,3861	39,5718	38,0575	36,7307	35,5287	34,4126	33,3551	32,3358
34	65,2471	61,7382	58,9637	56,0609	51,9660	48,6024	44,9032	42,5140	40,6756	39,1408	37,7954	36,5763	35,4438	34,3706	33,3357
35	66,6192	63,0760	60,2746	57,3420	53,2033	49,8018	46,0588	43,6399	41,7780	40,2228	38,8591	37,6231	36,4746	35,3858	34,3356
36	67,9850	64,4097	61,5811	58,6192	54,4373	50,9985	47,2122	44,7641	42,8788	41,3036	39,9220	38,6693	37,5049	36,4008	35,3356
37	69,3476	65,7384	62,8832	59,8926	55,6680	52,1923	48,3634	45,8864	43,9782	42,3833	40,9839	39,7148	38,5348	37,4156	36,3355
38	70,7039	67,0628	64,1812	61,1620	56,8955	53,3835	49,5126	47,0072	45,0763	43,4619	42,0450	40,7597	39,5643	38,4302	37,3354
39	72,0550	68,3830	65,4753	62,4281	58,1201	54,5722	50,6598	48,1263	46,1730	44,5395	43,1053	41,8040	40,5935	39,4446	38,3354
40	73,4029	69,6987	66,7660	63,6908	59,3417	55,7585	51,8050	49,2438	47,2685	45,6160	44,1649	42,8477	41,6222	40,4589	39,3353
45	80,0776	76,2229	73,1660	69,9569	65,4101	61,6562	57,5053	54,8105	52,7288	50,9849	49,4517	48,0584	46,7607	45,5274	44,3351
50	86,6603	82,6637	79,4898	76,1538	71,4202	67,5048	63,1671	60,3460	58,1638	56,3336	54,7228	53,2576	51,8916	50,5923	49,3349
55	93,1671	89,0344	85,7491	82,2920	77,3804	73,3115	68,7962	65,8550	63,5772	61,6650	59,9804	58,4469	57,0160	55,6539	54,3348
60	99,6078	95,3443	91,9518	88,3794	83,2977	79,0820	74,3970	71,3411	68,9721	66,9815	65,2265	63,6277	62,1348	60,7128	59,3347
70	112,3167	107,8079	104,2148	100,4251	95,0231	90,5313	85,5270	82,2553	79,7147	77,5766	75,6893	73,9677	72,3583	70,8236	69,3345
80	124,8389	120,1018	116,3209	112,3288	106,6285	101,8795	96,5782	93,1058	90,4053	88,1303	86,1197	84,2840	82,5663	80,9266	79,3343
90	137,2082	132,2554	128,2987	124,1162	118,1359	113,1452	107,5650	103,9040	101,0537	98,6499	96,5238	94,5809	92,7614	91,0234	89,3342
100	149,4488	144,2925	140,1697	135,8069	129,5613	124,3421	118,4980	114,6588	111,6667	109,1412	106,9058	104,8615	102,9459	101,1149	99,3341
120	173,6184	168,0814	163,6485	158,9500	152,2113	146,5673	140,2326	136,0620	132,8063	130,0546	127,6159	125,3833	123,2890	121,2850	119,3340
140	197,4498	191,5653	186,8465	181,8405	174,6478	168,6130	161,8270	157,3517	153,8537	150,8941	148,2686	145,8629	143,6043	141,4413	139,3339
160	221,0197	214,8081	209,8238	204,5300	196,9152	190,5164	183,3106	178,5517	174,8283	171,6752	168,8759	166,3092	163,8977	161,5868	159,3338
180	244,3723	237,8548	232,6198	227,0563	219,0442	212,3039	204,7036	199,6786	195,7434	192,4086	189,4462	186,7282	184,1732	181,7234	179,3338
200	267,5388	260,7350	255,2638	249,4452	241,0578	233,9942	226,0210	220,7441	216,6088	213,1022	209,9854	207,1244	204,4337	201,8526	199,3337
250	324,8306	317,3609	311,3460	304,9393	295,6885	287,8815	279,0504	273,1944	268,5987	264,6970	261,2253	258,0355	255,0327	252,1497	249,3337
300	381,4239	373,3509	366,8439	359,9064	349,8745	341,3951	331,7885	325,4090	320,3971	316,1383	312,3460	308,8589	305,5741	302,4182	299,3336
500	603,4458	593,3580	585,2060	576,4931	563,8514	553,1269	540,9303	532,8028	526,4014	520,9505	516,0874	511,6081	507,3816	503,3147	499,3335
600	712,7726	701,8322	692,9809	683,5155	669,7690	658,0936	644,8004	635,9329	628,8157	622,9876	617,6713	612,7718	608,1468	603,6942	599,3335

TABLA 3-Distribución Chi Cuadrado χ^2 . (Continuación)

v/p	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995	0,9975	0,999
1	0,3573	0,2750	0,2059	0,1485	0,1015	0,0642	0,0358	0,0158	0,0039	0,0010	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
2	1,1957	1,0217	0,8616	0,7133	0,5754	0,4463	0,3250	0,2107	0,1026	0,0506	0,0201	0,0100	0,0050	0,0020
3	2,1095	1,8692	1,6416	1,4237	1,2125	1,0052	0,7978	0,5844	0,3518	0,2158	0,1148	0,0717	0,0449	0,0243
4	3,0469	2,7528	2,4701	2,1947	1,9226	1,6488	1,3665	1,0636	0,7107	0,4844	0,2971	0,2070	0,1449	0,0908
5	3,9959	3,6555	3,3251	2,9999	2,6746	2,3425	1,9938	1,6103	1,1455	0,8312	0,5543	0,4118	0,3075	0,2102
6	4,9519	4,5702	4,1973	3,8276	3,4546	3,0701	2,6613	2,2041	1,6354	1,2373	0,8721	0,6757	0,5266	0,3810
7	5,9125	5,4932	5,0816	4,6713	4,2549	3,8223	3,3583	2,8331	2,1673	1,6899	1,2390	0,9893	0,7945	0,5985
8	6,8766	6,4226	5,9753	5,5274	5,0706	4,5936	4,0782	3,4895	2,7326	2,1797	1,6465	1,3444	1,1042	0,8571
9	7,8434	7,3570	6,8763	6,3933	5,8988	5,3801	4,8165	4,1682	3,3251	2,7004	2,0879	1,7349	1,4501	1,1519
10	8,8124	8,2955	7,7832	7,2672	6,7372	6,1791	5,5701	4,8652	3,9403	3,2470	2,5582	2,1558	1,8274	1,4787
11	9,7831	9,2373	8,6952	8,1479	7,5841	6,9887	6,3364	5,5778	4,5748	3,8157	3,0535	2,6032	2,2321	1,8338
12	10,7553	10,1820	9,6115	9,0343	8,4384	7,8073	7,1138	6,3038	5,2260	4,4038	3,5706	3,0738	2,6612	2,2141
13	11,7288	11,1291	10,5315	9,9257	9,2991	8,6339	7,9008	7,0415	5,8919	5,0087	4,1069	3,5650	3,1118	2,6172
14	12,7034	12,0785	11,4548	10,8215	10,1653	9,4673	8,6963	7,7895	6,5706	5,6287	4,6604	4,0747	3,5820	3,0407
15	13,6790	13,0298	12,3809	11,7212	11,0365	10,3070	9,4993	8,5468	7,2609	6,2621	5,2294	4,6009	4,0697	3,4825
16	14,6555	13,9827	13,3096	12,6243	11,9122	11,1521	10,3090	9,3122	7,9616	6,9077	5,8122	5,1422	4,5734	3,9417
17	15,6328	14,9373	14,2406	13,5307	12,7919	12,0023	11,1249	10,0852	8,6718	7,5642	6,4077	5,6973	5,0916	4,4162
18	16,6108	15,8932	15,1738	14,4399	13,6753	12,8570	11,9462	10,8649	9,3904	8,2307	7,0149	6,2648	5,6234	4,9048
19	17,5894	16,8504	16,1089	15,3517	14,5620	13,7158	12,7727	11,6509	10,1170	8,9065	7,6327	6,8439	6,1673	5,4067
20	18,5687	17,8088	17,0458	16,2659	15,4518	14,5784	13,6039	12,4426	10,8508	9,5908	8,2604	7,4338	6,7228	5,9210
21	19,5485	18,7683	17,9843	17,1823	16,3444	15,4446	14,4393	13,2396	11,5913	10,2829	8,8972	8,0336	7,2889	6,4467
22	20,5288	19,7288	18,9243	18,1007	17,2396	16,3140	15,2787	14,0415	12,3380	10,9823	9,5425	8,6427	7,8648	6,9829
23	21,5095	20,6902	19,8657	19,0211	18,1373	17,1865	16,1219	14,8480	13,0905	11,6885	10,1957	9,2604	8,4503	7,5291
24	22,4908	21,6525	20,8084	19,9432	19,0373	18,0618	16,9686	15,6587	13,8484	12,4011	10,8563	9,8862	9,0441	8,0847
25	23,4724	22,6156	21,7524	20,8670	19,9393	18,9397	17,8184	16,4734	14,6114	13,1197	11,5240	10,5196	9,6462	8,6494
26	24,4544	23,5794	22,6975	21,7924	20,8434	19,8202	18,6714	17,2919	15,3792	13,8439	12,1982	11,1602	10,2561	9,2222
27	25,4367	24,5440	23,6437	22,7192	21,7494	20,7030	19,5272	18,1139	16,1514	14,5734	12,8785	11,8077	10,8733	9,8029
28	26,4195	25,5092	24,5909	23,6475	22,6572	21,5880	20,3857	18,9392	16,9279	15,3079	13,5647	12,4613	11,4973	10,3907
29	27,4025	26,4751	25,5391	24,5770	23,5666	22,4751	21,2468	19,7677	17,7084	16,0471	14,2564	13,1211	12,1278	10,9861

TABLA 3-Distribución Chi Cuadrado χ^2 . (Continuación)

v/p	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995	0,9975	0,999
30	28,3858	27,4416	26,4881	25,5078	24,4776	23,3641	22,1103	20,5992	18,4927	16,7908	14,9535	13,7867	12,7646	11,5876
31	29,3694	28,4087	27,4381	26,4397	25,3901	24,2551	22,9762	21,4336	19,2806	17,5387	15,6555	14,4577	13,4073	12,1961
32	30,3533	29,3763	28,3889	27,3728	26,3041	25,1478	23,8442	22,2706	20,0719	18,2908	16,3622	15,1340	14,0555	12,8104
33	31,3375	30,3444	29,3405	28,3069	27,2194	26,0422	24,7143	23,1102	20,8665	19,0467	17,0735	15,8152	14,7092	13,4312
34	32,3219	31,3130	30,2928	29,2421	28,1361	26,9383	25,5864	23,9522	21,6643	19,8062	17,7891	16,5013	15,3679	14,0568
35	33,3065	32,2821	31,2458	30,1782	29,0540	27,8359	26,4604	24,7966	22,4650	20,5694	18,5089	17,1917	16,0315	14,6881
36	34,2913	33,2517	32,1995	31,1152	29,9730	28,7350	27,3363	25,6433	23,2686	21,3359	19,2326	17,8868	16,7000	15,3243
37	35,2764	34,2216	33,1539	32,0532	30,8933	29,6355	28,2138	26,4921	24,0749	22,1056	19,9603	18,5859	17,3730	15,9652
38	36,2617	35,1920	34,1089	32,9919	31,8146	30,5373	29,0931	27,3430	24,8839	22,8785	20,6914	19,2888	18,0501	16,6109
39	37,2472	36,1628	35,0645	33,9315	32,7369	31,4405	29,9739	28,1958	25,6954	23,6543	21,4261	19,9958	18,7318	17,2612
40	38,2328	37,1340	36,0207	34,8719	33,6603	32,3449	30,8563	29,0505	26,5093	24,4331	22,1642	20,7066	19,4171	17,9166
45	43,1638	41,9950	40,8095	39,5847	38,2910	36,8844	35,2895	33,3504	30,6123	28,3662	25,9012	24,3110	22,8994	21,2509
50	48,0986	46,8638	45,6100	44,3133	42,9421	41,4492	39,7539	37,6886	34,7642	32,3574	29,7067	27,9908	26,4636	24,6736
55	53,0367	51,7391	50,4204	49,0554	47,6105	46,0356	44,2448	42,0596	38,9581	36,3981	33,5705	31,7349	30,0974	28,1731
60	57,9775	56,6200	55,2394	53,8091	52,2938	50,6406	48,7587	46,4589	43,1880	40,4817	37,4848	35,5344	33,7909	31,7381
70	67,8664	66,3961	64,8990	63,3460	61,6983	59,8978	57,8443	55,3289	51,7393	48,7575	45,4417	43,2753	41,3323	39,0358
80	77,7631	76,1879	74,5825	72,9153	71,1445	69,2070	66,9938	64,2778	60,3915	57,1532	53,5400	51,1719	49,0430	46,5197
90	87,6661	85,9925	84,2854	82,5111	80,6247	78,5584	76,1954	73,2911	69,1260	65,6466	61,7540	59,1963	56,8918	54,1559
100	97,5744	95,8078	94,0046	92,1290	90,1332	87,9453	85,4406	82,3581	77,9294	74,2219	70,0650	67,3275	64,8571	61,9182
120	117,4041	115,4646	113,4825	111,4186	109,2197	106,8056	104,0374	100,6236	95,7046	91,5726	86,9233	83,8517	81,0726	77,7555
140	137,2476	135,1491	133,0028	130,7657	128,3800	125,7580	122,7476	119,0293	113,6594	109,1368	104,0343	100,6547	97,5908	93,9253
160	157,1019	154,8555	152,5564	150,1583	147,5988	144,7834	141,5475	137,5457	131,7560	126,8700	121,3457	117,6791	114,3496	110,3592
180	176,9652	174,5799	172,1373	169,5879	166,8653	163,8682	160,4206	156,1526	149,9687	144,7413	138,8205	134,8843	131,3050	127,0114
200	196,8359	194,3193	191,7409	189,0486	186,1717	183,0028	179,3550	174,8353	168,2785	162,7280	156,4321	152,2408	148,4262	143,8420
250	246,5387	243,7202	240,8297	237,8085	234,5768	231,0128	226,9048	221,8059	214,3915	208,0978	200,9387	196,1604	191,8020	186,5537
300	296,2700	293,1786	290,0062	286,6878	283,1353	279,2143	274,6901	269,0679	260,8781	253,9122	245,9727	240,6631	235,8126	229,9620
500	495,3734	491,3709	487,2569	482,9462	478,3231	473,2099	467,2962	459,9261	449,1467	439,9360	429,3874	422,3034	415,8081	407,9458
600	594,9938	590,6057	586,0930	581,3623	576,2859	570,6681	564,1661	556,0560	544,1801	534,0185	522,3654	514,5285	507,3385	498,6219

**Anexo 4. RM N° 615-2003 SA/DM:
Norma sanitaria que establece los
criterios microbiológicos de calidad
sanitaria e inocuidad para los alimentos
y bebidas de consumo humano.**

(PROYECTO DE ACTUALIZACIÓN DE LA RM N° 615-2003 SA/DM)

NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO

CAPÍTULO I GENERALIDADES

Artículo 1°.- Finalidad

La presente norma se establece para garantizar la seguridad sanitaria de los alimentos y bebidas destinados al consumo humano.

Artículo 2°.- Objetivo

Establecer las condiciones microbiológicas de calidad sanitaria e inocuidad que deben cumplir los alimentos y bebidas en estado natural, elaborados o procesados, para ser considerados aptos para el consumo humano.

Artículo 3°.- Ámbito de aplicación

La presente Norma Sanitaria es de obligatorio cumplimiento en todo el territorio nacional, para efectos de:

- 1) La obtención del Registro Sanitario de Alimentos y Bebidas.
- 2) La obtención del Certificado Sanitario Oficial de Exportación.
- 3) La vigilancia y control sanitario que realiza la Autoridad Sanitaria.
- 4) La verificación o comprobación de la eficacia del Plan HACCP.
- 5) Control analítico de cada lote de producto antes de ser liberado para su comercialización, para el caso de las fábricas que aún no implementan el Sistema HACCP.
- 6) Aclarar dirimencias, inmovilizaciones, denuncias, operativos

Artículo 4°.- Base legal y técnica

La presente norma sanitaria se establece en el marco del Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas, aprobado por Decreto Supremo N° 007.98 SA y en concordancia técnica normativa con los Principios para el establecimiento y la Aplicación de Criterios Microbiológicos para los Alimentos del Codex Alimentarius (CAC/GL-21(1997) y con la clasificación y planes de muestreo de la International Commission on Microbiological Specification for Foods (ICMSF)

CAPÍTULO II DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 5°.- Conformación de los criterios microbiológicos

Los criterios microbiológicos están conformados por:

- a) El grupo de alimento al que se aplica el criterio.
- b) Los agentes microbiológicos a controlar en los distintos grupos de alimentos.
- c) El plan de muestreo que ha de aplicarse al lote o lotes de alimentos.
- d) Los límites microbiológicos establecidos para los grupos de alimentos.

Artículo 6°.- Aptitud microbiológica para el consumo humano

Los alimentos y bebidas serán considerados microbiológicamente aptos para el consumo humano cuando cumplan en toda su extensión con los criterios microbiológicos establecidos en la presente norma sanitaria para el grupo y subgrupo de alimentos al que pertenece.

