

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS**



**CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE
YOGURT NATURAL ELABORADO ARTESANALMENTE.**

POR:

TERESA REBOLLAR ESTRADA

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS
**CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE YOGURT
NATURAL ELABORADO ARTESANALMENTE.**

Por:

TERESA REBOLLAR ESTRADA

TESIS

Presentado como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

La cual fue revisada y aprobada por:

COMITÉ ASESOR



M.C. Xochitl Ruelas Chacón

Asesor principal



M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla

Asesor



Dr. Antonio Francisco Aguilera
Carbó

Asesor



Dr. José Duñez Alanís
COORDINACIÓN DE CIENCIA ANIMAL
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Saltillo, Coahuila, México

Mayo del 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS
**CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE YOGURT
NATURAL ELABORADO ARTESANALMENTE.**

Por:
TERESA REBOLLAR ESTRADA
TESIS

Presentado como requisito parcial para obtener el título de:
INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

JURADO CALIFICADOR



M.C. Xochitl Ruelas Chacón

Presidente



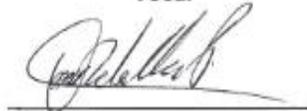
Dr. Antonio F. Aguilera Carbó

Vocal



M.E. Laura Olivia Fuentes Lara

Vocal



M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla

Vocal



Dr. José Duárez Manis

Coordinador de la División de Ciencia Animal

AGRADECIMIENTOS

A *Díos* por iluminar mi camino y permitirme llegar a este día, por cada una las bendiciones que me ha regalado y por darme lo más valioso que es la vida.

A la *universidad Autónoma Agraria Antonio Narro* por acogerme durante todo este tiempo de formación y darme la oportunidad de terminar uno más de mis sueños, de igual manera porque me permitió conocer personas extraordinarias.

A mi *Familia* que siempre confió en mí, por darme las fuerzas para culminar esta etapa, y por las palabras de aliento y ánimo, que Dios los bendiga siempre.

A mi asesora principal *Xóchitl Ruelas Chacón* por ser una la excelente persona y haberme dedicado su tiempo para concluir con este trabajo y por haberme brindado su paciencia, confianza y amistad.

Agradezco a la *M.E. Laura Olívía Fuentes Lara* por aceptar ser parte de este equipo de trabajo, por su colaboración y valiosos consejos

Agradezco al *Dr. Antonio Francisco Aguilera Carbó* por sus conocimientos y por el apoyo brindado durante la estancia en la universidad y sobre todo por formar parte de este trabajo.

De la misma manera agradezco a *M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla* por el apoyo recibido y colaboración que me brindo durante esta etapa.

DEDICATORIAS

Principalmente a *Díos* por dejarme compartir este momento con las personas que más amo en la vida que es mi familia y amigos.

A mis Padres *Crísanta y Cípriano* que fueron el motor para culminar este sueño, por el apoyo, comprensión y el amor que me han brindado.

A mis Hermanos *Ana Belem y Alejandro* por siempre estar conmigo y por dejarme compartir momento inolvidable a su lado, y decirles que este logro lo comparto con ustedes porque siempre estuvieron al pendiente de todo, me siento muy orgullosa de ustedes y no olviden que los amo y los quiero mucho.

A mi sobrino *Emiliano* que llegó en el momento indicado a iluminar nuestras vidas y a llenar la casa de risas y alegrías.

A mis Amigos de generación *Helen, Isa, Isela, Jorch Alfredo y David* porque siempre estuvieron en las buenas y en las malas para darme sus consejos y por dejarme compartir momentos maravillosos y decirles que siempre estarán en mi corazón.

A mis amigas *Guille, Ely, Dany, Mary, Cristal y Rosy* por dejarme compartir momentos juntos a ustedes y convivir el día a día en nuestras tristezas y alegrías, por darme la confianza y el apoyo. Sé que los días pasan y uno tiene que volar para conseguir los sueños y metas pero los recuerdos siempre quedan marcados y se quedan en lo más profundo de nuestros corazones. Deseo de todo corazón que les vaya bien y cosechen mucho éxito y Dios las bendiga en sus caminos.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	viii
RESUMEN	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.2.1 Objetivo general	2
1.2.2 Objetivos específicos	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Historia del yogurt.....	3
2.2 Definición de yogurt	3
2.3 Generalidades del yogurt.....	4
2.3.1 De acuerdo a su tipo de elaboración.....	5
2.3.2 Beneficios.....	6
2.3.3 Valor nutritivo	7
2.3.4 Composición del yogurt.....	8
2.4 Características fisicoquímicas del yogurt.....	9
2.4.1 Acidez	9
2.4.2 Proteína.....	10
2.4.3 Grasa	10

