



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial”

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Título del proyecto**

**DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA Y TIEMPO ADECUADO  
PARA LA OBTENCIÓN DE REQUESÓN DESHIDRATADO.**

**Autor: DIANA CAROLINA CUJANO GUAMBO**

**Director: ING. SONIA RODAS**

**Riobamba – Ecuador**

**2016**

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA Y TIEMPO ADECUADO PARA LA OBTENCIÓN DE REQUESÓN DESHIDRATADO presentado por: DIANA CAROLINA CUJANO GUAMBO y dirigida por: INGENIERA SONIA LOURDES RODAS.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

**Dr. Mario Salazar**  
**Presidente**



Firma

**Ing. Sonia Rodas**  
**Directora**



Firma

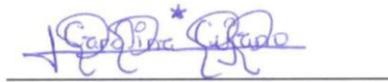
**Ing. Paul Ricaurte**  
**Miembro**



Firma

## **AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Diana Carolina Cujano Guambo e Ingeniera Sonia Lourdes Rodas; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



**Diana Carolina Cujano Guambo**

**C.I: 060384166-9**

## **AGRADECIMIENTO**

Varias personas contribuyeron de diversas maneras a la realización de este proyecto, sin embargo deseo expresar especiales agradecimientos a:

Ingeniera Sonia Rodas, tutora de este proyecto, por su apoyo en distintas áreas del proceso.

Doctora Anita Mejía, docente de la Institución, quien con sus valiosos consejos y asesoramiento en las distintas etapas del presente proyecto hicieron posible la culminación del mismo.

Ingeniera Fernanda Rojas, técnica de laboratorio y compañera de estudios, quien con su paciencia y sugerencias colaboró al desarrollo de las actividades planificadas en el transcurso del proyecto.

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada primeramente a Dios por brindarme la vida y las oportunidades de superación personal y académica.

A mis amados padres Iván y Lourdes por su amor, trabajo y sacrificios en todos estos años, por sus enseñanzas y el constante apoyo que han hecho que pueda obtener un logro más.

A mis hermanas Patricia y Angélica mis personas favoritas por ser mi ejemplo y mi soporte a lo largo de toda mi vida, quienes con sus consejos, su amor y paciencia me motivan a conseguir mis metas y ser cada día mejor.

A Luis, mi persona especial desde hace dos años, quien me ayuda, aconseja y completa en diversas áreas de mi vida, su paciencia y enseñanzas fueron aportes valiosos para este trabajo.

# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS	I
ÍNDICE DE GRÁFICOS E ILUSTRACIONES	II
RESUMEN	III
SUMARY	IV
INTRODUCCIÓN	1

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMATIZACIÓN

1.1	Identificación y descripción del problema.	3
1.2	Delimitación.	4
1.3	Formulación del problema.	4
1.4	Objetivos.	4
1.4.1	Objetivo General.	4
1.4.2	Objetivos Específicos.	4
1.5	Justificación.	5

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1	Antecedentes del tema.	7
2.2	Enfoque teórico.	8
2.2.1	Requesón.	8
2.2.1.1	Elaboración.	9
2.2.1.2	Consumo.	10
2.2.1.3	Valor nutricional.	10
2.2.2	Deshidratado de alimentos.	12
2.2.2.1	Pormenores de la deshidratación.	15
2.2.2.2	Temperatura.	16
2.2.2.3	Tiempo y temperatura.	16
2.2.3	Alteraciones en alimentos por deshidratación.	17

2.2.3.1	Pardeamiento enzimático.	19
2.2.3.2	Crecimiento de hongos y levaduras.	24
2.2.3.3	Crecimiento de bacterias aerobias mesófilas.	27
2.2.4	Aditivos antioxidantes.	36
2.3	Definición de términos básicos.	41
2.4	Hipótesis.	42
2.4.1	Hipótesis General.	42
2.4.2	Hipótesis Nula.	42
2.5	Identificación de variables.	42
2.5.1	Variable independiente.	42
2.5.2	Variables dependientes.	42

### **CAPÍTULO III**

#### **3. METODOLOGÍA**

3.1	Tipo de estudio.	43
3.2	Diseño del estudio.	43
3.3	Población y muestra.	44
3.3.1	Población.	44
3.3.2	Muestra.	44
3.4	Operacionalización de las variables.	45
3.4.1	Hipótesis específica I.	45
3.4.2	Hipótesis específica II.	46
3.4.3	Hipótesis específica III.	47
3.4.4	Hipótesis específica IV.	48
3.4.5	Hipótesis específica V.	49
3.5	Procedimiento.	50
3.5.1	Recopilación bibliográfica.	50
3.5.2	Identificar los requerimientos necesarios de la materia prima y la estandarización del proceso para la elaboración de requesón.	50
3.5.3	Deshidratado de requesón.	50

3.5.4	Determinación de tiempo de deshidratado para 6 diferentes temperaturas.	50
3.5.5	Determinación de la variación de la humedad, acidez y pH del requesón en función del tiempo, la temperatura y el peso muestra en el proceso de secado.	50
3.5.6	Determinación de las diferencias en las características sensoriales en función de la humedad.	51
3.5.7	Determinación de la influencia de pH y acidez en las características sensoriales del requesón deshidratado a 6 temperaturas y tiempos.	51
3.5.8	Determinación de las diferencias físico-químicas y microbiológicas existentes en el requesón deshidratado a diferentes rangos de temperaturas y tiempo.	51
3.5.9	Interpretación de resultados.	51
3.6	Procesamiento y Análisis.	51
3.6.1	Recopilación Bibliográfica.	51
3.6.2	Identificar los requerimientos necesarios de la materia prima y la estandarización del proceso para la elaboración de requesón.	52
3.6.3	Deshidratado de requesón.	55
3.6.4	Determinación de tiempo de deshidratado para 6 diferentes temperaturas.	57
3.6.5	Determinación de la variación de la humedad, acidez y pH del requesón en función del tiempo, la temperatura y el peso muestra en el proceso de secado.	57
3.6.6	Determinación de las diferencias en las características sensoriales en función de la humedad.	62
3.6.7	Determinación de la influencia de pH y acidez en las características sensoriales del requesón deshidratado a 6 temperaturas y tiempos.	62
3.6.8	Determinación de las diferencias físico-químicas y microbiológicas existentes en el requesón deshidratado a diferentes rangos de temperaturas y tiempo.	63

3.6.9	Interpretación de Resultados.	75
-------	-------------------------------	----

## **CAPÍTULO IV**

### **4. RESULTADOS**

4.1	Estandarización de proceso de elaboración de queso de proteína de suero “Requesón”.	76
4.2	Requesón.	79
4.2.1	Características Organolépticas del Requesón.	79
4.2.2	Promedio del Secado.	81
4.2.3	Análisis Estadístico ANOVA.	87
4.2.4	Determinación del % de Humedad	89
4.2.5	Características Físico-Químicas	95
4.2.6	Características Microbiológicas	98

## **CAPÍTULO V**

<b>5. DISCUSIÓN</b>	<b>99</b>
---------------------	-----------

## **CAPÍTULO VI**

### **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

6.1	Conclusiones	101
6.2	Recomendaciones	102

## **CAPÍTULO VII**

### **7. PROPUESTA**

7.1.	Título de la propuesta	103
7.2.	Introducción	103
7.3.	Objetivos	104
7.3.1.	General	104
7.3.2.	Específicos	104
7.4.	Fundamentación científico – técnica	104

7.5.	Descripción de la propuesta	105
7.5.1	Delimitación	105
7.5.2	Procedimiento	105
7.5.3	Marco administrativo	106
7.5.3.1	Recursos	106
7.5.3.2	Presupuesto	106
7.6.	Diseño organizacional	107
7.7.	Monitoreo y evaluación de la propuesta	108

## **CAPÍTULO VIII**

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	109
---------------------	-----

## **APÉNDICES O ANEXOS**

Anexo 1. PESOS DE REQUESÓN A DIFERENTES TEMPERATURAS Y TIEMPOS	114
Anexo 2. PESO DE MASA SECA DEL REQUESÓN DESHIDRATADO	116
Anexo 3. pH Y ACIDEZ ANTES Y DESPUÉS DEL SECADO	118

## ÍNDICE DE CUADROS

1	Composición Nutricional del Requesón	12
2	Temperaturas aplicadas	58
3	Características Físicas del Requesón Fresco	80
4	Características Organolépticas de Requesón Deshidratado	80
5	Pesos promedios de requesón a 40°C	81
6	Tiempo de secado a 40°C	81
7	Pesos promedios de requesón a 45°C	82
8	Tiempo de secado a 45°C	82
9	Pesos promedios de requesón a 50°C	83
10	Tiempo de secado a 50°C	83
11	Pesos promedios de requesón a 58°C	84
12	Tiempo de secado a 58°C	84
13	Pesos promedios de requesón a 60°C	85
14	Tiempo de secado a 60°C	85
15	Pesos promedios de requesón a 80°C	86
16	Tiempo de secado a 80°C	86
17	Duración de Secado por temperatura	87
18	Análisis ANOVA de requesón a 40° C	88
19	Análisis ANOVA de requesón a 45° C	88
20	Análisis ANOVA de requesón a 50° C	88
21	Análisis ANOVA de requesón a 58° C	88
22	Análisis ANOVA de requesón a 60° C	89
23	Análisis ANOVA de requesón a 80° C	89
24	Humedad del requesón a 40°C	90
25	Humedad del requesón a 40°C	90
26	Humedad del requesón a 45°C	91
27	Humedad del requesón a 45°C	91
28	Humedad del requesón a 50°C	91

29	Humedad del requesón a 50°C	92
30	Humedad del requesón a 58°C	92
31	Humedad del requesón a 58°C	93
32	Humedad del requesón a 60°C	93
33	Humedad del requesón a 60°C	94
34	Humedad del requesón a 80°C	94
35	Humedad del requesón a 80°C	94
36	pH y acidez promedio del requesón antes y después del secado	95
37	pH y acidez promedio del requesón antes y después del secado	95
38	% de Humedad del requesón	96
39	% de Humedad del requesón	96
40	Cantidad de Cenizas presentes en el Requesón Deshidratado	96
41	Cantidad de Cenizas presentes en el Requesón Deshidratado	97
42	% de Grasa presente en el requesón deshidratado	97
43	% de Proteína Bruta presente en el requesón deshidratado	97
44	% de Proteína Bruta presente en el requesón deshidratado	98
45	Recuento microbiológico en requesón deshidratado	98
46	Recursos	106
47	Presupuesto	106
48	Diseño Organizacional	107
49	Monitoreo y Evaluación de la propuesta	108
50	Pesos de Requesón a 40° C	114
51	Pesos de Requesón a 45° C	114
52	Pesos de Requesón a 50° C	115
53	Pesos de Requesón a 58° C	115
54	Pesos de Requesón a 60° C	115
55	Pesos de Requesón a 80° C	116
56	Porcentaje de masa seca de requesón a 40° C	116
57	Porcentaje de masa seca de requesón a 45° C	116
58	Porcentaje de masa seca de requesón a 50° C	117

59	Porcentaje de masa seca de requesón a 58° C	117
60	Porcentaje de masa seca de requesón a 60° C	117
61	Porcentaje de masa seca de requesón a 80° C	118
62	pH y acidez antes y después del secado de requesón a diferentes temperaturas y tiempos.	118

## ÍNDICE DE GÁFICOS E ILUSTRACIONES

1	Etapas de Pardeamiento Enzimático	20
2	Sustratos Naturales de Pardeamiento Enzimática	21
3	Cambio de hidroxilación a hidroxiquinona	22
4	Oxidación de Difenoles	23
5	Acción Oxidante de polifenoloxidasas	24
6	Requisitos físico-químicos del suero de leche líquido	53
7	Análisis de suero dulce en Ekomilk	54
8	Resultados	54
9	Suero Dulce	55
10	Calentamiento del Suero	55
11	Termo coagulación de las proteínas	56
12	Ecurrido del requesón	56
13	Medición de pH	57
14	Lectura de pH	57
15	Pesaje de la muestra	57
16	Dispersión de la muestra	57
17	Secado de la muestra	57
18	Muestra seca	57
19	Peso de muestra	62
20	Disolución de muestra	62
21	Adición de fenolftaleína	62
22	Viraje de acidez	62

23	Requesón fresco	63
24	Requesón deshidratado	63
25	Requesón ácido fresco	63
26	Requesón ácido deshidratado	63
27	Equipo para determinación de cenizas	66
28	Equipo para determinación de grasa	68
29	Muestras pesadas y codificadas	68
30	Ácido sulfúrico	70
31	Preparación de NaOH	70
32	Digestión de proteína	70
33	Tubos Kjeldahl	70
34	Destilación de proteína	70
35	Titulación	70
36	Agar	74
37	Preparación del agar	74
38	Conteo de Bacterias 24h	74
39	Conteo de bacterias 48h	74
40	Equipo para esterilizar materiales	76
41	Incubación de muestras	76
42	Recuento de bacterias Aerobias Mesófilas Totales	76
43	Recuento de bacterias Aerobias Mesófilas Totales	76
44	Diagrama de proceso para la elaboración de queso de proteína de suero “Requesón”	78

## RESUMEN

El requesón es un producto lácteo de color blanco, sabor suave y textura blanda y granulosa. Su aporte de proteínas de alto valor biológico, vitaminas y minerales es muy valioso para el organismo, pues su contenido en calcio, potasio, fósforo, vitamina A y del complejo B, son ingredientes esenciales para el correcto funcionamiento neuromuscular.

Actualmente existen pocas industrias que se dedican a la elaboración de este producto, y aquellas que lo hacen producen requesón fresco. El requesón fresco tiene un alto contenido de agua y sólo se mantiene útil durante dos o tres días. Una excelente alternativa para disfrutar de todos sus beneficios alargando su vida útil es la deshidratación del alimento, lo cual consiste en extraer el agua del mismo, evitando así la proliferación de microorganismos y la putrefacción del producto.

La presente investigación usa equipos de laboratorio para extraer el agua del alimento y obtener requesón deshidratado, en donde se aplicaron seis temperaturas obteniendo seis tiempos distintos en muestras de requesón, a fin de determinar la temperatura y tiempo más idóneo para obtener una deshidratación uniforme conservando el mayor porcentaje y la mejor calidad posible de los nutrientes del producto.

Al concluir el proyecto de investigación, la presentación e interpretación de resultados de las muestras, a través del análisis estadístico ANOVA, determinaron que la temperatura y el tiempo más adecuados para la correcta deshidratación del requesón son 80° C y 4 horas respectivamente.

Finalmente, se recomienda ampliamente la deshidratación del requesón a la temperatura y tiempo propuesto anteriormente pues con estos factores es posible obtener un excelente producto que conserva sus cualidades nutricionales y posee una larga vida útil, facilidad en su conservación y rentabilidad, e incluso puede ser comerciable.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CENTRO DE IDIOMAS



Lic. Maritza Larrea

04 de Abril del 2016

**SUMMARY**

Cottage cheese is a white dairy product, with mild flavor and soft and grainy texture. His contribution of high biological value proteins, vitamins and minerals is very valuable for the organism, because its content in calcium, potassium, phosphorus, vitamin A and B complex are essential ingredients for proper neuromuscular functioning.

Currently there are few industries engaged in the development of this product, and those that do it produce fresh Cottage cheese. The fresh Cottage cheese is high in water and remains useful only during two or three days. An excellent alternative to enjoy all its benefits, extending its life is the dehydration of it, which involves removing the water from the Cottage cheese, thus preventing the proliferation of microorganisms and the putrefaction of the product.

This research uses laboratory equipment to remove water from the product and get dehydrated Cottage cheese, six temperatures were applied to obtain six different times in samples of Cottage cheese, to determine the most suitable temperature and time for uniform dehydration keeping the higher percentage and the best possible nutrient quality of the product.

At the conclusion of the research project, the presentation and interpretation of sample results through ANOVA statistical analysis, determined that the most appropriate temperature and time for proper dehydration of the Cottage cheese are 80 ° C and 4 hours respectively.

Finally, dehydration of the Cottage cheese to temperature and time proposed above is highly recommended because through these factors it is possible to obtain an excellent product that retains its nutritional qualities and has a long service life, easy to maintain and profitable, it may even be tradable.

CENTRO DE IDIOMAS



COORDINACION

## INTRODUCCIÓN

El consumo humano de la leche de origen animal comenzó hace unos 11.000 años con la domesticación del ganado, el primer animal que se domesticó fue la vaca y actualmente es su leche la que más se utiliza por sus propiedades, la cantidad que se obtiene, su agradable sabor, su fácil digestión para los humanos, así como la gran cantidad de derivados que se obtienen de ella.

En el Ecuador la leche así como sus derivados se ofertan con diversas marcas siendo mayormente popular el yogur, la mantequilla y los quesos en sus distintas presentaciones, entre otros. El queso de proteínas de suero (requesón) es un lácteo que se obtiene mediante la fermentación del suero sobrante de la elaboración de los quesos, contiene proteínas de alto valor biológico, fósforo, sodio y calcio, su contenido graso es menor que el de la mayoría de los quesos y es un alimento de fácil digestión. Es altamente perecible en su forma fresca y precisamente esta es la forma más común de su comercialización.

La deshidratación es un sistema de conservación de alimentos que se remonta al Neolítico, al extraer el agua de un alimento se evita la propagación de microorganismos y su descomposición. La deshidratación se considera es el sistema ideal para conservar cualquier tipo de alimento porque mantiene prácticamente inalteradas todas sus propiedades (vitaminas, minerales, etc.).

Hay una importante diferencia entre deshidratar un alimento de forma gradual y adecuada a su estructura molecular, teniendo control sobre los factores influyentes para así obtener un producto de calidad, de buen aspecto y seguros de conservar sus nutrientes, y secarlo en el horno de la cocina.

El presente proyecto ha sido realizado con el principal objetivo de determinar la temperatura ideal y el tiempo necesario a utilizarse a fin de conseguir requesón deshidratado adecuado para su posible comercialización y consumo final. Para un mejor entendimiento del lector, este proyecto de investigación ha sido dividido en

capítulos que siguen un orden lógico de acuerdo al formato establecido, de la siguiente manera:

Capítulo 1.- Su contenido enfocado en establecer el problema a ser investigado, más los objetivos y la justificación del proyecto de investigación.

Capítulo 2.- Contiene el soporte científico para realizar la investigación.

Capítulo 3.- Hace referencia a la metodología, incluyendo el diseño, tipo de investigación, población, métodos y técnicas utilizadas, además de los procesos para la recolección de datos.

Capítulo 4.- Se exponen los resultados obtenidos luego de culminado el procesamiento de datos recolectados, junto a la pertinente discusión de los mismos.

Capítulo 5.- Se exteriorizan las distintas conclusiones obtenidas a partir del análisis e interpretación de resultados obtenidos de la investigación.

Capítulo 6.- Incluye una alternativa orientada al tema sobre el cual se ha realizado este proyecto de investigación.

# CAPÍTULO I

## 1. PROBLEMATIZACIÓN

### 1.1. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La forma más antigua y sana de preservación de los alimentos es la deshidratación pues al extraer el agua de los alimentos evita la proliferación de microorganismos y la putrefacción. El secado de alimentos mediante el sol y el viento para evitar su deterioro se ha venido realizando desde tiempos antiguos. Su aplicación se extiende a una amplia gama de productos: pescados, carnes, frutas, verduras, té, café, azúcar, almidones, sopas, comidas precocinadas, especias, hierbas, etc.

El requesón es un alimento rico en proteínas que se obtiene del suero restante en la elaboración de quesos, es recomendado por los nutricionistas, a pacientes con problemas de hipertensión y otras afecciones de salud. Es una importante fuente proteica ya que contiene cuatro veces más proteínas que la leche y sus proteínas son de mayor valor biológico que las presentes en mayor cantidad en otras proteínas lácteas.

Su alto valor nutricional lo convierte en un producto apetecible para el consumidor más su corta vida útil lo hace vulnerable a la acción de microorganismos y de condiciones organolépticas que alteraran su composición, desmejorando su calidad. Al ser un alimento altamente perecible se considera un excelente candidato para la deshidratación en pos de facilitar su comercialización y consumo final.

## *1.2. DELIMITACIÓN*

La presente investigación se realizó en el laboratorio de Control de Calidad de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Chimborazo, ubicada en el cantón Riobamba de la provincia de Chimborazo, dónde se realizó la deshidratación del requesón y sus posteriores análisis, al mismo tiempo cabe mencionar que esta investigación tuvo una durabilidad de cuatro meses.

## *1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA*

¿Cómo obtener requesón deshidratado, manteniendo las características físicas propias del producto, mediante la aplicación de diferentes rangos de temperaturas y tiempos?

## *1.4. OBJETIVOS*

### **1.4.1. Objetivo General**

Determinar la temperatura y el tiempo adecuado para la obtención de requesón deshidratado.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- ✓ Determinar la temperatura óptima para la obtención de requesón deshidratado.
- ✓ Determinar el tiempo óptimo para la obtención de requesón deshidratado.
- ✓ Estudiar el efecto de la temperatura y el tiempo de deshidratación del requesón para observar las características sensoriales del mismo.

- ✓ Establecer la variación de los resultados de los análisis proximales en requesón deshidratado a diferentes rangos de temperatura y tiempo.
  
- ✓ Establecer la variación de los resultados del control microbiológico: recuento de mohos y levaduras y recuento de bacterias aerobias mesófilas totales en requesón deshidratado a diferentes rangos de temperatura y tiempo.
  
- ✓ Identificar la influencia del pH y grado de acidez para observar las características sensoriales del requesón deshidratado.

### *1.5. JUSTIFICACIÓN*

Los alimentos frescos se descomponen fácilmente debido a su exposición a diversos factores como el aire libre o la temperatura, los cuales facilitan la acción de mohos, levaduras, bacterias y enzimas. Su proceso de descomposición involucra cambio de color, aspecto, olor y sabor, además que se convierte en un alimento perjudicial para la salud.

En la industria alimentaria uno de los más convenientes métodos de conservación de distintos tipos de alimentos es la deshidratación de los mismos, al eliminar la mayor cantidad posible de agua o humedad del alimento seleccionado a través de una serie de condiciones controladas como temperatura, humedad, velocidad y circulación del aire, se puede garantizar la extensión de su vida útil, comercialización y posterior consumo del mismo.

El requesón o queso de suero, es un producto que se consigue a partir del calentamiento del suero de quesería, contiene vitaminas, minerales y proteínas, se fabrica en varias partes del mundo. En la industria ecuatoriana son pocas las empresas que tienen al requesón entre los productos que ofertan, y estas lo comercializan en su forma fresca.

El presente proyecto es realizado con el fin de determinar la temperatura y el tiempo apropiados para obtener requesón deshidratado, y a su vez ofrecer a la comunidad en general, una alternativa natural y accesible de un subproducto lácteo escasamente explotado en nuestro país, garantizando así su origen y su aporte de nutrientes tan necesarios para personas interesadas en mantener una alimentación completa y saludable.

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 2.1. ANTECEDENTES DEL TEMA

Según el Centro de la Industria Láctea (CIL), la industria láctea formal procesa diariamente 2'662.560 litros de leche, de los cuales se destina el 31% a la elaboración de quesos, mientras que el 27% corresponde a la leche en funda, otro 20% a leche en cartón, el 11% para la leche en polvo, el 10% al yogurt y el 1% para otros productos lácteos.

De cada litro de leche que se utiliza para elaborar los quesos solo una parte se transforma en este derivado mientras que las otras nueve partes se convierten en suero. El suero no es aprovechado, principalmente por el desconocimiento de sus usos. Actualmente en Ecuador, sólo algunas industrias lácteas como Alpina y Floralp a nivel nacional, y Lácteos “San Salvador” a nivel local aprovechan el suero mediante la elaboración de queso de proteína de suero también conocido como requesón.

El queso de suero o requesón es un derivado lácteo de sabor suave y delicado. En su origen, el suero con el que se elaboraba el requesón procedía de la leche de cabra o de oveja, mas hoy en día la mayor parte del requesón se elabora a partir de leche de vaca. Se utiliza con frecuencia en platos fríos, calientes, dulces o salados. Se puede incluir en diversas ensaladas o utilizarlo como ingrediente de un plato de pasta o de verduras. Así mismo se emplea en compotas de frutas para suavizar su sabor y se pueden elaborar tartas de requesón en lugar de queso (Wolf, 2011).