Artículo 7.- Planes de muestreo

El plan de muestreo sólo se aplica a lote o lotes de alimentos y bebidas. Se sustenta en el riesgo para la salud y las condiciones normales de manipulación y consumo del alimento, y establece:

- a) Categoría de riesgo: Escala relativa al riesgo que representa un alimento y a la manipulación posterior prevista.
- b) Componentes del plan de muestreo
 - o "n" (minúscula): Número de unidades de muestra requeridas para realizar el análisis, que se eligen separada e independientemente, de acuerdo a normas nacionales o internacionales referidas a alimentos y bebidas apropiadas para fines microbiológicos.
 - o "c": Número máximo permitido de unidades de muestra rechazables en un plan de muestreo de 2 clases o unidades de muestra provisionalmente aceptables en un plan de muestreo de 3 clases. Cuando se detecte un número de unidades de muestra mayor a "c" se rechaza el lote.
 - o "m" (minúscula): Límite microbiológico que separa la calidad aceptable de la rechazable. En general, un valor igual o menor a "m", representa un producto aceptable y los valores superiores a "m" indican lotes rechazables en un plan de muestreo de 2 clases.
 - o "M" (mayúscula): Los valores de recuentos microbianos superiores a "M" son inaceptables, el alimento representa un riesgo para la salud.
- c) Tipos de plan de muestreo para lote o lotes:

Plan de 2 clases: Es un plan de muestreo por atributos, donde puede establecerse únicamente la condición de "aceptable" o "rechazable". Un plan de 2 clases queda definido por "n" y "c";

Para microorganismos patógenos:

Condición de "aceptable" = ausencia

Condición de "rechazable" = presencia

Para otros microorganismos

Condición de "aceptable" = menor o igual al nivel crítico establecido, "c"

Condición de "rechazable" = mayor al nivel crítico establecido, "c"

Plan de 3 clases: Es un plan de muestreo por atributos que queda definido por "n", "c", "m", "M"; donde se establece:

Condición de "aceptable":

Cuando todas las unidades de muestra presentan recuentos igual o inferiores a "m".

Cuando hasta "c" unidades de muestra pueden tener recuentos entre "m" y "M" (incluido "M").

Condición de "rechazo":

Cuando más de "c" unidades de muestra presentan recuentos entre "m" y "M" (incluido "M").

Cuando al menos 1 de las unidades de muestra presentan recuentos superiores a "M".

PLANES DE MUESTREO PARA COMBINACIONES DE DIFERENTE GRADO DE RIESGO PARA LA SALUD Y DIVERSAS CONDICIONES DE MANIPULACIÓN

Grado de importancia en relación con la utilidad y riesgo sanitario	Condiciones esperadas de manipulación y consumo del alimento o bebida luego del muestreo		
	Grado de peligrosidad reducido	Sin cambio de peligrosidad	Aumento de Peligrosidad.
Vida útil y alteración	Aumento de vida útil Categoría 1 3 clases n = 5, c=3.	Sin modificación Categoría 2 3 clases n = 5, c=2.	Disminución de vida útil Categoría 2 3 clases n = 5, c=3.
Indicadores de riesgo bajo indirecto para la salud	Disminución del riesgo Categoría 4 3 clases n = 5, c=3.	Sin modificación Categoría 5 3 clases n = 5, c=2.	Aumento del riesgo Categoría 6 3 clases n = 5, c=1.
Patógenos de riesgo moderado directo, de diseminación limitada.	Categoría 7 3 clases n = 5, c=2.	Categoría 8 3 clases n = 5, c=1.	Categoría 9 3 clases n = 10 c=1.
Patógenos de riesgo moderado directo, de diseminación potencialmente extensa.	Categoría 10 2 clases n = 5, c=0.	Categoría 11 2 clases n = 10 c=0.	Categoría 12 2 clases n = 20 c=0.
Patógenos de riesgo grave directo para la salud.	Categoría 13 2 clases n = 15, c=0.	Categoría 14 2 clases n = 30 c=0.	Categoría 15 2 clases n = 60 c=0.

Artículo 8°.- Número de unidades de muestra para Registro Sanitario de alimentos y bebidas

El número de unidades de muestra de alimentos y bebidas (n) para la inscripción o reinscripción en el Registro Sanitario podrá ser igual a uno (n=1) y deberá ser calificada con los límites más exigentes (m) indicados en la presente disposición para ese tipo de alimento o bebida.

Artículo 9°.- Número de unidades de muestra para la verificación del Plan HACCP

Para la verificación del Plan HACCP, el número de unidades de muestra de los planes de muestreo podrá ser igual a uno (n=1) y deberá ser calificada con los límites más exigentes (m) indicados en la presente disposición para ese tipo de alimento o bebida. Esto procederá, si las personas naturales y jurídicas que operan o intervienen en cualquier proceso de fabricación, elaboración e industrialización de alimentos y bebidas demuestran mediante documentación histórica con un mínimo de 3 años, que cuentan con procedimientos eficaces basados en los principios del sistema HACCP.

Artículo 10°.- Número de unidades de muestra para la vigilancia sanitaria de alimentos preparados

Para el caso de la vigilancia sanitaria de alimentos y bebidas preparados provenientes de establecimientos de comercialización, preparación y expendio, se tomará al menos una muestra por cada tipo de alimento y deberán ser calificadas con los límites más exigentes (m), indicados en la presente disposición para ese tipo de alimento o bebida.

CAPITULO III DE LOS MICROORGANISMOS Y METODOS DE ANALISIS

Artículo 11°.- Grupos de microorganismos

Como referencia para los criterios microbiológicos, en general los microorganismos se agrupan como:

1. - Microorganismos indicadores de alteración: las categorías 1, 2, 3 definen los microorganismos asociados con la vida útil y alteración del producto tales como microorganismos aeróbios mesófilos, aerobios mesófilos esporulados, Mohos y Levaduras, *Lactobacillus*, microorganismos lipolíticos.
2. - Microorganismos indicadores de higiene: en las categorías 4, 5, y 6 se encuentran los microorganismos no patógenos que suelen estar asociados a ellos, como Coliformes (que para efectos de la presente norma sanitaria se refiere a Coliformes Totales), *Enterobacteriaceas*, a excepción de este último en el caso de "Preparaciones en polvo para Lactantes.
3. - Microorganismos patógenos: son los que se hallan en las categorías 7 a la 15. Las categorías 7, 8 y 9 corresponde a microorganismos patógenos tales como *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, cuya cantidad en los alimentos condiciona su peligrosidad para causar enfermedades alimentarias. A partir de la categoría 10 corresponde a microorganismos patógenos, tales como *Salmonella sp*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli H7 O15,7* entre otros patógenos, cuya sola presencia en los alimentos condiciona su peligrosidad para la salud.

Artículo 12°.- Métodos de análisis

Los métodos de análisis a utilizar deben ser métodos validados y reconocidos por organismos internacionales. La modificación de estos métodos o el uso de métodos propios deberán ser validados para poder ser utilizados.

Artículo 13°.- Reportes de ensayo

Los Informes de Ensayo, Certificados de Análisis y otras formas de reporte emitidos por los laboratorios, deberán indicar el método de análisis empleado y la expresión de resultados acorde con el método debe expresarse en: UFC/g, UFC/mL, NMP/g, NMP/mL ó Ausencia/25 g. ó mL.

CAPITULO IV DE LOS GRUPOS DE ALIMENTOS Y CRITERIOS MICROBIOLOGICOS

Artículo 14°.- Grupos de alimentos

Para los efectos de la presente disposición sanitaria, se establecen 19 grupos de alimentos y bebidas según su origen, tecnología aplicada en su procesamiento o elaboración y grupo consumidor; siendo estos:

1. Leche y productos lácteos
2. Helados y mezclas para helados
3. Productos grasos
4. Productos deshidratados, liofilizados o concentrados y mezclas
5. Granos de Cereales, leguminosas y derivados
6. Azúcares, mieles y productos similares
7. Productos de confitería y derivados del cacao
8. Productos de panadería, pastelería, galletería y otros
9. Alimentos para Regímenes especiales.
10. Carnes y productos cárnicos

11. Productos hidrobiológicos
12. Huevos y ovoproductos
13. Especies, condimentos y salsas
14. Frutas, hortalizas y frutos secos.
15. Comidas preparadas
16. Bebidas
17. Estimulantes y fruitivos
18. Semiconservas
19. Conservas

Artículo 15°.- Criterios microbiológicos

Los alimentos y bebidas deben cumplir íntegramente con la totalidad de los criterios microbiológicos correspondientes a su grupo o subgrupo para ser considerados aptos para el consumo humano:

1. LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS						
1.1 Leche Cruda destinada a uso de la industria láctea.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por mL.	
					m	M
Aerobios mesófilos	3	3	5	1	5×10^5	10^6
1.2 Leche y Crema de Leche Pasteurizada						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g. ó mL.	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	2×10^4	5×10^4
Coliformes	5	3	5	2	1	10
1.3 Leche Ultrapasteurizada						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por mL.	
					m	M
Aerobios mesófilos	10	3	5	2	10^2	10^3
Coliformes	6	3	5	2	1	10
1.4 Leche UHT (entera, semidescremada, descremada) y Crema de leche UHT o esterilizada comercialmente						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g. o mL.	
					m	M
Aerobios mesófilos (*)	10	2	5	0	10^2	----
(*) Previa incubación a 35-37° C durante 7 días.						
1.5 Leche y Cremas de leche en polvo						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	3×10^4	3×10^5
Coliformes	6	3	5	1	10	10^2
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
1.6 Leche condensada azucarada y Dulces de leche (manjar, natillas y otros)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M

Mohos y Levaduras osmófilas	5	3	5	2	10	10 ²
1.7. Leches Fermentadas y Acidificadas (yogur, leche cultivada, cuajada, otros)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Coliformes	5	3	5	2	10	10 ²
Mohos	5	3	5	2	10	10 ²
Levaduras	5	3	5	2	10	10 ²
1.8 Postres a base de leche no acidificados listos para consumir (flanes, pudines, crema volteada, mazamorra de leche, otros)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Coliformes	5	3	5	2	10	10 ²
Mohos	2	3	5	2	10	10 ²
Levaduras	5	3	5	2	10	10 ²
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---
1.9. Quesos Frescos (queso fresco tradicional, mantecoso, ricotta, cabaña, petit suisse, mozzarella, ucayalino, otros)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Coliformes	5	3	5	2	5x10 ²	10 ³
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	3	5	2	10	10 ²
<i>Escherichia coli</i>	6	3	5	1	3	10
<i>Listeria monocytogenes</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	--
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---
1.10 Quesos Madurados (camembert, brie, roquefort, gorgonzola, cuartirolo, bel paese, Cajamarca, tilsit, andino, majes, characato, sabandía, dambo, gouda, edam, paria, emmental, gruyere, cheddar, provolone amazónico, parmesano, otros.)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
<i>Enterobacteriaceas</i>	5	3	5	2	2x10 ²	10 ³
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Listeria monocytogenes</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	--
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---
1.11 Quesos Procesados (fundidos: laminados, rallados, en pasta, en polvo)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Coliformes	6	3	5	1	10	10 ²
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10 ²
2. HELADOS Y MEZCLAS PARA HELADOS						
2.1 Helados a base de leche.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	

					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10^4	10^5
Coliformes	5	3	5	2	10	10^2
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10^2
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---
<i>Listeria monocytogenes</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---
2.2 Helados a base de leche y postres a base de helados (con ingredientes no pasteurizados: coberturas, maní, mermeladas, frutas confitadas u otros)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10^4	10^5
Coliformes	5	3	5	2	10^2	2×10^2
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10^2
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---
<i>Listeria monocytogenes en 25 g.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---
2.3 Helados a base de agua						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Coliformes	5	3	5	2	10	10^2
<i>Salmonella sp. (*)</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---
(*) Sólo para los que contienen pulpa de fruta						
2.4 Mezclas deshidratadas para helados						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios Mesófilos	2	3	5	2	10^4	10^5
Coliformes	5	3	5	2	10	10^3
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---
3. PRODUCTOS GRASOS.						
3.1 Mantequillas y Margarinas						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g.	
					m	M
Microorganismos lipoliticos	1	3	5	3	10^2	10^3
Mohos	2	3	5	2	10	10^2
Coliformes	4	3	5	3	10	10^2
<i>Staphylococcus aureus</i>	7	3	5	2	10	10^2
4. PRODUCTOS DESHIDRATADOS: liofilizados, concentrados, mezclas.						
4.1 Sopas, cremas, salsas y puré de papas u otros, de uso instantáneo, que no requieren cocción						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios Mesofilos	3	3	5	1	10^4	10^5
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10^2
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10^2

<i>Bacillus cereus</i>	5	3	5	2	10 ²	10 ³
<i>Clostridium perfringens</i> (*)	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Salmonella sp</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----

(*) Sólo para productos que contengan carnes.

4.2 Sopas cremas salsas y purés de legumbres u otros deshidratadas que requieren cocción

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios Mesofilos	3	3	5	1	10 ⁴	10 ⁶
Coliformes	4	3	5	3	10	10 ²
<i>Bacillus cereus</i>	5	3	5	2	10 ²	10 ³
<i>Clostridium perfringens</i> (*)	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----

(*) Solo para productos que contengan carnes.

4.3 Mezclas en seco de uso instantáneo (refrescos, gelatinas, jaleas, cremas, otros)

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios Mesofilos	3	3	5	1	10 ⁴	10 ⁵
Coliformes	5	3	5	2	10	10 ²
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Bacillus cereus</i> (*)	5	3	5	2	10 ²	10 ³
<i>Salmonella sp.</i> (**)	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----

(*) Sólo para productos que contengan cereales

(**) Sólo para productos que contengan leche, cacao y/o huevo.

4.4 Mezclas en seco que requieren cocción (pudines, flanes, entre otros)

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios Mesofilos	2	3	5	2	10 ⁴	10 ⁶
Coliformes	4	3	5	3	10	10 ²
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Bacillus cereus</i> (*)	6	3	5	1	10 ²	10 ³
<i>Salmonella sp.</i> (**)	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----

(*) Sólo para productos que contengan leche o cereales.

(**) Sólo para productos que contengan leche, cacao y/o huevo.

4.5 Caldos concentrados en pasta.

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios Mesofilos	2	3	5	2	10 ³	10 ⁴
Coliformes	4	3	5	3	10	10 ²
<i>Clostridium perfringens</i>	5	3	5	2	10 ²	10 ³
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----

5. GRANOS DE CEREALES, LEGUMINOSAS, QUENOPODACEAS Y DERIVADOS (harinas y otros)

5.1 Granos secos

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	

					m	M
Mohos	5	3	5	2	10^4	10^5
5.2 Harinas y Sémolas						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Mohos	5	3	5	2	10^4	10^5
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10^2
<i>Bacillus cereus</i> (*)	7	3	5	2	10^3	10^4
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
(*) Sólo para harinas de arroz y/o maíz						
5.3 Féculas y Almidones						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Mohos	5	3	5	2	10^3	10^4
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10^2
<i>Bacillus cereus</i>	7	3	5	2	10^3	10^4
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
5.4 Pastas y masas frescas y/o precocidas sin relleno refrigeradas o congeladas (panes, precocidos, masas para wantan, para lasaña, para fideos chinos, pre pizzas, masa crudas, otros)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Mohos	5	3	5	2	10^3	10^4
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10^2	10^3
<i>Bacillus cereus</i> (*)	7	3	5	2	10^3	10^4
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
(*) Sólo para productos que contengan arroz y/o maíz						
5.5. Pastas y masa frescas y/o precocidas con relleno refrigeradas o congeladas (wantan, lasaña, ravioles, canelones, pizzas, minpao, otros)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Mohos	5	3	5	2	10^3	10^4
<i>Escherichia coli</i>	6	3	5	1	10	10^2
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10^2	10^3
<i>Clostridium perfringens</i> (*)	6	3	5	1	10^2	10^3
<i>Bacillus cereus</i> (**)	7	3	5	2	10^3	10^4
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---
(*) Para alimentos que contengan carnes y verduras						
(**) Sólo para productos que contengan arroz y/o maíz						
5.6 Fideos o Pastas Desecadas con o sin relleno (Incluye fideos a base de verduras, al huevo, otros)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Mohos	5	3	5	2	10^2	10^3
Coliformes	5	3	5	2	10	10^2
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10^2	10^3

<i>Clostridium perfringens</i> (*)	6	3	5	1	10 ²	10 ³
<i>Salmonella</i> sp.	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---

(*) Solo para pastas con relleno de carne

5.7 Productos instantáneos extruidos o expandidos proteinizados o no y hojuelas a base de granos (gramíneas, quenopodáceas y leguminosas) que no requieren cocción.

