



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

AGROINDUSTRIAL

TÍTULO:

“APROVECHAMIENTO DE LA CÁSCARA DE TUNA (*Opuntia ficus indica*) EN LA ELABORACIÓN DE YOGURT GRIEGO CON FIBRA SOLUBLE”

**Tesis para optar el título profesional de Ingeniero
Agroindustrial**

Presentado por:

Bach. Paula Andrea Doumenz Torres

Tacna, 2017

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCION	8
CAPÍTULO I	9
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	9
1.1 Planteamiento del problema	9
1.2 Formulación del problema	10
1.2.1 Problema General	10
1.2.2 Problema Específico	10
1.3 Justificación e importancia de la investigación	11
1.4 Objetivos del problema.....	11
1.4.1 Objetivo General	11
1.4.2 Objetivos Específicos	11
1.5 Hipótesis	12
1.5.1 Hipótesis General	12
1.6 Variables	12
1.6.1 Identificación de las variables.....	12
1.6.1.1 Variable Independiente	12
1.6.1.2 Variable dependiente	12
1.6.2 Operacionalización de las variables	12
CAPÍTULO II	15
MARCO TEÓRICO	15
2.1 Antecedentes de la investigación	15
2.2 BASES TEORICAS	15
2.2.1 Yogurt	15
2.2.2 Yogurt suplementado	16
2.2.3 Estabilizadores	16
2.2.4 Cultivo láctico	16
2.2.5 La tuna	17
2.2.6 Composición de la tuna	17
2.2.7 Cáscara de tuna	18
CAPÍTULO III	20
MARCO METODOLÓGICO	20
3.1 Muestra de estudio	20

3.1.1	Tipo de investigación	20
3.2	DISEÑO EXPERIMENTAL	20
3.2.1	PREPARACION DEL CULTIVO MADRE	20
3.2.2	PREPARACIÓN DE LA CÁSCARA DE TUNA.....	21
3.2.3	PREPARACIÓN DEL YOGURT	22
3.2.4	DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA MEZCLA DE YOGURT GRIEGO CON PULPA Y CÁSCARA DE TUNA.....	23
3.2.5	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	24
3.3	POBLACION Y MUESTRA.....	25
3.4	TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCION DE DATOS	26
3.4.1	INSTRUMENTOS Y EQUIPOS	26
3.5	TECNICAS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	27
3.5.2	ANÁLISIS SENSORIAL	28
3.5.2.1	DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	30
3.5.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	30
3.5.4	SELECCIÓN DE PRUEBA ESTADISTICA	30
	RESULTADOS	31
4.1	ANÁLISIS SENSORIAL.....	31
4.2	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	31
4.3	ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS	33
-	<u>pH método del pH - metro (AOAC 1997)</u>	33
-	Acidez titulable: Titulación (AOAC 1997).....	33
-	Sólidos totales: por diferencia de humedad método (AOAC 1997).....	34
	CONCLUSIONES	35
	RECOMENDACIONES	36
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variable Independiente	13
Tabla 2: Variable Dependiente.....	14
Tabla 3: COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA TUNA	18
Tabla 4: Formato de evaluación sensorial.....	25
Tabla 5: Puntuación escala hedónica	28
Tabla 6: Formato evaluación sensorial	29
Tabla 7: Descripción de los tratamientos evaluados.	30
Tabla 8: Resultados prueba de referencia	31
Tabla 9: Análisis de varianza de la evaluación sensorial del yogurt griego: Aceptabilidad	31
Tabla 10: Resultados análisis de pH.....	33
Tabla 11: Resultados análisis de sólidos solubles	34

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1: flujo de operaciones para la elaboración de la cáscara de la tuna	21
Gráfico 2: flujo de operaciones para la elaboración de yogurt griego.	22
Gráfico 3: Metodología experimental	23
Gráfico 4: Resultados promedio de la evaluación sensorial del yogurt griego: Aceptabilidad.....	32
Gráfico 5:Acondicionamiento sorbato de potasio y gel base	41
Gráfico 6: Acondicionamiento leche en polvo descremada	41
Gráfico 7: Homogenización de insumos.....	42
Gráfico 8: Pasteurización.....	42
Gráfico 9: Adición de cascara de tuna en diferentes concentraciones	43
Gráfico 10: Rotulado y envasado.....	43
Gráfico 11	44
Gráfico 12.....	44
Gráfico 13: Medición de pH mezcla de cáscara de tuna	45
Gráfico 14: Lectura de pH.....	45
Gráfico 15: Medición de pH yogurt concentración 10% de cáscara de tuna.....	46
Gráfico 16: Dilución para medir acidez titulable	46
Gráfico 17: Dilución para medir acidez titulable	47
Gráfico 18: acidez titulable.....	47
Gráfico 19: Pesado para medición humedad	48
Gráfico 20: Preparación de estufa	48
Gráfico 21: Muestra trascurridas 8hrs a 105°C	49
Gráfico 22: Muestras trascurridas 8hrs a 105°C	49

DEDICATORIA

Quizá en estos momentos no entiendas mis palabras, pero para cuando lo hagas
quiero que sepas que todo mi esfuerzo es para ti.

Te amo hija mía y serás la permanente motivación en mi vida para que en cada
logro estés presente, que es el esfuerzo de pensar en nuestro mañana.

RESUMEN

La presente investigación consistió en el aprovechamiento de las cáscaras de tuna en la elaboración de yogurt griego con fibra soluble. El objetivo del estudio fue elaborar un yogurt griego adicionando en concentraciones determinadas cáscara de tuna, evaluando cuál de las muestras fue la que obtuvo mayor aceptación por el público, además, de analizar las propiedades físico – químicas, y determinar el tiempo de vida útil del producto.

Se preparó la mezcla base de yogurt griego a la cual se le adicionó la mezcla de cáscara de tuna en 3 concentraciones diferentes: 5%, 10% y 15%. Se seleccionaron 10 estudiantes de la carrera de ingeniería agroindustrial, los cuales realizaron una evaluación sensorial a través de una prueba afectiva, donde se tomó en cuenta el color, aroma, sabor, consistencia y apariencia en general de las muestras de yogurt adicionado con cáscara de tuna, plasmándolo en una escala hedónica del 1 al 9. La muestra que obtuvo el mayor puntaje y, así mismo, la de mayor aceptación para el público, fue la muestra con 10% de concentración de cáscara de tuna.

Se analizaron propiedades físico – químicas del producto elaborado tales como: pH, acidez titulable y humedad. La mezcla base de yogurt, obtuvo un pH de 4.28, a su vez, la muestra de mayor aceptación, es decir, la que contenía 10% de concentración de cáscara de tuna, tuvo un pH de 4.37. En cuanto a la acidez titulable de la muestra con 10% de concentración, se obtuvo un resultado de 1.05% de ácido láctico. Al realizar la prueba de humedad, se llevaron las muestras a una estufa a 105°C por 8 horas, calculando así el porcentaje de sólidos solubles obtenido tanto en la muestra patrón, como en la muestra de mayor aceptación, siendo los resultados 54.13% S.S y 57.87% S.S respectivamente.