2.4.4	pH.....	10
2.4.5	Cenizas	11
2.4.6	Sólidos totales.....	11
2.5	Propiedades del yogurt.....	11
2.5.1	Sinéresis	11
2.5.2	Color.....	12
2.5.3	Viscosidad.....	12
2.6	Evaluación sensorial	13
2.6.1	Definición	13
2.6.2	Propiedades sensoriales de los alimentos	14
2.6.3	Factores que influyen en la evaluación sensorial	16
2.6.4	Tipo de jueces.....	17
2.6.5	Clasificación de la evaluación sensorial	19
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1	Muestra.....	22
3.2	Materiales utilizados	22
3.2.1	Material biológico	23
3.2.2	Materiales de laboratorio.....	23
3.2.3	Material utilizado para la prueba sensorial	23
3.2.4	Reactivos.....	24
3.2.5	Equipo utilizado.....	24
3.3	Elaboración del yogurt natural	24
3.4	Parámetros fisicoquímicos de los yogurts.....	26
3.4.1	Determinación de acidez titulable.....	26
3.4.2	Determinación de Grasa	26
3.4.3	Determinación de proteína	27
3.4.4	Determinación de pH.....	27
3.4.5	Determinación de cenizas	28
3.4.6	Determinación de sólidos totales.....	29

3.5	Evaluación de propiedades.....	30
3.5.1	Determinación de Sinéresis.....	30
3.5.2	Determinación de Color.....	31
3.5.3	Determinación de Viscosidad.....	31
3.6	Análisis sensorial	32
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
4.1	Parámetros fisicoquímicos de los yogurts.....	34
4.1.1	Acidez titulable	34
4.1.2	Grasa	35
4.1.3	Proteína.....	36
4.1.4	pH.....	37
4.1.5	Ceniza total	38
4.1.6	Sólidos totales.....	38
4.2	Evaluación de propiedades.....	39
4.2.1	Sinéresis	39
4.2.2	Color.....	40
4.2.3	Viscosidad.....	42
4.3	Evaluación Sensorial	43
4.3.1	Análisis de apariencia global	43
4.3.2	Color.....	44
4.3.3	Olor	44
4.3.4	Sabor.....	44
4.3.5	Textura	45
4.3.6	Aceptación global	45
5.	CONCLUSIONES.....	46
	RECOMENDACIONES	46
	REFERENCIAS	47
	ANEXOS	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Elaboración de yogurt natural	25
Figura 2. Determinación de grasa y estos butirometros Babcock	27
Figura 3. Determinación de pH	28
Figura 4. Determinación de ceniza total	29
Figura 5. Determinación de sólidos totales	30
Figura 6. Determinación de sinéresis.....	30
Figura 7. Determinación de color	31
Figura 8. Determinación de viscosidad	32
Figura 9. Análisis de evaluación sensorial	33
Figura 10. Comparación de porcentaje de acidez en cuatro muestras de yogurt natural	34
Figura 11. Comparación de porcentaje de grasa en cuatro muestras de yogurt natural	35
Figura 12. Comparación de porcentaje de proteína de cuatro muestras de yogurt natural	36
Figura 13. Comparación de pH en cuatro muestras de yogurt natural.....	37
Figura 14. Comparación de porcentaje de ceniza total en cuatro muestras de yogurt natural	38
Figura 15. Comparación de porcentaje de sólidos totales en cuatro muestras de yogurt natural	39
Figura 16. Comparación de porcentaje de sinéresis en cuatro muestras de yogurt natural	40
Figura 17. Comparación de parámetro luminosidad L*, a* y b* en cuatro muestras de yogurt natural	41
Figura 18. Comparación de viscosidad en cuatro muestras de yogurt natural..	42
Figura 19. Comparación de cada atributo en cuatro muestras de yogurt natural.....	45