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios Mesófilos	3	3	5	1	10 ⁴	10 ⁵
Mohos	5	3	5	2	10 ²	10 ³
Coliformes	5	3	5	2	10	10 ²
<i>Bacillus cereus</i>	8	3	5	1	10 ²	10 ⁴
<i>Salmonella</i> sp.	10	2	5	0	Ausencia/25 g	----

5.8 Hojuelas a base de granos (gramíneas, quenopodáceas y leguminosas) que requieren cocción.

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10 ⁴	10 ⁶
Mohos	5	3	5	2	10 ³	10 ⁴
Coliformes	5	3	5	2	10 ²	10 ³
<i>Bacillus cereus</i>	8	3	5	1	10 ²	10 ⁴
<i>Salmonella</i> sp.	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----

6. AZUCARES, MIELES, Y PRODUCTOS SIMILARES.

6.1 Azúcares (blanca, rubia, refinada, blanco directo, en polvo, blanda u otros) u otros edulcorantes sólidos (dextrosa, fructosa u otros)

Agentes microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios mesófilos	1	3	5	3	10 ²	10 ³
Mohos	2	3	5	3	<10	10
Levaduras	2	3	5	2	<50	50

6.2 Jarabes (de maple, de maíz, y otros como la algarrobina), otros edulcorantes líquidos (sacarosa, glucosa, fructosa, azúcar invertido, azúcar líquido, otros)

Agentes microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g. ó mL	
					m	M
Aerobios mesófilos	1	3	5	3	10 ²	10 ³
Enterobacteriaceas (*)	5	3	5	2	<1	10
Mohos	2	3	5	2	10	10 ²
Levaduras osmófilas	2	3	5	2	10	10 ²

(*) Para los de consumo directo. Para los que requieren dilución para su análisis m=<10

6.3 Miel, Jalea Real y similares

Agentes microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios mesófilos	1	3	5	3	10 ³	10 ⁴
Anaerobios sulfito reductores	5	3	5	2	10 ²	10 ³
Mohos	2	3	5	2	10	10 ²

6.4 Productos relacionados a la miel (polen, polimiel, propolio, otros)						
Agentes microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios mesófilos	1	3	5	3	10^3	10^4
Mohos	2	3	5	2	10	10^2
<i>Escherichia coli</i>	6	3	5	1	3	10
7. PRODUCTOS DE CONFITERIA.						
7.1 Chocolates de leche, chocolate blanco, chocolate para taza, chocolate de cobertura con o sin relleno (bombones, tejas y chocotejas)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por gr.	
					m	M
Mohos (*)	5	3	5	2	10^2	10^3
<i>Escherichia coli</i>	6	3	5	1	3	10
<i>Salmonella sp.</i>	11	2	10(**)	0	Ausencia/25 g	---
(*) Sólo en el caso de chocolates rellenos						
(**) Hacer composito para n = 5.						
7.2 Caramelos duros (sin relleno)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por gr.	
					m	M
Aerobios Mesófilos	2	3	5	2	10^2	5×10^2
Mohos	2	3	5	2	10	5×10
7.3 Caramelos blandos, semiblandos y duros con relleno, goma de mascar, marshmallows y otros productos de confitería con o sin relleno.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por gr.	
					m	M
Aerobios Mesófilos	2	3	5	2	10^2	10^4
Mohos	2	3	5	2	50	3×10^2
7.4 Turrón blando o duro de confitería						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por gr.	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10^2	3×10^3
<i>Staphylococcus aureus</i> (*)	8	3	5	1	10	10^2
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---
(*) Sólo para productos que contienen leche						
7.5 Cacao, torta de cacao, pasta de cacao o licor de cacao						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por gr ó mL	
					m	M
Aerobios mesofilos	2	3	5	2	10^3	10^4
Mohos	3	3	5	1	10^2	3×10^2
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---
8. PRODUCTOS DE PANADERIA PASTELERIA, GALLETERIA Y OTROS.						
8.1 Productos de panadería y pastelería con o sin relleno y/o cobertura que no requieren refrigeración (pan, galletas y panes enriquecidas o fortificadas, tostadas, bizcochos, panetón, queques, galletas, obleas, otros similares)						

Agentes microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Mohos	5	3	5	2	10^2	10^3
<i>Escherichia coli</i> (*)	6	3	5	1	3	20
<i>Staphylococcus aureus</i> (*)	6	3	5	1	10	10^2
<i>Clostridium perfringens</i> (**)	8	3	5	1	10	10^2
<i>Salmonella sp.</i> (*)	10	2	5	0	Ausencia/25 g	----

(*) Para productos con relleno

(**) Adicionalmente para productos con rellenos de carne y/o vegetales

8.2 Productos de pastelería dulce y salado que requieren refrigeración (pasteles, tortas, empanadas, otros similares)

Agentes microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	10^2	10^3
<i>Escherichia coli</i>	6	3	5	1	10	20
<i>Staphylococcus aureus</i>	6	3	5	1	10	10^2
<i>Clostridium perfringens</i> (*)	8	3	5	1	10	10^2
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---

(*) Para aquellos productos con rellenos de carne y/o vegetales

9. ALIMENTOS PARA REGIMENES ESPECIALES

9.1 Preparaciones en polvo para lactantes. (Fórmula para lactantes como sucedáneos de la leche materna)

Agentes microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10^3	10^4
Coliformes	6	3	5	1	< 3	20
<i>Enterobacteriaceas</i>	8	3	5	1	<10	10^2
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	< 3	10
<i>Bacillus cereus</i>	8	3	5	1	< 10^2	10^3
<i>Salmonella sp.</i>	12	2	60(*)	0	Ausencia/25 g	---

(*) Hacer compósito para analizar n=5.

9.2 Producto cocido de reconstitución instantánea destinado a niños entre 6 a 36 meses (papilla y similares)

Agentes microbianos	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios mesófilos	3	3	5	1	10^4	10^5
Mohos	5	3	5	2	10^2	10^4
Levaduras	2	3	5	2	10^2	10^4
Coliformes	6	3	5	1	10	10^2
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10^2
<i>Bacillus cereus</i>	9	3	10	1	10^2	10^4
<i>Salmonella sp.</i>	15	2	60(*)	0	Ausencia/25 g	---

(*) Hacer compósito para analizar n= 5

9.3 Productos cocido de reconstitución instantánea, como enriquecidos lácteos, sustitutos lácteos, mezclas fortificadas, otros similares.

Agentes microbianos	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	

					m	M
Aerobios mesófilos	3	3	5	1	10^4	10^5
Mohos	6	3	5	1	10^3	10^4
Levaduras	3	3	5	1	10^3	10^4
Coliformes	6	3	5	1	10	10^2
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10^2
<i>Bacillus cereus</i>	8	3	5	1	10^2	10^4
<i>Salmonella sp.</i>	12	2	20 (*)	0	Ausencia/25 g	---

(*) Hacer compósito para analizar n= 5

9.4 Productos crudos deshidratados y precocidos que requieren cocción, como hojuelas, harinas, otros similares.

Agentes microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10^4	10^5
Mohos	5	3	5	2	10^3	10^4
Levaduras	2	3	5	2	10^3	10^4
Coliformes	5	3	5	2	10^2	10^3
<i>Bacillus cereus</i>	8	3	5	1	10^2	10^4
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---

9.5 Producto cocido de consumo directo, como extruidos, expandidos, hojuela instantánea, otros similares.

Agentes microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios mesófilos	3	3	5	3	10^4	10^5
Mohos	5	3	5	2	10^2	10^3
Levaduras	3	3	5	2	10^2	10^3
Coliformes	5	3	5	2	10	10^2
<i>Bacillus cereus</i>	8	3	5	1	10^2	10^4
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---

9.6 Productos dietéticos que requieren reconstitución para su consumo

Agentes microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios mesófilos	1	3	5	1	10^3	5×10^4
Mohos (*)	2	3	5	2	10	3×10^2
Coliformes	6	3	5	1	<3	10
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	< 3	10
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---

(*) Para productos que contengan cereales.

9.7 Productos dietéticos que requieren cocción antes de su consumo

Agentes microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10^5	10^6
Mohos (*)	2	3	5	2	10^2	10^3

<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	< 3	10
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---
(*) Para productos que contengan cereales.						
9.8. Productos dietéticos listos para su consumo no comprendidos en los anteriores						
Agentes microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10^3	10^4
Mohos (*)	2	3	5	2	10	3×10^2
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	< 3	10
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---
(*) Para productos que contengan cereales.						
9.9. Productos tratados térmicamente esterilizados y envasados en recipiente herméticamente cerrados						
Deben estar exentos de microorganismos capaces de proliferar en el producto en condiciones normales no refrigeradas de almacenamiento y distribución. Procede aplicar lo establecido señalado para el Grupo 20. Conservas.						
10. CARNES Y PRODUCTOS CARNICOS.						
10.1 Carne cruda, refrigerada y congelada de ave (pollo, gallina, pavo, pato, avestruz, otras)						
Agentes microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g.	
					m	M
Aerobios Mesófilos (30 °C)	2	3	5	2	10^5	10^7
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
10.2 Carne de ave precocida congelada, que requiere tratamiento térmico antes de su consumo.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g.	
					m	M
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10^3	10^4
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
10.3 Carne cruda, refrigerada y congelada de bovinos, porcinos, ovinos, caprinos, camélidos, equinos, otros.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios Mesófilos (30°C)	2	3	5	2	10^5	10^7
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	
10.4 Vísceras refrigeradas y congeladas de aves, bovinos, otros.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios Mesófilos (30°C)	2	3	5	2	10^5	10^7
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	50	5×10^2
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
10.5 Apéndices refrigerados y congelados (cabeza, lengua, patas y cola)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios Mesófilos (30°C)	1	3	5	3	5×10^5	10^7

<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
10.6 Carnes crudas picadas y molidas						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios Mesófilos (30°C)	2	3	5	2	10 ⁶	10 ⁷
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	50	5x10 ²
<i>Staphylococcus aureus</i>	7	3	5	2	10 ²	10 ³
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
<i>Escherichia coli</i> 0157:H7	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
10.7 Preparados de carnes refrigeradas o Congeladas (hamburguesas, milanesas, croquetas y otros empanizados o aderezados)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios Mesófilos (30°C)	2	3	5	2	10 ⁶	10 ⁷
<i>Escherichia coli</i>	6	3	5	1	50	5 x 10 ²
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10 ²	10 ³
<i>Clostridium perfringens</i> (*)	5	3	5	2	10	10 ²
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
<i>Escherichia coli</i> 0157:H7	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
(*) Sólo para productos con embalaje, película impermeable o atmósfera modificada o al vacío en lugar de aerobios mesófilos.						
10.8 Carnes secas, seco-saladas (charqui, chalonga, cecina)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
<i>Staphylococcus aureus</i>	6	3	5	1	10 ²	10 ³
<i>Clostridium perfringens</i>	6	3	5	1	10 ²	10 ³
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---
10.9 Embutidos crudos (chorizos, salchicha tipo huacho, otros) y Piezas cárnicas crudas curadas (jamón serrano, jamón crudo, panceta, otros)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios mesofilos (30° C)	1	3	5	3	10 ⁶	10 ⁷
<i>Escherichia coli</i>	6	3	5	1	50	5x10 ²
<i>Staphylococcus aureus</i>	6	3	5	1	10 ²	10 ³
<i>Clostridium perfringens</i>	6	3	5	1	10 ²	10 ³
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---
10.10 Embutidos crudos madurados (chorizos, salami, salchichón, otros)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Clostridium perfringens</i>	6	3	5	1	10 ²	10 ³
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---
10.11 Embutidos con tratamiento térmico (Curados: jamón inglés, tocino, costillas, chuletas, otros. Escaldados: hot dog, salchichas. Fiambres: jamonada, mortadela, pastel de jamón, pastel de carne, longaniza, otros. Cocidos: queso de chanco, morcilla, relleno, chicharrón de prensa, paté, otros)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	

					m	M
Aerobios mesófilos	3	3	5	1	5×10^4	5×10^5
<i>Escherichia coli</i>	6	3	5	1	10	10^2
<i>Staphylococcus aureus</i>	6	3	5	1	10	10^2
<i>Clostridium perfringens</i>	6	3	5	1	10	10^2
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
<i>Listeria monocytogenes</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
11. PRODUCTOS HIDROBIOLOGICOS.						
11.1 Productos hidrobiológicos crudos (frescos, refrigerados, congelados, salpessos ó ahumados en frío)						
Agentes microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g.	
					m	M
Aerobios Mesófilos (30 °C)	1	3	5	3	5×10^5	10^6
<i>Escherichia coli</i>	4	3	5	3	10	10^2
<i>Saphylococcus aureus</i>	7	3	5	2	10^2	10^3
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
11.2 Producto hidrobiológico precocido y cocido (congelados o refrigerado)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g.	
					m	M
Aerobios Mesófilos (30 °C)	2	3	5	2	10^4	10^5
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10^2
<i>Saphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10^2	10^3
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
11.3 Moluscos bivalvos crudos (frescos, refrigerados o congelados)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios Mesófilos (30 °C)	1	3	5	3	5×10^5	10^6
<i>Escherichia coli</i>	6	2	5	0	230 / 100 g.	---
<i>Saphylococcus aureus</i>	7	3	5	2	10^2	10^3
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
11.4 Productos hidrobiológicos ahumados en caliente.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios Mesófilos	1	3	5	3	10^4	10^5
<i>Enterobacteriaceas</i>	4	3	5	3	10^2	10^3
<i>Staphylococcus aureus</i>	7	3	5	2	10	10^2
<i>Clostridium perfringens</i>	6	3	5	1	10	10^2
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---
11.5 Productos hidrobiológicos secos, seco-salados y salado.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios mesófilos	1	3	5	3	10^4	10^5
Mohos	3	3	5	1	10^2	10^3
Levaduras	3	3	5	1	10^2	10^3

<i>Enterobacteriaceas</i>	4	3	5	3	10	10^2
<i>Clostridium perfringens</i>	6	3	5	1	10	10^2
11.6 Productos hidrobiológicos empanizados, crudos y congelados.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios Mesófilos	1	3	5	3	5×10^5	10^6
<i>Escherichia coli</i>	4	3	5	3	10	10^2
<i>Staphylococcus aureus</i>	7	3	5	2	10^2	10^3
11.7 Productos hidrobiológicos, empanizados, precocidos y cocidos, congelados.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios Mesófilos	2	3	5	2	10^4	10^5
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10^2
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10^2	10^3
11.8 Productos hidrobiológicos deshidratados (concentrados proteicos, harinas y otros de consumo humano)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10^2	10^3
Levaduras	2	3	5	2	10^2	10^3
<i>Enterobacteriaceas</i>	5	3	5	2	10	10^2
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
12. HUEVOS Y OVOPRODUCTOS.						
12.1 Huevos con cáscara						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por mL	
					m	M
Aerobios Mesófilos (*)	2	3	5	2	10	10^2
<i>Salmonella sp. (*)</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
(*) Determinación en el contenido del huevo						
12.2 Huevo (clara y/o yema) y ovoproductos pasteurizados, líquidos, congelado y/o deshidratados.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g. o mL	
					m	M
Aerobios Mesófilos	2	3	5	2	5×10^4	10^6
Mohos (*)	2	3	5	2	10	10^2
Coliformes	5	3	5	2	10	10^2
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
(*) Sólo para productos deshidratados						
13. ESPECIAS, CONDIMENTOS Y SALSAS						
13.1 Mayonesa y otras salsas a base de huevos.						
Agentes microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g.	
					m	M
Aerobios Mesófilos	2	3	5	2	10^4	5×10^4
Levaduras	2	3	5	2	10	10^2

<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10^2
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
13.2 Salsas (de tomate, picantes, de soya, de tamarindo, de mostaza) y aderezos.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g ó mL	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10^2	10^3
Levaduras	2	3	5	2	10^2	10^3
Coliformes	5	3	5	2	10^2	10^3
13.3 Especies y condimentos deshidratados						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios Mesófilos esporulados	2	3	5	2	10^5	10^6
Mohos	5	3	5	2	10^3	10^4
Coliformes	5	3	5	2	10^2	10^3
<i>Escherichia coli</i> (*)	5	3	5	2	10	10^2
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	----
(*) Sólo para los productos de consumo directo						
14. FRUTAS, HORTALIZAS, FRUTOS SECOS Y SIMILARES.						
14.1 Frutas y hortalizas frescas. (sin ningún tratamiento)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10^2	10^3
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
14.2 Frutas y hortalizas frescas semiprocesadas (lavadas, desinfectadas, peladas, cortadas y/o precocidas), refrigeradas y/o congeladas.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios Mesófilos	1	3	5	3	10^4	10^6
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10^2
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
<i>Listeria monocytogenes</i> (*)	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
(*) Solo para frutas y hortalizas de tierra (a excepción de las precocidas).						
14.3 Frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas o liofilizadas						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	10	10^2
Levaduras	3	3	5	1	10	10^2
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	5×10^2
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---
14.4 Frutas y hortalizas en vinagre, aceite o salmuera o fermentadas						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Levaduras	3	3	5	1	10^3	10^4