Palabras clave: yogurt griego, fibra soluble, cascara de tuna.

ABSTRACT

This research involved study, involves the use of shells tuna in the development of Greek yogurt with soluble fiber. The aim study was to determine the feasibility of developing a greek yogurt adding in concentrations determined shell tuna, evaluating which sample was which won greater acceptance by the public also to analyze certain physical properties - chemical, and determine the time product lifetime.

It was prepared by mixing the Greek yogurt base mix to which was added the mixture of shell tuna in 3 different concentrations: 5%, 10% and 15%. Also was prepared. sensory evaluation 10 semi-trained judges, which took into account the color, aroma, flavor, texture and overall appearance of the samples of yogurt added with shell tuna, capturing it on a hedonic scale of 1 to 9. The place shows that obtained the highest score and, likewise, the greater acceptance by the public, was the sample with 10% concentration of tuna Shell.

Chemical product developed such as - certain physical properties were analyzed like pH, titratable acidity and humidity. The base yogurt mix, obtained a pH of 4.28, in turn, the greater acceptance sample, ie, the containing 10% concentration shell tuna, had a pH of 4.37. Regarding the titratable acidity of the sample with 10% concentration, a result of 1.05 percentage lactic acid it was obtained. When testing moisture, samples of a stove led to 105 ° C for 8 hours, and calculating the percentage of soluble solids obtained both in the standard sample, and the sample of greater acceptance, being the results 54.13% SS and 57.87% respectively SS

Key words: greek yogurt, Soluble fiber, peel of prickly pear.

INTRODUCCION

A nivel mundial, la preocupación por el aprovechamiento de residuos industriales ha tomado gran fuerza entre la comunidad científica, los procesos de transformación de materias primas generan subproductos que pueden ser útiles en la alimentación animal así como en la alimentación humana. Sin embargo, los residuos generados en las transformaciones agroindustriales y por pérdidas post cosecha, aún no han sido aprovechados eficientemente, en parte, porque su valor es aún desconocido y, sobretodo, por la falta de métodos apropiados para la preparación y caracterización de sustancias con la suficiente calidad e inocuidad como para ser usadas en los procesos de mayor valor agregado.

Gracias al desarrollo de la ciencia y la tecnología de la alimentación en los últimos años, se han estudiado varias sustancias nuevas que pueden cumplir funciones beneficiosas en los alimentos, y estas sustancias, denominadas aditivos alimentarios, están hoy al alcance de todos. Entre ellas, destacan las fibras, gomas y mucílagos por su poder espesante y gelificante en los alimentos.

Con esta investigación se pretende obtener un producto natural como el yogurt griego que tenga aceptabilidad por el consumidor y aprovechar las ventajas de la fibra soluble presente en la cáscara de tuna (*Opuntia ficus indica*), promoviendo de esta forma el aprovechamiento del residuo agroindustrial proveniente del beneficio de la tuna en la región

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

Los procesos agroindustriales generan, una serie de desechos industriales, que al no contar con un correcto plan de manejo de residuos se convierten en la causa más común de la contaminación ambiental del área donde se procesan alimentos. Los desechos más representativos en el área hortofrutícola, son los orgánicos, y entre los más significativos se encuentran las cáscaras y semillas.

El aprovechamiento integral de las frutas es un requerimiento y a la vez una demanda que deben cumplir los países que desean implementar las denominadas “tecnología limpias” o “tecnologías sin residuos” en la agroindustria. De tal modo que todas aquellas fracciones del fruto, tales como: pieles, cáscaras, semillas, corazones y los extremos o coronas, no resulten agravantes para el beneficio económico y mucho menos para el medio ambiente y se puedan derivar a productos principales o secundarios para la alimentación humana. (Cerezal y Duarte, 2005)

FAO (1993) ha informado que solamente por las pérdidas de cosechas y tratamientos postcosecha se pierden en frutas y hortalizas alrededor de un 50% de la producción total. A esto se suma que cualquiera de los grupos integrantes del reino vegetal posee porciones que no son bien aprovechadas actualmente para los consumos humano o animal y que pueden representar desde bajos porcentajes, por ejemplo las hortalizas y algunas frutas con rendimientos entre el 25 y el 30% de parte no comestible, hasta contenidos importantes como es principalmente el caso de frutas, conformadas por pieles y/o cáscaras y semillas de diferentes espesores o dimensiones, cuyos contenidos en total pueden ser hasta de un 60% (Larrauri y Cerezal, 1993)

Las dos porciones no comestibles de frutas en estado fresco son las semillas y las pieles o cáscaras y han sido bastante estudiadas con el propósito de extraer de ellas sustancias valiosas o en los casos más

simples, emplearlas como integrante adicional del producto principal que es la pulpa. En esta última función tiene más aplicabilidad la fracción cáscara por poseer elementos más interesantes en cuanto a textura y sabor, que las semillas. De esta forma, en los últimos años se buscó adicionar las cáscaras o residuos en general en forma deshidratada o molida a productos principales; ejemplo de estos estudios son los de obtención de fibra dietética a partir de residuos de frutas y algunas leguminosas (Figuerola y col., 2005).

Las tunas no escapan a las investigaciones de aprovechamiento de las diferentes partes del fruto tratando de aumentar el rendimiento, diversificar su utilización y lograr una gama amplia de productos secundarios y principales que motiven mayores esfuerzos para su utilización.

Es por ello que el presente estudio plantea el aprovechamiento de esta fuente vegetal utilizando la cáscara de tuna para elaboración de productos funcionales como es el yogurt. Basándonos en lo mencionado anteriormente, se desarrollará yogurt griego con fibra soluble adicionado con cáscara y pulpa de tuna en diferentes concentraciones, y determinaremos sus características finales buscando cumplir con las expectativas de los consumidores habituales de yogurt natural.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿Cómo aprovechar la cáscara de tuna (*Opuntia ficus indica*) en la elaboración de yogurt griego con fibra soluble?

1.2.2 Problema Específico

- a) ¿Cuál es la concentración de cáscara de tuna (*Opuntia ficus indica*) en el yogurt griego con mayor preferencia?

- b) ¿Cuáles son las características físico químicas en la preparación de cáscara de tuna?

1.3 Justificación e importancia de la investigación

El desarrollo de nuevos productos alimentarios para la población promoverá el consumo de una dieta balanceada, adecuada en cuanto a la cantidad y calidad de nutrientes que ofrece el yogurt, adicionando a su contenido la fibra soluble ya que este producto originalmente no tiene este importante componente tan necesario por las diversas funciones que cumple en el organismo.