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Componentes del yogurt natural	8
Cuadro 2. Atributos de evaluación de cuatro muestras de yogurt natural.....	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Estadístico acidez	51
Anexo 2. Estadístico grasa	51
Anexo 3. Estadístico de proteína	51
Anexo 4. Estadístico pH.....	52
Anexo 5. Estadístico ceniza total	52
Anexo 6. Estadístico sólidos totales.....	53
Anexo 7. Estadístico sinéresis	53
Anexo 8. Estadístico color.....	53
Anexo 9. Estadístico viscosidad.....	54
Anexo 10. Conversión de unidades de la viscosidad	55
Anexo 11. Apariencia global	55
Anexo 12. Color	55
Anexo 13. Olor	56
Anexo 14. Sabor	56
Anexo 15. Textura.....	56
Anexo 16. Aceptación global.....	57

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluaron las características fisicoquímicas y sensoriales de yogures naturales elaborados artesanalmente. Las marcas de yogurt analizadas fueron: UAAAN, Tarzan, Michoacana y la Ranita. El objetivo general fue evaluar las diferencias fisicoquímicas y sensoriales de yogures naturales elaborados artesanalmente.

Se analizaron las propiedades fisicoquímicas del yogurt y se puede notar que los parámetros están dentro de los rangos mencionados: acidez (1-0.63%), pH(4.98-4.1), grasa(3.23-1.1 %), proteína (4.86-4.4%), cenizas(1.02-0.58%), sólidos totales (22-10%), sinéresis (66-13%), color L* (99.05-88.98), a*(-0.11-3.55), b*(5.54-0,07) y viscosidad (1.69-0.81).

La evaluación sensorial se realizó con 27 panelistas semientrenados de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Los panelistas analizaron las características de: apariencia global, color, olor, sabor, textura y aceptación global, empleando la prueba hedónica, usando una escala de 9 puntos, donde: calificación de "1" respuesta "no le gusta extremadamente" y "9" le gusta extremadamente. Se puede notar que no existe diferencia en los parámetros de: color, olor y textura. En el parámetro de sabor sí existe diferencia significativa, debido a que los sabores se percibían entre cada una de las muestras y uno de ellos contenía azúcar.

Palabras claves: yogurt natural, características fisicoquímicas y evaluación sensorial.

1. INTRODUCCIÓN

El yogur es alimento que se obtiene de la fermentación láctica de la leche, debido al *Lactobacillus bulgaricus* y el *Streptococcus thermophilus*. Este producto contiene mínimo 100 millones de microorganismos vivos por gramo, dentro de sus propiedades se hallan: estabilizar la flora intestinal, favorecer la absorción de la grasas, combatir las diarreas y el estreñimiento, disminuir el colesterol (Rosales, 2006).

Desde el punto de vista nutricional el yogurt es un alimento que tiene grandes beneficios debido a que presenta una alta digestibilidad , tiene un aporte proteico más digerible que la leche, además contiene calcio, potasio, fósforo y tiene fuente importante de vitaminas (Cevallos, 2015)

El yogurt es originario del medio oriente, a lo largo de los años se ha ido expandiendo en el mundo. En un principio solo se producía el yogurt natural, esto se limitaba a los consumidores que lo consideraban como un alimento saludable (De la Rosa, 2009). En los últimos años ha aumentado su demanda por los efectos benéficos que se le atribuyen en la salud (Arévalo, 2015).

El sabor, aroma y consistencia del yogurt varía de acuerdo al lugar donde es producido. Las características y propiedades del yogurt pueden ser mejoradas con los tratamientos a los que sean sometidos y también con la ayuda de ciertos aditivos (Cevallos, 2015). Su vida útil del producto depende desde su manejo durante la fabricación, la materia prima empleada, hasta su almacenamiento y se deben determinar características fisicoquímicas y sensoriales para ver la influencia del producto (Ojeda, 2011)

Considerando lo anterior el presente trabajo de investigación nos ayudara a determinar las características fisicoquímicas de cuatro marcas de yogurt natural de diferentes lugares de Saltillo, Coahuila. Se evaluaron las características siguientes: acidez titulable, grasa, proteína, pH, ceniza, sólidos totales, sinéresis, color, viscosidad y evaluación sensorial.