Actualmente en el mercado ninguna empresa dedica sus actividades al deshidratado de requesón, sin embargo encontramos productos lácteos deshidratados como la leche en polvo o el suero en polvo, usados como aditivos en la elaboración de otros productos como quesos, yogur, etc. existiendo incluso una norma en el Codex alimentario destinada para el suero en polvo (CODEX STAN 289-1995).

## 2.2. ENFOQUE TEÓRICO

### 2.2.1. Requesón

Según la Norma INEN 2584:2013 se entiende por queso de proteína de suero el producto que contiene la proteína extraída del componente del suero de la leche. Estos productos se elaboran a partir de la coagulación de proteínas de suero (queso Ricotta por ejemplo); Y es diferente del queso de suero.

El queso de proteínas de suero obtenido por coagulación se produce por precipitación térmica del suero, o de una mezcla de suero y leche o crema, con la adición de ácido o sin ella. Estos quesos de proteínas de suero tienen un contenido relativamente bajo de lactosa y un color que va de blanco a amarillento.

El requesón es un derivado lácteo con un alto valor nutricional, aporta proteínas, grasas y carbohidratos, nutrientes necesarios en la alimentación diaria. Además contiene vitaminas y minerales provenientes de la leche. Una alimentación variada y saludable incluye un adecuado aporte de proteínas, y el requesón contiene diferentes proteínas de la leche, las cuales son denominadas de alto valor biológico porque el organismo tiene la capacidad de utilizarlas mejor comparadas con las proteínas de origen vegetal.

El requesón, además de nutritivo, es un ingrediente ideal para la preparación de postres como tartas, flanes, budines, tiramisú y bizcochos. Ramírez (2009).

#### 2.2.1.1. Elaboración

En la elaboración de requesón para Inda (2000), de lo que se trata básicamente; es de recuperar la mayor cantidad posible de la proteína en el lactosuero, el mecanismo principal para la elaboración de este producto es la desnaturalización controlada de las proteínas.

La caseína, el elemento que se coagula dando su consistencia al queso, ya no está presente en el suero empleado para elaborar el requesón, que obtiene su textura de la cocción a alta temperatura, al endurecerse la albúmina y la globulina presentes en el suero. El añadido de ácido cítrico o tartárico se emplea a veces para catalizar el proceso. Aunque el requesón tradicional se produce exclusivamente a base del suero reaprovechado, la producción industrial, en especial en Estados Unidos, le añade a veces leche entera para incrementar la consistencia. Una vez coagulada, se deposita en recipientes que permiten el drenaje del exceso de líquido durante unas diez horas.

A diferencia del queso, el requesón es un producto rápidamente perecedero. Para incrementar su periodo de consumo, se le somete a varios procesos. Prensado, salado y puesto a secar se obtiene ricotta salata, similar a un queso duro. Ahumado, da lugar a ricotta affumicata, de color ligeramente pardo y sabor característico. Ligeramente horneado, se obtiene la ricotta infornata, típica de la región mediterránea. Un largo proceso de salado y acidificación controlada produce la ricotta scanta, ligeramente amarga, intensa y picante.

La producción de ricota es panitálica; la variedad más difundida es la producida en Sicilia, pero también son grandes productores Calabria y Cerdeña.

En España, el requesón se produce principalmente en las regiones cantábricas y zonas cercanas, como los Pirineos y Galicia.

#### 2.2.1.2. Consumo

El sabor y el valor nutricional dependen en gran medida de la leche empleada; en Italia está extendida la producción de ricota vacuna, ovina, caprina y aun de búfala. La de leche de oveja es la más rica en grasas, alcanzando el 24 %, mientras que las de origen bóvido no superan el 8 %. Es rica en proteínas, y especialmente en lactosa.

Se emplea para rellenar pasta (raviolis, tortellini, canelones, lasaña) o en postres. Mezclada con fruta o frutos secos, es un tradicional dulce casero. Endulzada, es el relleno principal de los cannoli sicilianos, y uno de los ingredientes clave en la elaboración de la cassata.

En Argentina un típico postre es la tradicional tarta de ricota. Wiki (2015).

#### 2.2.1.3. Valor Nutricional

El requesón es una importante fuente proteica ya que contiene cuatro veces más proteínas que la leche. Las proteínas son muy importantes en la alimentación diaria ya que son las encargadas de la formación y mantenimiento de los músculos y demás tejidos del cuerpo.

Las grasas del requesón, además de aportar energía, ayudan en el mantenimiento de la temperatura corporal y favorecen el aprovechamiento de las vitaminas como la A, D, E y K.

Los carbohidratos por su parte, están presentes en pequeñas cantidades en el requesón y son principalmente lactosa, la cual es denominada popularmente como el azúcar de la leche y cumple en el organismo la misma función que cumplen todos los carbohidratos, proporcionar energía. Alpina (2015).

Por ser un derivado lácteo, el requesón contiene calcio y fósforo que trabajan de manera conjunta para promover la formación, el crecimiento y mantenimiento de huesos y dientes. El calcio tiene otras funciones importantes como la contracción muscular y la coagulación sanguínea, y el fósforo interviene en la adecuada utilización de carbohidratos, proteínas y grasas de la dieta.

De forma natural, los lácteos aportan vitaminas como la vitamina A y D y vitaminas del complejo B como la Tiamina y Riboflavina. La vitamina A interviene regulando procesos de visión nocturna y juega un papel importante en la remodelación de los huesos. La vitamina D regula la fijación de calcio en los huesos y las vitaminas del complejo B, aunque no aportan calorías, son las encargadas de facilitar la utilización de muchos nutrientes de la dieta.

Una de sus notables propiedades es la de neutralizar la acidez gástrica. Como es sabido, la mucosa del estómago secreta normalmente un ácido clorhídrico, que condiciona el ataque de los alimentos cárnicos por la pepsina. En muchas personas, esta secreción es demasiado abundante; la hiperacidez ocasiona entonces ardores, las paredes del estómago se contraen dolorosamente a los efectos de esta agresión interna y pueden llegar a producirse ulceraciones secundarias. El requesón en estos casos actúa como una verdadera esponja absorbiendo todo el exceso de ácido.

Por otra parte, los antibióticos modernos tienden a destruir los microbios benéficos del medio intestinal. El requesón facilita la repoblación de bacterias útiles en el tracto digestivo. De modo que si en el transcurso de enfermedades infecciosas un paciente es sometido al tratamiento mediante antibióticos, es muy conveniente incluir requesón o yogurt en su alimentación. Alpina (2015).

Requesón	
<b>100g de porción comestible</b>	
<b>Aporte por ración</b>	
<b>Energía [Kcal]</b>	98
<b>Proteína [g]</b>	13,6
<b>Lípidos Totales [g]</b>	4,0
<b>AG Saturados [g]</b>	2,17
<b>AG Monoinsaturados [g]</b>	1,03
<b>AG Poliinsaturados [g]</b>	0,1
<b>Colesterol (mg/1000 kcal)</b>	19,0
<b>Hidratos de carbono (g)</b>	1,8
<b>Fibra [g]</b>	0
<b>Agua [g]</b>	80,6
<b>MINERALES</b>	
<b>Calcio [mg]</b>	60,0
<b>Hierro [mg]</b>	0,1
<b>Yodo [mg]</b>	--
<b>Magnesio [mg]</b>	7,5
<b>Zinc [mg]</b>	0,5
<b>Selenio [µg]</b>	4,0
<b>Sodio [mg]</b>	415
<b>Potasio [mg]</b>	72,0
<b>Fósforo [mg]</b>	150
<b>VITAMINAS</b>	
<b>Vit. B1 Tiamina [mg]</b>	0,02
<b>Vit. B2 Riboflavina [mg]</b>	0,23
<b>Eq. niacina [mg]</b>	3,3
<b>Vit. B6 Piridoxina [mg]</b>	0,08
<b>Folatos [µg]</b>	18,0
<b>Vit. B12 Cianocobalamina [µg]</b>	0,6
<b>Vit. C Ac. ascórbico [mg]</b>	Tr
<b>Vit. A Eq. Retin I [µg]</b>	35,0
<b>Vit. D [µg]</b>	0,02
<b>Vit. E [mg]</b>	0,08

**Cuadro 1.** Composición Nutricional del Requesón

**Fuente:** Tablas de Composición de Alimentos. Moreiras y col., 2013. (REQUESÓN).

### 2.2.2. Deshidratado de Alimentos

La deshidratación de alimento es el proceso de extracción del agua que contiene mediante la circulación de aire caliente, lo que detiene el crecimiento de enzimas y microorganismos que lo deterioran. Además, muchos microorganismos son

destruidos cuando la temperatura llega a 60°C. El objetivo de secar es preservar el alimento al disminuir su humedad hasta que el crecimiento microbiano de bacteria, levadura y moho, y las reacciones químicas por degradación enzimática se detengan y cesen de destruir el alimento durante su almacenaje.

La desecación consiste en extraer la humedad contenida en los alimentos mediante las condiciones ambientales naturales; la deshidratación es el mismo proceso, pero recurriendo a la acción del calor artificial.

Estamos ante uno de los más antiguos métodos de conservación empleados por el ser humano. Actualmente, permite deshidratar el alimento en ciclos de desecación cortos, además de que se obtiene mejor producto y mejor comportamiento cuando se rehidrata o se almacena.

Se sabe que la proliferación microbiana no tiene lugar en presencia ni en ausencia de agua pura. Consecuentemente, cualquier sustrato sobre el que se multipliquen los microorganismos se puede considerar como una disolución acuosa. Por tanto, la desecación o deshidratación lleva a disminuir la humedad relativa o la actividad del agua y, en estas condiciones, los microorganismos no crecen y la mayoría de las reacciones químicas y enzimáticas de alteración quedan detenidas.

Se considera deshidratación al proceso mediante el cual se elimina agua del alimento líquido o sólido. En este caso, se realiza mediante la vaporización, operación en la que intervienen dos fenómenos fundamentales:

- La transferencia de calor; de esta forma, el agua se transforma en vapor.
- La transferencia de vapor de agua a través y fuera del alimento.

Cuando el agua pura se evapora con aire caliente, la pérdida de peso es función lineal del tiempo. Sin embargo, en los alimentos, esta función no es lineal, y se llega a las denominadas curvas de secado, que se obtienen representando el contenido de agua del producto o la velocidad de secado en función del tiempo.

El empleo de los productos deshidratados pasa por una última fase, la rehidratación, que, en algunas ocasiones, ofrece dificultades. En alimentos troceados, como las verduras o la carne, su rehidratación depende, en gran medida, de la estructura de los trozos y del grado en que retienen agua. En líneas generales, se puede afirmar que la rehidratación es mejor cuanto más pequeños son los trozos.

Si se trata de productos que se presentan en forma de polvo, su reconstitución depende, fundamentalmente, de cuatro propiedades:

- Humectabilidad. Es la capacidad de las partículas para absorber agua en su superficie e iniciar la rehidratación.
- Sumergibilidad. Se trata de la capacidad de la partícula para hundirse en el agua.
- Dispersabilidad. Es la facilidad con la que las partículas se distribuyen de forma individual en la superficie o el espesor del agua.
- Solubilidad. Estamos ante la velocidad y el grado de disolución de las partículas en el agua.

Las bacterias y microorganismos del interior de los alimentos y procedentes del aire necesitan agua para crecer. La deshidratación alimentos es una técnica de conservación que consiste en extraer gran parte del agua contenida en los alimentos, evitando con ello el desarrollo de los microorganismos causantes de su deterioro y putrefacción. Analiza (2014).

El deshidratado les priva del medio y también crea una capa exterior dura, ayudando evitar que los microorganismos penetren en los alimentos.

A diferencia de las conservas que calientan mucho el alimento destruyendo sus propiedades, o de la congelación que también somete al alimento a temperaturas extremas y cambia sus propiedades energéticas, el deshidratado es suave y gentil

con el alimento. Además, al desaparecer 7/8 partes del agua, el sabor es más concentrado e intenso.

Las ventajas de la desecación de alimentos son:

- Pueden conservar gran porcentaje de su sabor, color, consistencia y aspecto durante largo tiempo.
- Se pueden volver a rehidratar para su consumo.
- Sus propiedades nutritivas se conservan casi en su totalidad.
- Su tamaño es más pequeño y son de menor peso que en su estado natural.
- Son de fácil transportación y almacenamiento.
- Hacen mucho más costeable el transporte y reducen espacios en los almacenes.
- Tiempo prolongado de conservación.
- Se pueden encontrar en cualquier temporada.
- Son una buena opción para personas muy ocupadas.
- Son un buen y saludable tentempié o botana.
- Excelente como alimento para salir de excursión, campamento, etc.

Los alimentos que se utilizan en la deshidratación son de muy buena calidad, están en su mejor momento de madurez. Villen (2012).

#### 2.2.2.1. Pormenores de la Deshidratación

Es muy importante para una perfecta deshidratación que la temperatura sea constante y el aire circule libremente entre los alimentos. Hay que tener en cuenta que dentro de la estructura molecular de cada fruta, verdura, carne, etc. la cantidad de agua / humedad es distinta. De esa diferencia dependerá la temperatura y el periodo de tiempo necesarios, para que obtengamos una perfecta deshidratación del alimento o alimentos.

La preparación de todos los alimentos para deshidratar es muy simple. Una vez

deshidratados mantienen todo el sabor incluso muchas veces se realza y los nutrientes prácticamente no sufren variaciones.

Otra de las múltiples facetas de la deshidratación, y que fascina a muchas personas, es que pueden preparar deliciosos e interesantes tentempiés que podrán comer en lugar de tapas al mediodía, a media tarde, etc., o enérgicas mezclas para consumirse en lugar de comidas cuando viajan, practican algún deporte, salen a las montañas, playas, hacen turismo o simplemente van de compras. Pueden crear sus propias mezclas para las sopas, bases para sales con hierbas, infusiones, bases para guisos y tajines, y como no frutas que después pueden convertir en decorativos centros de chocolate. Dueñas (2015).

#### 2.2.2.2. Temperatura

Mientras mayor sea el diferencial de temperatura entre el medio calórico y el producto, mayor será la intensidad de transferencia del calor al producto, permitiendo una mayor energía para extraer la humedad. Cuando el medio calórico es el aire, la temperatura juega un rol secundario importante. Mientras el agua se extrae del producto como vapor, éste debe ser transportado afuera. De lo contrario, la masa de aire se saturará de humedad, retardando la extracción de mayor caudal de agua. Mientras más caliente sea el aire, mayor será la humedad que podrá portar antes de saturarse. De ahí que una mayor temperatura del aire alrededor del producto pueda extraer más humedad que un aire más frío. El factor de arrastre es la capacidad del aire para retirar humedad y fluctúa entre un 30% y 50% de la cantidad teórica. También un mayor volumen de aire será capaz de extraer mayor vapor que uno menor. Valdés (2008).

#### 2.2.2.3. Tiempo y Temperatura

Puesto que todos los métodos más importantes para deshidratar alimento se basan en el calor y que los constituyentes del alimento son sensibles al calor, se debe llegar a un compromiso entre la intensidad máxima de deshidratación y el

mantenimiento de la calidad del alimento. Tal como en el caso del uso de calor para el proceso de pasteurización y esterilización, el proceso de deshidratación podrá emplear relativamente altas temperaturas por poco tiempo para que el daño al alimento sea menor que menores temperaturas por tiempos más prolongados. De este modo, el alimento deshidratado en deshidratadores retendrá una mejor calidad que el mismo producto secado al sol.

Temperaturas bajas de deshidratado y tiempos de deshidratado menores son especialmente importantes en el caso de alimentos sensibles al calor. Temperaturas elevadas producen encostramiento en productos ricos en almidones. Este fenómeno se produce cuando el agua que hay dentro del alimento no puede salir debido a la velocidad con que se ha secado la superficie. Así, el proceso puede verse interrumpido si la superficie del alimento se seca por completo, creando una costra que evita que la humedad que estaba emergiendo continúe su curso. En otros casos, aumentar la temperatura para intensificar el proceso de deshidratado destruye las vitaminas, lo que origina la pérdida de color y sabor. La decoloración suele ocurrir tanto durante las fases preliminares como en las del deshidratado propiamente dicho. Así, se produce el pardeamiento causado por reacciones químicas y bioquímicas o por sobrecalentamiento. Por otra parte, temperaturas un poco mayores que las del ambiente, junto a un alto grado de humedad dentro del túnel de secado, favorecen el desarrollo de hongos, levaduras y bacterias. Valdés (2008).

### **2.2.3. Alteraciones en Alimentos por Deshidratación**

La calidad microbiológica de los productos deshidratados depende fundamentalmente de la contaminación inicial proveniente del material fresco, del método de deshidratación y condiciones operativas empleadas y de los tratamientos especiales efectuados en el producto antes y después del secado. De acuerdo a esta suma de factores no es probable hallar una considerable carga microbiana en los productos deshidratados.

Si bien durante el proceso de secado se puede producir una reducción considerable del número de células viables de muchas especies microbiológicas, existen otras que son altamente resistentes a la desecación y capaces de sobrevivir, aportando un importante grado de contaminación al producto final. En general son muy resistentes las esporas bacterianas y fúngicas, algunos micrococcos y las micobacterias.

Por regla general, los productos deshidratados no tienen un sabor tan fuerte, aunque en la mayoría de los casos, si se añade mantequilla, sal u otros condimentos, el alimento deshidratado preparado puede llegar a ser tan sabroso o incluso más que el producto fresco.

Las alteraciones físicas más habituales son deformación, encogimiento, endurecimiento, cambio de color y en menor medida pérdida de sólidos.

El cambio de temperatura y humedad, tiene también efectos sobre la composición química. La pérdida de proteínas y vitaminas puede ser minimizada con una adecuada selección del proceso de deshidratación y unas buenas condiciones de almacenamiento.

Si bien es cierto que los alimentos deshidratados retienen más nutrientes que los congelados o enlatados, hay que ser consciente que se producirá una cierta pérdida en el valor nutritivo del alimento, especialmente a causa de la oxidación. En cuanto a la pérdida de carbohidratos o pigmentos, ésta puede ser controlada mediante tratamientos con azufre. Rioja-Scott (2005)

Uno de los métodos más antiguos de conservación de alimentos ha sido el proceso de secado de los mismos (se cree que ya en el Paleolítico, la carne y el pescado se secaban al sol).

De cualquier manera, no se puede confundir el proceso voluntario de secado de un alimento con las pérdidas de agua que se produce en algunas ocasiones y que casi siempre no son deseadas.

El funcionamiento de estas técnicas se basa en que al extraer agua del producto reducimos la aw (porcentaje de agua) y como consecuencia de ello se impide el desarrollo microbiano, y se disminuye la actividad enzimática.

El éxito del resultado final es difícil porque, como se fuerza al alimento a bajar su contenido en humedad, se producen en él cambios importantes.

El principal objetivo de las técnicas que vamos a ver es aumentar la vida útil, pero como contrapartida tienen el riesgo de modificar más o menos la calidad nutritiva y organoléptica.

Al margen de todo ello, la industria alimentaria emplea estos métodos con el objetivo de disminuir el peso y el volumen de los productos con todas las ventajas que esto supone para el transporte y el almacenamiento; por último también es objetivo de estas técnicas ofrecer al consumidor productos más cómodos de usar (el café soluble está liofilizado).

Una vez que se ha deshidratado el alimento, su buena **conservación** exige almacenarlo **al abrigo de la humedad, el O<sub>2</sub> y la luz**, elementos todos que pueden ser responsables de fenómenos de oxidación. Por este motivo es fundamental una elección adecuada del material del envase que va a proteger dichos alimentos.

La principal forma de evaluar la calidad de un proceso de desecación es viendo la capacidad que tiene el producto desecado para ser reconstruido añadiéndole agua y recuperando las propiedades que perdió el material original.

#### 2.2.3.1. Pardeamiento Enzimático

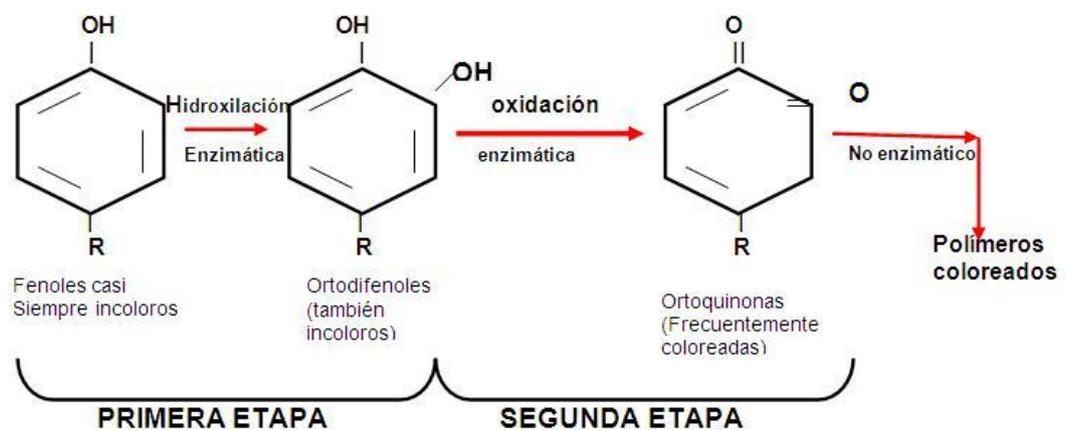
El rápido oscurecimiento de muchas frutas y verduras como manzanas, plátanos, aguacates, papas es un problema al que se enfrentan con frecuencia los profesionales en alimentos. A diferencia del pardeamiento no enzimático

mencionados anteriormente este tipo de coloración es muy rápida, requiere el contacto del tejido con el oxígeno, es catalizado por enzimas que están presentes en el tejido del alimento y ocurre solamente en tejidos vegetales. Con frecuencia se considera al pardeamiento no enzimático como un proceso de deterioro perjudicial que debe de prevenirse. Por otra parte, el pardeamiento enzimático es esencial en el desarrollo del color y sabor adecuado en el té y el cacao.

El pardeamiento enzimático no ocurre en los alimentos de origen animal, en los vegetales origina problemas cuando se altera el tejido o se dañan por golpes durante los procesos: pelado, corte, triturado, para la preparación de jugos, congelación y deshidratación.

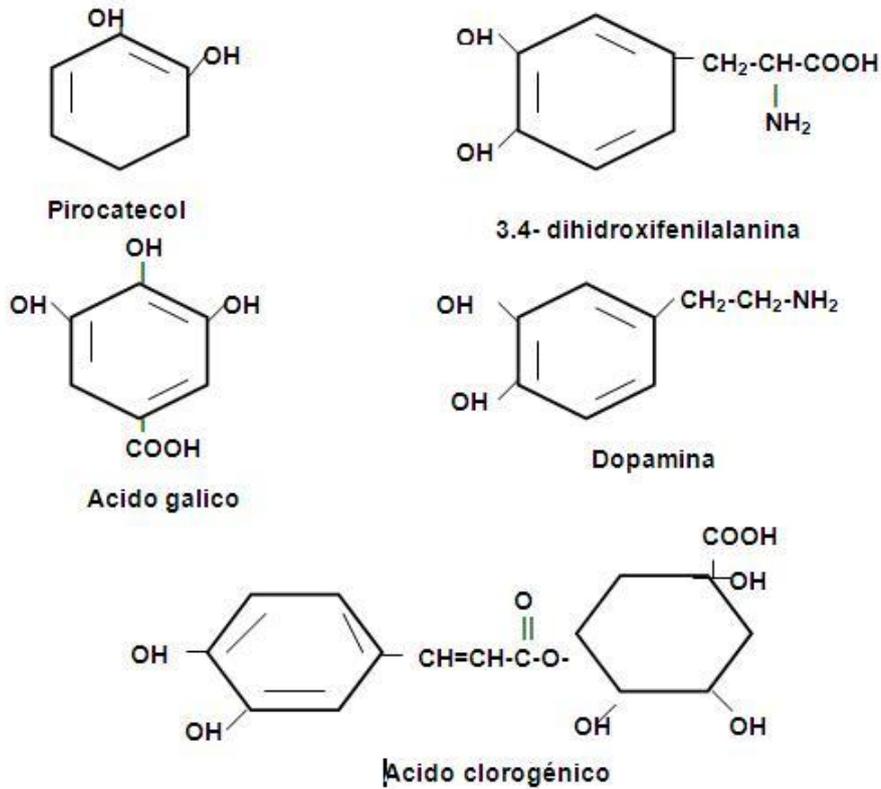
El pardeamiento enzimático se observa en los vegetales ricos en compuestos fenólicos y también durante la formación de melaninas en los insectos (oscurecimiento de la cutícula) así en los mamíferos (melanomas responsables de la pigmentación de la piel).