Por otra parte el aprovechamiento de la tuna y de su cáscara ayudará a minimizar los problemas ambientales generados por la generación de desechos (cáscara y pepas en algunos casos); el empleo de la tuna también contribuirá a promover su cultivo y mejorar las condiciones socio económicas de las agricultores.

1.4 Objetivos del problema

1.4.1 Objetivo General

Elaborar yogurt griego con fibra soluble mediante el aprovechamiento de la cáscara de tuna (*opuntia ficus indica*)

1.4.2 Objetivos Específicos

- a) Determinar la concentración de adición de cáscara de tuna en el yogurt griego que obtiene el mayor grado de preferencia.
- b) Analizar las propiedades físico químicas en la preparación de cáscara de tuna

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis General

Es posible elaborar yogurt griego con fibra soluble, a partir de la cáscara de tuna (*Opuntia ficus indica*), con aceptación del consumidor y propiedades físico químicas adecuadas.

1.6 Variables

1.6.1 Identificación de las variables

La presente investigación posee las siguientes variables:

1.6.1.1 Variable Independiente

X = Cáscara de tuna (*Opuntia ficus indica*) en concentraciones de (0%, 5%, 10% y 15 %)

1.6.1.2 Variable dependiente

Y = yogurt con fibra soluble, el cual contendrá las siguientes sub variables:
Aceptabilidad sensorial: color, olor, sabor, consistencia y apariencia general.
Características físico químicas: acidez, pH, humedad, densidad, sólidos solubles.

1.6.2 Operacionalización de las variables

Las variables son propiedades, características o atributos que se dan en las unidades de estudio o por derivación de ellas, su condición indispensable es que deben ser medibles.

A continuación en las tablas 1 y 2 se presentan las variables en estudio para la presente investigación.

Tabla 1: Variable Independiente

Conceptualización	Categoría	Sub Categoría	Indicadores	Técnicas e Instrumentos
Aprovechamiento de las cáscaras de tuna en la elaboración de yogurt griego con fibra soluble	Porcentaje de cáscaras	Insumos Naturales	% de cáscaras en la elaboración de yogurt griego con fibra soluble Calidad del producto terminado Características del producto terminado.	Codificación Normas Diseño Experimental

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Variable Dependiente

Conceptualización	Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e Instrumentos
Utilización de cáscaras de tuna en la elaboración de yogurt griego con fibras solubles	Materia Prima Formulación adecuada Nivel de aceptación	Evaluación sensorial Análisis físico químico Tipos de cáscara Cantidad	% de cáscaras en la elaboración de yogurt griego con fibras solubles Calidad del producto terminado Características del producto terminado.	Tamaño, Peso, Acidez. Evaluación sensorial características (textura, sabor, olor, color, aceptabilidad, apariencia) Sólidos solubles, Acidez, pH.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes de la investigación

López, Mercado, Martínez y Magaña (2011) en su investigación tuvieron como objetivo la elaboración de mermeladas a base de pulpa y cáscara de tuna de las variedades verde, roja y morada, realizando evaluaciones fisicoquímicas (color, textura, % de proteína, % de humedad, % de ácido cítrico, % de fibra cruda, % de cenizas naturales, °Bx y pH) y finalmente evaluación sensorial utilizando una escala hedónica de 1 a 9 para medir el grado de aceptación o rechazo. Los resultados de este estudio mostraron que en las mermeladas de tuna verde, roja, morada, al aumentar el porcentaje de cáscara en su composición, aumenta el porcentaje de proteína, el porcentaje de fibra cruda, el porcentaje de humedad, el porcentaje de cenizas naturales, el pH, la dureza, la resortividad, la gomosidad, la masticabilidad y su aceptación sensorial, pero disminuye el porcentaje de cenizas insolubles, la luminosidad y la adhesividad. En el caso de las mermeladas de tunas verde, roja y morada las formulaciones óptimas fueron aquellas que si incluyeron cáscara, en una cantidad mínima en el caso de la tuna roja y una cantidad intermedia en el caso de la tuna verde y tuna morada, las composiciones de dichas formulaciones expresadas en (% de pulpa, % de cáscara, y % de pectina) fueron: para la mermelada de tuna verde (87.805%, 12.255%, 1.961%); para la mermelada de tuna roja (85.366%, 9.792%, 2.081%); para la mermelada de tuna morada (79.463%, 15.729%, 0.948%).

1.2 BASES TEORICAS

1.2.1 Yogurt

De acuerdo con Spreer (1991) define a el Yogurt como una leche fermentada elaborada mediante la adición de un cultivo láctico a la leche pasteurizada, en ocasiones homogenizada y normalizada en el contenido de grasa, que puede contener productos estabilizadores. Para incrementar el extracto seco, se pueden adoptar las siguientes operaciones: concentración de la leche; adición de la leche en polvo, adición se suero de

leche en polvo, adición de caseína en polvo y concentración por filtración.
(Tamime y Robinson, 1991)

1.2.2 Yogurt suplementado

Es el yogurt al que se le han añadido sustancias saborizantes los cuales deben ser perceptibles agradablemente junto con el sabor y aroma característico del yogurt.

Las sustancias añadidas pueden ser jarabes de frutas, confituras, conservas de frutas (esterilizadas), jaleas de frutas, pulpas de frutas edulcoradas o no, frutas conservadas por congelación, mermeladas o azúcar.(Spreer, 1991).

1.2.3 Estabilizadores

El término estabilizadores engloba sustancias naturales poliméricas, solubles o dispersables en agua. (Cubero, 2002)

De acuerdo con Spreer (1991), la finalidad de la adición de estabilizadores a la mezcla base es mejorar y mantener las características deseables del yogurt, es decir textura, viscosidad, consistencia, Tamime y Robinson (1991), agregan además que su uso está justificado ya que impide que la sinéresis del gel provoque exudación de suero, especialmente importante en la elaboración de yogurt descremado.

Entre los aditivos estabilizantes ampliamente utilizados en la elaboración de yogurt destacan la gelatina, el almidón y la pectina LM.

1.2.4 Cultivo láctico

Según Mollet (2002), el cultivo láctico es un concentrado de cepas únicas y definidas de bacterias lácticas específicas para su adición directa en la

leche; de acuerdo con Perez (1995), se conoce con el nombre de iniciadores a los cultivos lácticos (microorganismos) adicionados durante la industrialización de la leche, cuyo objetivo es estandarizar los productos e impartirles características y propiedades específicas.

Hasler (1998), el cultivo láctico está compuesto por 2 tipos de bacterias termófilas:

Lactobacillus bulgáricus

Streptococcus thermophilus

Estas bacterias pueden desarrollarse adecuadamente en perfecta simbiosis, por lo que es importante darles las condiciones propicias para que puedan trabajar sobre la leche y obtener finalmente el producto esperado. (Tamime y Robinson, 1991).