14.5 Frutos secos (dátiles, tamarindo, otros) y Semillas (castañas, maní, pecanas, nuez, almendras, otros).						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	10	10 ²
Levaduras	3	3	5	1	10	10 ²
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 ²
15. COMIDAS PREPARADAS						
15.1 Comidas Preparadas sin tratamiento térmico (ensaladas crudas, mayonesas, salsa de papa huancaína, ocopa, postres, jugos, otros). Comidas preparadas que llevan ingredientes con y sin tratamiento térmico (ensaladas mixtas, palta rellena, sándwiches, cebiche, postres, refrescos, otros).						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g. ó mL	
					m	M
Aerobios Mesófilos	2	3	5	2	10 ⁵	10 ⁶
Coliformes	5	3	5	2	10 ²	10 ³
<i>Staphylococcus aureus</i> .	5	3	5	2	10	10 ²
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 ²
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
15.2 Comidas preparadas con tratamiento térmico (ensaladas cocidas, guisos, arroces, postres cocidos, arroz con leche, mazamorra, otros)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g. ó mL	
					m	M
Aerobios Mesófilos	2	3	5	2	10 ⁴	10 ⁵
Coliformes	5	3	5	2	10	10 ²
<i>Staphylococcus aureus</i> .	6	3	5	1	10	10 ²
<i>Escherichia coli</i>	6	3	5	1	< 3	-----
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
16. BEBIDAS.						
16.1 Bebidas jarabeadas y no jarabeadas carbonatadas.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por mL	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10	50
Mohos	2	3	5	2	5	10
Levaduras	2	3	5	2	10	30
16.2 Bebidas jarabeadas y no jarabeadas no carbonatadas (zumos, néctares, extractos y productos concentrados)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por mL	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10	10 ²
Mohos	2	3	5	2	1	10
Levaduras	2	3	5	2	1	10
Coliformes	5	2	5	0	< 2.2	-----
16.3 Agua mineral, Agua de mesa, hielo.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por mL	

					m	M
Bacterias Heterotróficas	2	3	5	2	10	50
Coliformes	5	2	5	0	< 2,2	-----
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	10	2	5	0	Ausencia /100 mL	-----
17. ESTIMULANTES Y FRUITIVOS.						
17.1 Café y Sucedáneos de café						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	10	10 ²
<i>Bacillus cereus</i> (*)	8	3	5	1	10 ²	10 ⁴
(*) Para sucedáneos de café						
17.2 Hierbas de uso alimentario para infusiones (té, mate, manzanilla, boldo, otros)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	10 ²	10 ³
<i>Enterobacteriaceas</i>	5	3	5	2	10 ²	10 ³
18. SEMICONSERVAS						
18.1 Semiconservas de pH > 4.6.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g.	
					m	M
Aerobios mesófilos	3	3	5	1	10 ²	10 ³
Mohos (*)	3	3	5	2	10 ²	10 ³
Levaduras (*)	3	3	5	2	10	10 ²
<i>Enterobacteriaceas</i>	5	3	5	2	10	10 ²
<i>Staphylococcus aureus</i> (**)	6	3	5	1	10	10 ²
<i>Clostridium perfringens</i>	6	3	5	1	10	10 ²
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g.	-----
(*) Solo para semiconservas de origen vegetal						
(**) Solo para semiconservas de origen animal						
18.2 Semiconservas de pH < a 4.6						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g.	
					m	M
Bacterias ácido lácticas	3	3	5	2	10 ²	10 ³
Mohos	3	3	5	2	10 ²	10 ³
Levaduras	3	3	5	2	10	10 ²
19. CONSERVAS.						
19.1 Alimentos de baja acidez, de pH > 4.6 procesados térmicamente y empacados en envases sellados herméticamente (de origen animal, algunos vegetales, guisados, sopas)						
Análisis	Plan de muestreo		Aceptación		Rechazo	
	n	c				
Prueba de Esterilidad Comercial(*)	5	0	Estéril Comercialmente		No estéril Comercialmente	

(*) De acuerdo con Métodos Normalizados ó métodos descritos por Organizaciones con credibilidad internacional tales como la Asociación Oficial de Químicos Analíticos (AOAC), ó Asociación Americana de Salud Pública (APHA) sobre Prueba de Esterilidad Comercial, considerando las temperaturas, tiempos de incubación e indicadores microbiológicos del mencionado método, los cuales deben especificarse en el Informe de Ensayo.

Nota 1: La prueba de esterilidad comercial se realiza en envases que no presenten ningún defecto visual. Si luego de la incubación el producto presenta alguna alteración en el olor, color, apariencia, pH, el producto se considerará "No estéril Comercialmente".

Nota 2: Si tras la inspección sanitaria resulta necesario tomar muestras de unidades defectuosas para determinar las causas, se procederá con el Método de análisis microbiológico para determinar las causas microbiológicas del deterioro según métodos establecidos en el *Codex Alimentarius*, Manual de Bacteriología Analítica BAM de la Administración de Alimentos y Drogas FDA ó Asociación Americana de Salud Pública APHA.

19.2 Alimentos ácidos (ej. Frutas y hortalizas en conserva, compotas, jaleas, mermeladas) y Alimentos de baja acidez acidificados (ej. alcachofas, frijoles, coles, coliflores, pepinos) de pH < 4.6, procesados térmicamente y en envases sellados herméticamente.

Análisis	Plan de muestreo		Aceptación	Rechazo
	n	c		
Prueba de Esterilidad Comercial(*)	5	0	Estéril Comercialmente	No estéril Comercialmente

(*) De acuerdo con Métodos Normalizados ó métodos descritos por Organizaciones con credibilidad internacional tales como la Asociación Oficial de Químicos Analíticos (AOAC), ó Asociación Americana de Salud Pública (APHA) sobre Prueba de Esterilidad Comercial, considerando las temperaturas, tiempos de incubación e indicadores microbiológicos del mencionado método, los cuales deben especificarse en el Informe de Ensayo.

Nota 1: La prueba de esterilidad comercial se realiza en envases que no presenten ningún defecto visual. Si luego de la incubación el producto presenta alguna alteración en el olor, color, apariencia, pH, el producto se considerará "No estéril Comercialmente".

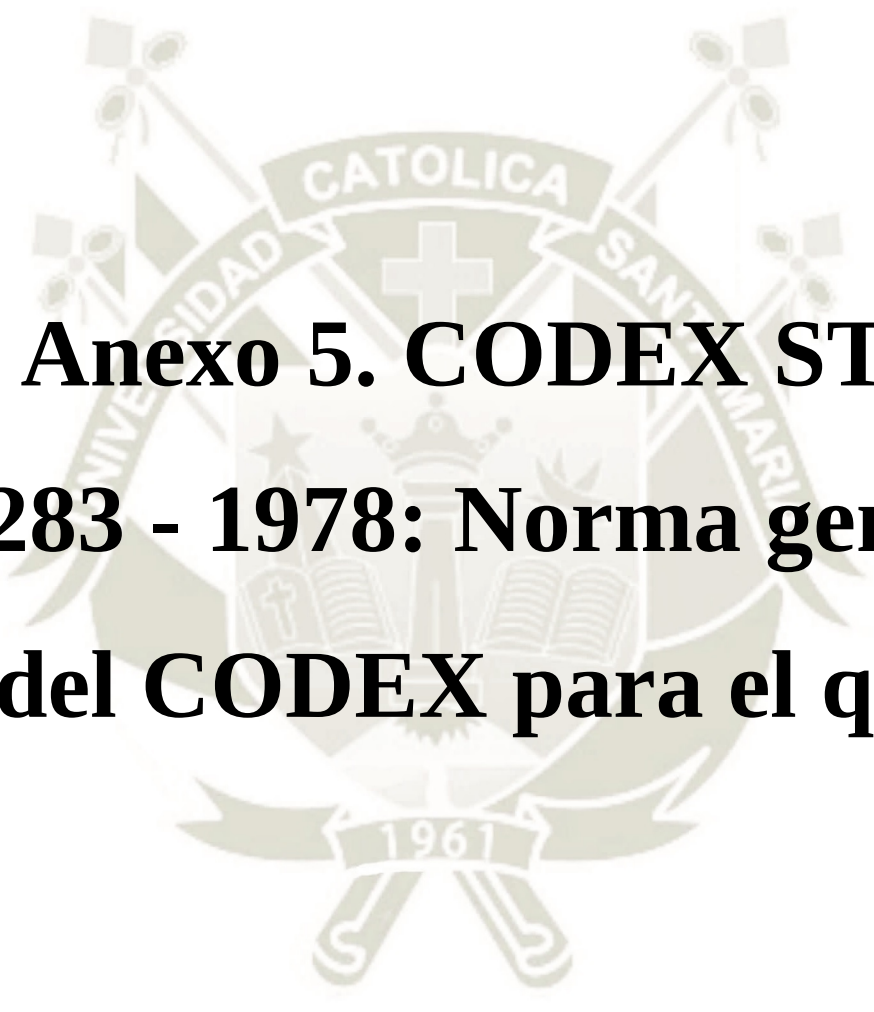
Nota 2: Si tras la inspección sanitaria resulta necesario tomar muestras de unidades defectuosas para determinar las causas, se procederá con el Método de análisis microbiológico para determinar las causas microbiológicas del deterioro según métodos establecidos en el *Codex Alimentarius*, Manual de Bacteriología Analítica BAM de la Administración de Alimentos y Drogas FDA ó Asociación Americana de Salud Pública APHA.

DISPOSICIONES FINALES

Primera: Queda derogado el documento "Criterios Microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano", aprobado por Resolución Ministerial N° 615-2003-SA/DM, toda vez que la presente Norma Sanitaria lo actualiza.

Tercera: La Autoridad Sanitaria del nivel nacional, regional y local supervisará el cumplimiento de la aplicación de la presente norma sanitaria en resguardo de la salud pública.

Cuarta: La Autoridad Sanitaria podrá realizar muestreos y análisis adicionales con el fin de detectar y/o cuantificar otros microorganismos, sus toxinas o metabolitos, ya sea a efectos de verificar procesos, de evaluar riesgos, con fines epidemiológicos, de rastreabilidad, por denuncias y operativos, entre otras necesarias para el resguardo de la salud pública.



Anexo 5. CODEX STAN 283 - 1978: Norma general del CODEX para el queso

NORMA GENERAL DEL CODEX PARA EL QUESO

CODEX STAN 283-1978

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente Norma se aplica a todos los productos destinados al consumo directo o a ulterior elaboración que se ajustan a la definición de queso que figura en la sección 2 de esta Norma. A reserva de las disposiciones de la presente Norma, las normas para las distintas variedades de quesos, o grupos de variedades de quesos, podrán contener disposiciones más específicas que las que figuran en esta Norma. En dichos casos se aplicarán tales disposiciones más específicas.

2. DESCRIPCIÓN

- 2.1 Se entiende por queso el producto blando, semiduro, duro y extra duro, madurado o no madurado, y que puede estar recubierto, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sea superior a la de la leche, obtenido mediante:
- (a) coagulación total o parcial de la proteína de la leche, leche desnatada/descremada, leche parcialmente desnatada/descremada, nata (crema), nata (crema) de suero o leche de mantequilla/manteca, o de cualquier combinación de estos materiales, por acción del cuajo u otros coagulantes idóneos, y por escurrimiento parcial del suero que se desprende como consecuencia de dicha coagulación, respetando el principio de que la elaboración del queso resulta en una concentración de proteína láctea (especialmente la porción de caseína) y que por consiguiente, el contenido de proteína del queso deberá ser evidentemente más alto que el de la mezcla de los materiales lácteos ya mencionados en base a la cual se elaboró el queso; y/o
 - (b) técnicas de elaboración que comportan la coagulación de la proteína de la leche y/o de productos obtenidos de la leche que dan un producto final que posee las mismas características físicas, químicas y organolépticas que el producto definido en el apartado (a).
- 2.1.1 Se entiende por queso sometido a maduración el queso que no está listo para el consumo poco después de la fabricación, sino que debe mantenerse durante cierto tiempo a una temperatura y en unas condiciones tales que se produzcan los cambios bioquímicos y físicos necesarios y característicos del queso en cuestión.
- 2.1.2 Se entiende por queso madurado por mohos un queso curado en el que la maduración se ha producido principalmente como consecuencia del desarrollo característico de mohos por todo el interior y/o sobre la superficie del queso.
- 2.1.3 Se entiende por queso sin madurar el queso que está listo para el consumo poco después de su fabricación.

3. COMPOSICIÓN ESENCIAL Y FACTORES DE CALIDAD

3.1 Materias primas

Leche y/o productos obtenidos de la leche.

3.2 Ingredientes autorizados

- Cultivos de fermentos de bacterias inocuas productoras de ácido láctico y/o modificadores del sabor y aroma, y cultivos de otros microorganismos inocuos;
- Enzimas inocuas e idóneas;
- Cloruro de sodio;
- Agua potable.

4. ADITIVOS ALIMENTARIOS

Sólo podrán utilizarse los aditivos que se indican a continuación, y únicamente en las dosis establecidas.

Quesos no sometidos a maduración

Tal como figura en la *Norma para los Quesos no Sometidos a Maduración, Incluidos los Quesos Frescos* (CODEX STAN 221-2001).

Quesos en salmuera

Tal como figura en la *Norma para los Quesos en Salmuera* (CODEX STAN 208-1999).

Quesos madurados, incluidos los quesos madurados con moho

Los aditivos que no figuran en la lista a continuación pero que se proporcionan en las normas individuales del Codex para variedades de quesos sometidos a maduración podrán utilizarse también para tipos de quesos análogos conforme a las dosis que se especifican en esas normas.

No de SIN	Nombre del aditivo	Nivel máximo
Colorantes		
100	Curcuminas (<i>para la corteza de queso comestible</i>)	Limitada por las BPF
101	Riboflavinas	Limitada por las BPF
120	Carmines (<i>para quesos de color rojo jaspeado solamente</i>)	Limitada por las BPF
140	Clorofila (<i>para quesos de color verde jaspeado solamente</i>)	Limitada por las BPF
141	Clorofilas, complejos cuprocós	15 mg/kg
160a(i)	Carotenos, <i>beta</i> -, sintéticos	25 mg/kg
160a(ii)	Carotenos, <i>beta</i> -, vegetales	600 mg/kg
160b(ii)	Extractos de annato — base de norbixina	50 mg/kg
160c	Oleoresinas de pimentón	Limitada por las BPF
160e	Carotenal, <i>beta</i> -apo-8'-	35 mg/kg
160f	Éster etílico del ácido <i>beta</i> -apo-8'- carotenoico	35 mg/kg
162	Rojo de remolacha	Limitée par les BPF
171	Dióxido de titanio	Limitée par les BPF
Reguladores de la acidez		
170	Carbonatos de calcio	Limitada por las BPF
504	Carbonatos de magnesio	
575	Glucono delta-lactona	
Conservantes		
200	Ácido sórbico	3 000 mg/kg calculados como ácido sórbico
201	Sorbato de sodio	
202	Sorbato de potasio	
203	Sorbato de calcio	
234	Nisina	12,5 mg/kg
239	Hexametilentetramina (<i>solamente para el queso Provolone</i>)	25 mg/kg, expresados como formaldehído
251	Nitrato de sodio	50 mg/kg, expresados como NaNO ₃
252	Nitrato de potasio	
280	Ácido propiónico	3 000 mg/kg, calculados como ácido propiónico
281	Propionato de sodio	
282	Propionato de calcio	
1105	Lisozima	Limitada por las BPF
Sólo para el tratamiento de la superficie/corteza:		
200	Ácido sórbico	1 000 mg/kg solos o mezclados, calculados como ácido sórbico
202	Sorbato de potasio	
203	Sorbato de calcio	
235	Pimaricina (natamicina)	2 mg/dm ² de la superficie. Ausente a la profundidad de 5 mm

No de SIN	Nombre del aditivo	Nivel máximo
Aditivos varios		
508	Cloruro de potasio	Limitada por las BPF
Antiaaglutinantes (Queso rebanado, cortado, desmenuzado o rallado)		
460	Celulosa	Limitada por las BPF
551	Dióxido de silicio amorfo	10 000 mg/kg solos o mezclados. Silicatos calculados como dióxido de silicio
552	Silicato de calcio	
553	Silicato de magnesio	
560	Silicato de potasio	
Conservantes		
200	Ácido sórbico	1 000 mg/kg solos o mezclados, calculados como ácido sórbico
202	Sorbato de potasio	
203	Sorbato de calcio	

5. CONTAMINANTES

Los productos a los cuales se aplica la presente Norma deberán cumplir con los niveles máximos de contaminantes especificados para el producto en la *Norma General para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos y Piensos* (CODEX STAN 193-1995).

La leche utilizada en la elaboración de los productos a los cuales se aplica la presente norma deberá cumplir con los niveles máximos de contaminantes y toxinas especificados para la leche en la *Norma General para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos y Piensos* (CODEX STAN 193-1995), y con los límites máximos de residuos de medicamentos veterinarios y plaguicidas establecidos para la leche por la CAC.

6. HIGIENE

Se recomienda que los productos abarcados por las disposiciones de esta norma se preparen y manipulen de conformidad con las secciones pertinentes del *Principios Generales de Higiene de los Alimentos* (CAC/RCP 1-1969), el *Código de Prácticas de Higiene para la Leche y los Productos Lácteos* (CAC/RCP 57-2004) y otros textos pertinentes del Codex, como los *Códigos de Prácticas de Higiene* y los *Códigos de Prácticas*. Los productos deberán cumplir cualesquiera criterios microbiológicos establecidos de conformidad con los *Principios y Directrices para el Establecimiento y la Aplicación de Criterios Microbiológicos en Relación a los Alimentos* (CAC/GL 21-1997).

7. ETIQUETADO

Además de las disposiciones de la *Norma General para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados* (CODEX STAN 1-1985) y la *Norma General para el Uso de Términos Lecheros* (CODEX STAN 206-1999), se aplicarán las siguientes disposiciones específicas:

7.1 Denominación del alimento

La denominación del alimento deberá ser queso. No obstante, podrá omitirse la palabra “queso” en la denominación de las variedades de quesos individuales reservadas por las normas del Codex para quesos individuales, y, en ausencia de ellas, una denominación de variedad especificada en la legislación nacional del país en que se vende el producto, siempre que su omisión no suscite una impresión errónea respecto del carácter del alimento.