Se denomina pardeamiento enzimático la transformación enzimática en sus primeras etapas, de compuestos fenólicos en polímeros coloreados, frecuentemente pardos o negros Cheftel, J (1998). Las fases de su transformación son las siguientes:



**Figura 1.** Etapas de Pardeamiento Enzimática  
**Fuente:** Cheftel, J (1998).

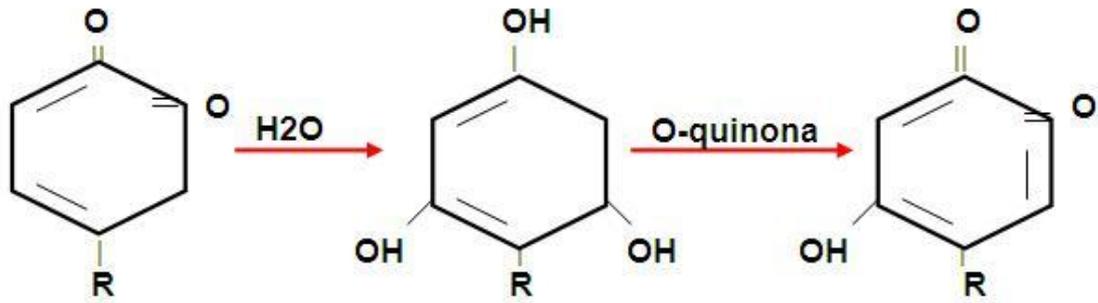
Entre los sustratos naturales del pardeamiento enzimático tenemos los mono, di, o polifenoles, su reactividad depende de su estructura y de las enzimas que catalizan su oxidación:



**Figura 2.** Sustratos Naturales de Pardeamiento Enzimática  
**Fuente:** Cheftel, J (1998).

La **etapa inicial** del pardeamiento enzimático es la oxidación catalizada por enzimas, denominadas monofenolasas; cuyos sustratos son los derivados del catecol para dar las ortoquininas correspondientes (ver figuras de las fases de transformación).

El paso, **segunda etapa**, siguiente implica la polimerización de las o-quinonas para dar sustancias complejas coloreadas se desconoce la estructura exacta de estos compuestos se cree que la polimerización de las o-quinonas se ve precedida por una hidroxilación a las hidroxiquinonas correspondientes:

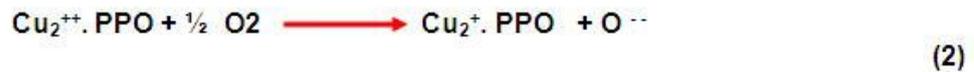
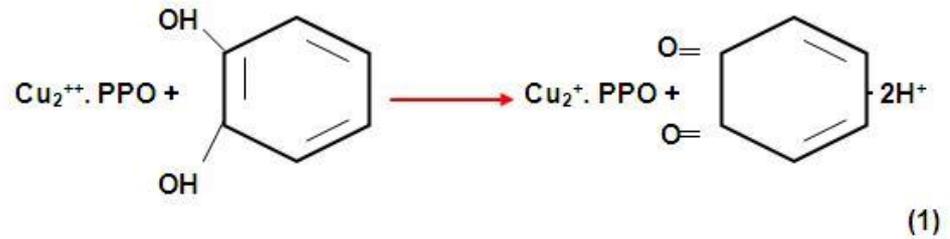


**Figura 3.** Cambio de hidroxilación a hidroxiquinona  
**Fuente:** Cheftel, J (1998).

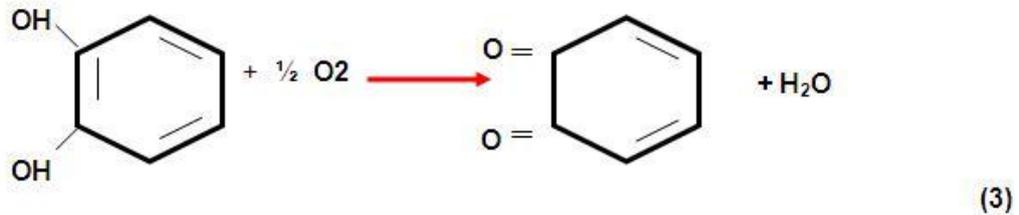
Estas, y las continuas reacciones de polimerización o condensación conducen a los pigmentos rojos, morados, pardos, negros, son aparentemente no enzimáticos y no requieren la presencia de oxígeno.

Se debe aclarar que la hidroxilación de monofenoles y la oxidación de difenoles son dos acciones enzimáticas distintas y separables; sin embargo, parece que una misma enzima puede catalizar, frecuentemente, ambas reacciones. Enzimas de origen diferente también presentan relaciones de actividad hidroxilante/oxidante diferentes, lo que atribuye a la existencia de isoenzimas y al hecho de que su contenido en  $\text{Cu}^+$  y  $\text{Cu}^{++}$  varía de una a otra forma. La nomenclatura relativa a estas enzimas no es muy precisa: se habla de monofenolasa o de cresolasa, refiriéndose a la primera etapa enzimática y de polifenoloxidasas, de polifenolasa o de catecolasa con relación a la segunda etapa, el nombre sistemático para las enzimas responsables de la acción oxidante es O-difenolo-oxígeno-oxidoreductasa (E.C.1.10.3.1.). Es el oxígeno molecular el que actúa como aceptor de hidrogeno.

No se conoce perfectamente el mecanismo de la oxidación de difenoles. Se propone la siguiente ecuación estequiométrica:



Cuyo producto final es:



**Figura 4.** Oxidación de Difenoles

Fuente: Cheftel, J (1998).

La cinética de la reacción se estudió midiendo la absorbancia de las quinonas. La reacción se inhibe por un exceso de producto final. (Quinona).

Aunque las polifenoloxidasas sólo están presentes en los tejidos vegetales en bajas concentraciones frecuentemente es el contenido en sustrato y no la enzima el que limita la velocidad de pardeamiento. El pH óptimo para el pardeamiento se sitúa entre 5 y 7 y más específicamente entre 6 y 6.5. A pH más bajos su actividad decrece rápidamente y puede medirse por la absorbancia de las quinonas, a la oxidación no enzimática de compuestos cuyo potencial redox es inferior a las de las quinonas. Por lo general, la polifenoloxidasa es relativamente resistente al calor. Según la fuente de que la enzima proceda, se pueden requerir temperaturas hasta de 100°C durante 2 a 10 minutos para desnaturalizar dicho biocatalizador.

La polifenoloxidasa posee acción oxidante e hidrolizante en los siguientes alimentos:

Polifenolsa	Alimento
Oxidante	Plátano Melocotón Té Tabaco
Hidrolizante	Manzana Pera Papa Champiñones

**Figura 5.** Acción Oxidante de polifenoloxidasas

**Fuente:** Cheftel, J (1998).

#### 2.2.3.2. Crecimientos de Hongos y Levaduras

En un estado perfectamente seco, no hay posibilidad de que proliferen hongos y mohos, pero los alimentos deshidratados son muy higroscópicos y captan agua rápidamente. Para evitarlo, se usan embalajes impermeables y se almacenan en seco.

La contaminación fúngica de un alimento tiene mucha importancia, no tan sólo por su acción deteriorante, que pudre y malogra materias primas y productos manufacturados, sino también por la capacidad de algunos hongos para sintetizar gran variedad de micotoxinas, para provocar infecciones e, incluso, para provocar reacciones alérgicas en personas hipersensibles a los antígenos fúngicos. Por estos motivos, para conocer la calidad microbiológica de un producto, es pertinente realizar un recuento de hongos y levaduras.

En general, los hongos son microorganismos eucariotas pluricelulares filamentosos, no presentan pigmentos fotosintéticos y son quimioheterótrofos aerobios estrictos. A diferencia de las plantas, presentan un bajo grado de diferenciación en los tejidos.

Se da comúnmente el nombre de moho a ciertos hongos multicelulares filamentosos, dotados de un micelio verdadero, microscópicos, y cuyo

crecimiento en los alimentos se conoce fácilmente por su aspecto aterciopelado o algodonoso.

Las levaduras son hongos que crecen generalmente por gemación, en forma de agregados sueltos de células independientes, que pueden ser globosas, ovoides, cilíndricas o alargadas. En algunos casos, forman cadenas de células alargadas (pseudohifas), adheridas de modo suelto (blastospora), semejantes a un micelio, por lo que se les denomina pseudomicelio. Algunas especies forman breves extensiones de verdadero micelio, con frecuencia septado (tabicado). Hay especies de levaduras esporógenas. No existe, por tanto, un límite de separación definido entre levaduras y otros hongos que forman un micelio típico. Ecobiouvm (2014).

#### **a. Humedad y Agua disponible (aw).**

La cantidad de agua existente en el ambiente y en los sustratos es uno de los factores importantes para el desarrollo de los hongos y para la producción de micotoxinas. Sin embargo no sólo influye la cantidad de agua sino también la forma de presentación de la misma, así pues, el agua se encuentra en forma libre y en forma combinada.

El agua libre existe dentro y alrededor de los tejidos vegetales o de las células y puede ser eliminada sin interferir seriamente con los procesos vitales. La forma combinada está presente en los tejidos vegetales y animales, formando parte integrante de las células que los componen y en unión con las proteínas y glúcidos. Para la germinación de las esporas de hongos, es necesario que el agua se encuentre en forma libre. Gimeno (2002).

#### **b. Temperatura**

La temperatura óptima para el desarrollo de los hongos se encuentra entre 25 y 30°C y el límite máximo entre 40 y 45°C. Destacamos que la mayor parte de los hongos no crecen por debajo de 5°C y que sin embargo hay hongos como

el *Aspergillus flavus*, *Aspergillus candidus* y *Aspergillus fumigatus* que pueden crecer sin problemas hasta los 55°C y otros como el *Penicillium expansum* y el *Penicillium cyclopium* que son capaces de crecer a 0°C.

### **c. Zonas de Microflora**

En un silo pueden existir pequeñas zonas del alimento con alto contenido en humedad susceptibles de desencadenar un desarrollo fúngico, lo cual puede después provocar un aumento general de humedad en el sustrato y consecuentemente una mayor contaminación fúngica y predisposición para la producción de micotoxinas.

### **d. pH**

Los hongos toleran un gran intervalo de pH (2,5 - 7,5), de un modo general soportan mejor el medio ácido que el alcalino. Es de destacar que ellos mismos son capaces de alterar el pH, utilizando como fuente de energía los ácidos orgánicos del alimento o los excretados por bacterias acidificantes que pueden aparecer durante el periodo de deterioro del alimento. Gimeno (2002).

### **e. Cepas específicas**

En una misma especie fúngica, no todas las cepas se comportan de la misma forma. Así pues, la cepa NRRL 1957 de *Aspergillus flavus* no produce aflatoxina, sin embargo ella es producida por otras cepas como: NRRL 3251, NRRL 3357, NRRL 3517 y NRRL 3353 (2).

Existen más factores físicos, químicos y biológicos que afectan a la formación de hongos y producción de micotoxinas y que no fueron aquí tratados por ser de menos interés práctico.

### 2.2.3.3. Crecimiento de Bacterias Aerobias Mesófilas

Las bacterias que deterioran los alimentos pueden dividirse en principio en tres clases, según la temperatura a la que crecen más rápidamente:

Las bacterias termófilas: crecen más rápidamente a temperaturas superiores a  $40^{\circ}$  –  $45^{\circ}$  C y hasta  $75^{\circ}$ C en este grupo se encuentran algunos bacilos que forman esporas y producen acidez.

Las bacterias mesófilas: son aquellas que tienen su mayor velocidad de crecimiento a temperaturas comprendidas entre  $25$  y  $40^{\circ}$  C. esta clase comprende la mayor parte de los organismos que tienen como huésped el hombre y otros animales de sangre caliente, por ejemplo: la Salmonella y el Staphylococcus aureus. Los organismos que se producen en las plantas y en el suelo son mesófilos.

Las bacterias psicrófilas: toleran el ambiente frío, muchos organismos que prosperan en el agua son de esta clase. Su velocidad óptima de crecimiento puede estar a temperaturas entre los  $20$  y los  $30^{\circ}$  C pero continúan creciendo, aunque más lentamente, a temperaturas tan bajas como de  $0^{\circ}$  a  $5^{\circ}$ C.

Las bacterias pueden clasificarse también según sus necesidades de oxígeno. Los microorganismos aerobios crecerían solo en presencia de oxígeno. La mayoría de los organismos productores de ácido, tales como los Lactobacilos son de esta clase. Los anaerobios como el Clostridium botulinum y el C. welchii crecerán solo en ausencia de oxígeno. Algunos organismos pueden crecer tanto en presencia como en ausencia de oxígeno y se conocen con el nombre de facultativos, entre ellos están los Staphylococcus.

Por consiguiente el grupo de las bacterias mesófilas aeróbicas es el más abundante y el que se desarrolla en diversos ambientes, debido a sus requerimientos de

oxígeno y temperatura, por tal razón se usan como indicadores de contaminación en algunos alimentos.

#### **a. Características**

- ❖ Se multiplican en aerobiosis
- ❖ Temperatura de incubación entre los 20 y los 37°C
- ❖ Pueden ser patógenas o saprofitas

Recuentos altos en alimentos estables a menudo indican materias primas contaminadas o tratamientos no satisfactorios desde el punto de vista sanitario.

- En los productos perecederos pueden indicar también condiciones inadecuadas de tiempo/temperatura durante su almacenamiento.
- La presencia de un número elevado de bacterias aerobias mesófilas que crecen bien a temperatura corporal o próxima a ella, significa que pueden haberse dado condiciones favorables a la multiplicación de los microorganismos patógenos de origen humano o animal.
- Todas las Bacterias patógenas conocidas vehiculadas por los alimentos son mesófilas y en algunos casos contribuyen con su presencia a los recuentos en placa encontrados.

#### **b. Recuento**

La mayoría de los alimentos industrializados (excepto, por ejemplo, los productos fermentados) deben ser considerados como inadecuados para el consumo cuando contienen un gran número de microorganismos aun cuando estos microorganismos no sean conocidos como patógenos y no hayan alterado de forma apreciable los caracteres organolépticos del alimento. Pueden darse varias razones que justifican esta conducta:

- Algunas cepas de bacterias mesófilas comunes, no generalmente consideradas como agentes de enfermedades transmitidas por los alimentos (Proteus, Enterococos y Pseudomonas) han sido señaladas como causa de enfermedad cuando existía un elevado número de células viables en los alimentos.
- Hay que tener en cuenta que las bacterias aerobias mesófilas, como grupo, pueden ser consideradas generalmente como organismos indicadores, aunque representan una medida mucho menos precisa y fiable del peligro de intoxicación alimentaria que otros indicadores de los que hablaremos más adelante. Los recuentos elevados de bacterias mesófilas, por ejemplo en productos crudos o no tratados, a menudo están constituidos por la microflora normal o quizás indican una alteración incipiente del alimento y no un peligro potencial para la salud del consumidor.

Es preciso advertir que el recuento de la flora aerobia mesófila tiene un valor limitado en algunos casos:

- En determinados tipos de alimentos (embutidos fermentados, col ácida, queso y otros derivados lácteos) es natural y deseable una gran multiplicación bacteriana, con una fermentación o maduración paralela del alimento. En estos productos, un recuento elevado carece prácticamente de significado, ya que los microorganismos improprios no pueden diferenciarse generalmente de la microflora propia o normal.
- En los alimentos tratados por el calor, la población de microorganismos viables suele ser muy baja, aunque un examen microscópico de estos productos puede a veces poner de manifiesto la presencia de microorganismos muertos, cuyo número indica que la materia prima estaba muy contaminada.
- Del mismo modo, en los alimentos deshidratados y en los congelados, siempre se obtienen recuentos de bacterias viables más bajos. Así, un recuento en placa puede no reflejar la calidad bacteriológica de la materia prima antes de los procesos o tratamientos correspondientes, y por ello, es necesario llevar a cabo un examen microscópico directo para comprobar si, efectivamente, en un principio existían o no abundantes gérmenes.

- Los recuentos de bacterias mesófilas son de escaso valor a la hora de predecir la vida útil de un alimento conservado en refrigeración, ya que muchos microorganismos mesófilos no crecen a temperaturas por debajo de los 5°C. Para esta finalidad es preferible el recuento de bacterias viables psicrotólicas con temperaturas de incubación entre 0 y 5 °C durante 10 días.

### **c. Importancia**

Las bacterias mesofílicas aerobias proporcionan información acerca del número de bacterias viables, por lo que representan un recurso valioso adicional para determinar el grado de exposición de los alimentos a la contaminación por microorganismos. El recuento de estos organismos representa un respaldo al significado atribuido a los resultados de los análisis de los coliformes. Durante la determinación de bacterias mesófilas aerobias, se observaron valores muy variados dentro de los diferentes lugares de muestreo, esta variación puede deberse a factores tales como: la frescura del pescado, la temperatura y el tiempo de almacenamiento. Morales G (2003).

### **d. Crecimiento**

Los parámetros (también llamados factores) que afectan la tasa de proliferación de microorganismos se puede categorizar como extrínsecos e intrínsecos.

#### **- Temperatura de almacenamiento**

Los microorganismos tienen un rango óptimo, así como un mínimo y un máximo de temperatura para crecer. Por lo tanto, la temperatura ambiental determina no solamente la tasa de proliferación sino también los géneros de microorganismos que prosperarán y el grado de actividad microbiana que se registrará.

El cambio de solo unos cuantos grados en la temperatura favorecerá el crecimiento de organismos completamente diferentes y resultará en un tipo

distinto de descomposición alimentaria y/o enfermedad de origen alimentario. Es debido a estas características que se emplea el tratamiento térmico como un método para controlar la actividad microbiana.

La temperatura óptima para la proliferación de la mayoría de los microorganismos va de 14°C a 40°C, aunque algunos géneros prosperarán por debajo de 0°C (la temperatura más baja reportada con crecimiento microbiano es de -34°C) y otros géneros crecerán a temperaturas por arriba de 100°C.

#### **- Disponibilidad de oxígeno y presencia de otros gases en el ambiente**

Como con la temperatura, la disponibilidad de oxígeno determina los microorganismos que estarán activos. Algunos tienen un requerimiento absoluto por oxígeno, mientras que otros crecen en ausencia total del gas y otros pueden crecer con o sin oxígeno disponible.

Los microorganismos que requieren oxígeno libre son llamados microorganismos aerobios, mientras que los que prosperan en ausencia de oxígeno son llamados microorganismos anaerobios y los que crecen tanto con presencia como con ausencia de oxígeno libre se conocen como microorganismos facultativos.

El bióxido de carbono es el gas atmosférico más importante que se utiliza para controlar los microorganismos en los alimentos. Junto con el oxígeno, se emplea en los alimentos empacados con atmósfera modificada.

El ozono es otro gas atmosférico con propiedades antimicrobianas y se ha usado por décadas como agente para extender la vida de anaquel de ciertos alimentos. A pesar de ser efectivo contra una variedad de microorganismos, es un agente altamente oxidante por lo que no puede utilizarse en alimentos con alto contenido de lípidos pues podría acelerar la rancidez.

En general, niveles de ozono de 0.15 a 5.00 ppm en el aire inhibe el crecimiento de algunas bacterias que descomponen los alimentos, al igual que el crecimiento de levaduras.

#### **- Humedad relativa del ambiente**

La humedad relativa (RH, por sus siglas en inglés) del ambiente es importante desde el punto de vista de la actividad acuosa dentro de los alimentos y del crecimiento de microorganismos en las superficies. Este factor extrínseco afecta el crecimiento microbiano y puede ser influenciado por la temperatura. Todos los microorganismos tienen un alto requerimiento por agua, necesaria para su crecimiento y actividad.

Cuando la  $A_w$  de un alimentos se establece a 0.60, es importante que este alimento sea almacenado bajo condiciones de RH que no permitan que al alimento tome humedad del aire y por tanto incremente su propia  $A_w$  de la superficie y sub-superficie a un punto donde pueda darse el crecimiento microbiano.

Una alta humedad relativa puede provocar condensación de humedad en los alimentos, el equipo, paredes y techos. La condensación causa superficies húmedas, que conducen al crecimiento microbiano y descomposición. El crecimiento microbiano es inhibido por una humedad relativa baja.

Cuando los alimentos con valores bajos de  $A_w$  se colocan en ambientes de alta RH, los alimentos toman humedad hasta que se alcanza el equilibrio. De manera similar, los alimentos con alta  $A_w$  pierden humedad cuando se colocan en un ambiente con baja RH.

Hay una relación entre RH y temperatura que debe tenerse en cuenta al seleccionar los ambientes de almacenamiento apropiados para los alimentos. En general, cuanto mayor la temperatura, menos será la RH, y viceversa.

Las bacterias requieren una humedad mayor que levaduras y hongos. La humedad relativa óptima para las bacterias es de 92% o superior, mientras que las levaduras prefieren valores de 90% o superior y los hongos prosperan si la humedad relativa está entre 85% y 90%.

Los alimentos que experimentan descomposición superficial por hongos, levaduras y ciertas bacterias deberán ser almacenados bajo condiciones de baja RH. Las carnes mal empacadas como pollos enteros y cortes de res tienden a sufrir mucha descomposición superficial en el refrigerador antes de que ocurra la descomposición profunda, debido a la generalmente alta RH en los refrigeradores y al hecho de que la biota que descompone la carne es esencialmente aerobia en naturaleza.

Aunque es posible disminuir la posibilidad de descomposición superficial en ciertos alimentos almacenándolos en condiciones de baja RH, debe recordarse que el alimento en sí perderá humedad hacia la atmósfera bajo dichas condiciones y por tanto se volverá indeseable.

Al seleccionar las condiciones apropiadas de RH, se deberá considerar tanto la posibilidad de crecimiento microbiano superficial como la calidad que se desea mantener en el alimento en cuestión. Alterando la atmósfera gaseosa es posible retardar la descomposición superficial sin bajar la humedad relativa.

#### **- Presencia y actividades de otros microorganismos**

Algunos organismos de origen alimenticio producen sustancias que pueden inhibir o ser letales para otros; estos incluyen antibióticos, bacteriocinas, peróxido de hidrógeno y ácidos orgánicos.

De especial interés han resultado las bacteriocinas producidas por bacterias productoras de ácido láctico, que se originan en varios alimentos, como las carnes. Las bacteriocinas producidas por bacterias Gram-positivo son proteínas

biológicamente activas con demostrado modo de acción bactericida. Ciertas bacteriocinas producidas por estas bacterias inhiben una variedad de patógenos de origen alimentario, incluyendo *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Listeria* spp, *Aeromonas hydrophila* y *Staphylococcus aureus*, entre otros.

#### - **Actividad acuosa**

Una reducción en la disponibilidad de agua reduce la proliferación microbiana. El agua disponible para la actividad metabólica y no el contenido total de humedad determina el grado de crecimiento microbiano.

La unidad de medida para el requerimiento de agua de los microorganismos es normalmente expresada como actividad acuosa o actividad de agua ( $A_w$ , por sus siglas en inglés), definida como la presión de vapor de agua del sustrato-alimento, dividida por la presión de vapor de agua pura a la misma temperatura. Este concepto se relaciona con la humedad relativa así:  $RH=100 \times A_w$

El agua pura tiene una  $A_w$  de 1.00, una solución de NaCl al 22% (peso/volumen) tiene una  $A_w >$  de 0.86 y una solución saturada de NaCl tiene una  $A_w$  de 0.75

La  $A_w$  óptima aproximada para el crecimiento de la mayoría de los microorganismos es 0.99 y la mayoría de las bacterias requiere una  $A_w$  mayor de 0.91 para crecer, con las bacterias Gram-negativo requiriendo valores más altos que las bacterias Gram-positivo.