1.2.5 La tuna

Como muchas frutas, la tuna está compuesta de una parte carnosa denominada pulpa, en la que se encuentran insertas un gran número de semillas, 100 a más de 400 por fruta, con diámetro de 3 a 4 mm, pequeñas y lenticulares protegida por una corteza de mayor dureza (pericarpio o cáscara) (Savio, 1989).

1.2.6 Composición de la tuna

La pulpa sin semillas (40% es parte comestible) contiene en 100 gramos la siguiente composición descrita en la tabla 3, según agrolalibertad:

Tabla 3: COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA TUNA

COMPUESTO	CANTIDAD
Calorías	31g
Agua	90.6 g
Carbohidratos	8.0 g
Grasas	0.0 g
Proteínas	0.5 g
Fibra	0.5 g
Cenizas	0.4 g
Calcio	22 mg
Fósforo	7 mg
Hierro	0.3 mg
Tiamina	0.01 mg
Riboflavina	0.02 mg
Niacina	0.3 mg
Ácido ascórbico	30 mg

Fuente: agrolibertad.gob.pe

1.2.7 Cáscara de tuna

Un estudio reciente sobre la caracterización de la cáscara de la tuna de *Opuntia ficus-indica* reportó que ésta contiene una buena fuente de ácidos grasos poliinsaturados y antioxidantes naturales como la vitamina E, tocoferoles y la vitamina C. (Ramadan y Mörseel, 2003).

1.2.8 Beneficios de la tuna en la salud

Las propiedades funcionales del néctar de tuna es un producto que tiene compuestos funcionales beneficiosos para la salud, posee un valor nutritivo alto, rica en calcio, potasio y fosforo, aporta vitaminas C y complejo B que tiene propiedades antioxidantes. La fibra dietética es uno de los componentes más estudiados desde el punto de vista de la nutrición y la relación que existe entre la fibra la salud, por ejemplo para el control del colesterol y prevención de algunas enfermedades como diabetes y prevención de enfermedades al colon. (Info nutrición, 2011)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Muestra de estudio

Para el trabajo de investigación se utilizará 3 kg de tuna verde (*Opuntia ficus-indica*).

3.1.1 Tipo de investigación

La investigación es de tipo tecnológica.

3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

3.2.1 PREPARACION DEL CULTIVO MADRE

La preparación del cultivo madre para la elaboración del Yogurt griego se expone a continuación.

Se realiza la pasteurización de 1 litro de leche semi descremada a 90 °C por un tiempo de 10 minutos, con la finalidad de reducir la carga bacteriana y asegurar solo el desarrollo del cultivo láctico propio del yogurt.

Enfriamiento de la leche pasteurizada a 10 a 12 °C, a continuación se agrega el cultivo de yogur Chr Hansen YF – L812 de 50 Unidades, mezclando bien hasta su disolución completa, evitando la formación de espuma.

Luego se envasa en botellas de plástico con tapa rosca, los cuales deben ser previamente esterilizados.

3.2.2 PREPARACIÓN DE LA CÁSCARA DE TUNA

Las frutas o partes de estas deben ser previamente tratadas térmicamente para su empleo en la elaboración de yogurt, a continuación se muestra la figura N° 1 donde se detalla el flujo de proceso para el tratamiento de la cáscara de tuna.

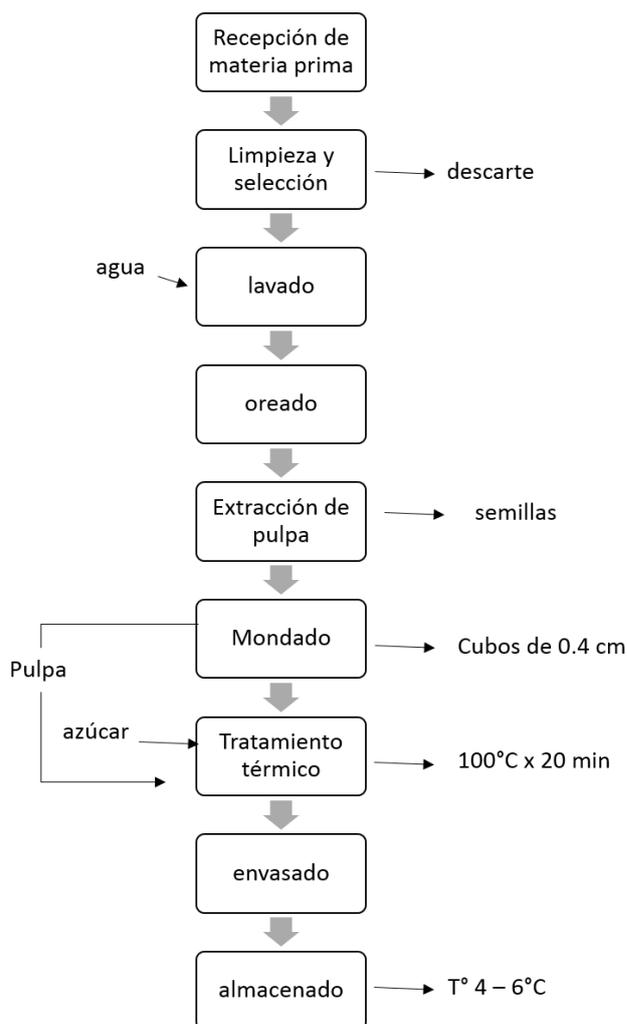


Gráfico 1: flujo de operaciones para la elaboración de la cáscara de la tuna

Fuente: elaboración propia

3.2.3 PREPARACIÓN DEL YOGURT

Se preparará una mezcla básica de yogurt griego para la posterior adición de cáscara y pulpa de tuna, para su elaboración utilizaremos 3 litros de leche descremada UHT y leche descremada en polvo como materia prima (Anexo 1). A continuación en la figura N°2 se detalla el proceso de elaboración base de yogurt.