- 7.1.1 En caso de que el producto no se designe con el nombre de una variedad sino solamente con el nombre “queso”, esta designación podrá ir acompañada por el término descriptivo que corresponda entre los que figuran en el siguiente cuadro:

DENOMINACIÓN DEL QUESO SEGÚN SUS CARACTERÍSTICAS DE CONSISTENCIA Y MADURACIÓN		
Según su consistencia: Término 1		Según las principales características de maduración: Término 2
HSMG %	Denominación	
< 51	Extraduro	Madurado
49–56	Duro	Madurado por mohos
54–69	Firme/Semiduro	No madurado/Fresco
> 67	Blando	En salmuera

La HSMG equivale al porcentaje de humedad sin materia grasa, o sea,

$$\frac{\text{Peso de la humedad en el queso}}{\text{Peso total del queso} - \text{peso de la grasa en el queso}} \times 100$$

Ejemplo:

La denominación de un queso con un contenido de humedad sin materia grasa del 57 %, madurado en forma análoga a como se madura el Danablu sería:

“Queso de consistencia firme madurado con mohos, o queso madurado con mohos de consistencia firme”.

7.2 Declaración del contenido de grasa de la leche

Deberá declararse en forma aceptable el contenido de la grasa de la leche en el país en que se vende al consumidor final, bien sea, i) como porcentaje por masa, ii) como porcentaje de grasa en el extracto seco, o iii) en gramos por ración cuantificada en la etiqueta, siempre que se indique el número de raciones.

Podrán utilizarse además las siguientes expresiones:

Extragraso (si el contenido de GES es superior o igual al 60 %);
Graso (si el contenido de GES es superior o igual al 45 % e inferior al 60 %);
Semigraso (si el contenido de GES es superior o igual al 25 % e inferior al 45 %);
Semidesnatado (Semidescremado) (si el contenido de GES es superior o igual al 10 % e inferior al 25 %);
Desnatado (descremado) (si el contenido de GES es inferior al 10 %).

7.3 Marcado de la fecha

No obstante las disposiciones de la sección 4.7.1 de la *Norma General para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados* (CODEX STAN 1-1985), no será necesario declarar la fecha de duración mínima en la etiqueta de los quesos firmes, duros y extraduros que no sean quesos madurados con mohos/blandos y que no se destinan a ser comprados como tales por el consumidor final: en tales casos se declarará la fecha de fabricación.

7.4 Etiquetado de envases no destinados a la venta al por menor

La información requerida en la sección 7 de esta Norma y las secciones 4.1 a 4.8 de la *Norma General para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados* (CODEX STAN 1-1985), y, en caso necesario, las instrucciones para la conservación, deberán indicarse bien sea en el envase o bien en los documentos que lo acompañan, pero el nombre del producto, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o envasador deberán aparecer en el envase. No obstante, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o del envasador podrán ser sustituidos por una marca de identificación, siempre y cuando dicha marca sea claramente identificable con los documentos que lo acompañan.

8. MÉTODOS DE ANÁLISIS Y MUESTREO

Véase CODEX STAN 234-1999.

APÉNDICE¹

CORTEZA DEL QUESO

Durante la maduración de la cuajada del queso por moldeado en un lugar natural o en entornos en los que la humedad atmosférica y, de ser posible, la composición de la atmósfera están controladas, la parte externa del queso formará una capa semicerrada con un contenido inferior de humedad. Esta parte del queso se denomina **corteza**. La corteza está constituida por una masa de queso que, al comienzo de la maduración, tiene la misma composición que la parte interna del queso. En muchos casos, la formación de la corteza se inicia con el salmuero del queso. Debido a la influencia del gradiente de la sal en la salmuera, del oxígeno, de la deshidratación y de otras reacciones, la corteza adquiere sucesivamente una composición ligeramente distinta de la del interior del queso y a menudo presenta un sabor más amargo.

Durante la maduración o después de ella, la corteza del queso puede ser sometida a tratamiento o colonizada de forma natural por cultivos de microorganismos deseados, como por ejemplo *Penicillium candidum* o *Brevibacterium linens*. La **capa resultante** en algunos casos forma parte de la corteza.

El **queso sin corteza** suele madurar usando una película de maduración. La parte externa de ese queso no forma una corteza con un contenido inferior de humedad, aunque, por supuesto, la influencia de la luz puede causar ciertas diferencias en comparación con la parte interna.

SUPERFICIE DEL QUESO

La expresión "**superficie del queso**" se aplica a la capa externa del queso o a partes del queso, inclusive del queso rebanado, desmenuzado o rallado. La expresión comprende el exterior del queso entero, independientemente de que se haya formado o no una corteza.

RECUBRIMIENTOS DEL QUESO

El queso puede recubrirse antes de la maduración, durante el proceso de maduración o una vez que la maduración ha acabado. Cuando se utiliza un recubrimiento durante la maduración, la finalidad de ese recubrimiento es regular el contenido de humedad del queso y proteger el queso contra microorganismos.

El recubrimiento de un queso una vez que ha acabado la maduración se realiza para proteger el queso contra microorganismos y otros contaminantes, para protegerlo contra los daños materiales que pudiera sufrir durante el transporte y la distribución y/o para darle un aspecto concreto (por ejemplo, un determinado color).

El recubrimiento se distingue fácilmente de la corteza, ya que está hecho con un material distinto del queso y muy a menudo se puede eliminar frotándolo, raspándolo o despegándolo.

El queso puede recubrirse con:

- Una película, muy a menudo de acetato de polivinilo, pero también de otro material artificial o de un material compuesto de ingredientes naturales, que contribuye a regular la humedad durante la maduración y protege al queso contra los microorganismos (por ejemplo, películas de maduración).²
- Una capa, la mayoría de las veces de cera, parafina o plástico, que suele ser impermeable a la humedad, para proteger el queso después de la maduración contra microorganismos y contra daños materiales durante la manipulación en la venta al por menor y, en algunos casos, para mejorar la presentación del queso.

¹ Enmienda adoptada por la Comisión del Codex Alimentarius en su 26º período de sesiones.

² No deberán utilizarse productos de proteína de trigo o gluten de trigo por razones tecnológicas, como por ejemplo para revestimiento o como coadyuvantes de elaboración, en alimentos naturalmente exentos de gluten – basada en la *Norma General para Productos de Proteína de Trigo Incluido el Gluten de Trigo* (CODEX STAN 163-1987).

**Anexo 6. Ficha técnica 38 –
Ministerio de Agroindustria.
Presidencia de la Nación
(Argentina): Quesos:
Concentración de nutrientes.**



Ficha 38:

QUESOS:

Concentración de nutrientes



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

NUTRICIÓN Y EDUCACIÓN ALIMENTARIA

FICHA N° 38

QUESOS: Concentración de nutrientes

El queso representa un alimento de suma importancia dentro de la dieta diaria debido al aporte concentrado de proteínas de alto valor biológico, las cuales contienen aminoácidos esenciales que el organismo no puede fabricar y en consecuencia resulta necesario incluirlos a través de la alimentación.

También aporta vitaminas y minerales. Dentro de ellos, el más importante es el calcio tanto por la cantidad que aporta como por su alta biodisponibilidad.

Por otro lado aporta lactosa en baja proporción hecho que lo hace un alimento mejor tolerado en algunas personas que sufren intolerancia a la lactosa.



¿Qué es el queso?

Según el Código Alimentario Argentino se define al queso como “el producto fresco o madurado que se obtiene por la separación parcial de la leche o leche reconstituida (entera, parcial o totalmente descremada) o los sueros lácteos, coagulados por acción física, del cuajo, de enzimas específicas, de bacterias específicas, de ácidos orgánicos, solos o combinados, todos con calidad apta para uso alimentario; con o sin agregado de sustancias alimenticias y/o especias y/o condimentos específicamente indicados, sustancias aromatizantes y materiales colorantes”.

Características nutricionales

El queso contiene los nutrientes presentes en la leche de manera concentrada. De esta forma brinda un gran aporte de proteínas, grasas, vitaminas y minerales. Otros nutrientes como la lactosa y las proteínas del suero se pierden en el proceso de elaboración.

Calorías: El valor calórico del queso depende principalmente del contenido en grasa que posee. Cuanto más graso sea el queso, mayor será su valor calórico.

Grasas: Contiene grasas saturadas y colesterol al igual que todo alimento de origen animal. El porcentaje de grasas varía según el tipo de queso.

Proteínas: Tiene proteínas de Alto Valor Biológico (AVB), esto significa que contiene los aminoácidos que el organismo no puede producir y que es necesario que se incorporen a través de la alimentación, asimismo son proteínas de alta digestibilidad.

Vitaminas: Aporta vitaminas A, D, B2 y B12.

La vitamina A es necesaria para el crecimiento normal, la reproducción y el desarrollo fetal.

La vitamina D colabora en la absorción del calcio y consecuentemente, ayuda al mantenimiento de la estructura ósea.

La vitamina B12 colabora en el buen funcionamiento del sistema nervioso y el aparato cardiovascular.

La vitamina B2 colabora en la obtención de energía de los alimentos, interviene en el mantenimiento de la piel, favorece la formación de anticuerpos, interviene en el mantenimiento de las mucosas.

Minerales: Proporciona grandes cantidades de calcio y fósforo. El calcio interviene en diversas funciones. No solo colabora en el mantenimiento de los huesos y dientes, sino que también interviene en la secreción de hormonas, enzimas y contracción de los músculos. Por otra parte, el fósforo participa en la producción de algunas proteínas y hormonas además de, junto con el calcio, fortalecer el esqueleto. En relación al contenido de sodio, en su mayoría, los quesos cuantos más duros son, mayor contenido de sodio tienen.

NUTRICIÓN Y EDUCACIÓN ALIMENTARIA

FICHA N° 38

QUESOS: Concentración de nutrientes

Ingredientes

La materia prima base de todos los quesos es la leche. Estos pueden elaborarse a base de leche reconstituida entera, parcialmente descremada o descremada. Asimismo, la leche puede ser de origen bovina, caprina, ovina o bufalina. De esta forma, se puede encontrar en el mercado quesos de cabra, queso de oveja, entre otros.

Además de leche, los quesos necesitan de un coagulante que cumpla esta función. Pueden ser coagulantes de naturaleza física, química, bacteriana (fermentos) y/o enzimática. Durante esta etapa se forma un coagulo del que luego se extrae el suero mediante diferentes procesos. Una vez eliminado el suero se procede al moldeado y prensado del queso. Finalmente, los quesos son madurados, es decir se dejan reposar determinado período de tiempo en condiciones de almacenamiento específico. En este último proceso los quesos adquieren su textura, aspecto, consistencia y aroma característicos.

El proceso de elaboración de los quesos, las materias primas para su elaboración y el tipo de coagulante utilizado varía según el tipo de queso que se trate.

¿Cuántas clases de queso existen?

Existen diversas clases y variedades de quesos. Sin embargo, se los puede clasificar según varios parámetros:

Según su contenido de grasa:

- Doble crema o extra graso: son los quesos más grasos ya que contienen no menos del 60% de materia grasa.
- Grasos: son los que tienen entre 45 y hasta 59,9% de materia grasa.
- Semigrasos: son los que contienen entre 25 y 44,9 % de materia grasa.
- Magros: son los que contienen entre 10 y hasta 24,9% de materia grasa. Dentro de este grupo podemos encontrar al queso Por Salut, queso mozzarella, la ricota, entre otros.
- De leche descremada: Aquellos que contienen menos del 10% de materia grasa.



Según su contenido de humedad

- Quesos de baja humedad: son aquellos que contienen hasta un 35,9% de humedad y son quesos de pasta dura.
- Quesos de mediana humedad: son aquellos en los cuales la humedad oscila entre 36 y 45,9% y son conocidos como de pasta semidura.
- Quesos de alta humedad: su humedad varía entre un 46 y un 54% y son conocidos como de pasta blanda o macios.
- Quesos de muy alta humedad: poseen una humedad no menor al 55% son los quesos de pasta muy blanda.

Según su pasta

Quesos de pasta blanda

Generalmente son quesos con alto porcentaje de humedad. Se caracterizan por ser producidos con leche de vaca (entera, parcial o totalmente descremada) coagulada la mayoría por acidificación láctea, complementada o no por cuajo y/o enzimas específicas. En algunos casos llevan el agregado de crema.

Las características sensoriales varían según el tipo de pasta y maduración.

Algunos de los quesos de pasta blanda son: queso *Blanco*, *Petit Suisse*, *Cottage*, *Mozzarella*, *Caccio*, *Crema*, *Cuartirollo*, *Cremoso*, *Brie* y *Camembert* (cuando el peso sea aproximadamente de 2 kg se denomina Brie y cuando la pieza es menor a 500 g se denomina Camembert), *Limburgo* o *Romadur*, *Por Salut* o *Saint Paulin* y *Criollo*.

La *Ricota* es también de pasta blanda pero se obtiene por un proceso diferente. Se realiza por precipitación mediante el calor en medio ácido producido por acidificación, debida al cultivo de bacterias lácticas apropiadas o por ácidos orgánicos permitidos a ese fin, de las sustancias proteicas de la leche (entera, parcial o totalmente descremada) o del suero de quesos.

El queso *Mascarpone*, se diferencia de los mencionados ya que es un producto de muy alta humedad elaborado con leche entera y crema, coagulada por el calor y ácidos permitidos a ese efecto.

El queso *Azul* se diferencia porque se obtiene por coagulación de la leche por medio del cuajo y/u otras enzimas coagulantes apropiadas, complementada o no por la acción de bacterias lácticas específicas, y mediante un proceso de elaboración que utiliza hongos específicos (*Penicillium roquefortii*), complementados o no por la acción de hongos y/o levaduras subsidiarias responsables de otorgarle al producto características distintivas durante el proceso de elaboración y maduración.

Quesos de pasta semi dura

Son quesos de mediana o alta humedad. El contenido en grasa puede variar de grasos, semigrasos a muy grasos. Pueden ser elaborados con leche entera o leche estandarizada (leches cuyo porcentaje de grasa ha sido modificada, generalmente tienen un porcentaje graso del 3%), acidificada por cultivos de bacterias lácticas y coaguladas por cuajo y/o enzimas específicas.

Algunos pueden presentar ojos pequeños o medianos. Asimismo tienen un tiempo de maduración que varía según el tipo de queso entre 1 mes y 3 meses. Cabe aclarar que estos quesos tienen la misma forma de elaboración lo que variara será su peso y el tiempo de maduración.

Pertenecen a este grupo los siguientes quesos *Gruyere*, *Gruyero*, *Emmenthal*. Cuando su peso es mayor a 50 kg se lo denomina *Gruyere*; si el peso es entre 25 y 50 se denomina *Gruyero*; pero si el tamaño es superior a 50 Kg y el tiempo de maduración es superior a 3 meses se denomina *Emmenthal*.

También pertenecen a este grupo Queso *Pategrás* o Queso *Gouda*, *Fontina* o *Colonia*, *Pategrás Sándwich*, *Holanda*, *Cheddar*, quesos de masa lavada, *Danbo*, *Tandil*, *Tybo*, *Tilsit*, *Prato*, *Minas Frescal*, *Cacciocavallo*.

Quesos de pasta dura

Pertenecen a este grupo quesos como el *Reggiano*, *Reggianito*, *Parmesano*, *Sbrinz*. Estos se caracterizan por ser quesos madurados, semigrasos grasos, de baja humedad, que se obtienen por coagulación de la leche por medio de cuajo y/u otras enzimas coagulantes apropiadas, complementada por la acción de bacterias lácticas específicas. Las características distintivas de estos quesos es que su masa es cocida, prensada y madurada. Asimismo, tienen un contenido aproximado de 32 gr. de grasa en 100 gr del extracto seco.

Los quesos *Sardo* y *Romano* se caracterizan por tener baja humedad. Son quesos que han sido madurados, elaborados con leche entera o parcialmente descremada, coagulada por cuajo de cabrito o cordero y/o enzimas específicas. Aquellos quesos cuya maduración es entre 6 y 9 meses se denomina *Romano*, mientras que cuando el tiempo de maduración tiene un mínimo de 3 meses se denomina *Sardo*.

El queso *Pepato* tiene igual elaboración, la diferencia radica únicamente en que tienen agregado de pimienta en grano a su masa. Estos quesos tienen un contenido de grasa de 38%. Su masa es cocida, moldeada, salada y madurada.

El queso *Provolone* tiene la misma forma de elaboración que los quesos *Sardo* y *Romano*, diferenciándose en la masa que es semi-cocida.

También se incluye dentro de este grupo al queso *Provolone hilado*, este posee la misma forma de elaboración, la diferencia esta en su masa ya que la misma es fermentada, hilada, salada y madurada.

Quesos fundidos o reelaborados

Son el producto obtenido por el desmenuzado, mezcla, fusión y emulsión por medio de calor y agentes emulsionantes de una o más variedades de quesos. Pueden ser con o sin adición de otros productos lácteos y/o sólidos de origen lácteo y/o especias, condimentos u otras sustancias alimenticias y en el cual el queso constituye el ingrediente lácteo utilizado como materia prima en mayor cantidad en la base láctea.