La mayoría de los productos alimenticios naturales tiene una  $A_w$  aproximada de 0.99 o superior. Generalmente las bacterias tienen los requerimientos más altos de actividad acuosa, los hongos tienen los más bajos y las levaduras niveles intermedios.

La mayoría de las bacterias que descomponen los alimentos no crecen con una  $A_w$  menor a 0.91, pero los hongos y levaduras pueden crecer con valores de 0.80 o

menores, incluyendo superficies parcialmente deshidratadas. El valor reportado más bajo para bacterias en alimentos es de 0.75 para las halófilas, mientras que los hongos xerófilos y las levaduras osmófilas han mostrado crecimiento a valores de  $A_w$  de 0.65 y 0.61, respectivamente.

## - pH

Los efectos del pH adverso afectan por lo menos dos aspectos de la célula microbiana: el funcionamiento de sus enzimas y el transporte de nutrientes hacia la célula. La membrana citoplásmica de los microorganismos es relativamente impermeable a los iones  $H^+$  y  $OH^-$ ; su concentración en el citoplasma permanece razonablemente constante a pesar de amplias variaciones que pueden ocurrir en el pH del medio circundante.

Cuando los microorganismos se ven en un ambiente por debajo o por arriba del nivel de neutralidad, su habilidad para proliferar depende de su habilidad para cambiar el pH ambiental a un rango más apropiado para ello, pues compuestos clave como DNA o ATP requieren de un medio neutro.

Cuando se colocan en ambientes ácidos, las células deben evitar que los  $H^+$  entren o expulsarlos tan pronto como entran. Al estar en un medio ácido, la actividad metabólica de la mayoría de los microorganismos provoca que el medio o sustrato se vuelvan menos ácido, mientras que aquellos que crecen en ambientes con pH elevado tienden a bajar el pH del sustrato o medio.

Las aminoácido descarboxilasas, que tienen una actividad óptima alrededor de pH 4.0 y casi no muestran actividad a pH 5.5, causan un ajuste espontáneo del pH hacia la neutralidad cuando las células crecen en medio ácido. Bacterias como *Clostridium acetobutylicum* elevan el pH del sustrato al reducir el ácido butírico a butanol, mientras que *Enterobacter aerogenes* produce acetoina a partir de ácido pirúvico para elevar el pH de su medio de crecimiento. Cuando los aminoácidos son descarboxilados, el incremento en pH ocurre por las aminas

resultantes. Cuando crecen en el rango alcalino, el grupo de aminoácido desaminasas que tienen actividad óptima a pH cercano a 8.0, causan el ajuste espontáneo del pH hacia la neutralidad como resultado de los ácidos que acumulan.

Con respecto al transporte de nutrientes, las células bacterianas tienden a tener una carga residual negativa y por tanto los compuestos no ionizados pueden entrar a las células mientras que los compuestos ionizados no pueden. A pH neutro o alcalino, los ácidos orgánicos no entran a la célula, mientras que a valores de pH ácido estos compuestos no están ionizados y pueden entrar a las células cargadas negativamente. Adicionalmente, el carácter iónico de los grupos ionizables de la cadena lateral se ve afectado en cualquier lado de la neutralidad, resultando en la mayor desnaturalización de enzimas de membrana y de transporte.

El pH para el crecimiento óptimo de la mayoría de los microorganismos está cercano a la neutralidad (pH = 6.6 a 7.5). Las levaduras pueden crecer en un ambiente ácido y prosperan en un rango intermedio (4.0 a 4.5) aunque sobreviven a valores entre 1.5 y 8.5. Los hongos toleran un amplio rango (0.5 a 11.0) pero su crecimiento es generalmente mayor con un pH ácido (demasiado ácido para bacterias y levaduras).

El crecimiento bacteriano está normalmente favorecido por valores pH cercanos al nivel neutro. No obstante, las bacterias acidófilas crecen en sustratos con un pH de hasta 5.2 y por debajo de dicho punto el crecimiento se reduce dramáticamente. Edid (2010)

#### **2.2.4. Aditivos Antioxidantes**

Son aditivos que evitan que los alimentos tiendan a oxidarse y se pongan rancios. Son capaces de neutralizar la acción oxidante de los radicales libres, evitando el proceso de oxidación natural del alimento. Pérez (2014)

Hay numerosas sustancias con propiedades antioxidantes:

- ✓ Los compuestos de formación “in situ”, es decir durante la transformación de la materia prima en un alimento, como los productos de las reacciones de Maillard que se generan por reacción de los azúcares y las proteínas, los péptidos y las fermentaciones.
- ✓ Las enzimas: glucosa oxidasa, catalasa, superóxido dismutasa. Los constituyentes de los alimentos: aminoácidos, fosfolípidos, carotenos, proteínas.
- ✓ Las sustancias químicas definidas: tocoferoles, ácido ascórbico y sus derivados, hidroxibutilanisol (BHA), hidroxibutiltolueno (BHT).
- ✓ Los extractos de plantas: hierbas y especias, té, romero y salvia.

Los primeros antioxidantes utilizados fueron de origen natural, pero al transcurrir los años, éstos fueron reemplazados por sustancias sintéticas, más baratas, de pureza controlada y poseedoras de una capacidad antioxidante más uniforme. En los últimos años, el aumento del uso de aditivos alimentarios de origen sintético puso en tela de juicio su utilización por parte de los consumidores.

La industria alimenticia ha tratado de cubrir los deseos planteados y en consecuencia el uso de aditivos naturales ha aumentado.

Hasta el momento la aplicación de aditivos de origen natural no ha podido extenderse a todo tipo de alimentos, es por esto que se mantiene en algunos productos aquellos de origen sintético los cuales hasta ahora no ha podido demostrarse su cuestionada toxicidad en humanos.

#### **a. Antioxidantes Naturales**

Por ejemplo, un modo sencillo de evitar que las manzanas se pongan marrones es rociarlas con un poco de zumo de limón. El ácido ascórbico (vitamina C) presente en muchos cítricos es un antioxidante natural, de ahí su frecuente uso en la

producción de alimentos (E 300-E 302). La vitamina C y sus distintas sales se añaden a refrescos, mermeladas, jamón, leche condensada y embutidos, para su protección.

Otros antioxidantes naturales son los tocoferoles (E 306-E 309), pertenecientes a la familia de la vitamina E. Se encuentran fundamentalmente en los frutos secos, las semillas de girasol y los brotes de soja y maíz, y se utilizan esencialmente para conservar aceites vegetales, margarina y productos derivados del cacao.

Dado que ambos compuestos son antioxidantes muy populares y su demanda no puede ser totalmente satisfecha mediante fuentes naturales, hace tiempo que el ácido ascórbico y los tocoferoles se producen artificialmente. Hoy en día se puede copiar la estructura molecular de estos compuestos con tal precisión que no hay diferencias en la estructura ni en los efectos de la copia. Esto significa que estas sustancias “idénticas a las naturales” son en esencia iguales que las originales. Eufic (2004).

### **- Ácido Cítrico**

Es un ácido orgánico tricarboxílico que está presente en la mayoría de las frutas, sobre todo en cítricos como el limón y la naranja. Su fórmula molecular es  $C_6H_8O_7$ .

Es un buen conservante y antioxidante natural que se añade industrialmente como aditivo en el envasado de muchos alimentos como las conservas de vegetales enlatadas.

El **ácido cítrico** es un ácido orgánico natural, débil que se encuentra en muchas frutas y verduras, especialmente en cítricos. Puesto que el ácido cítrico es también un subproducto del ciclo del ácido cítrico, también se produce por muchos organismos vivos, incluyendo el moho. Es muy apreciado por su sabor amargo, la calidad de conservación y la capacidad de actuar como un amortiguador del pH.

Por estas razones, el ácido cítrico se encuentra en la lista de ingredientes de muchos productos alimenticios de hoy en día.

El ácido cítrico es obtenido principalmente en la industria gracias a la fermentación de azúcares como la sacarosa o la glucosa, realizada por un microhongo llamado *Aspergillus niger*. El proceso de obtención tiene varias fases como la preparación del sustrato de melaza, la fermentación aeróbica de la sacarosa por el *aspergillus*, la separación del ácido cítrico del sustrato por precipitación al añadir hidróxido de calcio o cal apagada para formar citrato de calcio. Después se añade ácido sulfúrico para recuperar la molécula de ácido cítrico y retirar el calcio como sulfato de calcio. La eliminación de impurezas se realiza con carbón activado y resina de intercambio catiónico y aniónico, se continúa con la cristalización del ácido cítrico, el secado o deshidratación, luego se separa por tamaño de partícula y finalmente se empaca el producto. El producto anhidro es muy higroscópico por tal razón debe guardarse a baja temperatura y humedad relativa, de lo contrario se forman terrones del ácido. Wiki (2015).

## **b. Antioxidantes Artificiales**

Además de los antioxidantes naturales, también se utilizan antioxidantes artificiales. Entre ellos, los más importantes pertenecen al grupo de los galatos (E 310-E 312). Dichas sustancias se añaden principalmente a los aceites vegetales y la margarina para evitar que se pongan rancios y preservar su sabor.

Otras dos sustancias que no pertenecen a ninguno de los grupos anteriores son el BHA (butilhidroxianisol, E320) y el BHT (butilhidroxitolueno, E321). Eufic (2004).

### **- Bisulfito de Sodio**

El bisulfito sódico (también llamado sulfito ácido de sodio, sal monosódica de ácido sulfuroso o hidrógeno sulfito sódico) es un compuesto químico de fórmula

química  $\text{NaHSO}_3$ . Se trata de una sal ácida muy inestable que al reaccionar con el oxígeno se convierte en sulfato de sodio. Wiki (2015).

El metabisulfito de sodio, o pirosulfito de sodio, o bisulfito de sodio es un compuesto no orgánico que tiene una gran variedad de propiedades químicas de gran utilidad para propósitos industriales. Sin embargo, es un compuesto extremadamente peligroso si no se manipula con el debido cuidado o si se ingiere. Esto hace que algunos de sus usos, especialmente como conservante de alimentos, sean un tema controversial. Chandler (2015).

Suele emplearse como conservante y en algunos casos debido a su efecto oxidante se sabe que puede reducir el contenido vitamínico de los alimentos. Se emplea en la conservación de cebollas, bebidas alcohólicas (vino), productos de panificación, jugos de frutas así como productos alimenticios a base de patatas. Se emplea en la elaboración del vino con el objeto de preservar sabores. En el enlatado de frutas para prevenir que se pongan de color marrón (un efecto muy similar al que hace el vinagre).

El metabisulfito es un polvo cristalino blanco amarillento y soluble en agua. Al disolverse libera dióxido de sulfuro gaseoso, de olor sumamente desagradable. La fórmula química es  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ . En la ilustración puede apreciarse su estructura molecular. El metabisulfito de sodio reacciona al oxígeno convirtiéndose en sulfato.

El metabisulfito de sodio se usa para muchas reacciones químicas. Puede purificar o aislar aldehídos, que son componentes orgánicos altamente reactivos comúnmente utilizados para la fabricación de resinas o colorantes. También puede purificar o aislar cetonas, que son compuestos orgánicos resultantes de la descomposición de grasas. Es un reductor, lo que significa que puede reducir la cantidad de oxígeno en una sustancia. Además puede sulfitarse, es decir, reacciona con ácido sulfúrico. Carbone (2015).

### 2.3. *DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS*

✓ **Requesón.-** Es un producto lácteo similar al queso, obtenido de un segundo procesamiento del suero lácteo producido como derivado en la elaboración de quesos de pasta blanda. El requesón es de color blanco, sabor suave y textura blanda y granulosa, es un elemento crucial en la cocina italiana.

✓ **Deshidratado.-** Es un método de conservación de alimentos consistente en extraer el agua de estos, lo que inhibe la proliferación de microorganismos y dificulta la putrefacción. El secado de alimentos mediante el sol y el viento para evitar su deterioro ha sido practicado desde antiguo. El agua suele eliminarse por evaporación (secado al aire, al sol, ahumado o al viento) pero, en el caso de la liofilización, los alimentos se congelan en primer lugar y luego se elimina el agua por sublimación.

✓ **Pardeamiento Enzimático.-** Es una reacción de oxidación en la que interviene como sustrato el oxígeno molecular, catalizada por un tipo de enzimas, que se inicia por la o las reacciones catalizadas de forma enzimática. La primera de ellas, cuando el sustrato presente es un monofenol, es su transformación en difenol. La segunda, la transformación del difenol en quinona.

✓ **Temperatura.-** Es una magnitud referida a las nociones comunes de caliente, tibio o frío que puede ser medida con un termómetro. En física, se define como una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico, definida por el principio cero de la termodinámica.

✓ **Tiempo.-** Es una magnitud física con la que se mide la duración o separación de acontecimientos, sujetos a cambio, de los sistemas sujetos a observación.

✓ **Antioxidantes.-** Son un tipo de aditivos que se añaden a los alimentos para que estos no pierdan, con el tiempo, su sabor y color.

## 2.4. *HIPÓTESIS*

### 2.4.1. **Hipótesis General**

Con la aplicación de diferentes rangos de tiempos y temperaturas se obtendrá requesón deshidratado con buenas características físico-químicas.

### 2.4.2. **Hipótesis Nula**

La aplicación de diferentes rangos de tiempos y temperaturas alterará las características físico-químicas del requesón deshidratado.

## 2.5. *IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES*

### 2.5.1. **Variable Independiente**

Temperatura

### 2.5.2. **Variables Dependientes**

Tiempo

Rendimiento

Análisis proximales

Control Microbiológico (Recuento de bacterias mesófilas aerobias totales y recuento de mohos y levaduras).

Características Organolépticas

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. TIPO DE ESTUDIO

✓ **Experimental.-** Se experimenta con una variable independiente que puede ser manipulada si así lo desea el investigador, esto implica que habrá una intervención o experimentación. Frecuentemente se aplica en el análisis de los datos una ANOVA o análisis de varianza.

✓ **Exploratorio.-** Es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimiento.

✓ **Descriptivo.-** Buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. Miden y evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar. En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente, para así describir lo que se investiga.

#### 3.2. DISEÑO DE ESTUDIO

✓ **Completamente al Azar.-** Este diseño es apropiado para experimentos de laboratorio, invernadero, animales de bioterio, aves, conejos, cerdos, etc., es decir, situaciones experimentales como de las condiciones ambientales que rodean el experimento, consiste en la asignación de los tratamientos en forma

completamente aleatoria a las unidades experimentales (individuos, grupos, parcelas, jaulas, animales, insectos, etc.).

✓ **De laboratorio.-** Dado que el máximo objetivo es el control, se realiza en un ambiente controlado (de tipo laboratorio) pues carece de las características propias del ambiente natural. Se crea el ambiente óptimo, es de tipo experimental y emplea metodología cuantitativa.

✓ **Bibliográfico.-** Proporciona el conocimiento de las investigaciones ya existentes del tema o problema que el investigador se propone investigar o resolver.

### 3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.3.1. Población

En la industria láctea “San Salvador”, ubicada en la ciudad de Riobamba provincia de Chimborazo se producen diariamente 13,664 kilos (30,124 libras) de requesón de donde se obtuvo la muestra para la presente investigación.

#### 3.3.2. Muestra

Se utilizó el muestreo probabilístico aleatorio simple en el que todas las posibles muestras de tamaño  $n$  tienen la misma probabilidad de ser seleccionadas. En cada repetición se utilizó 2 libras (907, 184 gramos) de requesón.

### 3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.4.1. Hipótesis Específica I

<b>Variable independiente</b>	<b>Concepto</b>	<b>Categoría</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Temperatura	Magnitud referida a las nociones comunes de calor, frío, templado o tibio, medible mediante un termómetro.	40°, 45° 50°, 58° 60° y 80°	Grados Centígrados	Observación	Bloc de Notas
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Concepto</b>	<b>Categoría</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Tiempo	Magnitud física con la que medimos la duración o separación de acontecimientos, sujetos a cambio, de los sistemas sujetos a observación.	Peso constante	Gramos, libras, kilos.	Observación	Bloc de Notas

Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

### 3.4.2. Hipótesis Específica II

<b>Variable independiente</b>	<b>Concepto</b>	<b>Categoría</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Temperatura	Magnitud referida a las nociones comunes de calor, frío, templado o tibio, medible mediante un termómetro.	40°, 45° 50°, 58° 60° y 80°	Grados Centígrados	Observación	Bloc de Notas
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Concepto</b>	<b>Categoría</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Características Sensoriales	Conjunto de características que se pueden percibir con los sentidos vista, olfato, tacto, gusto.	Características Sensoriales	Cambio de color Cambio de sabor Presencia de olores desagradables	Observación	Bloc de Notas

Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

### 3.4.3. Hipótesis Específica III

<b>Variable independiente</b>	<b>Concepto</b>	<b>Categoría</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Temperatura	Magnitud referida a las nociones comunes de calor, frío, templado o tibio, medible mediante un termómetro.	40°, 45° 50°, 58° 60° y 80°	Grados Centígrados	Observación	Bloc de Notas
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Concepto</b>	<b>Categoría</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Rendimiento	Es la proporción de la cantidad usable en comparación con la cantidad comprada.	Peso	Pérdida de kilogramos, gramos o centímetros cúbicos.	Observación	Bloc de Notas

Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

### 3.4.4. Hipótesis Específica IV

<b>Variable independiente</b>	<b>Concepto</b>	<b>Categoría</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Temperatura	Magnitud referida a las nociones comunes de calor, frío, templado o tibio, medible mediante un termómetro.	40°, 45° 50°, 58° 60° y 80°	Grados Centígrados	Observación	Bloc de Notas
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Concepto</b>	<b>Categoría</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Análisis proximales	Es el conjunto de componentes químicos de un alimento.	Estructura química	Cantidad de grasa. Porcentaje de humedad. Porcentaje de cenizas. Porcentaje de proteína	Observación	Bloc de Notas

Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

### 3.4.5. Hipótesis Específica V

<b>Variable independiente</b>	<b>Concepto</b>	<b>Categoría</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Temperatura	Magnitud referida a las nociones comunes de calor, frío, templado o tibio, medible mediante un termómetro.	40°, 45° 50°, 58° 60° y 80°	Grados Centígrados	Observación	Bloc de Notas
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Concepto</b>	<b>Categoría</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Control Microbiológico	Inspección que permite valorar la carga microbiana.	Recuento de Mohos y Levaduras Recuento de Bacterias Aerobias Mesófilas	Número de Colonias	Observación	Bloc de Notas

Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

### 3.5. *PROCEDIMIENTOS*

**3.5.1. Recopilación bibliográfica.-** Se utilizó el diseño de investigación bibliográfico donde se compiló información que proporciona el conocimiento de las investigaciones ya existentes o relacionadas al tema o problema que se plantea averiguar.

**3.5.2. Identificar los requerimientos necesarios de la materia prima y la estandarización del proceso para la elaboración de requesón.-** Esta actividad se la llevó a cabo en tres días, en las instalaciones de la Industria Láctea “San Salvador”, en la misma se utilizó la técnica de observación directa a través de la cual se pudo observar y controlar todo el proceso de producción de requesón.

**3.5.3. Deshidratado de Requesón.-** Se realizó en los laboratorios de Control de Calidad de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial utilizando una estufa.

Mediante la utilización de la observación científica que permite conocer la realidad mediante la percepción directa de los objetos y fenómenos, y el diseño experimental que sugiere se cuente siempre con un mínimo de tres repeticiones pues cuanto mayor sea la diferencia entre las mediciones, mayor es el número de repeticiones necesarias, y siempre habrá alguna variación natural en lo que se está midiendo y también algún error en la medición; se determinaron tres repeticiones.

**3.5.4. Determinación del tiempo de deshidratado para 6 diferentes temperaturas.-** Esta actividad se desarrolló en el laboratorio de Control de Calidad de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Chimborazo en el período de 13 de Octubre al 10 de Noviembre del 2015.

**3.5.5. Determinación de la variación de la humedad, acidez y pH del requesón en función del tiempo, la temperatura y el peso muestra en el proceso de secado.-** Mediante el método de concordancia que compara entre si varios casos en que se presenta un fenómeno natural y señala lo que en ellos se

repite, como causa del fenómeno. Se realizó en función del tiempo y la temperatura de secado en el requesón.

**3.5.6. Determinación de la diferencia en las características sensoriales en función de la humedad.-** Se realizó comparaciones y se observó cambio de color, olor y sabor.

**3.5.7. Determinación de la influencia de pH y acidez en las características sensoriales del requesón deshidratado a 6 temperaturas y tiempos.-** Mediante el método experimental se realizó en función del pH, acidez y temperatura de secado en el requesón.

**3.5.8. Determinación de las diferencias físico-químicas y microbiológicas existentes en el requesón deshidratado a diferentes rangos de temperaturas y tiempo.-** En este procedimiento se aplicó el método de concordancia que compara entre si varios casos en que se presenta un fenómeno natural y señala lo que en ellos se repite, como causa del fenómeno, y la técnica de observación directa, se realizó en los laboratorios de control de calidad de Ingeniería Agroindustrial en base a los resultados obtenidos en las determinaciones de humedad, cenizas, grasa, proteína, control microbiológico (recuento de mohos y levaduras; recuento de bacterias aerobias mesófilas totales) realizados al requesón deshidratado a 6 diferentes temperaturas y tiempo.

**3.5.9. Interpretación de Resultados.-** Los resultados alcanzados en esta investigación se describen en su respectivo capítulo.

### *3.6. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS*

#### **3.6.1. Recopilación bibliográfica.**

A través de la utilización de fuentes bibliográficas, revistas, artículos científicos se recopiló, analizó y fundamentó el presente estudio.

### 3.6.2. Identificar los requerimientos necesarios de la materia prima y la estandarización del proceso para la elaboración de requesón.

En esta actividad se controlaba que la materia prima: suero de leche dulce cumpla con los requerimientos físico-químicos establecidos en la **Norma INEN 2594:2011** como son: grado de acidez, contenido de lactosa, proteína láctea y grasa, estos análisis se realizaban mediante el equipo Master ECO USB y mediante el método de acidez titulable.

Requisitos	Suero de leche dulce		Suero de leche ácido		Método de ensayo
	Min.	Max.	Min.	Máx.	
Lactosa, % (m/m)	--	5,0	--	4,3	AOAC 984.15
Proteína láctea, % (m/m) <sup>(1)</sup>	0,8	--	0,8	--	NTE INEN 16
Grasa láctea, % (m/m)	--	0,3	--	0,3	NTE INEN 12
Ceniza, % (m/m)	--	0,7	--	0,7	NTE INEN 14
Acidez titulable, % (calculada como ácido láctico)	--	0,16	0,35	--	NTE INEN 13
pH	6,8	6,4	5,5	4,8	AOAC 973.41

<sup>(1)</sup> el contenido de proteína láctea es igual a 6,38 por el % nitrógeno total determinado

**Figura 6.** Requisitos físico-químicos del suero de leche líquido

**Fuente:** Norma INEN 2594:2011

### ANÁLISIS EN Master ECO USB

**Funcionamiento.-** El analizador Master ECO USB succiona una pequeña muestra y la somete al paso de una onda de ultrasonido. Un microprocesador traduce los resultados midiendo los siguientes parámetros: porcentaje de grasa, sólidos no grasos (SNF) proteína, lactosa, contenido de agua, temperatura (°C), punto crioscópico, sales y densidad.

#### **Procedimiento:**

1. Colocar aproximadamente 3ml de muestra en el portamuestras del Master ECO USB.
2. Esperar a que se obtenga la lectura.
3. Leer los datos en la pantalla.



**Figura 7. Análisis del suero en Master ECO USB**



**Figura 8. Resultados**

### **ACIDEZ TOTAL TITULABLE: (método oficial AOAC 942.15 (1990).)**

#### **Muestra Líquida**

**Fundamento.-** En el procedimiento usual para determinar la concentración total de ácidos, una alícuota de la solución que contiene el ácido se titula con una solución estándar de álcali hasta el punto en el cual una cantidad equivalente de la base ha sido añadida. Este punto final puede detectarse mediante indicadores (cambio de color), electrométricamente (pHmetro), etc.