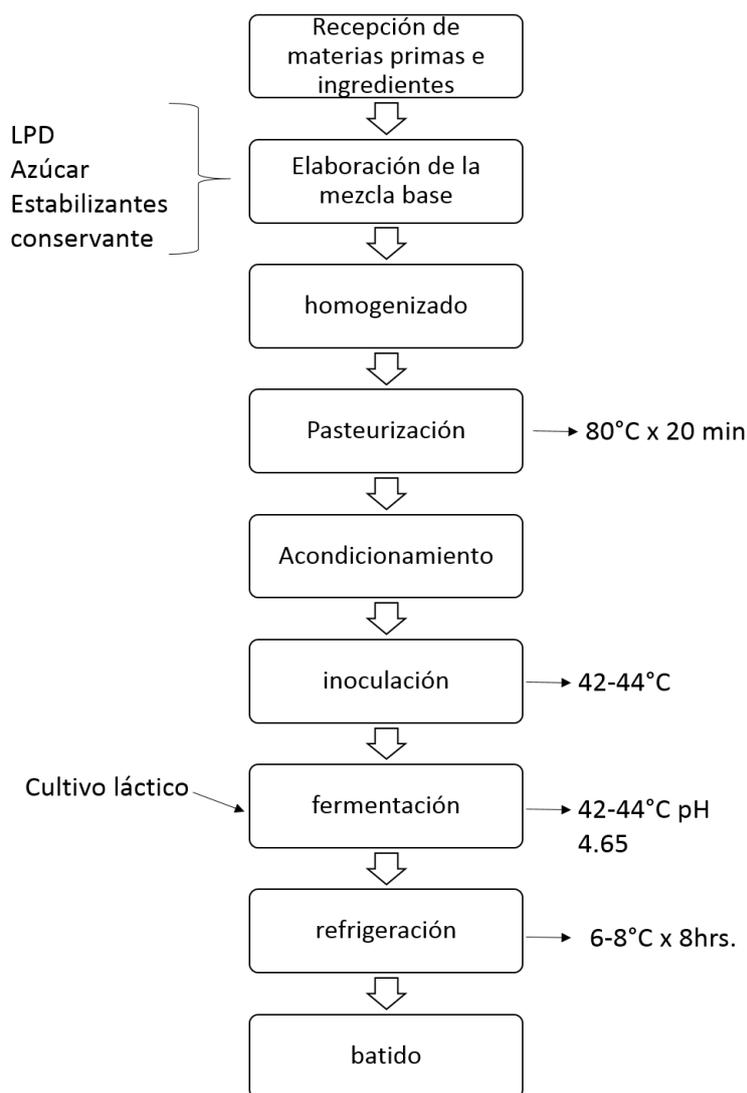


Gráfico 2: flujo de operaciones para la elaboración de yogurt griego.

Fuente: elaboración propia

3.2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA MEZCLA DE YOGURT GRIEGO CON PULPA Y CÁSCARA DE TUNA.

Se utilizará el diseño de tipo experimental con niveles de estudio a propuesta del investigador; la figura 3 que se muestra a continuación explica las variables que se tendrán en cuenta.

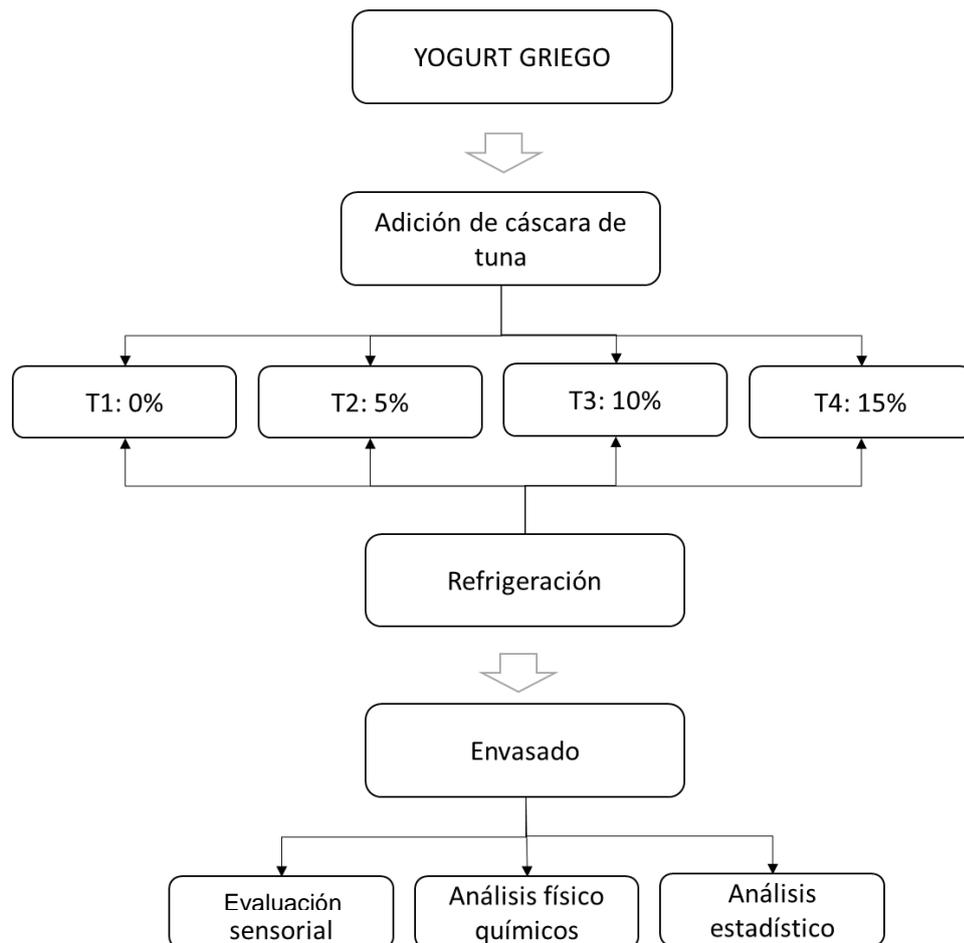


Gráfico 3: Metodología experimental

Fuente: elaboración propia

3.2.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

a) Adición de cáscara de tuna

A la mezcla base de yogurt griego le adicionamos la mezcla de pulpa de tuna (MPCT) en diferentes concentraciones; T1: 0%, que no se le adicionada nada; T2: le agregamos 5%, T3: con adición de 10% y T4: con el 15% de concentración. (Anexo 2)

b) Refrigeración y envasado

Refrigeramos y envasamos las 4 mezclas a una temperatura entre 6 – 8°C.

c) Evaluación sensorial

Para evaluar las características sensoriales de las muestras en estudio, se realizará una evaluación sensorial aplicada por 10 estudiantes de la carrera de ingeniería agroindustrial, utilizando una escala hedónica categorizada de 1 a 9, evaluando atributos generales. (Anexo 3)

d) Análisis físico químicos (Anexo 4)

pH método del pH metro (AOAC 1997)

acidez titulable: Titulación (AOAC) 1997)

sólidos totales: por diferencia de humedad método (AOAC 1997)

e) Análisis estadísticos

En la evaluación físico química, sensorial y de vida útil, se realizará con un análisis de varianza complementado con la prueba de contraste múltiple de Tukey con el programa estadístico SPSS

3.3 POBLACION Y MUESTRA.

La población de la investigación corresponde a las muestras de mezclas base y la adición de cáscara de tuna, la muestra será un total de 8 litros de mezcla y 600 g de cáscara de tuna para la adición de esta según el diseño experimental mostrado en la figura 2. El estudio será realizado en el laboratorio de procesos de la escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Privada de Tacna

Con los datos obtenidos en la evaluación sensorial y de aceptabilidad de los yogurt según el nivel de adición de cáscara, se procesará en el programa SPSS v 18 aplicando la prueba de análisis de varianza para un nivel de significación de 0,05; además se utilizará la prueba de Duncan bajo el siguiente formato.