1.1 JUSTIFICACIÓN

Hoy en día el yogurt natural es un producto considerado como un alimento que aporta muchos beneficios a nuestro organismo de la misma manera ayuda a tener una buena digestión en nuestro organismo y algunos más beneficios importantes para la salud. Por esta razón se realiza la siguiente investigación para evaluar las características fisicoquímicas y sensoriales del producto y así determinar la aportación específica que le brinda al consumidor.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Evaluar las diferencias fisicoquímicas y sensoriales, además de la aceptabilidad de yogurts naturales elaborados artesanalmente.

1.2.2 Objetivos específicos

- 1) Realizar análisis fisicoquímico de los yogures: acidez titulable, pH, grasa, proteína, cenizas y sólidos totales.
- 2) Evaluar sinéresis, color y viscosidad de los yogurts.
- 3) Analizar sensorialmente las características de sabor, olor, color, textura, apariencia global y aceptación global.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Historia del yogurt

El yogurt es un producto que se ha consumido desde hace tiempo, hay indicios que manifiestan que el yogurt se originó en Europa Oriental, hoy en día donde se ubica la República de Turquía (Vera, 2011).

El yogurt es un producto descubierto por accidente; se ha comentado que las personas que conformaban las poblaciones nómadas transportaban la leche fresca que recopilaban de los animales y a su vez la guardaban en bolsas que estaban elaboradas con piel de cabra, así mismo con ayuda del calor esto hacia que existiera una modificación biológica, las bacterias aumentaban su producción y como resultado proporcionaban las leches fermentadas con una consistencia semisólida y cuajada (Vera, 2011).

El hallazgo fue importante, ya que con esto se podía tener una mejor conservación para este producto y así se podía alargar la vida útil del alimento.

Desde los años 60 la producción de leches fermentadas se expandió en todo el mundo, principalmente en yogurts. Este producto ha tenido un consumo muy notorio debido a diversos factores como su valor nutritivo, características organolépticas, propiedades terapéuticas y profilácticas y su moderado costo (Quintana, 2011).

2.2 Definición de yogurt

Según la FAO y OMS (2011), La leche fermentada es un producto lácteo derivado por medio de la fermentación de la leche, con o sin modificaciones, por medio de la acción de microorganismos adecuados y teniendo como resultado la reducción del pH con o sin coagulación.

Ciertas leches fermentadas se caracterizan por un cultivo específico (o cultivos específicos) utilizados para la fermentación como se menciona en seguida:

Yogurt: cultivos simbólicos de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii subesp. Bulgaricus*.

Yogurt en base a cultivos alternativos: Cultivos de *Streptococcus thermophilus* y toda especie *Lactobacillus*.

Leche ácida: *Lactobacillus acidophilus*.

Kéfir: Cultivo preparado a partir de gránulos de kéfir, *Lactobacillus kefir*, especies del género *Leuconostoc*, *Lactococcus* y *Acetobacter* que crecen en una estrecha relación específica.

Los gránulos de kéfir constituyen tanto levaduras fermentadoras de lactosa (*Kluyveromyces marxianus*) como levaduras fermentadoras sin lactosa (*Saccharomyces unisporus*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces exiguus*).

Kumis: *Lactobacillus delbrueckii subesp. Bulgaricus* y *Kluyveromyces marxianus*.

2.3 Generalidades del yogurt

El yogurt es considerado un alimento esencial para la salud, debido a que es un producto del grupo probiótico, ya que contiene colonias de microorganismos vivos que influyen positivamente en nuestro cuerpo y estos le ayudan a dar propiedades específicas y tener una mejor conservación (López, 2011) .

Este producto se logra a partir de la fermentación de la lactosa, que se convierte en dos monosacáridos galactosa y glucosa, de igual manera se convierte en ácido láctico por acción de las bacterias *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* (Arévalo, 2015).

El yogurt es un producto lácteo fermentado a su vez es ligeramente ácido, así mismo existen ciertos elementos derivados de las bacterias que producen otros sabores y aromas como el acetaldehído que proporcionan el aroma característico del yogurt, los cocos son los responsables de la acidez mientras que los bacilos son del aroma y del sabor agradable que tiene este alimento (Arévalo, 2015).