Estos quesos que comercializan como queso fundido, queso procesado o queso procesado pasteurizado.

NUTRICIÓN Y EDUCACIÓN ALIMENTARIA

FICHA N° 38

QUESOS: Concentración de nutrientes

Quesos fundidos por ultra alta temperatura

Recibe el nombre de Requesón el producto en el cual la base láctea no contenga grasa y/o proteínas de origen no lácteo.

Este tipo de queso de acuerdo a la materia prima utilizada puede denominarse Requesón, Requesón Cremoso y Requesón de Manteca. Puede tener el agregado de especias y/o condimentos y/o sustancias alimenticias agregadas.

Quesos de pasta hilada

Esta denominación se le confiere al queso *Provolone hilado*. Es un queso madurado en un tiempo de entre 3 a 8 meses; y su forma de elaboración es similar a la de los quesos de pasta dura. Aquellos quesos cuya maduración varía entre los 2 y 3 meses se los denomina *Provolone hilado semiduro*.

Quesos rallados:

Son aquellos que se obtienen por el desmenuzado o rallado de la masa de una o hasta cuatro variedades de quesos de baja y/o mediana humedad.

Se los puede clasificar de acuerdo con las variedades de quesos utilizadas:

- Elaborados con una única variedad de queso,
- Elaborados únicamente con quesos de baja humedad,
- Elaborados con quesos de mediana humedad con o sin quesos de baja humedad.

¿Cómo conservar los diferentes quesos?

Tipo de pasta	Quesos	Temperatura de conservación
Pasta blanda	Blanco, Ricota, Petit Suisse, Neufchatel, Mascarpone, Caccio, Crema, Cremoso, Criollo.	No superior a 10°C
	Muzzarella	Entre 8 y 12°C
	Cottage, Azul, Cuartirolo	No superior a 8°C
	Port Salud, Saint Paulin	No superior a 2 a 8°C
Pasta semidura	Pategras, Gouda, Pategras Sandwich, Holanda, Danbo, Tandil, Tybo, Tilsit, Prato	No superior a 12 °C
	Gruyere, Gruyero, Fontina	Entre 4 y 8°C
	Minas Frescal	No superior a 8°C
Pasta dura	Parmesano, Reggiano, Reggianito, Srinz, Goya	No superior a 20°C
	Provolone	Entre 16 y 18°C
	Romano, Sardo, Pepato	No superior a 10°C
Quesos fundidos por ultra temperatura	Requeson	Inferior a 10°C
Fuente: INTI-Instituto Nacional de Tecnología Industrial –Centro de Investigaciones Tecnológicas de Industria Láctea “Quesos Argentinos”.		

NUTRICIÓN Y EDUCACIÓN ALIMENTARIA

FICHA N° 38

QUESOS: Concentración de nutrientes

¿Cómo preservar las características sensoriales?

Los quesos de pasta blanda deben conservarse con papel film, para que no pierdan la humedad. Lo ideal es colocarlos en la parte alta de la heladera.

Las mozzarella como bocconcino y/o pulpetas deben consumirse lo antes posible, y mantenerlas siempre en el líquido que las contienen, de esa forma se preservan de la contaminación microbiana y evita el desecamiento. Deben conservarse en la heladera.

Los quesos duros o semi duros deben conservarse en la parte baja de la heladera, envueltos en papel film o papel aluminio perforado.

Los quesos con mohos internos como el *queso Azul* o externos como el *Camembert* deben guardarse envueltos en papel aluminio y en la heladera.

Para apreciar las cualidades sensoriales de los quesos semi-duros y duros hay que retirarlos de la heladera una hora antes de consumirlos.

Conclusiones

- Los quesos son un alimento adecuado para la alimentación diaria en adecuadas cantidades. La recomendación es consumir 2 porciones del tamaño de una cajita de fósforos, ó 6 cucharadas de queso rallado, ó ½ taza de ricota, ó 6 fetas de queso en barra, ó 12 cucharadas de queso untable entero.
- Es una alternativa a la leche para cubrir las recomendaciones diarias de calcio y proteínas de Alto Valor Biológico.
- Suele ser uno de los alimentos mejor tolerado por aquellas personas que sufren intolerancia a la lactosa.
- Es un alimento muy versátil puede utilizarse como entrada, en platos principales y en postres.
- Las personas que sufren de hipertensión deben elegir quesos de pasta blanda sin sal agregada, ya que los quesos de pasta semi dura o dura suelen tener un alto contenido en sodio.



Bibliografía

Código Alimentario Argentino Artículos del 605 al 641.

INTI-Instituto Nacional de Tecnología Industrial "Cámara para quesos con corteza natural". <https://www.inti.gob.ar/lacteos/pdf/PEDERSEN/3.pdf>

INTI-Instituto Nacional de Tecnología Industrial –Centro de Investigaciones Tecnológicas de Industria Láctea "Quesos Argentinos" <http://www.quesosargentinos.gov.ar/paginas/quesos.asp>.

Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. "Guía N°8. Elaboración de ricotta" http://www.agro.unlp.edu.ar/cursos/pluginfile.php/19446/mod_resource/content/1/Gu%C3%ADa%20N%C2%BA8_Elaboraci%C3%B3n%20de%20ricotta.pdf

Anexo 7. Determinación de contenido de amilosa y amilopectina

Según: (Meza Ramos, 2016)

El siguiente procedimiento para determinar el % de amilosa y amilopectina se basa en el procedimiento explicado en el trabajo de Meza Ramos, así como se toma la ecuación de la recta hallada por dicha autora en su investigación.

Procedimiento

1. Se pesa 0.1 g en base seca) de almidón en un tubo de ensayo y se añade 2 mL de dimetilsulfóxido; se deja disolver durante 15 minutos a 85 °C.
2. Transcurrido el tiempo se diluye con agua destilada a 25 mL en un matraz aforado.
3. Se toma 1 mL de esta disolución y sobre él se añade 50 mL de agua destilada y 5 mL de disolución I2 (0.0025 M) – KI (0.0065 M).
4. Se mezcla bien y se mide en el espectrofotómetro la absorbancia a 600 nm.
5. La cantidad de amilosa se determina a partir de la recta patrón de McGrance y col. 1998, realizada con mezclas de amilosa y amilopectina pura con un contenido en amilosa de 0, 10, 20, 40, 50, 60, 80, 90 y 100 %. (Meza Ramos, 2016)

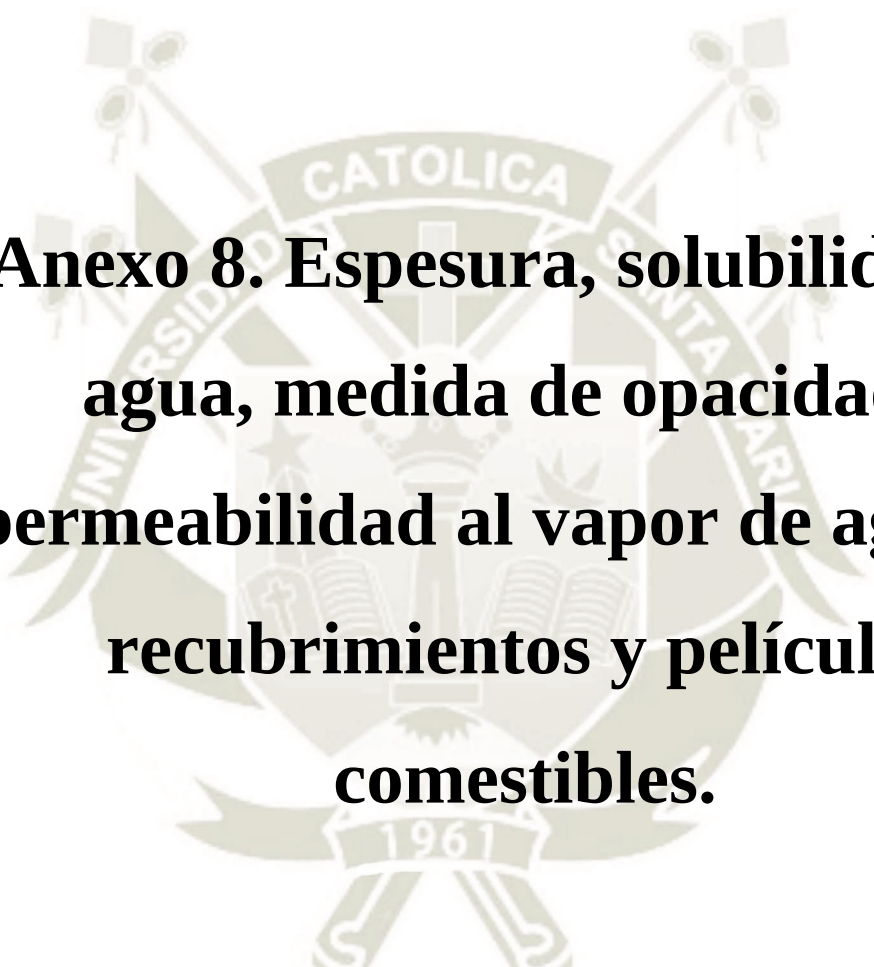
Ecuación de la recta patrón (Meza Ramos, 2016)

$$y = 0.0032x + 0.0398$$

$$absorbancia (nm) = 0.0032 (\% \text{ amilosa}) + 0.0398$$

$$\% \text{ amilosa} = \frac{absorbancia - 0.0398}{0.0032}$$

$$\% \text{ amilopectina} = 100 - \% \text{ amilosa}$$



Anexo 8. Espesura, solubilidad en agua, medida de opacidad y permeabilidad al vapor de agua de recubrimientos y películas comestibles.

Según: (Chariguamán, 2015) , (Sánchez, Contreras, Nevárez y Aguilar, 2015) y
(Anchundia, Santacruz y Coloma, 2016)

A. Grosor

La espesura o grosor del recubrimiento se determina utilizando un micrómetro manual con una sensibilidad de (± 0.01 mm) en cinco puntos aleatorios. La espesura o grosor final se determina a través del promedio de las cinco lecturas tomadas de manera aleatoria según la metodología descrita por (Cao *et al.*, 2007). (Citado en Chariguamán, 2015).

$$\text{Media } (X) = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

Donde:

$\sum_{i=1}^N X_i$: sumatoria del conjunto de observaciones ($X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n$)

n: número de observaciones

B. Solubilidad en agua

La solubilidad en agua de la película se determinó de acuerdo con el método de Gontard *et al.*, (1992) con ligeras modificaciones. Las películas se secaron hasta peso constante a 100 °C (peso inicial). Cada muestra se colocó en un vaso de precipitados que contenía 50 ml de agua destilada y se agitó por medio de un agitador orbital a temperatura ambiente durante 24 h. La película remanente (sin disolver), se colocó en una estufa a 100 °C durante 24 h luego de lo cual se determinó su peso (peso final). (Citado en Anchundia *et al.*, 2016).

$$\% \text{ Solubilidad} = \frac{PI - PF}{PI} * 100$$

Donde:

PI: peso inicial del recubrimiento (película) g

PF: peso final del material seco que no se solubilizo.

C. Medida de opacidad

Para la medición de la opacidad aparente se utiliza un espectrofotómetro. Donde se utiliza el aire como control. Bajo estas condiciones, la banda de longitud de onda de barrido de luz visible fue de 500 nm para cada película y la opacidad de la película se calculó según la ecuación. (Chariguamán, 2015).

$$Opacidad = \frac{A_{500}}{T}$$

Donde:

A_{500} : absorbancia a 500 nm

T: espesor de la película (mm)

D. Permeabilidad al vapor de agua

La permeabilidad al vapor de agua (PVA) se determina en las películas previamente acondicionadas a una humedad del 75% y 25°C. Primero se coloca dentro de pesafiltros sin tapa, 3 g de sílica gel seca, (J.T. Baker, México Cat. 3401–500), se cubre la boca de cada pesafiltro con una película y se ajustó con un O-ring (jebe)

Inmediatamente después, los pesafiltros se pesaron (W_0) y se colocaron dentro de un desecador con agua destilada para generar una humedad relativa del 100% a 25°C. Los pesos (W_t) de los pesafiltros se registraron 3 veces durante las 24 horas de almacenamiento. (Sánchez *et al.*, 2015)

$$PVVA = \frac{vtva}{A} * \frac{e}{\Delta Pv}$$

vtva = pendiente de la recta (tiempo vs peso)

Donde:

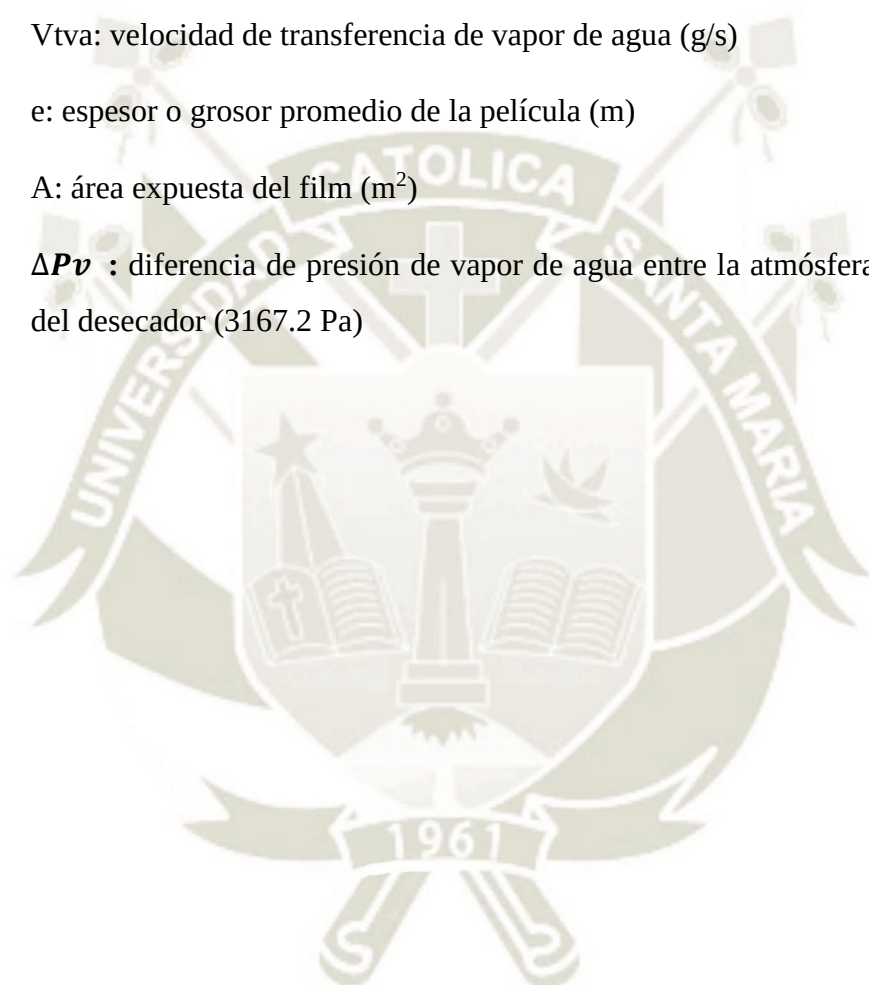
PPVA: permeabilidad al vapor de agua (g/s.m.Pa)

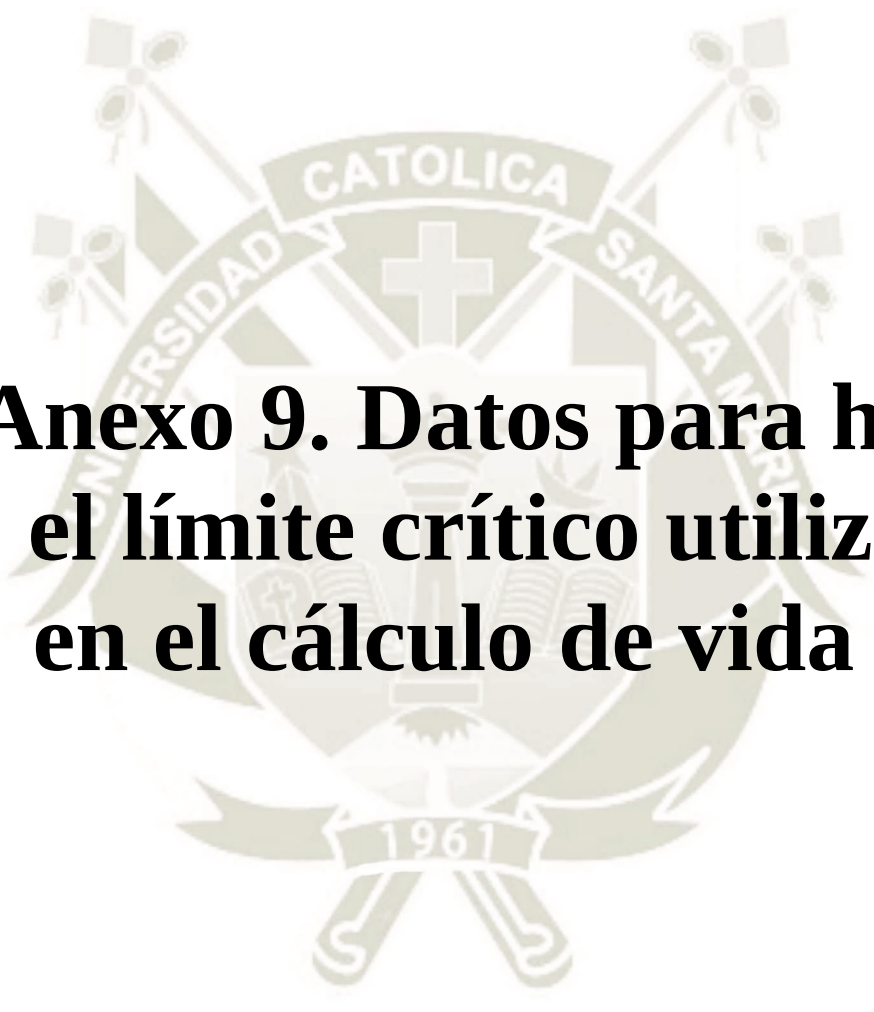
Vtva: velocidad de transferencia de vapor de agua (g/s)

e: espesor o grosor promedio de la película (m)

A: área expuesta del film (m²)

ΔP_v : diferencia de presión de vapor de agua entre la atmósfera de la sílica y la del desecador (3167.2 Pa)





Anexo 9. Datos para hallar el límite crítico utilizado en el cálculo de vida útil

Se procede a colocar los datos que obtuvo el recubrimiento a las diferentes temperaturas durante un periodo de 22 días, los cuales son: pH, porcentaje de ácido láctico, el olor y la apariencia. Luego se asociará el valor de % de ácido láctico y pH con su olor y apariencia, cuando estos últimos posean un olor extraño (malogrado) y su consistencia cambie, se elegirá dichos valores de pH y % Ac. Láctico como el límite crítico para dicha temperatura.