#### **Material y Reactivos**

- Matraz Erlenmeyer
- Pipeta de 10 ml
- Bureta
- Solución 0,1 N de Hidróxido de Sodio
- Solución Indicadora de Fenolftaleína

#### **Procedimiento**

1. Colocar 10 ml de muestra en el Matraz Erlenmeyer.
2. Colocar de 2-3 gotas de indicador de fenolftaleína.

3. Agregar, lentamente y con agitación, la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, justamente hasta conseguir un color rosado persistente que desaparece lentamente.
4. Continuar agregando la solución hasta que el color rosado persista durante 30 segundos.
5. Leer en la bureta el volumen de solución empleada.

### **Cálculos**

$$A = \frac{V \times n}{m1 - m} \times 100$$

Dónde:

A = acidez titulable, en porcentaje en masa de ácido láctico.

V = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en cm<sup>3</sup>.

N = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

m = masa del matraz Erlenmeyer vacío, en g

m1 = masa del matraz Erlenmeyer con la muestra, en g.

Finalmente se observaba y controlaba todo el proceso de producción (temperaturas, cantidades, rendimiento, etc.) asegurando que el requesón utilizado en las tres repeticiones sea de diferentes lotes (días), pero elaborado de similar o igual manera para disminuir la magnitud del error experimental, ocasionado por la variación intrínseca de las unidades experimentales.



**Figura 9. Suero Dulce**



**Figura 10. Calentamiento del Suero**



**Figura 11. Termocoagulación de las Proteínas**



**Figura 12. Escurrido del Requesón**

### **3.6.3. Deshidratado de Requesón**

**Preparación de la muestra.-** Una vez obtenido el requesón se procedía a dividirlo en fundas con un peso de 80 gramos aproximadamente, las cuales eran congeladas inmediatamente con el objetivo de detener el proceso natural de degradación.

El proceso de descongelado debe realizarse lentamente pasando el requesón del congelador al refrigerador, una vez descongelada la muestra se realizaba análisis de acidez, pH y humedad.

**Secado.-** Posteriormente se ubicaba aproximadamente 66 gramos de requesón distribuidos de manera uniforme en tres placas Petri, se tomaba el peso inicial y se colocaba en la estufa programada con la temperatura indicada.



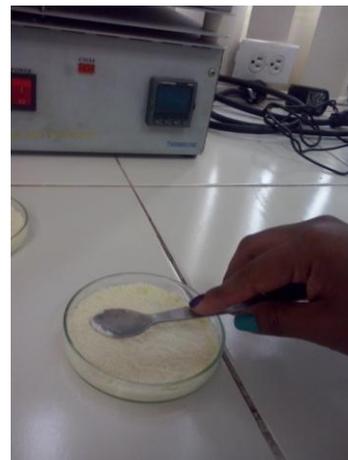
**Figura 13. Medición de pH**



**Figura 14. Lectura de pH**



**Figura 15. Pesaje de la muestra**



**Figura 16. Dispersión de la muestra**



**Figura 17. Secado de la muestra**



**Figura 18. Muestra seca**

### 3.6.4. Determinación del tiempo de deshidratado para 6 diferentes temperaturas.

Este procedimiento descrito anteriormente se repetía de la misma manera para las 6 diferentes temperaturas: 40, 45, 50, 58, 60 y 80°C y las tres repeticiones realizadas.

<b>Función del Tiempo</b>	<b>Función de la Temperatura</b>
Hasta obtener un peso constante en cada temperatura.	40°C
	45°C
	50°C
	58°C
	60°C
	80°C

**Cuadro 2. Temperaturas Aplicadas**

**Elaborado por:** Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

### 3.6.5. Determinación de la variación de la humedad, acidez y pH del requesón en función del tiempo, la temperatura y el peso muestra en el proceso de secado.

#### **CONTROL DE PESO**

Para determinar la variación de humedad durante el tiempo que transcurre el proceso de secado se realizó un pesado cada hora.

Antes de realizar el pesado se dejó enfriar el producto por un periodo de 10 a 15 minutos, utilizando un desecador.

Es importante que el enfriamiento se lo realice en el desecador y no a la intemperie, debido a que si lo hacemos sin el uso de este, las muestras absorberán humedad presente en nuestro medio, alterando los resultados.

## **DETERMINACIÓN DE HUMEDAD: (Norma técnica ecuatoriana INEN 0063)**

### **Muestra Fresca**

**Fundamento.-** El método se basa en el secado de una muestra en un horno y su determinación por diferencia de peso entre el material seco y húmedo.

### **Aparatos y Materiales**

- \* Estufa
- \* Desecadores
- \* Balanza
- \* Cápsula de Porcelana
- \* Pinza

### **Procedimiento:**

1. Pesar la cápsula vacía
2. Pese alrededor de 5–10 g de la muestra.
3. Coloque la muestra en una estufa a 105°C por 7 horas.
4. Deje enfriar la muestra en un desecador.
5. Pese nuevamente cuidando de que el material no este expuesto al medio ambiente.

### **Cálculos**

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = \frac{(B - A) - (C - A)}{(B - A)} \times 100$$

Dónde:

A = Peso de la cápsula seca y limpia (g)

B = Peso de la cápsula + muestra húmeda (g)

C = Peso de la cápsula + muestra seca (g)

### **Muestra Seca**

**Fundamento.-** La humedad es tomada como la pérdida de peso al secado, usando un instrumento de humedad, el cual emplea una balanza de torsión sensible para pasar la muestra y una lámpara infrarroja para secar.

### **Aparatos y Equipo**

- Balanza de determinación de humedad equipada con una lámpara infrarroja de 250 W.
- Fuente de potencia tipo 120 V, C.A.
- Amperímetro de 120 V, C.A. ó 2000 mA.
- Platinillos de aluminio.

### **Procedimiento:**

1. Soltar el sujetador del plato para muestra, revisándolo para asegurarse de que el plato corre libremente sobre su soporte finamente punteado, y que esté limpio y seco.
2. Tarar.
3. Determinar 1g de la muestra pesada en la misma balanza y distribuirla cuidadosamente y uniformemente en el platillo.
4. Con la fuente de potencia debidamente ajustada, bajar la tapa de la balanza. La muestra comenzará a perder humedad.
5. Después de pasado un tiempo de 1 a 5 minutos, deberá tomarse la lectura.

## **DETERMINACIÓN DE ACIDEZ**

### **Muestra Sólida**

**Fundamento.-** En el procedimiento usual para determinar la concentración total de ácidos, una alícuota de la solución que contiene el ácido se titula con una solución estándar de álcali hasta el punto en el cual una cantidad equivalente de la base ha sido añadida. Este punto final puede detectarse mediante indicadores (cambio de color), electrométricamente (pHmetro), etc.

### **Material y Reactivos**

- Balanza
- Matraz Erlenmeyer
- Mortero
- Pipeta de 10 ml
- Bureta
- Solución 0,1 N de Hidróxido de Sodio
- Solución Indicadora de Fenolftaleína

### **Procedimiento**

1. Colocar 10 g de muestra previamente triturada en el Matraz Erlenmeyer.
2. Colocar 10 ml de agua destilada y agitar hasta disolver bien la muestra.
3. Agregar 2-3 gotas del indicador de fenolftaleína
4. Agregar, lentamente y con agitación, la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, justamente hasta conseguir un color rosado persistente que desaparece lentamente.
5. Continuar agregando la solución hasta que el color rosado persista durante 30 s.
6. Leer en la bureta el volumen de solución empleada.

## Cálculos

$$A = \frac{V \times n}{m1 - m} \times 100$$

Dónde:

A = acidez titulable, en porcentaje en masa de ácido láctico.

V = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en cm<sup>3</sup>.

N = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

m = masa del matraz Erlenmeyer vacío, en g.

m1 = masa del matraz Erlenmeyer con la muestra, en g.



**Figura 19. Peso de muestra**



**Figura 20. Disolución de la muestra**



**Figura 21. Adición de fenolftaleína**



**Figura 22. Viraje de acidez**

En el capítulo IV se indica la humedad, pH y acidez obtenidos en el proceso de secado según la variación del tiempo de requesón.

**3.6.6. Determinación de las características sensoriales del requesón en función de la humedad.**



**Figura 23. Requesón Fresco**



**Figura 24. Requesón  
Deshidratado**

**3.6.7. Determinación de la influencia de pH y acidez en las características sensoriales del requesón deshidratado a 6 temperaturas y tiempos.**

Se utilizó muestras de requesón con diferentes grados de acidez, con el fin de identificar si el grado de acidez provocaba algún cambio en las características sensoriales (color, olor y sabor) del requesón deshidratado.



**Figura 25. Requesón Fresco  
Ácido**



**Figura 26. Requesón Ácido  
Deshidratado**

### **3.6.8. Determinación de las diferencias físico-químicas y microbiológicas existentes en el requesón deshidratado a diferentes rangos de temperaturas y tiempo.**

Una vez obtenidas todas las muestras de requesón deshidratadas a 6 temperaturas diferentes, se procedió a realizar análisis proximales (humedad, cenizas, grasa y proteína) y control microbiológico (recuento de mohos y levaduras; recuento de bacterias aerobias mesófilas totales) con el fin de observar si existe una diferencia de resultados entre muestras deshidratadas a 6 diferentes temperaturas y tiempo, para lo cual se tomó una muestra al azar de cada repetición. A continuación se describe el procedimiento realizado para la determinación de Humedad, Cenizas, Grasa, Proteína, Recuento de mohos y levaduras; recuento de bacterias aerobias mesófilas totales:

#### **DETERMINACIÓN DE HUMEDAD**

##### **Muestra Seca**

**Fundamento.-** La humedad es tomada como la pérdida de peso al secado, usando un instrumento de humedad, el cual emplea una balanza de torsión sensible para pasar la muestra y una lámpara infrarroja para secar.

##### **Aparatos y Equipo**

- Balanza de determinación de humedad equipada con una lámpara infrarroja de 250 W.
- Fuente de potencia tipo 120 V, C.A.
- Amperímetro de 120 V, C.A. ó 2000 mA.
- Platos de aluminio.

**Procedimiento:**

1. Soltar el sujetador del plato para muestra, revisándolo para asegurarse de que el plato corre libremente sobre su soporte finamente punteado, y que esté limpio y seco.
2. Tarar.
3. Determinar 1g de la muestra pesada en la misma balanza y distribuirla cuidadosamente y uniformemente en el platillo.
4. Con la fuente de potencia debidamente ajustada, bajar la tapa de la balanza. La muestra comenzará a perder humedad.
5. Después de pasado un tiempo de 1 a 5 minutos, deberá tomarse la lectura.

**DETERMINACIÓN DE CENIZAS: (Método AOAC 7.009 (1984) y 942.05 (1990).)**

**Fundamento.-** El método aquí presentado se emplea para determinar el contenido de ceniza en los alimentos o sus ingredientes mediante la calcinación. Se considera como el contenido de minerales totales o material inorgánico en la muestra.

**Materiales y equipo.**

- Crisoles de porcelana.
- Mufla.
- Desecador.

**Procedimiento**

1. En un crisol de porcelana que previamente se calcinó y se llevó a peso constante, coloque de 2.5 a 5g de muestra seca.
2. Coloque el crisol en una mufla y calcínelo a 550°C por 12 horas, deje enfriar y páselo a un desecador.
3. Cuidadosamente pese nuevamente el crisol conteniendo la ceniza.

## Cálculos

$$\text{Contenido de Ceniza(\%)} = \frac{A - B}{C} \times 100$$

Dónde:

A = Peso del crisol con muestra (g)

B = Peso del crisol con ceniza (g)

C = Peso de la muestra (g)



**Figura 27. Equipo para determinación de cenizas**

## **DETERMINACIÓN DE GRASA: (Norma técnica ecuatoriana INEN 0064)**

**Fundamento.-** En este método, las grasas de la muestra son extraídas con éter de petróleo y evaluadas como porcentaje del peso después de evaporar el solvente.

### **Reactivos, Materiales y Equipo**

- Éter de petróleo, punto de ebullición 40–60°C.
- Aparato de extracción Soxhlet.
- Estufa ajustada a 105°C.
- Desecador.
- Dedales de extracción.

## Procedimiento

1. Saque del horno los matraces de extracción sin tocarlos con los dedos, enfríelos en un desecador y péselos con aproximación de miligramos.
2. Pese en un dedal de extracción manejado con pinzas, de 3 a 5g de la muestra seca con aproximación de miligramos y colóquelo en la unidad de extracción. Conecte al extractor el matraz con éter de petróleo a 2/3 del volumen total.
4. Lleve a ebullición y ajuste el calentamiento de tal manera que se obtengan alrededor de 10 reflujos por hora. La duración de la extracción dependerá de la cantidad de lípidos en la muestra; para materiales muy grasos será de 6 horas.
5. Coloque el matraz en el horno durante hora y media para eliminar el éter. Enfríe los matraces en un desecador y péselos con aproximación de miligramos. La muestra desengrasada.

## Cálculos

$$\text{Contenido de lípidos crudos (\%)} = \frac{B - A}{C} \times 100$$

Dónde:

A = Peso del matraz limpio y seco (g)

B = Peso del matraz con grasa (g)

C = Peso de la muestra (g)



**Figura 28. Equipo para determinación de grasas**



**Figura 29. Muestras pesadas y codificadas**

### **DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA: (Norma técnica ecuatoriana INEN 0301 (1980).)**

**Fundamento.-** Su análisis se efectúa mediante el método de Kjeldahl, mismo que evalúa el contenido de nitrógeno total en la muestra, después de ser digerida con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador de mercurio o selenio. Método simple propuesto por Chow *et al.* (1980)

#### **Reactivos**

- Catalizador.
- Indicador Toshiba.
- Ácido sulfúrico (98%), libre de Nitrógeno.
- Solución de hidróxido de sodio al 40%.
- Solución indicadora de ácido bórico.
- Solución estándar de ácido clorhídrico 0.1N.

#### **Materiales y Equipo**

- Unidad de digestión y destilación Kjeldahl.

- Matraces Kjeldahl de 500 ml.
- Matraces Erlenmayer de 250 ml.
- Perlas de ebullición.

### Procedimiento

1. Pese con precisión de miligramos 1g de muestra y colóquelo en el matraz Kjeldahl; agréguele 0,5g de catalizador y 10 ml de ácido sulfúrico concentrado.
2. Coloque el matraz en el digestor en un ángulo inclinado y caliente a ebullición hasta que la solución se vea clara, continúe calentando por media hora más. Si se produce mucha espuma.
3. Deje enfriar; durante el enfriamiento adicione poco a poco alrededor de 10 ml de agua destilada y desionizada. Ya frío agregue 2-3 gotas de indicador toshiba.
4. Conecte rápidamente el matraz a la unidad de destilación, caliente y colecte 50 ml del destilado conteniendo el amonio en 50 ml de solución indicadora.
5. Al terminar de destilar, remueva el matraz receptor, enjuague la punta del condensador y titule con la solución estándar de ácido clorhídrico.

### Cálculos:

0,1439

$$\text{Nitrógeno en la muestra (\%)} = \left( \frac{g \times NHCl \times 14,01}{100} \right)$$

$$\text{Proteína Bruta (\%)} = \left( \frac{1,401 \times N \times F \times g}{\text{peso muestra}} \right)$$

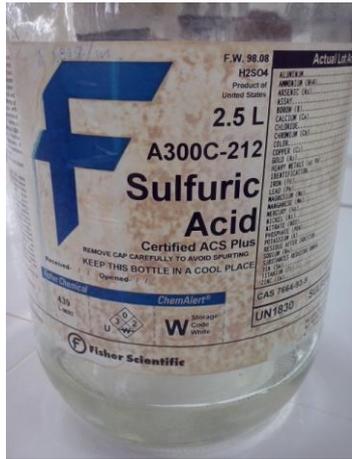
Dónde:

g = Ácido clorhídrico usado en la titulación (ml)

NHCl = Normalidad del ácido estándar.

N = Nitrógeno de la muestra

F= Factor de proteína (6,38 para leche y derivados)



**Figura 30. Ácido Sulfúrico**



**Figura 31. Preparación de NaOH**



**Figura 32. Digestión de Proteína**



**Figura 33. Tubos kjeldahl**



**Figura 34. Destilación de proteína**



**Figura 35. Titulación**

## **CONTROL MICROBIOLÓGICO: MOHOS Y LEVADURAS VIABLES. RECuento EN PLACA POR SIEMBRA EN PROFUNDIDAD: (Norma técnica ecuatoriana INEN 1529-10 (1998).)**

**Fundamento.-** Este método se basa en el cultivo entre 22°C y 25°C de las unidades propagadoras de mohos y levaduras, utilizando la técnica de recuento en placa por siembra en profundidad y un medio que contenga extracto de levadura, glucosa y sales minerales.

### **Materiales y Medio de Cultivo**

**Materiales.** La vidriería debe resistir esterilizaciones repetidas y todo el material debe estar perfectamente limpio y estéril.

- ✓ Placas Petri
- ✓ Pipetas serológicas de boca ancha de 1; 5 y 10 cm<sup>3</sup> graduadas en 1/10 de unidad.
- ✓ Matraz Erlenmeyer
- ✓ Vasos de Precipitación

### **Medio de cultivo**

Agar sal-levadura de Davis o similar.

### **Preparación de la muestra**

Triturar 10 gramos de muestra.

### **Procedimiento**

1. Utilizando una sola pipeta estéril, pipetear, alícuotas de 1 cm<sup>3</sup> de cada una de las diluciones decimales en placas Petri adecuadamente identificadas. Iniciar por la dilución de menor concentración.
2. Inmediatamente, verter en cada una de las placas inoculadas, aproximadamente 20 cm<sup>3</sup> de agar sal-levadura de Davis (SLD) fundido y

templado a  $45 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . La adición del medio de cultivo no debe pasar más de 15 minutos, a partir de la preparación de la primera dilución.

3. Delicadamente, mezclar el inóculo de siembra con el medio de cultivo, imprimiendo a la placa movimientos de vaivén, 5 veces en una dirección; hacerla girar cinco veces en sentido de las agujas del reloj. Volver a Imprimir movimientos de vaivén en una dirección que forme ángulo recto con la primera y hacerla girar cinco veces en sentido contrario a las agujas de reloj.

4. Dejar las placas en reposo hasta que se solidifique el agar.

5. Invertir las placas e incubarlas entre  $22^{\circ}\text{C}$  y  $25^{\circ}\text{C}$ , por cinco días.

6. Examinarlas a los dos días de incubación y comprobar si se ha formado micelio aéreo.

7. Las primeras colonias que se desarrollan son las de levaduras, que suelen ser redondas, cóncavas, estrelladas. La mayoría de las colonias jóvenes de levaduras son húmedas y algo mucosas, también pueden ser harinosas, blanquecinas y algunas cremosas y rosadas. En ciertos casos, apenas cambian al envejecer, otras veces se desecan y encogen. Las colonias de mohos tienen un aspecto algodonoso característico.

8. Cuando el micelio aéreo de los mohos amenace cubrir la superficie de la placa, dificultando las lecturas posteriores; pasados dos días, realizar recuentos preliminares en cualquier placa que se pueda distinguir las colonias.

9. A los cinco días, seleccionar las placas que presenten entre 10 y 150 colonias y contarlas sin el auxilio de lupas. A veces pueden desarrollarse colonias pequeñas, éstas son de bacterias acidófilas y, por tanto, deben excluirse del recuento. Las colonias de levaduras deben ser comprobadas por examen microscópico.

10. Contar las colonias de mohos y levaduras en conjunto o separadamente. Si las placas de todas las diluciones contienen más de 150 colonias, contar en las placas inoculadas con la menor cantidad de muestra.

### **Cálculos**

Cálculo del número (N) de unidades propagadoras (UP) de mohos y/o levaduras por centímetro cúbico o gramo de muestra. Calcular según la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\text{número total de colonias contadas o calculadas}}{\text{cantidad total de muestra sembrada}}$$

$$N = \frac{\Sigma c}{V(n_1 + 0,1m_2)d}$$

Dónde:

$\Sigma C$  = suma de las colonias contadas o calculadas en todas las placas elegidas;

$n_1$  = número de placas contadas de la primera dilución seleccionada;

$n_2$  = número de placas contadas de la segunda dilución seleccionada;

$d$  = dilución de la cual se obtuvieron los primeros recuentos, por ejemplo 10<sup>-2</sup>;

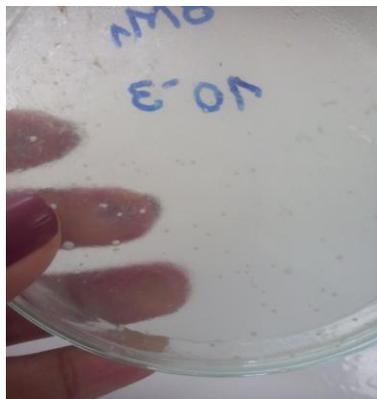
$V$  = volumen del inóculo sembrado en cada placa.



**Figura 36. Agar**



**Figura 37. Preparación del agar**



**Figura 38. Conteo de bacterias 24 h**



**Figura 39. Conteo de bacteria 48 h**

**CONTROL MICROBIOLÓGICO: BACTERIAS AEROBIAS MESÓFILAS TOTALES. RECUENTO EN PLACA POR SIEMBRA EN PROFUNDIDAD: (Norma técnica ecuatoriana INEN 1529-17 (1998).)**

**Fundamento.-** Por bacterias aerobias mesófilas totales se entienden todas las bacterias aerobias y anaerobias facultativas, heterótrofas, mesófilas y criófilas capaces de crecer en un medio de agar nutritivo.

**Material necesario**

- Placas Petri
- Vasos de Precipitación
- Matraz Erlenmeyer
- Pipetas estériles

**Procedimiento:**

1. Utilizando una sola pipeta estéril, pipetear, alícuotas de 1 cm<sup>3</sup> de cada una de las diluciones decimales en placas Petri adecuadamente identificadas. Iniciar por la dilución de menor concentración.
2. Inmediatamente, verter en cada una de las placas inoculadas, aproximadamente 20 cm<sup>3</sup> de plate count agar fundido y templado a 45 ± 2°C. La adición del medio de cultivo no debe pasar más de 15 minutos, a partir de la preparación de la primera dilución.
3. Delicadamente, mezclar el inóculo de siembra con el medio de cultivo, imprimiendo a la placa movimientos de vaivén, 5 veces en una dirección; hacerla girar cinco veces en sentido de las agujas del reloj. Volver a Imprimir movimientos de vaivén en una dirección que forme ángulo recto con la primera y hacerla girar cinco veces en sentido contrario a las agujas de reloj.
4. Dejar las placas en reposo hasta que se solidifique el agar.
5. Llevar a una incubadora a 37°C durante 48 h para el recuento de las bacterias mesófilas.

## Cálculos

El resultado se expresara en unidades formadoras de colonias (UFC) por ml A la hora de obtener este resultado hay que tener en cuenta que se han sembrado 0.1 ml y el factor de dilución.



**Figura 40. Equipo para esterilizar materiales**



**Figura 41. Incubación de muestras**



**Figuras 42 y 43. Recuento de Bacterias Aerobias Mesófilas Totales**

### 3.6.9. Interpretación de Resultados.

Mediante el uso tablas ANOVA y cálculo de varianza y el programa Excel se tabuló los resultados y datos obtenidos en el laboratorio y en la estufa para

determinar el tiempo de secado para cada temperatura y la variabilidad existente entre los resultados obtenidos de los respectivos análisis proximal (humedad, cenizas, grasa y proteína) y control microbiológico (recuento de hongos y levaduras; recuento de bacterias aerobias mesófilas totales).

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS

Para la determinación de temperatura y tiempo adecuada para la obtención de requesón deshidratado se realizaron tres repeticiones, cada repetición consta de la aplicación de 6 diferentes temperaturas: 40, 45, 50, 58, 60 y 80°C.

Antes del inicio de cada repetición se adquiría la materia prima proveniente de la Industria Láctea “San Salvador”, asegurando que para cada repetición el requesón sea elaborado de igual o similar manera, estandarizando así su proceso.

Posteriormente se realizaron secados a 6 diferentes temperaturas determinando así el tiempo estándar para cada temperatura. Finalmente se realizaron análisis proximales, organolépticos y microbiológicos cuyos resultados se expresan a continuación:

#### *4.1. ESTANDARIZACIÓN DE PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO DE PROTEÍNA DE SUERO “REQUESÓN”*

## Diagrama de Proceso para la Elaboración de Queso de Proteína de Suero “Requesón”



**Figura 44.**  
Elaborado por: Diana Carolina Cujano Guambo

## **Descripción del Proceso:**

### **\* PREPARACIÓN DEL SUERO**

El suero usado para la elaboración del requesón debe ser dulce (no muy acidificado).