2.3.1 De acuerdo a su tipo de elaboración

Hoy en día se procesan distintos tipos de yogurt, así mismo estos difieren en su composición química, técnica de producción, sabor, consistencia y textura (Pazmiño, 2010).

- ✚ Yogurt afluado: este producto es obtenido cuando la fermentación y coagulación de la leche se lleva a cabo en el mismo envase; el producto resultante es una masa uniforme semi-sólida, este debe durar intacto.
- ✚ Yogurt batido: el cuajo se lleva a cabo en tanques, la estructura del gel se rompe por agitación, durante el enfriamiento y posteriormente se envasa.
- ✚ Yogurt líquido: se considera como un yogurt batido de baja viscosidad, este es fabricado a partir de leche que tiene un contenido de sólidos totales bajo, en ocasiones este es homogenizado.

2.3.1.1 Según los componentes añadidos en el proceso de fabricación

Menciona Quintana (2011) de acuerdo al elemento añadido en el transcurso de su elaboración.

- Yogurt natural: es un producto elaborado con leche coagulada obtenida por fermentación láctica mediante la acción de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* a partir de leche, con o sin modificación. En todos los yogurts el pH deberá ser igual o inferior a 4.6, con un contenido mínimo del 2% de grasa.
- Yogurt azucarado: el yogurt natural que se le han añadido azúcar o azúcares comestibles.
- Yogurt edulcorado: el yogurt natural al que le han añadido edulcorantes autorizados.
- Yogurt con frutas, zumos y/o productos naturales: el yogurt natural al que le han añadido frutas, zumos y/o productos naturales.
- Yogurt aromatizado: es el yogurt natural al que le han añadido agentes aromáticos autorizados.
- Yogurt pasteurizado después de la fermentación.

2.3.1.2 Según el porcentaje de grasa de la materia prima

- Yogurt entero: 2% de grasa láctea como mínimo
- Yogurt semidescremado: el contenido de grasa láctea en mayor del 0.5% y menor al 2%.
- Yogurt desnatado: 0.5% de grasa láctea como máximo.

2.3.2 Beneficios

Metchnikoff aporta que tiene grandes beneficios, principalmente por los microorganismos que actúan sobre la microbiota intestinal de aquellos que lo consumen (Carpio, 2001). El yogurt es uno de los alimentos más favorables en donde sus principales efectos en la salud son: mejorar, restaurar y sanar la microbiota intestinal (López, 2011).

El yogurt ayuda a nuestro organismo, por esta razón tiene grandes beneficios como menciona De la Rosa (2009).

- Generar tolerancia a la lactosa: Con esto aumenta el consumo, principalmente para las personas que no soportan los lácteos, ya que ayudan a mejorar la digestión de la lactosa mediante la producción de una enzima que ayuda a digerir la lactosa.
- Previene y mejora los síntomas de diarrea: El yogurt ayuda a reconstruir la microbiota intestinal que se ha desgastado por la diarrea. De igual manera este producto fortalece el sistema inmunológico ayudando a protegerse de infecciones.
- Gran fuente de calcio: Este metal está presente en el yogurt y se ha combinado en el ácido láctico, así se hace más absorbible en nuestro sistema digestivo. Este alimento tiene efectos positivos en el cáncer de colon.
- Reduce los valores de colesterol sanguíneo: estudios realizados indican que el uso del yogurt desnatado reduce los niveles del colesterol en la sangre, y formaría parte como alimento rutinario para las personas que demuestran riesgos cardiovasculares.

2.3.3 Valor nutritivo

El valor nutritivo del yogurt se considera que está relacionado con la leche que se utiliza para su elaboración (Carpio, 2011).

Este producto contiene más proteína, tiamina y ribofavina que la leche, pero menos vitamina A. Hay escasas diferencias entre el contenido de los elementos nutritivos que proporciona energía de la leche y los del yogurt, pero si se le añade azúcar, el yogurt azucarado es una fuente más rica de energía que la leche (García, 2008).

Los productos lácteos fermentados que contienen microorganismos vivos como el yogurt, quiparan mucho su valor nutricional ala de la leche, de la cual provienen pero interviene también el resto de la materia prima utilizada y la manera en que sea procesado (Arévalo, 2015).