Recubrimiento a temperatura ambiente (22.7°C)

Cuadro 190. Datos de recubrimiento a T° 22.7

Días	pH	% Ácido láctico	Olor	Apariencia
0	6.33	0.07	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
1	6.00	0.08	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
2	6.00	0.20	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
3	5.00	0.22	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
4	5.00	0.26	Olor extraño/ malogrado	Separación de fases / solidifico.
5	5.00	0.26	Olor extraño/ malogrado	Separación de fases / solidifico.
6	4.80	0.26	Olor extraño/ malogrado	Separación de fases / solidifico.
7	4.70	0.26	Olor muy fuerte/ horrible	Separación de fases / solidifico.
8	4.00	0.26	Olor muy fuerte/ horrible - podrido	Separación de fases / solidifico.
9	4.00	0.36	Olor horrible/ malogrado	Separación de fases / solidifico.

Días	pH	% Ácido láctico	Olor	Apariencia
10	4.00	0.36	Olor horrible/ malogrado	Separación de fases / solidifico.
11	4.00	0.36	Olor horrible/ malogrado	Separación de fases / solidifico.
12	4.00	0.38	Olor horrible/ malogrado	Separación de fases / solidifico.
13	4.00	0.38	Olor horrible/ malogrado	Separación de fases / solidifico.
14	4.00	0.38	Olor horrible/ malogrado	Separación de fases / solidifico.
15	4.00	0.52	Olor horrible/ malogrado	Separación de fases / solidifico – producción de gas.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Al analizar el cuadro anterior, se observa que los valores de pH y % de acidez, disminuyen y aumentan respectivamente conforme pasan los días; así mismo su olor y su apariencia cambian.

Se concluye que con % de ácido láctico de 0.26 el recubrimiento ya no es aceptable, ya que su olor es desagradable y su apariencia ya no es la misma a la que poseía inicialmente, presentando una separación de fases (en la parte de bajo el recubrimiento cuajó y en la parte de arriba presenta agua).

Recubrimiento a temperatura de 17.6°C

Cuadro 191. Datos de recubrimiento a T° 17.6 °C

Días	pH	% Ácido láctico	Olor	Apariencia
0	6.33	0.07	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
1	6.00	0.07	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
2	6.00	0.07	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
3	6.00	0.12	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
4	6.00	0.18	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
5	6.00	0.19	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
6	6.00	0.20	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
7	6.00	0.21	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
8	5.00	0.23	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
9	5.00	0.25	Olor orégano/ un poco extraño	Separación de fases / cuajo
10	5.00	0.28	Olor horrible/ malogrado	Separación de fases / cuajo
11	5.00	0.30	Olor horrible/ malogrado	Separación de fases / cuajo
12	5.00	0.34	Olor horrible/ malogrado	Separación de fases / cuajo

Días	pH	% Ácido láctico	Olor	Apariencia
13	5.00	0.36	Olor horrible/ malogrado	Separación de fases / cuajo
14	5.00	0.38	Olor horrible/ malogrado	Separación de fases / cuajo
15	4.00	0.38	Olor horrible/ malogrado	Separación de fases / cuajo

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Al analizar el cuadro anterior, se observa que los valores de pH y % de acidez, disminuyen y aumentan respectivamente conforme pasan los días; así mismo su olor y su apariencia cambian. Se concluye que con % de ácido láctico de 0.28 el recubrimiento ya no es aceptable, ya que su olor es desagradable y su apariencia ya no es la misma a la que poseía inicialmente, presentando una separación de fases (forma un cuajo).

Recubrimiento a temperatura de 11.1°C

Cuadro 192. Datos de recubrimiento a T° 11.1°C

Días	pH	% Ácido láctico	Olor	Apariencia
0	6.33	0.07	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
1	6.00	0.07	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
2	6.00	0.07	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
3	6.00	0.07	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
4	6.00	0.09	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.

Días	pH	% Ácido láctico	Olor	Apariencia
5	6.00	0.11	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
6	6.00	0.12	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
7	6.00	0.13	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
8	6.00	0.14	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
9	6.00	0.17	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
10	6.00	0.17	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
11	6.00	0.17	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
12	6.00	0.17	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
13	6.00	0.17	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
14	6.00	0.17	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
15	6.00	0.21	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
16	6.00	0.21	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
17	6.00	0.21	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
18	6.00	0.21	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.

Días	pH	% Ácido láctico	Olor	Apariencia
19	6.00	0.22	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
20	6.00	0.24	A orégano	Consistencia muy poca espesa, color amarillo – crema.
21	6.00	0.26	A orégano	Pequeños cambios de consistencia del recubrimiento.
22	5.90	0.28	Olor orégano/ un poco extraño	Separación de fases / cuajo

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Al analizar el cuadro anterior, se observa que los valores de pH y % de acidez, disminuyen y aumentan respectivamente conforme pasan los días; así mismo su olor y su apariencia cambian. Se concluye que con % de ácido láctico de 0.28 el recubrimiento ya no es aceptable, ya que su olor es desagradable y su apariencia ya no es la misma a la que poseía inicialmente, presentando una separación de fases (forma un cuajo). No se tuvieron datos para la temperatura de 2.3°C debido a que al llegar a los 22 días no presentaba cambios en su apariencia y olor.

Por lo que se procede a obtener el promedio de los tres valores obtenidos (0.26, 0.28, 0.28) de % acidez y se obtiene el valor de 0.27 % (Ac. Láctico) como límite crítico, ya que, a dicho valor, el recubrimiento cambia su olor y su apariencia, siendo indeseable.



Anexo 10. Fichas técnicas

Unison Chemical Industrial Co., Ltd.

Reliable partner for soy protein & chemicals

www.chinasoyprotein.com

Tel: +86-22-6628 2536; Fax: +86-22-6628 2534

Chemtrading2000@aliyun.com; bob@chinasoyprotein.com

No. 12, Nanhai Road, TEDA, Tianjin, China

Certificate Of Analysis

To		Product	Soy Protein Isolate <i>Unisonsoy 90</i>
Invoice No.	201715	Quantity	25 mt; 1250 bags
Production date	20170803 (Y/M/D)	Batch No.	H09
	(Aug 3. 2017)	Shelf Life	24 Months

Items tested	Standard	Analytical Result
Protein (N x 6.25; on dry basis)	90% min	90.35%
NSI (Nitrogen Solubility Index) at delivery	-----	90.2%
Moisture	7.0% max	6.5%
Ash	6.0% max	5.24%
PH value (10% solution)	-----	7.5
Crude Fibre	-----	1.0% max
Lead	1 mg / kg max	0.5 mg / kg max
Arsenic	0.5 mg / kg max	0.4 mg / kg max
Particle size (100 mesh)	90% min. thro.	98%
Aerobic plate count	10,000 CFU/g max	Conform
E. Coli	Negative	Negative
Salmonella	Negative in 25g	Negative
Mohas (Moulds)	-----	100 CFU/g max
Bacillus Cereus	-----	100 CFU/g max
Conclusion	It is up to the requirement	
Packing condition	In bag of 20 kgs net each, with separate inner PE liner.	
Storage condition	- Keep container tightly closed. Store in a cool & dry area on pallet. Do not expose to heat. - Incompatibilities: keep it away from Acids, oxidizers, corrosives, poisonous & hazardous items; items with foreign odor & non-food materials etc. - Conditions to Avoid: Heat & Moisture	
Tested on Aug 4, 2017 by Wang of plant	Unison Chemical Industrial Co., Ltd.	
Issued on Aug 11, 2017	Testing method is according to manufacturer's testing method.	
Remarks	It is buyer's duty to be aware of the importing countries' requirements on quality & procedures and to handle it. We do not guarantee that the product can be used for a special application. This document does not release you from performing the standard control upon receipt of incoming goods.	





OREGANO OIL CERTIFICATE OF ANALYSIS

PRODUCT NAME	OREGANO ESSENTIAL OIL
GEOGRAPHICAL ORIGIN	HUNGARY
BOTANICAL NAME	ORIGANUM VULGARE
CAS NUMBER	8007-11-2
PARTS USED	LEAVES
METHOD OF EXTRACTION	STEAM DISTILLED
COLOR AND APPEARANCE	YELLOW TO AMBER COLORED LIQUID
ODOR	PUNGENT SPICY AROMA
FLASH POINT	110°C
REFRACTIVE INDEX	1.510-1.520
SPECIFIC GRAVITY	0.9370-0.9380
SOLUBILITY	INSOLUBLE IN WATER, SOLUBLE IN ALCOHOL AND OILS
STORAGE	TO BE KEPT IN CLOSED CONTAINER, IN A DARK, FRESH AND DRY PLACE
SAFETY	AS PER MSDS

INSUMO: GLICERINA BI-DESTIL FARM

ESTE INSUMO ES DESTINADO AL SEGUIMIENTO:

ALIMENTOS

FARMACÉUTICO

1. IDENTIFICACIÓN

Nombre: GLICERINA BI-DESTIL FARM

Código: 5257000

CAS number: 56-81-5

INCI name: Glycerin

2. DESCRIPCIÓN

La Glicerina Bi-Destil Farm (glicerol) es un líquido viscoso transparente, inodoro e con sabores dulces naturales, derivados de materias primas naturales (triglicéridos). La Glicerina Bi-Destil Farm se produce en la reacción de transesterificación para la producción de Biodiesel llama glicerina comercial. Purificación de glicerina comercial es en la eliminación de agua y otras impurezas por destilación, desodorización y aclaración, dando como resultado productos de alta pureza.

3. ESPECIFICACIONES

Característica	Especificacione
1. Apariencia a 25°C	Líquido almidonado y aceitoso, incoloro, claro y libre de impurezas
2. Contenido de glicerol (base seca), % m / m	99,5 – 101,0
3. Identificación A - rayos infrarrojos	En conformidad
4. Identificación B - Etileno dietil, % m / m	Dietilenoglicol Máx. 0,1 Etilenoglicol Máx. 0,1
5. Las impurezas y sustancias relacionadas, % m / m	Otras impurezas max. 0,1 Impurezas totales máx. 1,0
6. Identificación C-CG	En conformidad
7. La acidez o alcalinidad, ml	Máx. 0,2mL NaOH 0,1M
8. El índice de refracción	1,470 – 1,475
9. Los aldehídos, ppm	Máx. 10
10. Ésteres ml	Máx. 1,0 mL NaOH 0,5N
11. Los compuestos clorados, ppm	Máx. 30
12. Cloruro, ppm	Máx. 10
13. Metales pesados, ppm	Máx. 5
14. Agua, %	Máx. 0,50
15. Residuo de ignición, % m / m	Máx. 0,01
16. Sulfatos, ppm	Máx. 20
17. Color	En conformidad
18. Color, APHA	Máx. 10
19. Densidad a 25°C	Mín. 1,255

4. PLAZO DE VALIDAD

12 meses

- DOCUMENTO ORIGINAL -

Preparado / Revisado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha: Nombre:	Fecha: Nombre:	Fecha: Nombre:



Boletín Técnico

ALQ-ESP-QUA-236

Emisión: 01

Página 2 de 2

Próxima revisión: 10/2018

INSUMO: GLICERINA BI-DESTIL FARM

5. EMPAQUES

250kg, 1250kg.

6. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Especificación técnica del fabricante del producto

7. LAS EMISIONES HISTÓRICAS

Nº	Fecha de aprobación	Razón
01	25/10/2016	Emision inicial

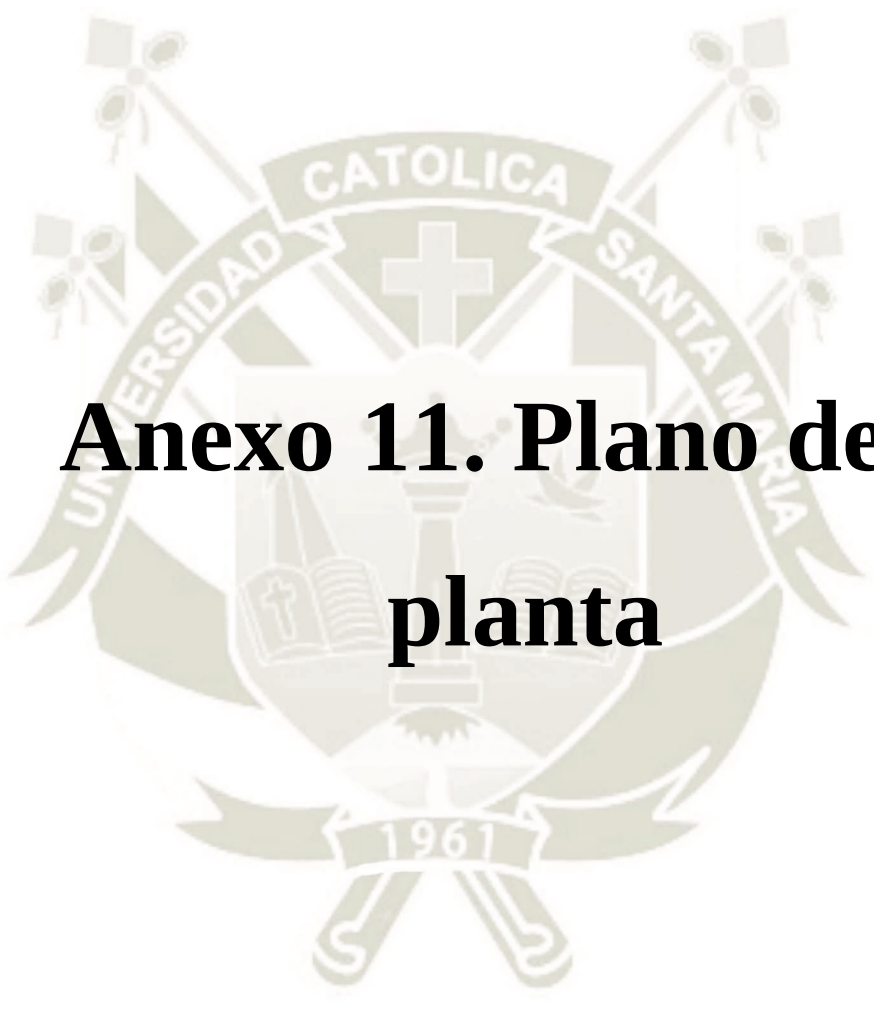
- DOCUMENTO ORIGINAL -

Preparado / Revisado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha: Nombre:	Fecha: Nombre:	Fecha: Nombre:

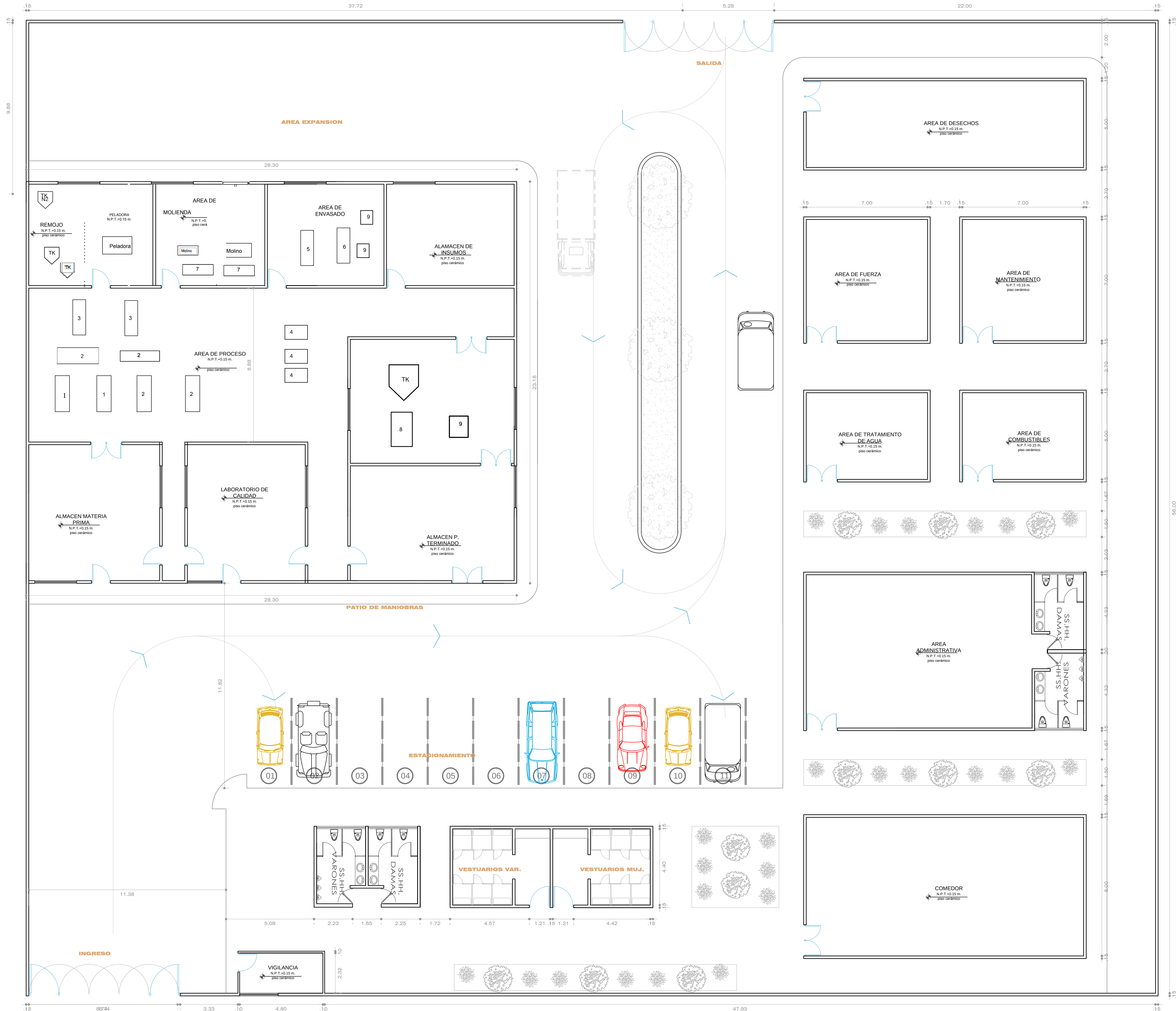
Ficha técnica: Recubrimiento Comestible a partir de harina de garbanzo (*Cicer arietinum*) y proteína de soya (*Glycine max*)

Descripción del producto	Recubrimiento comestible líquido elaborado a partir de polisacáridos, proteínas, plastificantes y aceites esenciales, todos de origen natural que permiten evitar la pérdida del peso durante el proceso de maduración del queso (semi – maduro o maduro)
Composición del producto	El producto es formulado en base a harina de garbanzo, proteína aislada de soya, agua, glicerol y aceite esencial de orégano.
Características físico – químicas	pH: 6 % Acidez (Ácido Láctico): 0.08
Características organolépticas	Olor: Característico - orégano Sabor: Característico Color: Crema – característico Aspecto: Líquido
Análisis microbiológico	Mohos: 10 ufc/g Sthaphylococcus aureus: 10 ufc/g Escherichia coli: 10 ufc/g Salmonella sp. : Ausencia 25g
Vida útil	Temperatura 1 – 2 °C: 1 mes y 13 días.
Aplicaciones	Su aplicación se realiza en quesos que ingresarán a la cámara de maduración y/o quesos después de su maduración para reducir la pérdida de peso.

Formulado	Líquido soluble
Presentación	Garrafas de 5 L
Modo de empleo / Dosificación	Para un mayor aprovechamiento del recubrimiento, se recomienda aplicar a través de la aspersión, ya que este método permite reducir la pérdida de peso a comparación del barnizado o inmersión. Dosificación: Se utiliza alrededor de 60 ml para 1kg de queso, este dato puede variar dependiendo el tipo de máquina y/o instrumento que utilice para aplicar la aspersión.
Lugar de elaboración	Producto elaborado en los laboratorios de la Universidad Católica de Santa María – Parque Industrial.
Almacenamiento	Este producto debe mantenerse almacenado en refrigeración a temperaturas de 2 – 1°C. Mantener alejado de la luz, en un lugar ventilado.



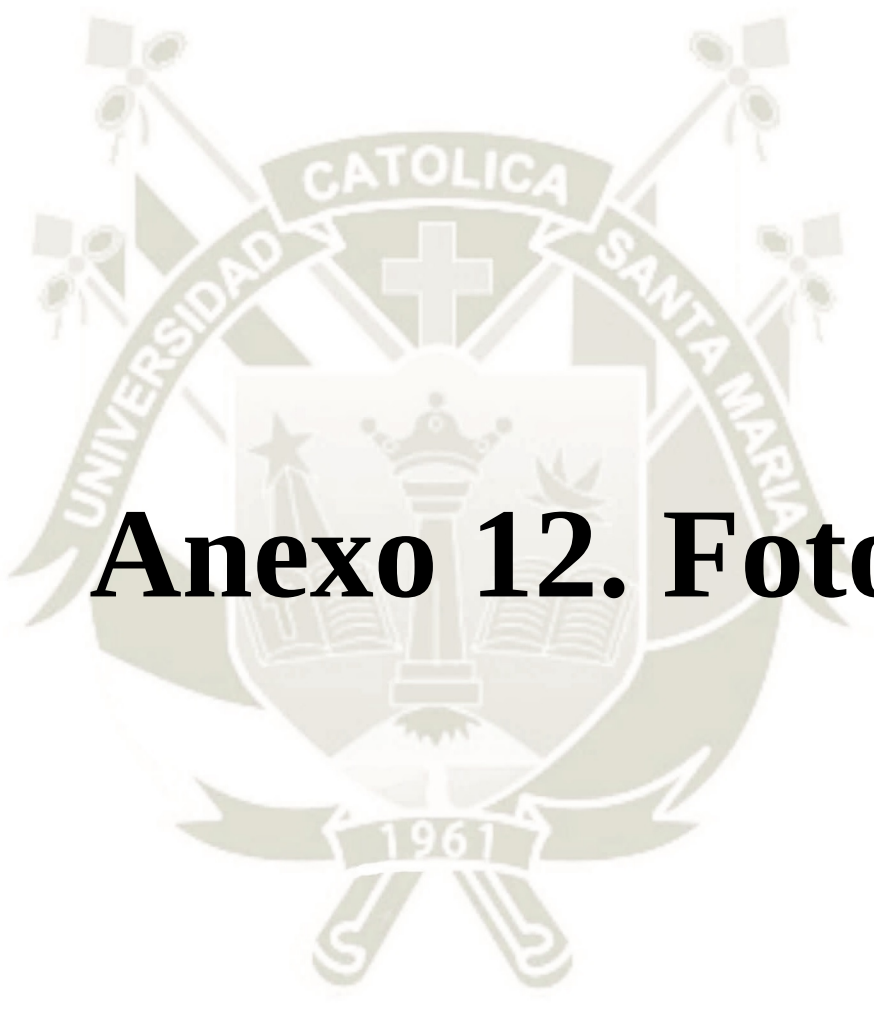
Anexo 11. Plano de la planta



Cuadro 193. Leyenda del área de proceso – Plano

Leyenda	
1	Balanza
2	Mesa de trabajo
3	Secador
4	Carritos de transporte
5	Envasadora de granos
6	Envasadora de harina
7	Tamizadora
8	Embotelladora
9	Etiquetadora

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Anexo 12. Fotos



Foto 1. Harina de garbanzo



**Foto 2. Formulación de
recubrimiento**



**Foto 3. Recubrimiento líquido en plancha de
acrílico**

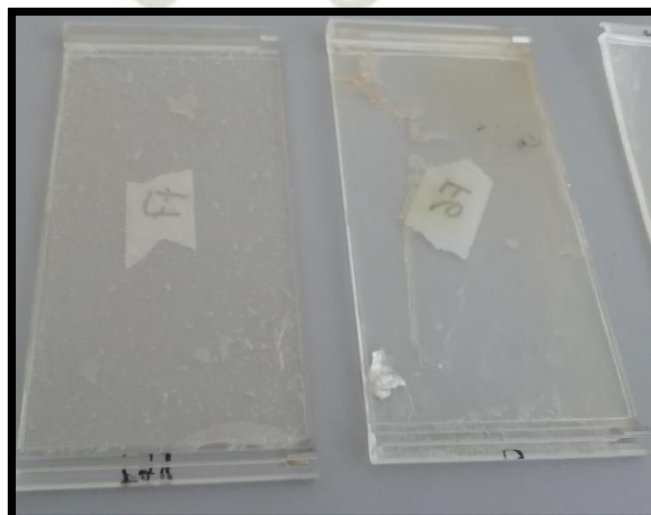


Foto 4. Película de recubrimiento

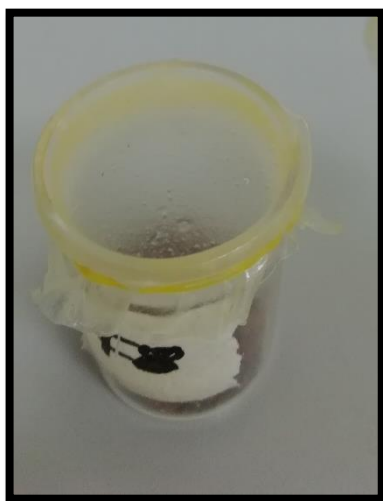


Foto 5. Prueba de permeabilidad



Foto 6. Prueba de permeabilidad

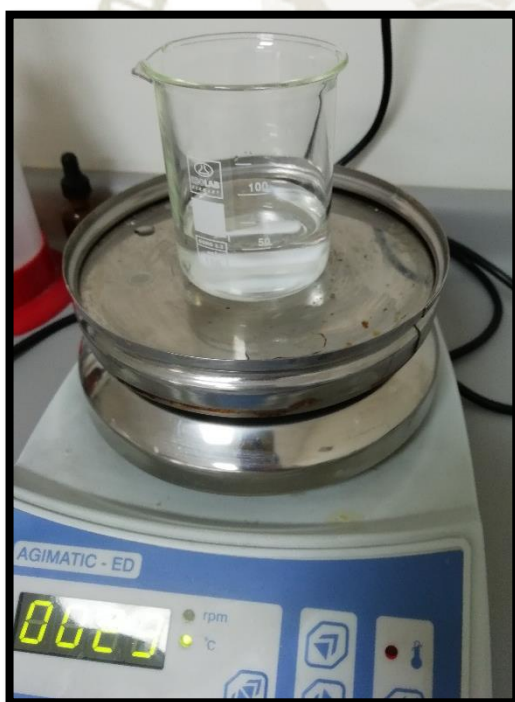


Foto 7. Prueba de solubilidad



Foto 8. Recubrimiento en cámara de vida útil



Foto 9. Prueba de acidez

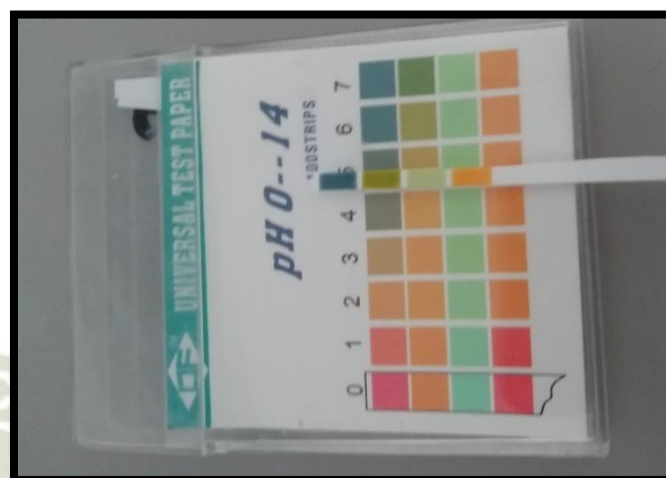


Foto 10. Medición de pH del recubrimiento

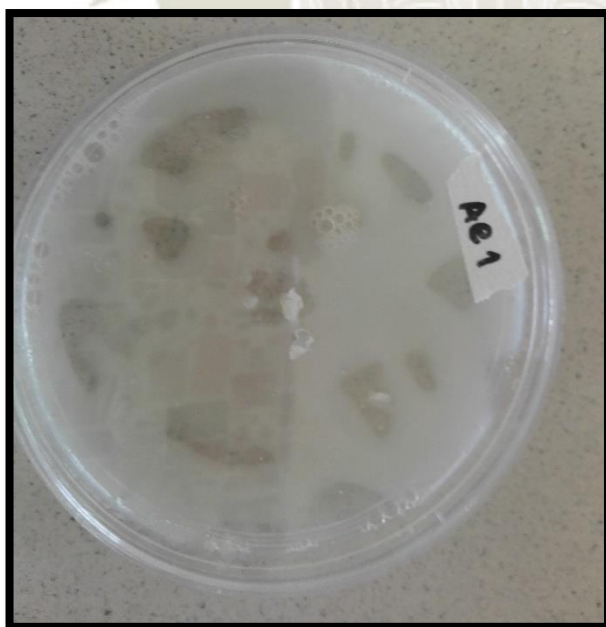


Foto 11. Crecimiento de moho – Ae1

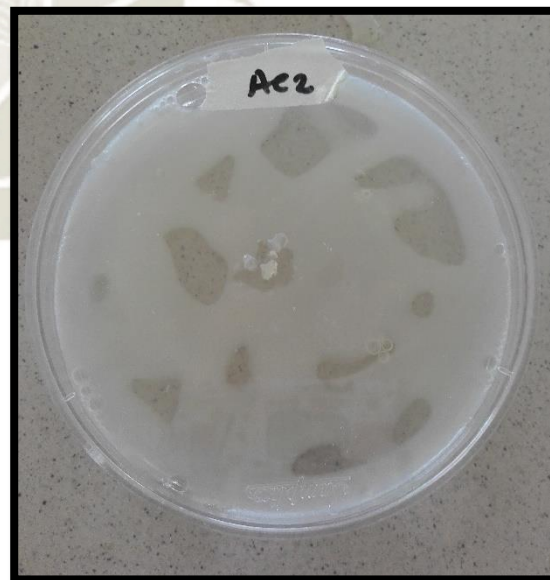


Foto 12. Crecimiento de moho – Ae2



Foto 13. Crecimiento de moho – Ae3

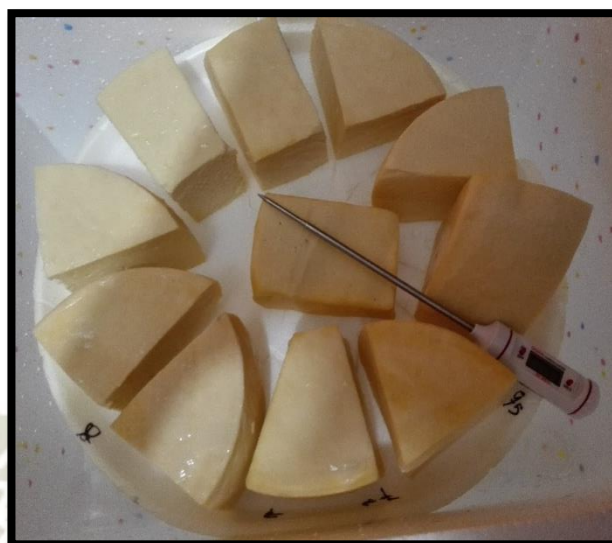


Foto 14. Quesos con recubrimiento

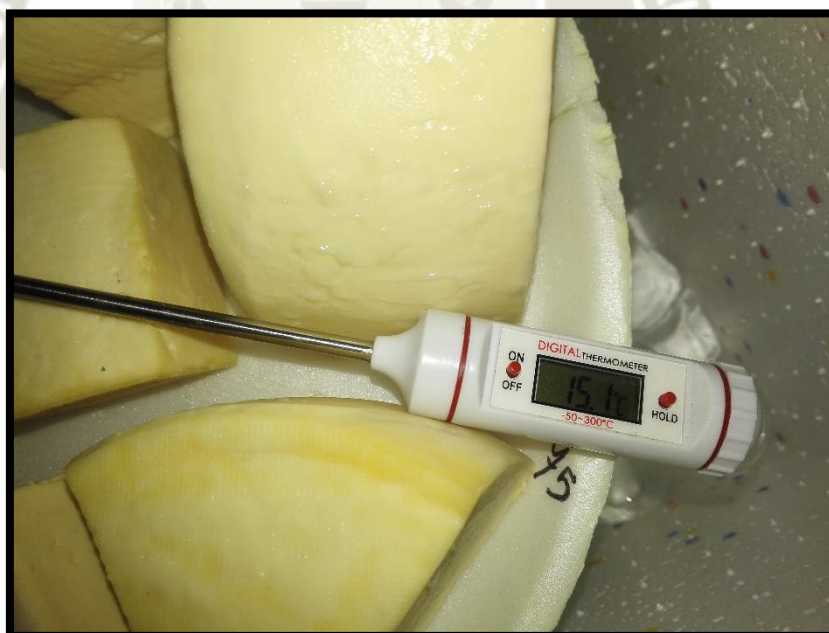


Foto 15. Quesos en maduración