Lo ideal es usar el suero dulce proveniente de la elaboración de queso tipo fresco pasteurizado a 70° C o de otros de baja acidez.

Se debe determinar la acidez del suero empleando la prueba de titulación. La acidez óptima del suero es de 11-12° D.

Los sueros de alta acidez, no resultan en un buen requesón y deben ser neutralizados con bicarbonato de sodio, para disminuir el nivel de acidez.

### **\* CALENTAMIENTO Y REPOSO DEL SUERO**

El suero remanente se calienta a 70° C aproximadamente. Este se agita suavemente mientras la temperatura aumenta.

Cuando la temperatura alcanza a los 70° C, se agrega 1 litro de leche por cada 100 litros de suero. También se puede preparar sin agregaciones.

Se continúa con el calentamiento hasta alcanzar una temperatura de 85-90° C.

Cuando la temperatura ha llegado a los 85-90° C, se agrega ácido cítrico, cuya principal función es bajar el pH, hasta valores cercanos al punto isoeléctrico de estas proteínas, de igual forma este proceso junto con la desnaturalización térmica, conduce y origina la floculación y/o precipitación de las proteínas lactoséricas.

Se agita vigorosamente el contenido de la tina, para prevenir la coagulación localizada.

Tan pronto como se ha agregado el ácido, la agitación se detiene y mientras el suero gira en la tina, la cuajada debe flotar en la parte superior formando una masa compacta.

Luego se suspende el calentamiento, se deja reposar hasta observar una masa bastante compacta.

## \* **DESUERADO Y ESCURRIDO**

El coágulo albuminoso sube lentamente a la superficie donde forma una gruesa capa que se extrae por medio de una espumadera o tela de malla fina.

El suero también se puede sacar por sifón, abriendo la llave de desuerado, teniendo cuidado de no mover la cuajada, pues sus partículas son tan finas que se pierden en el suero con el movimiento.

Luego se coloca la cuajada en talegos finos o lienzos, los cuales se cuelgan o se colocan en una mesa de escurrido y se dejan drenar 4-6 horas. Es aconsejable que el requesón drene en un local refrigerado.

## \* **EMPACADO Y ALMACENADO**

Se empaca empleando papel apergaminado o en bolsas plásticas y se sella inmediatamente para evitar contaminaciones.

El requesón ya empacado debe conservarse a 4 - 5° C de temperatura y comercializarse rápidamente. Si no hay refrigerador debe mantenerse en lugar fresco y limpio. Es un producto de alta humedad, aproximadamente del 80% y muy perecedero, por lo cual, debe consumirse en forma rápida.

### 4.2. *REQUESÓN*

#### **4.2.1. Características Organolépticas del Requesón**

Una vez que el requesón ha pasado por un proceso de secado se pueden observar a simple vista los cambios organolépticos que resultan.

Se determinó que el color del requesón fresco por lo general es blanco tendiendo a ser beige, una vez deshidratado se puede observar que el color se mantiene.

El olor es agradable y se intensifica con el proceso de secado.

El sabor del requesón deshidratado es muy similar aunque un poco menos intenso que el sabor del requesón fresco y posee una textura arenosa.

Su tamaño se reduce en un 22% debido a que en el proceso de secado el requesón pierde humedad tendiendo a encogerse.

La escala que se utilizó para medir las características organolépticas fue de cero a diez puntos, en donde:

Cero = Ausente

1 a 3 = Intensidad baja

4 a 5 = Intensidad media

6 a 8 = Intensidad alta

9 a 10 = Intensidad muy alta o fuerte

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL REQUESÓN FRESCO		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COLOR	Beige											
OLOR	Agradable											
SABOR	Dulce											
TEXTURA	Cremosa											

**Cuadro 3. Características Físicas del Requesón Fresco**  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL REQUESÓN DESHIDRATADO		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COLOR	Beige											
OLOR	Agradable											
SABOR	Dulce											
TEXTURA	Arenosa											
TAMAÑO	Reduce											

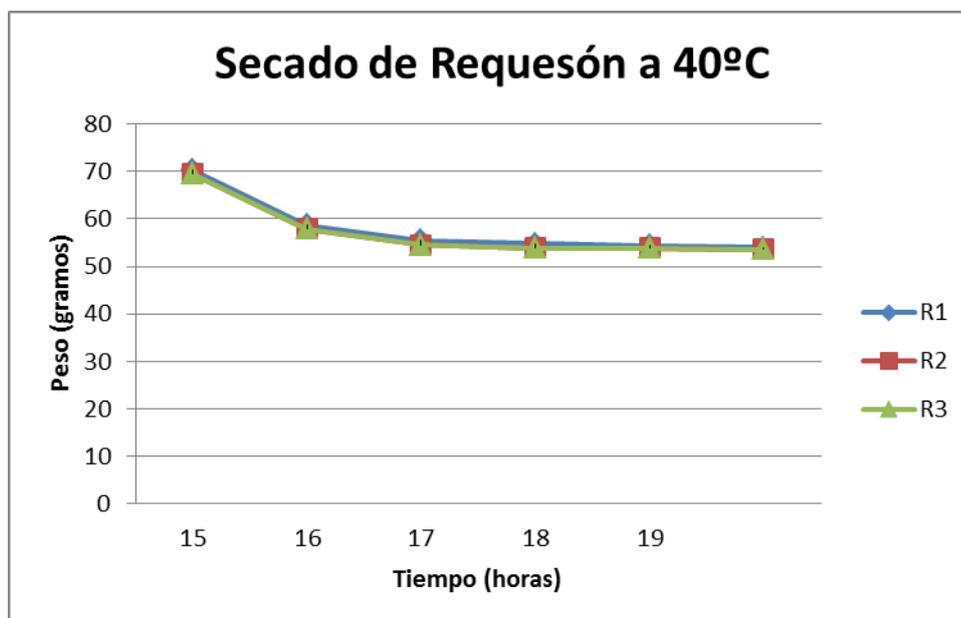
**Cuadro 4. Características Físicas del Requesón Deshidratado**  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

#### 4.2.2. Promedio del Secado

En los siguientes cuadros se indica los promedios obtenidos en el proceso de secado para cada temperatura.

PESOS PROMEDIO DEL REQUESÓN A 40° C						
REPETICIONES	PESO INICIAL	PESO 15 HORAS	PESO 16 HORAS	PESO 17 HORAS	PESO 18 HORAS	PESO 19 HORAS
R1	70,2262	58,6958	55,5005	54,8386	54,3806	54,0594
R2	69,4870	57,9099	54,5440	53,8599	53,8541	53,5329
R3	69,5281	57,9510	54,5851	53,9010	53,8952	53,5740
Promedio	69,7471	58,1856	54,8765	54,1998	54,0433	53,7221

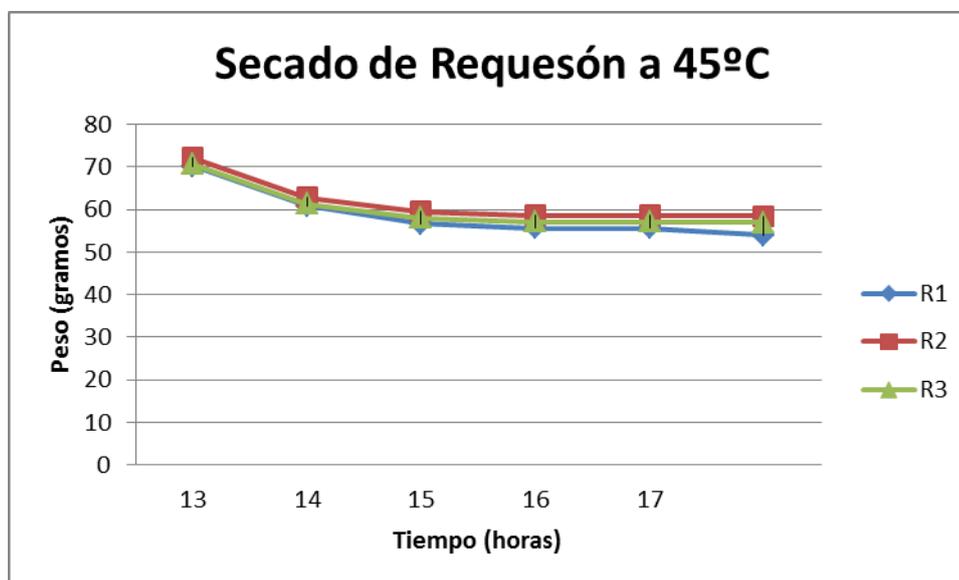
**Cuadro 5. Pesos Promedio del Requesón a 40°C**  
 Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015



**Cuadro 6. Tiempo de secado a 40°C**  
 Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

PESOS PROMEDIO DEL REQUESÓN A 45° C						
REPETICIONES	PESO INICIAL	PESO 13 HORAS	PESO 14 HORAS	PESO 15 HORAS	PESO 16 HORAS	PESO 17 HORAS
R1	69,0636	59,7284	56,8338333	54,3617	54,2783	53,1254
R2	72,1825	62,8473	59,4814	58,6470	58,5580	58,4703
R3	70,5281	61,1929	57,8270	56,9926	56,9036	56,8159
Promedio	70,5914	61,2562	58,0474	56,6671	56,5800	56,1372

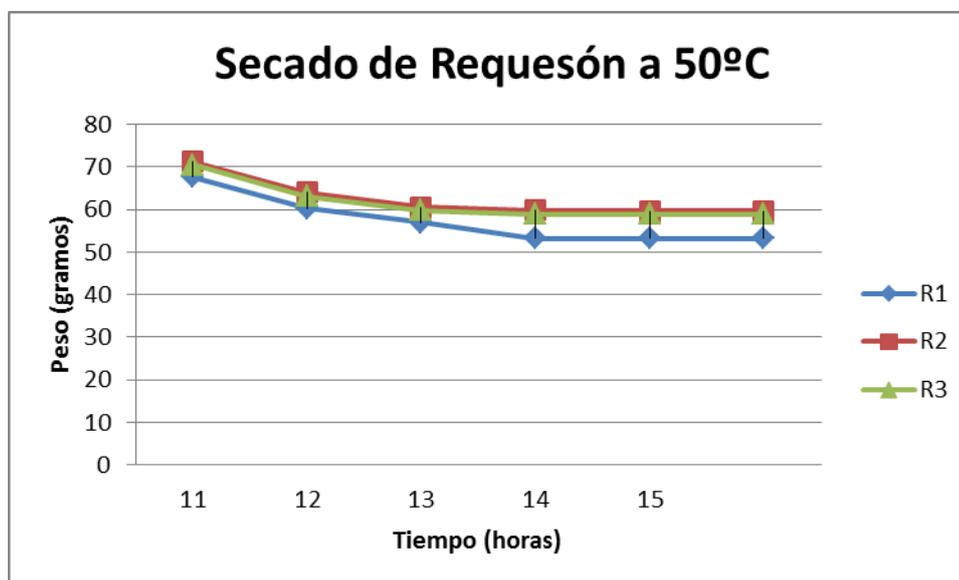
**Cuadro 7. Pesos Promedio del Requesón a 45°C**  
**Elaborado por:** Cujano Guambo Diana Carolina, 2015



**Cuadro 8. Tiempo de secado a 45°C**  
**Elaborado por:** Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

PESOS PROMEDIO DEL REQUESÓN A 50° C						
REPETICIONES	PESO INICIAL	PESO 11 HORAS	PESO 12 HORAS	PESO 13 HORAS	PESO 14 HORAS	PESO 15 HORAS
R1	67,6501	60,3149	56,9490	53,2717	53,2586	53,2579
R2	71,3059	63,9707	60,6048	59,7704	59,6814	59,6807
R3	70,5281	63,1929	59,8270	58,9926	58,9036	58,9029
Promedio	69,8280	62,4928	59,1269	57,3449	57,2812	57,2805

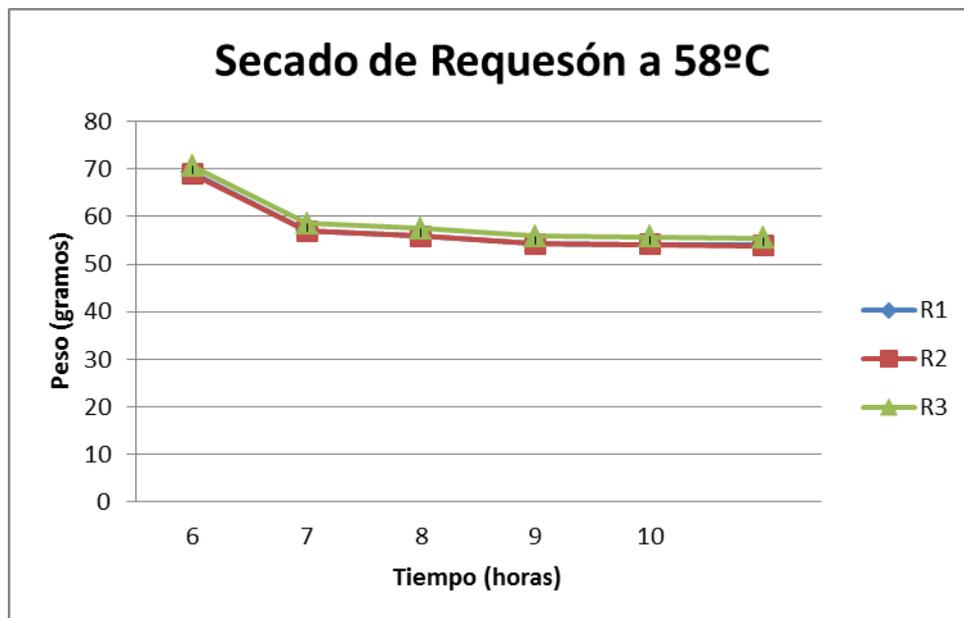
**Cuadro 9. Pesos Promedio del Requesón a 50°C**  
**Elaborado por:** Cujano Guambo Diana Carolina, 2015



**Cuadro 10. Tiempo de secado a 50°C**  
**Elaborado por:** Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

PESOS PROMEDIO DEL REQUESÓN A 58° C						
REPETICIONES	PESO INICIAL	PESO 6 HORAS	PESO 7 HORAS	PESO 8 HORAS	PESO 9 HORAS	PESO 10 HORAS
R1	69,2070	57,0941	55,8575	54,4043	54,1791	53,9902
R2	68,9094	56,9306	55,8306	54,3341	54,0953	53,9064
R3	70,5281	58,5493	57,4493	55,9528	55,7140	55,5251
Promedio	69,5482	57,5247	56,3791	54,8971	54,6628	54,4739

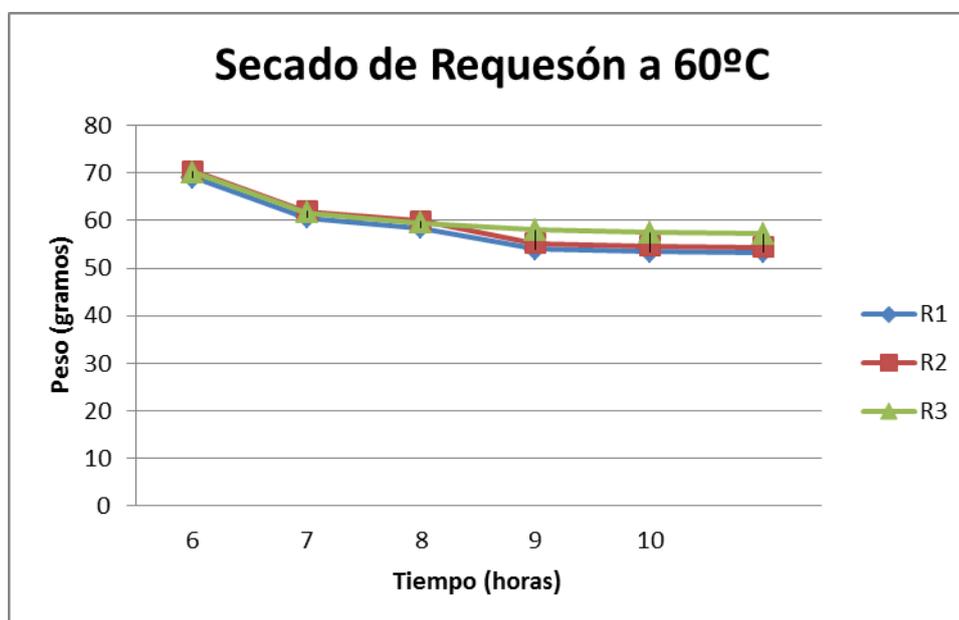
**Cuadro 11. Pesos Promedio del Requesón a 58°C**  
**Elaborado por:** Cujano Guambo Diana Carolina, 2015



**Cuadro 12. Tiempo de secado a 58°C**  
**Elaborado por:** Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

PESOS PROMEDIO DEL REQUESÓN A 60° C						
REPETICIONES	PESO INICIAL	PESO 6 HORAS	PESO 7 HORAS	PESO 8 HORAS	PESO 9 HORAS	PESO 10 HORAS
R1	69,0613	60,5434	58,4434	54,0141	53,4541	53,2652
R2	70,4820	61,9641	59,8641	55,2022	54,6422	54,4533
R3	70,1300	61,6121	59,5121	58,0156	57,4556	57,2667
Promedio	69,8911	61,3732	59,2732	55,7440	55,1840	54,9951

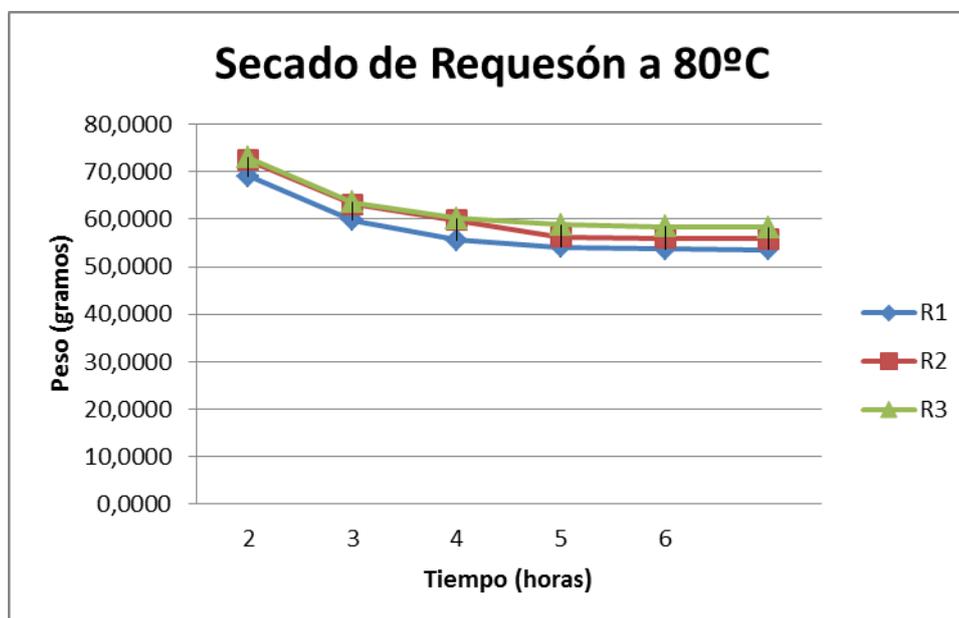
**Cuadro 13. Pesos Promedio del Requesón a 60°C**  
**Elaborado por:** Cujano Guambo Diana Carolina, 2015



**Cuadro 14. Tiempo de secado a 60°C**  
**Elaborado por:** Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

PESOS PROMEDIO DEL REQUESÓN A 80° C						
REPETICIONES	PESO INICIAL	PESO 2 HORAS	PESO 3 HORAS	PESO 4 HORAS	PESO 5 HORAS	PESO 6 HORAS
R1	69,1257	59,7905	55,6789	54,1653	53,7329	53,6329
R2	72,4418	63,1066	59,7407	56,2447	55,9703	55,8703
R3	72,9311	63,5959	60,2300	58,8956	58,4632	58,3632
Promedio	71,4995	62,1643	58,5499	56,4352	56,0555	55,9555

**Cuadro 15. Pesos Promedio del Requesón a 80°C**  
**Elaborado por:** Cujano Guambo Diana Carolina, 2015



**Cuadro 16. Tiempo de secado a 80°C**  
**Elaborado por:** Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

T°	Tiempo en horas			
	R1	R2	R3	Promedio
40	17	17	18	17,3333
45	15	15	15	15,0000
50	13	13	13	13,0000
58	8	8	8	8,0000
60	8	9	8	8,3333
80	4	4	4	4,0000

**Cuadro 17. Duración de Secado por temperatura**  
**Elaborado por:** Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

#### 4.2.3. Análisis Estadístico ANOVA

El análisis de la varianza permite determinar si los datos adquiridos de un experimento son o no significativos.

Este análisis establece que al obtener una probabilidad mayor al 0,05 los datos son estadísticamente significativos, mientras que al obtener una probabilidad menor a 0,05 los datos no son estadísticamente significativos.

Al realizar el análisis ANOVA se obtuvo una probabilidad menor al 0,05 es decir que los datos no son estadísticamente significativos a partir de la décimo séptima hora del secado a 40° C, de la décimo quinta hora del secado a 45° C, de la décimo tercera hora del secado a 50° C. de la octava hora del secado a 58 y 60° C y de la cuarta hora del secado a 80° C.

En los siguientes cuadros se puede observar los datos obtenidos en el análisis de varianza.

Origen de Variaciones	Suma de Cuadrados	GL	Promedio de los Cuadrados	F	Probabilidad	Valor Crítico para F
Entre grupos	2,1466	2	1,0733	0,0092	0.05	5,79
Dentro de grupos	583,4740	5	116,6948			
<b>TOTAL</b>	585,6207	7				

**Cuadro 18. Análisis ANOVA de requesón a 40° C.**

Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

Origen de Variaciones	Suma de Cuadrados	GL	Promedio de los Cuadrados	F	Probabilidad	Valor Crítico para F
Entre grupos	24,5933	2	12,2966	0,1291	0.05	5,79
Dentro de grupos	476,3625	5	95,2725			
<b>TOTAL</b>	500,9558	7				

**Cuadro 19. Análisis ANOVA de requesón a 45° C.**

Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

Origen de Variaciones	Suma de Cuadrados	GL	Promedio de los Cuadrados	F	Probabilidad	Valor Crítico para F
Entre grupos	88,7905	2	44,3953	0,5866	0.05	5,79
Dentro de grupos	378,3858	5	75,6772			
<b>TOTAL</b>	467,1763	7				

**Cuadro 20. Análisis ANOVA de requesón a 50° C.**

Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

Origen de Variaciones	Suma de Cuadrados	GL	Promedio de los Cuadrados	F	Probabilidad	Valor Crítico para F
Entre grupos	9,7561	2	4,8781	0,048	0.05	5,79
Dentro de grupos	508,1349	5	101,6270			
<b>TOTAL</b>	517,8911	7				

**Cuadro 21. Análisis ANOVA de requesón a 58° C.**

Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

Origen de Variaciones	Suma de Cuadrados	GL	Promedio de los Cuadrados	F	Probabilidad	Valor Crítico para F
Entre grupos	19,2856	2	9,6428	0,0959	0.05	5,79
Dentro de grupos	502,8903	5	100,5781			
<b>TOTAL</b>	522,1760	7				

**Cuadro 22. Análisis ANOVA de requesón a 60° C.**  
**Elaborado por:** Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

Origen de Variaciones	Suma de Cuadrados	GL	Promedio de los Cuadrados	F	Probabilidad	Valor Crítico para F
Entre grupos	59,7141	2	29,8571	0,2693	0.05	5,79
Dentro de grupos	554,2889	5	110,8578			
<b>TOTAL</b>	614,0030	7				

**Cuadro 23. Análisis ANOVA de requesón a 80° C.**  
**Elaborado por:** Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

#### 4.2.4. Determinación del % de Humedad

Cuan mayor sea el contenido de humedad presente en el producto, este requerirá un mayor proceso de secado; influyendo en el tiempo y temperatura.