Tabla 4: Formato de evaluación sensorial

JUEZ	NIVELES DE ADICIÓN DE CÁSCARA DE TUNA			
	0 %	5 %	10 %	15 %

Fuente: elaboración propia

3.4 TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCION DE DATOS

3.4.1 INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

Los equipos que se utilizarán para el desarrollo de la investigación serán:

a) INSUMOS

Leche en polvo descremada LH: Dairy American

Azúcar blanca

Cultivo láctico: Chr Hansen YF L812

Tuna (fruta)

Estabilizante: gel base 230 bloom

Estabilizante: almidón de maíz

Conservador: sorbato de potasio

b) REACTIVOS

Hidróxido de sodio 0,1N

Fenolftaleína en solución alcohólica al 1%

Ácido sulfúrico 0,1 N

Ácido clorhídrico 0,1 N

c) EQUIPOS

Balanza analítica digital

PH metro

Refrigeradora

Equipo de baño maría digital

Termómetro de alcohol

Refractómetro

3.5 TECNICAS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS

- a) pH método del pH-metro (AOAC 1997)

Se filtraron 50 mL de MPCT para eliminar los sólidos y se procedió a medir con ph-metro portátil.

- b) acidez titulable: Titulación (AOAC 1997)

La acidez titulable se determinó por el método 942.15 de la Association of Official Agricultural Chemical 1997 (A.O.A.C.). Se tomó una muestra de 10 ml, y se adicionaron 50 ml de agua destilada y se homogeneizó, se midió el volumen y se filtró, posteriormente, se tomó una alícuota de 10 ml, agregándole 3 gotas de fenolftaleína y se tituló con una solución de hidróxido de sodio al 0.1 N. Para el cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$Acidez\ titulable = \frac{Vg \times N \times miliEq \times 100}{Alicuota}$$

Donde:

Vg: volumen del gasto

N: normalidad del hidróxido de sodio

miliEq: miliequivalentes del ácido (ácido cítrico 0.064)

- c) sólidos totales.

Por diferencia de humedad método (AOAC 1997)

Se determinó el porcentaje de sólidos solubles mediante estufa, ingresando las muestras presadas en crisoles a 105°C por 8 horas.

3.5.2 ANALISIS SENSORIAL

Para evaluar las características sensoriales de las muestras en estudio, se realizará un análisis sensorial mediante un panel semi entrenado (estudiantes de los últimos ciclos de la carrera), con el fin de determinar la aceptabilidad según el nivel de adición de cáscara de tuna.

Se utilizará la escala hedónica para medir cuanto agrada o desagrada el producto, empleando escalas categorizadas de 1 a 9 puntos; los atributos que se evaluarán son: aspecto, textura, olor y sabor en general. A continuación en la tabla 6 se presenta la valoración de cada puntuación de la escala hedónica.

Tabla 5: Puntuación escala hedónica

ESCALA	PUNTAJE
Me gusta muchísimo	9
Me gusta mucho	8
Me gusta moderadamente	7
Me gusta un poco	6
Ni me gusta ni me disgusta	5
Me disgusta un poco	4
Me disgusta moderadamente	3
Me disgusta mucho	2
Me disgusta muchísimo	1

Fuente: elaboración propia

Tabla 6: Formato evaluación sensorial

JUEZ	MUESTRA 160	MUESTRA 245	MUESTRA 973	MUESTRA 367
Me gusta muchísimo				
Me gusta mucho				
Me gusta moderadamente				
Me gusta un poco				
Ni me gusta ni me disgusta				
Me disgusta un poco				
Me disgusta moderadamente				
Me disgusta mucho				
Me disgusta muchísimo				

Fuente: elaboración propia

3.5.2.1 DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

La distribución de los tratamientos se hizo mediante el diseño de bloques al azar, con cuatro tratamientos y 40 repeticiones, donde la unidad experimental fue cada panelista. A continuación se presenta en el Tabla N°8 la descripción de los tratamientos.

Tabla 7: Descripción de los tratamientos evaluados.

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
160	Concentración de cáscara de tuna 10%
245	Muestra patrón, concentración de cáscara de tuna 0%
973	Concentración de cáscara de tuna 15%
367	Concentración de cáscara de tuna 5%

Fuente: Elaboración propia

3.5.3 ANALISIS ESTADÍSTICO

En la evaluación físico química, sensorial y de vida útil, se realizará con un análisis de varianza con el programa estadístico SPSS, pues permite estudiar si existe diferencia significativa al 95 % y 99 %, el diseño experimental será un DCA con tres tratamientos y tres repeticiones.

3.5.4 SELECCIÓN DE PRUEBA ESTADISTICA

El efecto significativo del modelo será tratado por análisis de varianza, se aplicará el modelo considerado predictivo, debe presentar regresión significativa, falta de ajuste no significativo al 95 % de confianza y un alto valor de R^2 (más próximo de 1 o 100 %).

CAPÍTULO VI RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS SENSORIAL

A continuación en el cuadro 1 se detallan los resultados obtenidos sobre la prueba de preferencia.

Tabla 8: Resultados prueba de referencia

TRATAMIENTO	PUNTUACIÓN FINAL
160	71
245	65
973	69
367	68

Fuente: elaboración propia.

4.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La tabla 9 presenta el análisis de varianza de la evaluación sensorial del yogurt griego referido a su aceptabilidad, indica que no existe diferencia significativa entre las muestras con un 95 % de confianza y con un coeficiente de variabilidad de 21,685 %.

**Tabla 9: Análisis de varianza de la evaluación sensorial del yogurt griego:
Aceptabilidad**

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Muestras	1.875	3	0.625	0.287	0.835
Jueces	35.025	9	3.892	1.785	0.118
Error	58.875	27	2.181		
Total	95.775	39			

CV=21,685 %.