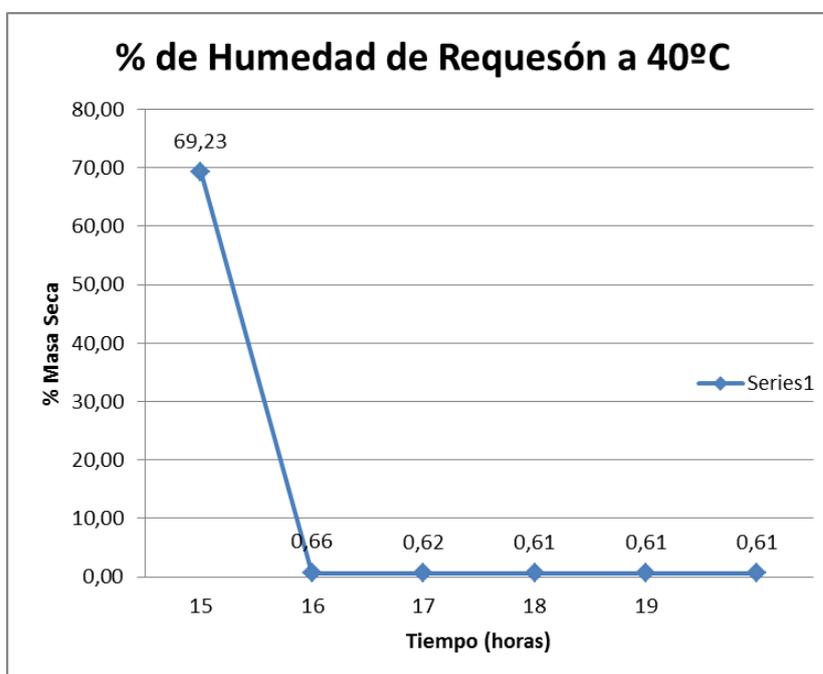
La humedad obtenida es el resultado de cada hora que conlleva el proceso de secado. En las primeras horas es donde mayor % de humedad pierde el requesón.

Para determinar el porcentaje de humedad en el proceso de secado, se realizó el promedio de pesos obtenidos de las tres repeticiones realizadas por cada temperatura. Estableciendo el % de humedad en muestra fresca que varía en un peso de aproximadamente 99%. Se ejecutó la representación del porcentaje de humedad a diferentes temperaturas.

En los siguientes cuadros se detalla los factores que intervienen en el cálculo del % de humedad, analizando la pérdida de humedad y observando la reducción del % de masa seca que se obtiene.

REQUESÓN A 40° C						
Humedad	Peso inicial (g)	Peso 15 hora (g)	Peso 16 hora (g)	Peso 17 hora (g)	Peso 18 hora (g)	Peso 19 hora (g)
	69,7471	58,1856	54,8765	54,1998	54,0433	53,7221
Pérdida de humedad		99,34	99,38	99,39	99,39	99,39
% Masa seca	69,23	0,66	0,62	0,61	0,61	0,61

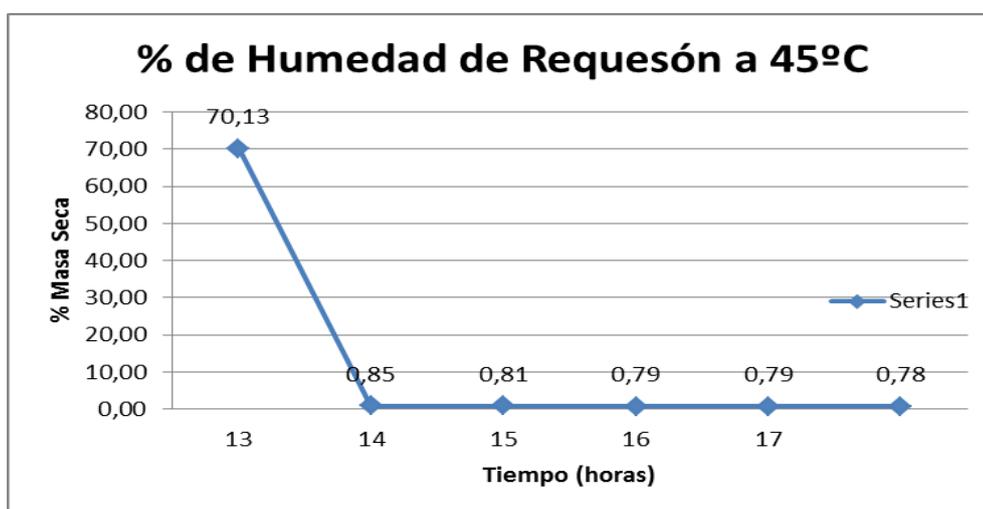
**Cuadro 24. Humedad del Requesón a 40°C**  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015



**Cuadro 25. Humedad del Requesón a 40°C**  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

REQUESÓN A 45° C						
Humedad	Peso inicial (g)	Peso 13 hora (g)	Peso 14 hora (g)	Peso 15 hora (g)	Peso 16 hora (g)	Peso 17 hora (g)
		70,5914	61,2562	58,0474	56,6671	56,5800
Pérdida de humedad		99,15	99,19	99,21	99,21	99,22
% Masa seca	70,13	0,85	0,81	0,79	0,79	0,78

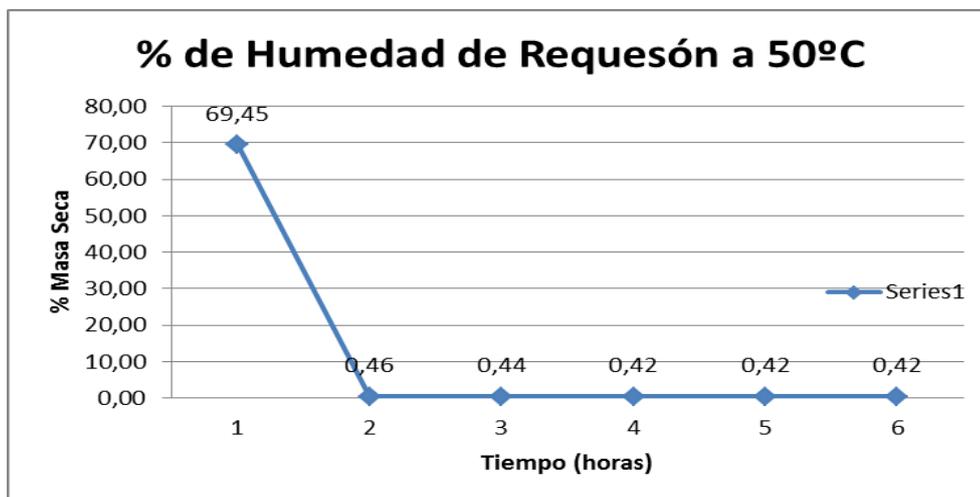
**Cuadro 26. Humedad del Requesón a 45°C**  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015



**Cuadro 27. Humedad del Requesón a 45°C**  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

REQUESÓN A 50° C						
Humedad	Peso inicial (g)	Peso 11 hora (g)	Peso 12 hora (g)	Peso 13 hora (g)	Peso 14 hora (g)	Peso 15 hora (g)
		69,8280	62,4928	59,1269	57,3449	57,2812
Pérdida de humedad		99,54	99,56	99,58	99,58	99,58
% Masa seca	69,45	0,46	0,44	0,42	0,42	0,42

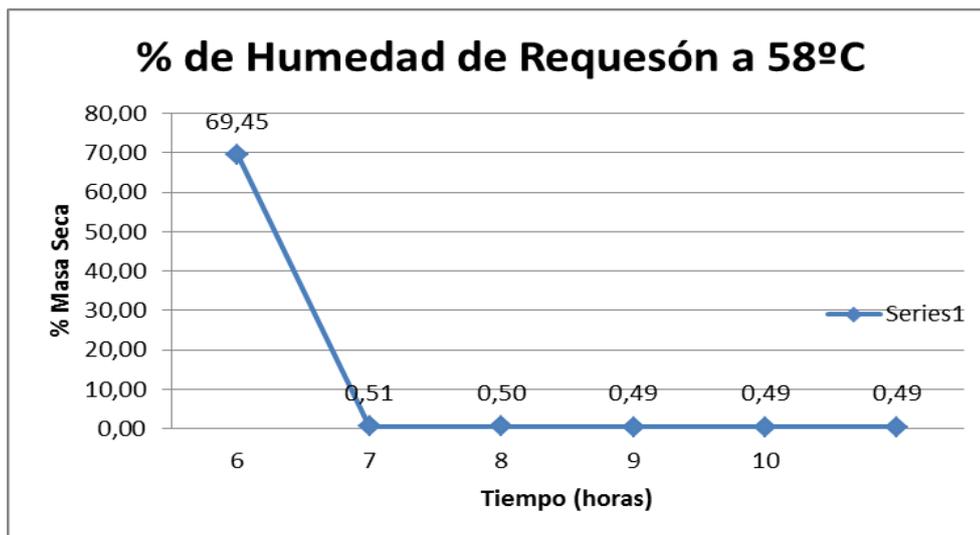
**Cuadro 28. Humedad del Requesón a 50°C**  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015



**Cuadro 29. Humedad del Requesón a 50°C**  
 Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

REQUESÓN A 58° C						
Humedad	Peso inicial (g)	Peso 6 hora (g)	Peso 7 hora (g)	Peso 8 hora (g)	Peso 9 hora (g)	Peso 10 hora (g)
	69,5482	57,5247	56,3791	54,8971	54,6628	54,4739
<b>Pérdida de humedad</b>		99,49	99,50	99,51	99,51	99,51
<b>% Masa seca</b>	69,45	0,51	0,50	0,49	0,49	0,49

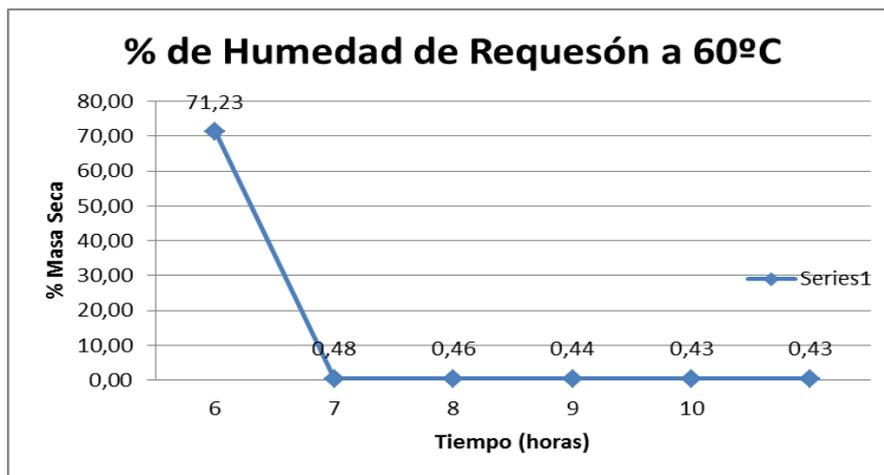
**Cuadro 30. Humedad del Requesón a 58°C**  
 Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015



**Cuadro 31. Humedad del Requesón a 58°C**  
 Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

REQUESÓN A 60° C						
Humedad	Peso inicial (g)	Peso 6 hora (g)	Peso 7 hora (g)	Peso 8 hora (g)	Peso 9 hora (g)	Peso 10 hora (g)
	69,8911	61,3732	59,2732	55,7440	55,1840	54,9951
<b>Pérdida de humedad</b>		99,52	99,54	99,56	99,57	99,57
<b>% Masa seca</b>	71,23	0,48	0,46	0,44	0,43	0,43

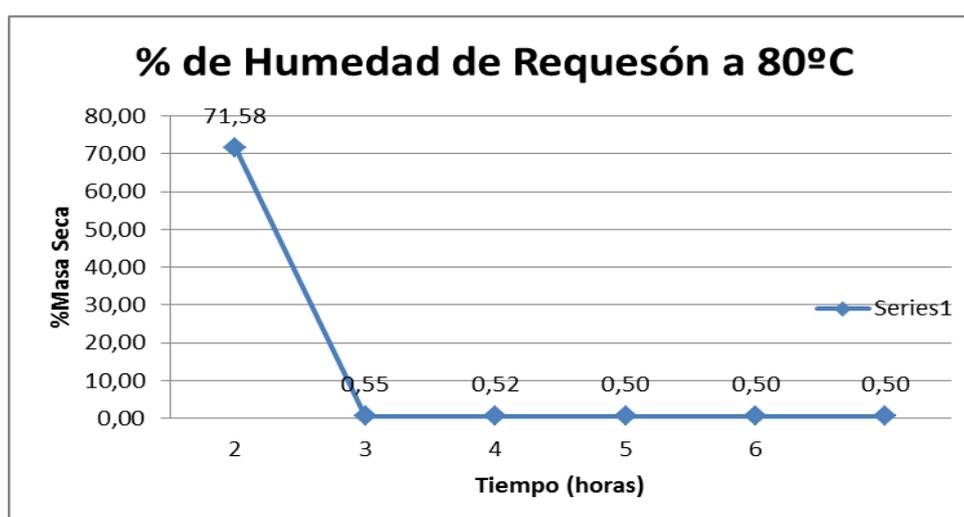
**Cuadro 32. Humedad del Requesón a 60°C**  
 Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015



**Cuadro 33. Humedad del Requesón a 60°C**  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

REQUESÓN A 80° C						
Humedad	Peso inicial (g)	Peso 2 hora (g)	Peso 3 hora (g)	Peso 4 hora (g)	Peso 5 hora (g)	Peso 6 hora (g)
	71,4995	62,1643	58,5499	56,4352	56,0555	55,9555
Pérdida de humedad		99,45	99,48	99,50	99,50	99,50
% Masa seca	71,58	0,55	0,52	0,50	0,50	0,50

**Cuadro 34. Humedad del Requesón a 80°C**  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015



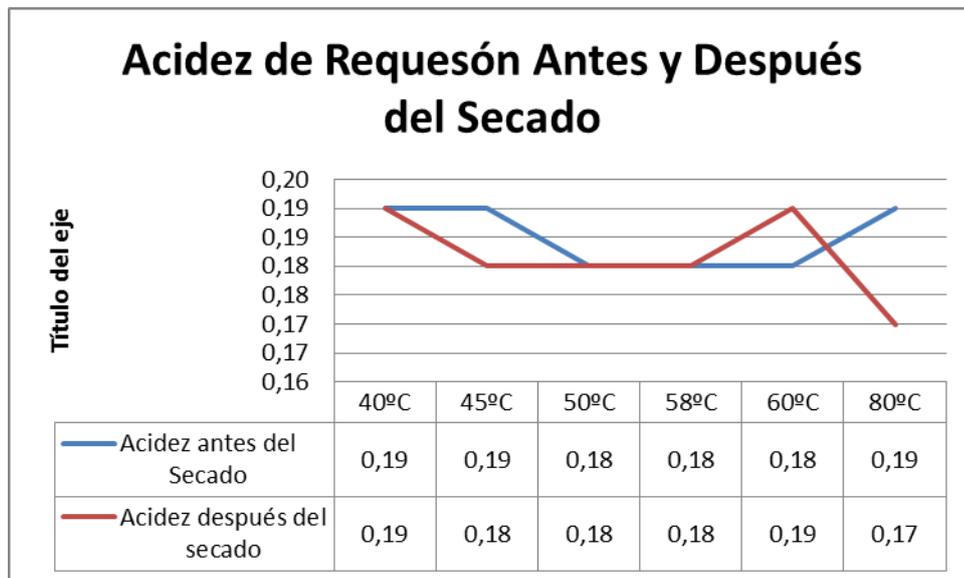
**Cuadro 35. Humedad del Requesón a 80°C**  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

## 4.2.5. Características Físico-Químicas

### 4.2.5.1. pH y Acidez

Temperatura	Antes del Secado		Después del Secado	
	pH	Acidez	pH	Acidez
40°C	6,76	0,19	6,51	0,19
45°C	6,61	0,19	6,68	0,18
50°C	6,74	0,18	6,73	0,18
58°C	6,71	0,18	6,71	0,18
60°C	6,70	0,18	6,75	0,19
80°C	6,74	0,19	6,65	0,17

Cuadro 36. pH y Acidez promedio del Requesón antes y después del secado.  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

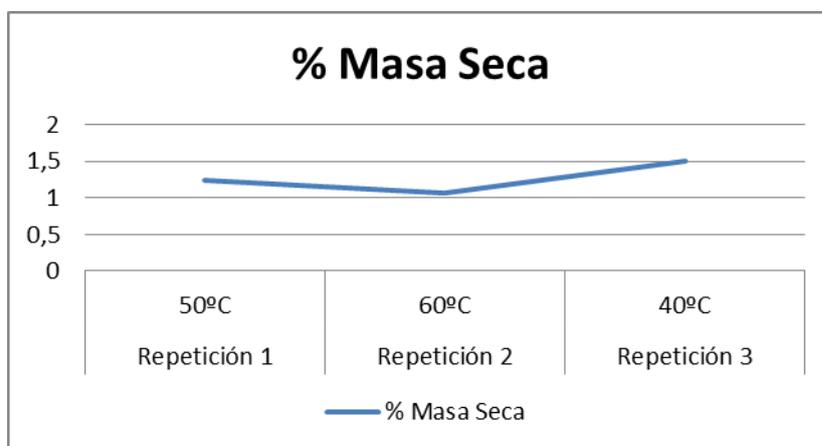


Cuadro 37. pH y Acidez promedio del Requesón antes y después del secado.  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

#### 4.2.5.2. Humedad

Muestra		% Masa Seca
Repetición 1	50°C	1,25
Repetición 2	60°C	1,07
Repetición 3	80°C	1,50

**Cuadro 38. % de Humedad del Requesón.**  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

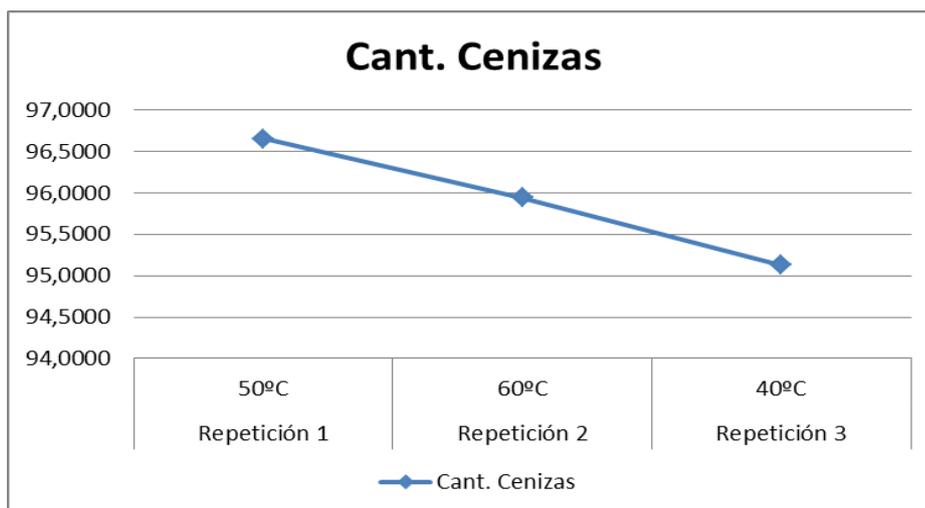


**Cuadro 39. % de Humedad del Requesón.**  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

#### 4.2.5.3. Cenizas

Muestra		% de Cenizas
Repetición 1	50°C	16,6651
Repetición 2	60°C	16,5941
Repetición 3	80°C	16,5125

**Cuadro 40. Cantidad de Cenizas presentes en el Requesón Deshidratado.**  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015



**Cuadro 41. Cantidad de Cenizas presentes en el Requesón Deshidratado.**  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

#### 4.2.5.4. Grasa

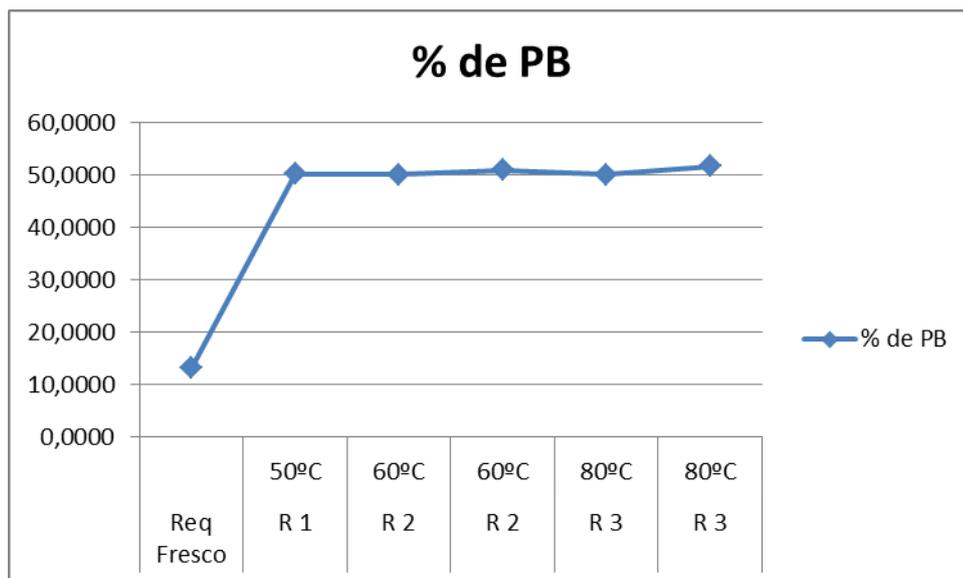
Muestra	P. Vacío	P. Muestra	P. Cerrado	P+M Desengrasado	W. Muestra	W de Grasa	% de Grasa	
Repetición 1	50°C	0,3422	1,7354	1,7650	1,3579	1,3932	0,4071	29,2205
Repetición 2	60°C	0,3930	2,0999	2,1298	1,6315	1,7069	0,4983	29,1933
Repetición 3	40°C	0,3654	1,8046	1,8348	1,4062	1,4392	0,4286	29,7804
	80°C	0,3598	1,8264	1,8561	1,4196	1,4666	0,4365	29,7627

**Cuadro 42. % de Grasa presente en el Requesón Deshidratado.**  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

#### 4.2.5.5. Proteína

MUESTRA	p. muestra	NHCl gastado	Normalidad	Cant. Nitrógeno	% de PB	
Requesón fresco	1,1616	11,17	0,0985	0,1541	13,2490	
Repetición 1	50°C	0,2673	10,43	0,0985	0,1439	50,1999
		0,3094	11,21	0,0985	0,1547	50,0984
Repetición 2	60°C	0,196	9,00	0,0985	0,1242	50,9756
		1,1336	21,45	0,0985	0,2960	50,0643
Repetición 3	80°C	0,2003	9,16	0,0985	0,1264	51,6706

**Cuadro 43. % de Proteína Bruta presente en requesón deshidratado.**  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015



**Cuadro 44. % de Proteína Bruta presente en requesón deshidratado.**  
**Elaborado por:** Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

#### 4.2.6. Características Microbiológicas

Muestras		Diluc.	Bacterias Aerobias	Hongos y Levaduras
Repetición 1	58°C	$10^{-1}$	$173 = 1,7 \times 10^2$	$132 = 1,3 \times 10^2$
		$10^{-3}$	$272 = 2,7 \times 10^2$	$5454 = 5,5 \times 10^3$
Repetición 2	60°C	$10^{-1}$	$1 = 0,01 \times 10^1$	$13 = 1,3 \times 10^1$
		$10^{-3}$	$0 = 1,0 \times 10^0$	$272 = 2,7 \times 10^2$
Repetición 3	80°C	$10^{-1}$	$3 = 0,03 \times 10^1$	$2 = 0,02 \times 10^1$
		$10^{-3}$	$0 = 1,0 \times 10^0$	$0 = 1,0 \times 10^0$

**Cuadro 45. Recuento Microbiológico en requesón deshidratado.**  
**Elaborado por:** Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

## CAPÍTULO V

### 5. DISCUSIÓN

En la presente investigación se determinó la temperatura y el tiempo óptimo para la obtención de requesón deshidratado para lo que se realizó un secado de Requesón a temperaturas de 40, 45, 50, 58, 60 y 80 grados centígrados, hasta conseguir pesos constantes. El tiempo utilizado en el secado del requesón varía de cuatro a diez y siete horas, en los cuales los últimos pesos no tienen significancia estadística lo cual se ha comprobado mediante un análisis ANOVA.

Por efecto del secado del requesón sus propiedades organolépticas presentaron ligeras variaciones en color, olor, sabor, textura y tamaño, mejorando cada una de estas con respecto a la muestra fresca.

Se determinó que en las primeras horas de secado el requesón pierde alrededor del 99% de humedad; la masa seca del requesón se reduce a un porcentaje aproximado del 0% al 1%.

El secado del requesón determinó que a temperaturas de 40° C el requesón se seca en un periodo de 17 horas, a 45° C en 15 horas, a 50° C en 13 horas, a 58° C y 60° C en 8 horas y a 80° C en 4 horas, estos valores se obtuvieron en la parte experimental a partir de estas horas los pesos son constantes. Es necesario mencionar que se realizó pruebas con requesón con grados de acidez de 0, 33 y 0, 35 para determinar si esto alteraba las características sensoriales o el tiempo de secado pero no se encontró diferencias.

No existe una temperatura específica para deshidratar requesón pues todas las temperaturas aplicadas en esta investigación dan como resultado las mismas características organolépticas del producto final.

El tiempo adecuado para obtener requesón deshidratado depende estrictamente de la temperatura a la que este se someta; ya que en la mayor temperatura que se aplicó menor fue el tiempo de deshidratado del requesón.

Los resultados de los análisis de grasa, proteína y ceniza realizados a muestras seleccionadas al azar (una de cada repetición) no mostraron diferencias, al contrario del control microbiológico que si mostró diferencias en los resultados.

## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. CONCLUSIONES

- \* De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se determinó que la temperatura óptima para obtener requesón deshidratado es 80° C.
- \* Debido a que la temperatura seleccionada es la más alta de todas las aplicadas al requesón, el tiempo de deshidratado es de 4 horas.
- \* Las características sensoriales del requesón no muestran diferencias significativas entre temperaturas sin embargo se fortalecieron con el proceso de secado obteniendo un mejor sabor, color, textura, olor.
- \* Después de haber comparado los resultados de los análisis proximales en requesón deshidratado a diferentes rangos de temperatura y tiempo se demostró que no existe diferencias significativas pues sus variaciones son casi nulas.
- \* Luego de haber realizado el control microbiológico posterior al control de estabilidad, establecemos que hay menor presencia de bacterias aerobias mesófilas totales; mohos y levaduras en el requesón que fue deshidratado a una temperatura de 80° C.
- \* Posterior al análisis de las muestras de requesón alteradas en su pH y acidez se encontró que dichas alteraciones no causaron cambios en las características sensoriales del producto

## 6.2. RECOMENDACIONES

♥ Es recomendable incluir requesón en nuestra dieta ya que el requesón ayuda a mantener un buen estado de salud, brindando muchos beneficios a nuestro organismo como el aporte de proteína de alto valor biológico y vitaminas presentes en este alimento.

♥ Procurar el uso de un desecador para evitar el aumento de humedad en el producto al pesar las muestras. Dejar enfriar las muestras por un periodo de 10 a 15 minutos para obtener datos más precisos en el pesado.

♥ Se sugiere deshidratar requesón, de esa manera estaríamos evitando la proliferación de bacterias y por consiguiente alargando su vida útil, además de ofrecer una nueva forma para consumirlo.

♥ Cerciorarse que al colocar la muestra de requesón para deshidratar ésta quede distribuida de manera uniforme para evitar que el requesón se pueda tostar de algún lado.

## CAPÍTULO VII

### 7. PROPUESTA

#### 7.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA

Elaboración de un Suplemento Proteico en polvo, a base de requesón deshidratado enriquecido con harina de chocho (*LupinusmutabilisSweet*) y endulzado con Estevia.

#### 7.2. INTRODUCCIÓN

Cuando una persona no consume la cantidad de proteínas que su organismo necesita, el músculo se sacrifica y la piel se vuelve flácida. Por ello se recomienda consumir alimentos ricos en proteínas. Las proteínas se encuentran mayormente en alimentos de origen animal, tal es el caso del requesón, un subproducto lácteo cuyas proteínas son de alto valor biológico. También las encontramos en cultivos andinos como el chocho, el amaranto y la quinua.

La cultura agroalimentaria y el poco conocimiento por parte de la población de las bondades que ofrecen estos alimentos, hace que haya un bajo consumo, por lo que se ve necesario elaborar productos derivados de los mismos.

Por tales razones esta investigación pretende elaborar un suplemento proteico a partir de requesón deshidratado, enriquecido con harina de chocho más la adición de edulcorante natural estevia, con el objetivo de mejorar la calidad de la proteína, y así poder plantear nuevas propuestas productivas encaminadas a la innovación de productos con materias primas autóctonas.

### **7.3. OBJETIVOS**

#### **7.3.1. General**

Elaborar un Suplemento Proteico en polvo, a base de requesón deshidratado enriquecido con harina de chocho (*LupinusmutabilisSweet*) y endulzado con Estevia.

#### **7.3.2. Específicos**

- ✓ Determinar la formulación más óptima de requesón deshidratado, harina de chocho y estevia, para la elaboración de un suplemento proteico en polvo.
- ✓ Evaluar las características Físico-Químicas y Organolépticas más óptimas del suplemento proteico.
- ✓ Realizar un balance de materiales y estimar costos de producción del suplemento.

### **7.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA – TÉCNICA**

Hoy en día los deportistas representan un mercado potencial de suplementos proteicos. En nuestro país el mayor porcentaje de estos productos provienen de la importación de los mismos, por tal razón no garantizan el conocimiento total de sus componentes para los consumidores.

El presente trabajo se redacta con el fin de ofrecer a las personas, en especial a los deportistas, una alternativa natural y más accesible de suplemento proteico obtenido a través de la deshidratación del requesón, un subproducto lácteo, garantizando así su origen y su aporte alto de proteínas tan necesarias para personas interesadas en incrementar su masa muscular.

## 7.5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

### 7.5.1. Delimitación

**TIEMPO:** Seis meses

**ESPACIO:** Universidad Nacional de Chimborazo

**TERRITORIO:** Chimborazo- Riobamba

### 7.5.2. Procedimientos

- Recopilación bibliográfica.
  
- Mediante el secado de chocho se obtendrá la harina de chocho para su posterior utilización en la elaboración de un suplemento proteico.
  
- Mediante un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial se establecerá la formulación óptima de requesón deshidratado, harina de chocho y estevia, para la elaboración de un suplemento proteico en polvo.
  
- A través de análisis de laboratorio se establecerá las características físico-químicas óptimas en función de las características organolépticas con el uso de encuestas en un panel de degustación.
  
- Con la realización de un balance de materias análisis de costos de materia prima, mano de obra, insumos, etc. se determinará los costos de producción del suplemento proteico.
  
- Con los datos obtenidos en el laboratorio se analizará la formulación más óptima de requesón deshidratado, harina de chocho y estevia, para la elaboración de un suplemento proteico en polvo, además de las características físico-químicas y organolépticas adecuadas del mismo.

➤ Se deberá tabular los resultados y datos obtenidos en el laboratorio para constituir la formulación más apropiada que estandarice la elaboración de un suplemento proteico.

### 7.5.3. Marco Administrativo

#### 7.5.3.1. Recursos

<b>ECONÓMICOS</b>	<b>TECNOLÓGICOS</b>	<b>HUMANOS</b>
Materia Prima	Secador	Tesista
Materiales y reactivos	Instrumentos de laboratorio	Director de tesis, asesores

**Cuadro 46. Recursos**

**Elaborado por:** Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

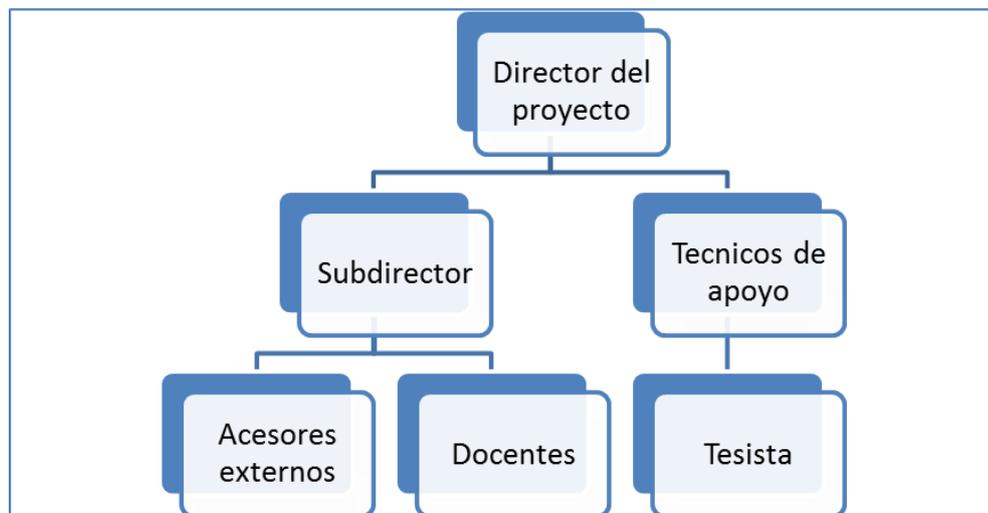
#### 7.5.3.2. Presupuesto

<b>INSUMOS</b>	<b>DÓLARES</b>
Materia prima	\$ 400
Reactivos	\$ 250
Bibliografía	\$ 60
Computadora	\$ 100
Impresiones	\$ 80
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2150</b>

**Cuadro 47.**

**Elaborado por:** Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

7.6. *DISEÑO ORGANIZACIONAL*



**Cuadro 48.**  
**Elaborado por:** Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

**7.7. MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA**

ACTIVIDADES	MESES																											
	1				2				3				4				5				6							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Recopilación bibliográfica	x	X	x	x																								
Obtención de Harina de Chocho.					x	x																						
Formulación del Suplemento Proteico.							x	x	x	x	x	x																
Establecer las características físico-químicas óptimas en función de las características organolépticas.																	x	X	x									
Determinar los costos de producción del suplemento proteico.																			x	x	x	x						
Análisis de resultados obtenidos.																					x	x	x					
Procesamiento de datos																									x	x		

**Cuadro 49.**

**Elaborado por:** Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

## CAPÍTULO VIII

### 8. BIBLIOGRAFÍA

Alberto Gimeno. (2002). Aditivos Antioxidantes [en línea]. Recuperado de: <https://www.engormix.com/MA-micotoxinas/articulos/principales-factores-condicionantes-desarrollo-t342/p0.htm>

Alejandra Quintero. (2013). Requesón [en línea]. Recuperado de: <http://html.rincondelvago.com/requeson.html>

Alejandra Quintero. (2011). Conservación de los alimentos [en línea]. Recuperado de: [http://html.rincondelvago.com/conservacion-de-alimentos\\_2.html](http://html.rincondelvago.com/conservacion-de-alimentos_2.html)

Alicia Maroto. (2009). Análisis de Varianza [en línea]. Recuperado de: [http://www.ub.edu/aplica\\_infor/spss/cap4-7.htm](http://www.ub.edu/aplica_infor/spss/cap4-7.htm)

Alpina. (s.f). Requesón [en línea]. Recuperado de: <http://www.alpinaecuador.com/quesos/frescos/requeson-kiosko/>

Ander Egg, E. (1997). Técnicas de investigación social. México: El Ateneo.

Anita Terfloth. (2010). Proteínas [en línea]. Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos10/compo/compo.shtml>

Asociación de Ganaderos de Santo Domingo Ecuador. (2014). Lácteos en Ecuador [en línea]. Recuperado de: <http://asogansd.com/ecuador-una-oportunidad-de-desarrollo-en-lacteos/>

Cecilia Elena Lupano. (2013). Alteraciones Enzimáticas [en línea]. Recuperado de:

<http://www.biol.unlp.edu.ar/nutricionybromatologiaF/ModificacionesComponentes.pdf>

Eduardo Mesa. (2013). Requesón [en línea]. Recuperado de:

[http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/requeson\\_tcm7-315372.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/requeson_tcm7-315372.pdf)

Europeana Food Information Council. (2004). Aditivos Antioxidantes [en línea].

Recuperado de: <http://www.eufic.org/article/es/artid/buen-aspecto-alimentos-antioxidantes/>

Fitness Store. (s.f.) Suplementos Proteicos [en línea]. Recuperado de:

<http://www.ecuadorfitness.com/#!proteinas/c1vad>

Francisco C. Ibáñez. (2003). Aditivos Alimentarios [en línea]. Recuperado de:

[http://www.nutricion.org/publicaciones/revista\\_agosto\\_03/funcionales/aditivos.pdf](http://www.nutricion.org/publicaciones/revista_agosto_03/funcionales/aditivos.pdf)

Joana Dueñas. (2014). Características Moleculares [en línea]. Recuperado de:

<http://laeco.net/desidratacion.htm>

Laura Garcés. (2011). Deshidratado de Alimentos [en línea]. Recuperado de:

<http://www.biomanantial.com/alimentos-deshidratados-deseccados-ventajas-propiedades-procedimiento-a-2202-es.html>

Manuel Terradéz. (2010). Análisi Estadístico ANOVA [en línea]. Recuperado de:

<http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/ANOVA.pdf>

Marta Villen. (2012). Deshidratación de Alimentos [en línea]. Recuperado de: <http://www.conasi.eu/blog/productos/deshidratadores/deshidratacion-la-forma-mas-antigua-y-sana-de-conservar-los-alimentos/>

Moisés Edid. (2010). Alteraciones microbiológicas en alimentos [en línea]. Recuperado de: [https://nutricionpersonalizada.wordpress.com/2010/01/18/microorganismos\\_crezc\\_an/](https://nutricionpersonalizada.wordpress.com/2010/01/18/microorganismos_crezc_an/)

Natalia Gimferrer Morató. (2008). Pardeamiento Enzimático [en línea]. Recuperado de: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2008/04/02/175830.php>

Norma INEN 2584 (2013). Quesos de Suero [en línea]. Ecuador. Disponible en: [www.queserascomunitarias.com/index.../56-inen-2584-quesos-de-suero](http://www.queserascomunitarias.com/index.../56-inen-2584-quesos-de-suero)

Ofelia García. (1987). Elaboración de Requesón [en línea]. Recuperado de: [http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21\\_1/alephe/www\\_f\\_spa/icon/31496/pdf/b6\\_car5.pdf](http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/31496/pdf/b6_car5.pdf)

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s.f). Diseño Experimental [en línea]. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/t0848s/t0848s03.htm#TopOfPage>

Patricio Valdés Marín. (2008). Deshidratación de Alimentos [en línea]. Recuperado de: <http://manualdeshidratacion.blogspot.com/>

Ramos Chagoya Ena. (2008). Métodos y técnicas de investigación [en línea]. Recuperado de: <http://www.gestiopolis.com/metodos-y-tecnicas-de-investigacion/>

Ricard Boqué. (s.f). Análisis de Varianza [en línea]. Recuperado de: <http://rodi.urv.es/quimio/general/anovacast.pdf>

Ross Berteig. (2010). El requesón, un lácteo muy equilibrado [en línea]. Recuperado de: [http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender\\_a\\_comer\\_bien/curiosidades/2004/06/22/104681.php](http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/curiosidades/2004/06/22/104681.php)

Sarango, V. (s.f.). Nutrición de Campeones [en línea]. Recuperado de: Muscle Store Ecuador, Nutrición de Campeones: <http://musclestore.com.ec/>

Wolf, N. (s.f.). Fundación Live Strong [en línea]. Recuperado de: Fundación Live Strong: [http://www.livestrong.com/es/saludable-requeson-info\\_17142/](http://www.livestrong.com/es/saludable-requeson-info_17142/)

# ANEXOS

## ANEXO 1

### PESOS DE REQUESÓN A DIFERENTES TEMPERATURAS Y TIEMPOS

PESOS DE REQUESÓN A 40°C (gramos)							
		PESO INICIAL	15 HORAS	16 HORAS	17 HORAS	18 HORAS	19 HORAS
<b>REPETICIÓN 1</b>	M1	71,1608	59,5837	56,2178	55,5337	55,5279	55,2067
	M2	68,1165	55,9748	53,0778	52,7432	52,0591	51,7379
	M3	71,4013	60,529	57,2059	56,2390	55,5549	55,2337
<b>REPETICIÓN 2</b>	M1	70,2880	58,7109	55,3450	54,6609	54,6551	54,3339
	M2	70,8255	59,2484	55,8825	55,1984	55,1926	54,8714
	M3	67,3474	55,7703	52,4044	51,7203	51,7145	51,3933
<b>REPETICIÓN 3</b>	M1	73,3547	61,7776	58,4117	57,7276	57,7218	57,4006
	M2	65,7015	54,1244	50,7585	50,0744	50,0686	49,7474

**Cuadro 50. Pesos de requesón a 40°C**  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

PESOS DE REQUESÓN A 45°C (gramos)							
		PESO INICIAL	13 HORAS	14 HORAS	15 HORAS	16 HORAS	17 HORAS
<b>REPETICIÓN 1</b>	M1	69,9189	60,5837	56,2178	55,3834	55,2944	55,2067
	M2	70,6219	61,2867	57,0778	55,9585	55,8717	52,5997
<b>REPETICIÓN 2</b>	M1	72,1460	62,8108	59,4449	58,6105	58,5215	58,4338
	M2	72,2189	62,8837	59,5178	58,6834	58,5944	58,5067
<b>REPETICIÓN 3</b>	M1	70,7015	61,3663	58,0004	57,1660	57,0770	56,9893

**Cuadro 51. Peso de requesón a 45°C**  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

PESOS DE REQUESÓN A 50°C (gramos)							
		PESO INICIAL	11 HORAS	12 HORAS	13 HORAS	14 HORAS	15 HORAS
REPETICIÓN 1	M1	64,4443	57,1091	53,7432	52,1338	52,1331	52,1324
	M2	70,8559	63,5207	60,1548	54,4096	54,3840	54,3833
REPETICIÓN 2	M1	71,2465	63,9113	60,5454	59,7110	59,6220	59,6213
	M2	71,3652	64,0300	60,6641	59,8297	59,7407	59,7400
REPETICIÓN 3	M1	70,3547	63,0195	59,6536	58,8192	58,7302	58,7295
	M2	70,7015	63,3663	60,0004	59,1660	59,0770	59,0763

**Cuadro 52. Peso de requesón a 50°C**  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

PESOS DE REQUESÓN A 58°C (gramos)							
		PESO INICIAL	6 HORAS	7 HORAS	8 HORAS	9 HORAS	10 HORAS
REPETICIÓN 1	M1	70,3097	58,3309	57,2309	55,7344	55,4956	55,3067
	M2	67,3188	54,9781	53,5761	52,2616	52,0329	51,8440
	M3	69,9925	57,9733	56,7654	55,2170	55,0087	54,8198
REPETICIÓN 2	M1	70,5439	58,5651	57,4651	55,9686	55,7298	55,5409
	M2	67,2749	55,2961	54,1961	52,6996	52,4608	52,2719
REPETICIÓN 3	M1	70,3547	58,3759	57,2759	55,7794	55,5406	55,3517
	M2	70,7015	58,7227	57,6227	56,1262	55,8874	55,6985

**Cuadro 53. Pesos de requesón a 58°C**  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

PESOS DE REQUESÓN A 60°C (gramos)							
		PESO INICIAL	6 HORAS	7 HORAS	8 HORAS	9 HORAS	10 HORAS
REPETICIÓN 1	M1	66,8488	58,3309	56,2309	51,8110	51,2510	51,0621
	M2	70,2216	61,7037	59,6037	54,8690	54,3090	54,1201
	M3	70,1135	61,5956	59,4956	55,3623	54,8023	54,6134
REPETICIÓN 2	M1	71,0163	62,4984	60,3984	55,2199	54,6599	54,4710
	M2	69,9477	61,4298	59,3298	55,1844	54,6244	54,4355
REPETICIÓN 3	M1	71,5844	63,0665	60,9665	59,4700	58,9100	58,7211
	M2	68,6756	60,1577	58,0577	56,5612	56,0012	55,8123

**Cuadro 54. Peso de requesón a 60°C**  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

PESOS DE REQUESÓN A 80°C (gramos)							
		PESO INICIAL	2 HORAS	3 HORAS	4 HORAS	5 HORAS	6 HORAS
REPETICIÓN 1	M1	70,4542	61,119	56,7531	55,4391	55,0067	54,9067
	M2	66,7808	57,4456	53,0778	51,9791	51,5467	51,4467
	M3	70,1420	60,8068	57,2059	55,0778	54,6454	54,5454
REPETICIÓN 2	M1	71,8969	62,5617	59,1958	56,6636	56,2312	56,1312
	M2	72,9866	63,6514	60,2855	55,8258	55,7093	55,6093
REPETICIÓN 3	M1	73,6005	64,2653	60,8994	59,0650	58,6326	58,5326
	M2	72,2617	62,9265	59,5606	58,7262	58,2938	58,1938

**Cuadro 55. Peso de requesón a 80°C**  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

## ANEXO 2

### PESO DE MASA SECA DEL REQUESÓN DESHIDRATADO

Muestras	% Masa Seca		
	R1	R2	R3
M1	0,50	0,48	0,83
M2	0,47	0,45	0,85
M3	0,59	0,48	0,83
Promedio	0,52	0,47	0,84

**Cuadro 56. Porcentaje de masa seca de requesón deshidratado a 40°C**  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

Muestras	% Masa Seca		
	R1	R2	R3
M1	0,70	1,09	0,59
M2	0,68	1,06	0,62
M3	0,60	1,04	0,63
Promedio	0,66	1,06	0,61

**Cuadro 57. Porcentaje de masa seca de requesón deshidratado a 45°C**  
Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

Muestras	% Masa Seca		
	R1	R2	R3
M1	0,43	0,45	0,42
M2	0,42	0,43	0,41
M3	0,40	0,42	0,42
Promedio	0,42	0,43	0,42

**Cuadro 58. Porcentaje de masa seca de requesón deshidratado a 50°C**  
**Elaborado por:** Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

Muestras	% Masa Seca		
	R1	R2	R3
M1	0,49	0,46	0,54
M2	0,47	0,47	0,56
M3	0,44	0,42	0,52
Promedio	0,47	0,45	0,54

**Cuadro 59. Porcentaje de masa seca de requesón deshidratado a 58°C**  
**Elaborado por:** Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

Muestras	% Masa Seca		
	R1	R2	R3
M1	0,40	0,47	0,42
M2	0,49	0,48	0,41
M3	0,39	0,40	0,42
Promedio	0,43	0,45	0,42

**Cuadro 60. Porcentaje de masa seca de requesón deshidratado a 60°C**  
**Elaborado por:** Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

Muestras	% Masa Seca		
	R1	R2	R3
M1	0,49	0,60	0,49
M2	0,50	0,44	0,48
M3	0,55	0,48	0,45
Promedio	0,51	0,51	0,47

**Cuadro 61. Porcentaje de masa seca de requesón deshidratado a 80°C**

Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015

### ANEXO 3

#### pH Y ACIDEZ ANTES Y DESPUÉS DEL SECADO

Temperatura	Repetición 1				Repetición 2				Repetición 3			
	Antes del Secado		Después del Secado		Antes del Secado		Después del Secado		Antes del Secado		Después del Secado	
	pH	Acidez	pH	Acidez	pH	Acidez	pH	Acidez	pH	Acidez	pH	Acidez
40°C	6,74	0,18	6,63	0,19	6,93	0,20	6,23	0,17	6,86	0,18	6,66	0,19
45°C	6,79	0,20	6,47	0,18	6,72	0,18	6,64	0,18	6,63	0,19	6,93	0,20
50°C	6,23	0,17	6,86	0,18	6,86	0,18	6,66	0,19	6,86	0,18	6,66	0,19
58°C	6,23	0,17	6,86	0,18	6,72	0,19	6,61	0,17	6,86	0,18	6,66	0,19
60°C	6,82	0,19	6,84	0,19	6,77	0,19	6,54	0,19	6,23	0,17	6,86	0,18
80°C	6,86	0,20	6,63	0,16	6,71	0,19	6,72	0,15	6,87	0,19	6,60	0,16

**Cuadro 62. pH y Acidez antes y después del secado de requesón a diferentes temperaturas y tiempos.**

Elaborado por: Cujano Guambo Diana Carolina, 2015