La figura 4 presenta los resultados promedio de la evaluación sensorial del yogurt griego referido a la aceptabilidad, aquí se reporta que la muestra M1 (10 % de cáscara de tuna) ocupó el primer lugar seguido de la muestra M3 (patrón), a continuación de la muestra M4 (15% de cáscara de tuna) y el último lugar lo ocupó la muestra M2 (5% de cáscara de tuna)

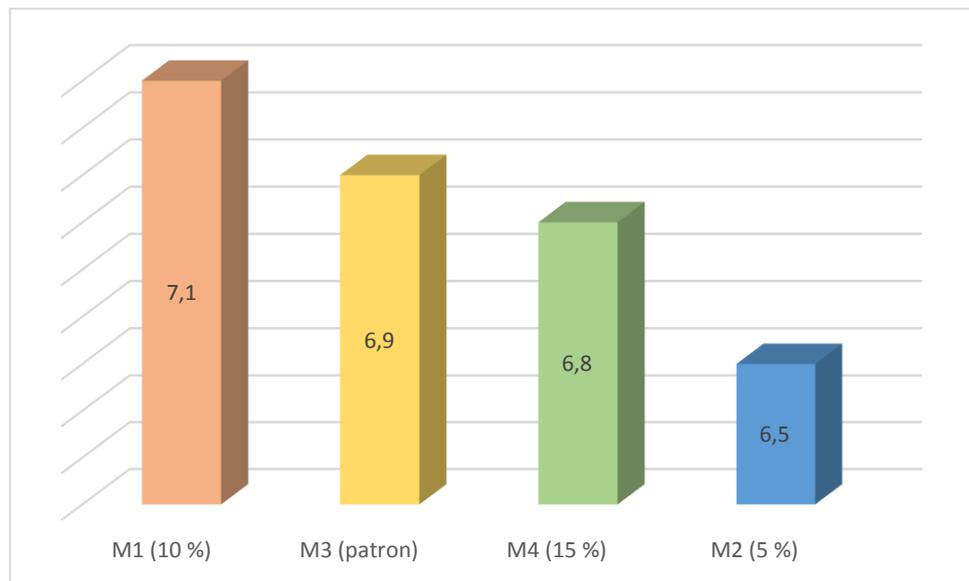


Gráfico 4: Resultados promedio de la evaluación sensorial del yogurt griego: Aceptabilidad.

Fuente: Elaboración propia.

4.3 ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS

- pH método del pH - metro (AOAC 1997)

Tabla 10: Resultados análisis de pH

Mezcla	pH obtenido
Cáscara de Tuna	3.28
Yogurt	4.28
Yogurt + conc. 5%	4.31
Yogurt + conc. 10%	4.37
Yogurt + conc. 15%	4.49

Fuente: Elaboración propia.

- Acidez titulable: Titulación (AOAC 1997)

$$Acidez\ titulable = \frac{Vg \times N \times miliEq \times 100}{Muestra}$$

$$Acidez\ titulable = \frac{2.1ml \times 0.1N \times miliEq(\acute{a}c.\ c\acute{i}trico) \times 100}{10\ ml}$$

$$Acidez\ titulable = \frac{2.1ml \times 0.1N \times 0.064 \times 100}{10}$$

$$Acidez\ titulable = 0.134\ \% \text{ de } \acute{a}cido\ l\acute{a}ctico$$

- Sólidos totales: por diferencia de humedad método (AOAC 1997)

En el cuadro 3 podemos observar el peso inicial, y el peso final al salir de la estufa de cada una de las muestras, además del porcentaje de sólidos solubles determinado.

Tabla 11: Resultados análisis de sólidos solubles

Mezcla	Ingresó	Salió	% S.S
Cáscara de Tuna	12.5 g	8.77 g	70.16%
Yogurt	25 g	14.79 g	59.16%
Yogurt + conc. 5%	15 g	8.36 g	55.73%
Yogurt + conc. 10%	15 g	8.68 g	57.87%
Yogurt + conc. 15%	15 g	9.01 g	60.07%

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Se pudo aprovechar satisfactoriamente las cáscaras de tuna (*Opuntia ficus indica*) en la elaboración de yogurt griego con fibra soluble, siendo aceptado por el panel evaluador

En la evaluación sensorial existe diferencia significativa en todas sus cualidades, aspecto, textura y estructura, color, olor y sabor con un 95 % de confianza. La mejor muestra M1 (10 % de adición de cáscara de tuna) obtuvo un puntaje promedio de 7 puntos calificada como buena en una escala hedónica de 1 punto (rechazado), a 9 puntos (excelente) con un 95 % de confianza.

El público consumidor tuvo la mejor aceptabilidad de la muestra M1 probablemente por su concentración media de cáscara de tuna, a diferencia de las muestras M2 (15% adición de cáscara de tuna) y M4 (5% adición de cáscara de tuna).

RECOMENDACIONES

Percatarse siempre del buen estado de la materia prima al momento de su adquisición para poder obtener un producto final óptimo para el consumo.

Realizar un estudio del aprovechamiento de la cáscara de tuna en la elaboración de otros productos agroindustriales tales como mermeladas, helados o néctares.

Realizar un estudio donde se puedan aprovechar diferentes productos de descarte agroindustrial para su posterior procesamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amaya Robles, J. E. (s.f.).

<http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20TECNICO%20DE%20TUNA.pdf>.

Anón. (1997). *Opuntia ficus-indica*. Publicado en el marco conjunto FAO/PNUMA de control de la desertificación en América latina y el caribe.

Batista, A., Cerezal, P., & Fung Lay, V. (1993). *El aguacate (Persea americana, M.)*.

Cerezal, P., & Duarte, G. (2000). *Elaboración de productos de tuna (Opuntia ficus-índica L. Mill) utilizando la tecnología de factores combinados*. .

Cerezal, P., & Duarte, G. (2005). *Some characteristics of cactus pear (Opuntia ficus-indica (L.) Miller) harvested in the Andean altiplane of the 2nd Region of Chile*.

Cerezal, P., Larrauri, J., & Piñera, R. (1995). *Influencia de factores en el aprovechamiento de subproductos de la industria de frutas y vegetales en Cuba*.

Cubero, N. M. (2002). *Aditivos Alimentarios*. .

Espinosa, E. (1996). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. .

Felker, P., Rodriguez, S., Casoliba, R., Filippini, R., Medina, D., & Zapata, R. (2005). *Comparison of Opuntia ficus indica varieties of Mexican and Argentine origin for fruit yield and quality in Argentina*. .

Felker, P., Soulier, C., Leguizamon, G., & Ochoa, J. (2002). *A comparison of the fruit parameters of 12 Opuntia clones grown in Argentina and the United States*.

Figuerola, F., Hurtado, M. L., Estévez, A. M., Chiffelle, I., & Asenjo, F. (2005). *Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment*. .

Hasler, C. (1998). *A new look at an ancient concept*.

Karababa, E., Coşkuner, Y., & Aksay, S. (2004). *Some Physical Fruit Properties of Cactus Pear convective solar drying and mathematical modeling of prickly pear peel (Opuntia ficus indica)*. .

- Karababa, E., Coşkuner, Y., & Aksay, S. (2004). *Some Physical Fruit Properties of Cactus Pear (Opuntia spp). that Grow Wild in the Eastern Mediterranean Region of Turkey.*
- Larrauri, J. (1994). *Utilización de los hollejos cítricos y las cáscaras de piñas como fuente de fibra dietética en Cuba.*
- Larrauri, J. (1999). *New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by-products.*
- Larrauri, J., & Cerezal, P. (1993). *Caracterización de los residuos de diferentes variedades de mango.*
- Larrauri, J., Borroto, B., de Hombre, R., & De la Cruz, H. (1996). *Elaboración de mermelada concentrada a partir de cáscaras de mango. .*
- Linaje, M., De la Fuente, N., & J., S. (2005). *Yogurt: Sábila y Nopal (Alimentos Probióticos) .*
- López, M., Mercado, J., Martínez, G., & Magaña, J. (2011). *Formulación de una mermelada a partir de pulpa y cáscara de tunas (Opuntia spp.) elaborada a nivel planta piloto.*
- Mollet, B., & Rowland, I. (2002). *Curr. Opinion Biotechnol.*
- Núñez, M., Sevillano, E., Borroto, B., Larrauri, J., & Falco, S. (1993). *Empleo de métodos combinados para la conservación de una mermelada concentrada obtenida a partir de residuos de fresas.*
- Parish, J., & Felker, P. (1997). *Fruit quality and production of cactus pear (Opuntia spp.) fruit clones selected for increased frost hardiness.*
- Pérez, J. (1995). *Bioquímica y microbiología de la leche.*
- Piga, A. (2004). *Cactus Pear: A Fruit of Nutraceutical and Functional Importance.*
- Rodríguez, S., Orphee, C., Macias, S., Generoso, S., & Gomes, L. (1996). *Tuna: Propiedades físico-químicas de dos variedades.*
- Sáenz, C., & Sepúlveda, E. (2001). *Cactus pear juices.*
- Saura, F., & Larrauri, J. (1995). *Fibras de frutos tropicales: Aplicaciones dietéticas. Alimentación, equipos y tecnología.*

Savio, Y. (1989). *Prickly Pear Cactus. Publicación de la Universidad de California.*

Singh, G. (2003). *General Review of Opuntias in India. Journal of the Professional Association of Cactus Development.*

Speer, E. (1991). *Lactologia industrial.*

Stintzing, F., Schieber, A., & Carle, R. (2003). *Evaluation of colour properties and chemical quality parameters of cactus juices.*

Tamine, A., & Robinson, R. (1991). *Tamime and Robinson's Yoghurt: Science and Technology.*

ANEXOS

ANEXO 1**Elaboración de yogurt griego****Gráfico 5: Acondicionamiento sorbato de potasio y gel base****Gráfico 6: Acondicionamiento leche en polvo descremada**



Gráfico 7: Homogenización de insumos.



Gráfico 8: Pasteurización

ANEXO 2

Proceso de adición de cascara de tuna



Gráfico 9: Adición de cascara de tuna en diferentes concentraciones



Gráfico 10: Rotulado y envasado

ANEXO 3**Análisis sensorial, pruebas organolépticas****Gráfico 11****Gráfico 12**

ANEXO 4**Análisis físico químico****Gráfico 13: Medición de pH mezcla de cáscara de tuna****Gráfico 14: Lectura de pH**



Gráfico 15: Medición de pH yogurt concentración 10% de cáscara de tuna



Gráfico 16: Dilución para medir acidez titulable



Gráfico 17: Dilución para medir acidez titulable



Gráfico 18: acidez titulable



Gráfico 19: Pesado para medición humedad



Gráfico 20: Preparación de estufa

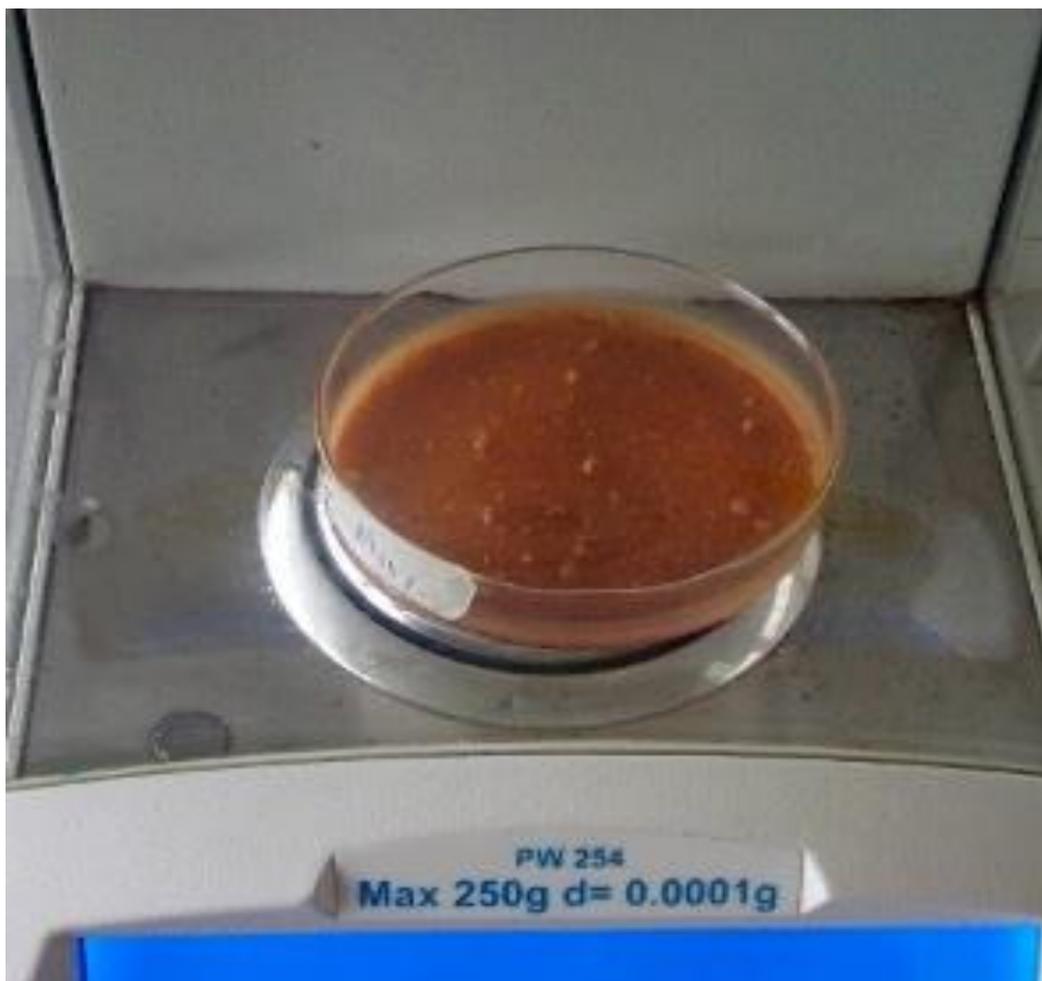


Gráfico 21: Muestra trascurridas 8hrs a 105°C



Gráfico 22: Muestras trascurridas 8hrs a 105°C