2.3.4 Composición del yogurt

El yogurt se ha convertido en un alimento indispensable por su alto contenido nutritivo en seguida se muestra su composición (cuadro 1).

Cuadro 1. Componentes del yogurt natural

Composición	Porcentaje (%)
Proteína	3.2
Sólidos totales	15.9
pH	4.5
Grasa	2.5
Acidez	0.8-1.8
Cenizas	0.7

Fuente: NMX-F-444-1983; Rosales, 2006; Jácome, 2010

Hidratos de carbono: El principal que se encuentra en la leche es la lactosa, en la elaboración del yogurt debido a su fermentación este disacárido se convierte en dos monosacáridos que es la galactosa y glucosa y estos a su vez en ácido láctico, quedando así reducida la cantidad de lactosa presente en el yogurt, lo cual involucra al benéfico para personas que sufren intolerancia a la lactosa (Arévalo, 2015).

Esto se lleva a cabo siempre y cuando el proceso no incluye leche el polvo, ya que este alimento aumentaría el contenido de lactosa y ya no se podría manifestar el beneficio mencionado en el uso de estos alimentos, sin embargo

la enzima beta-galactosidasas contenidas por las bacterias del yogurt ayudan a la degradación y digestión de parte de esta lactosa añadida (Arévalo, 2015).

Vitaminas: La mayoría de las vitaminas son sensibles al procesado. El yogurt es fuente de vitaminas del grupo B, especialmente riboflavina, niacina, piridoxina y vitamina A. Durante la fermentación se consumen las vitaminas B₁₂ y C y se forma ácido fólico. No se alteran las vitaminas B₁, B₂, B₆, biotina y ácido pantoténico.

Durante el proceso microbiano se originan también la síntesis de algunas vitaminas. Mientras que ciertas especies de bacterias ácido lácticas requieren de vitaminas del complejo B para su desarrollo, otras son capaces de sintetizarlas. Una de las vitaminas que es utilizada por las bacterias es la vitamina B₁₂. Las pérdidas significativas de esta vitamina se logran corrigiendo el uso cuidadoso de los cultivos suplementarios de bacterias ácido lácticas que sean capaces de sintetizarlas (Quintana, 2011).

2.4 Características fisicoquímicas del yogurt

Las propiedades fisicoquímicas son de gran importancia ya que de ellas depende la conservación y la calidad del producto.

Efectúan un papel importante en la determinación del valor nutricional del alimento porque van a satisfacer necesidades de organismo en términos de energía y nutrientes.

2.4.1 Acidez

El porcentaje de ácido láctico adecuado es de suma importancia para la producción de yogurt de alta calidad con sabor, cuerpo y textura propia, que exhiba el mínimo porcentaje de sinéresis durante el almacenamiento. El aumento de la acidez en yogurt por la producción de ácido láctico ocasiona la coagulación de la caseína y el sabor en el producto. (Hernández, 2004).

2.4.2 Proteína

Forman, mantienen y renuevan todos los tejidos de nuestro cuerpo. La concentración proteica en este lácteo es más alto que la concentración presente en la leche (Ramos y Zabaleta, 2013).

En relación a las proteínas existen dos puntos importantes:

- Son altamente digeribles debido a la proteólisis provocada por las cepas bacterianas.
- Se encuentran ya coaguladas antes de ser ingerida, por lo tanto al consumir yogurt no existen molestias estomacales e intestinales

2.4.3 Grasa

Los lípidos intervienen directamente en la consistencia y la textura del producto. Siempre que el aporte de grasas este dentro de los valores establecidos, este será de gran provecho para nuestra salud, ya que es una fuente energética, y está presente en las membranas celulares y realizan función de defensa a nuestros órganos internos (Ramos y Zabaleta, 2013).

2.4.4 pH

El pH es la medida de la acidez o alcalinidad de una sustancia (es la medida de iones de hidrogeno). Los valores de pH se muestran en una escala que cubre de 1-14, donde arriba del valor 7 se encuentran los productos básicos y por debajo son ácidos, como es el caso del yogurt. El pH del yogurt es uno de los parámetros importantes debido a que durante su fabricación se busca disminuir el pH de la leche, y llegar a un pH óptimo del yogurt en donde esto le va favorecer para que obtenga un olor y sabor característico (Martínez, 2016).

2.4.5 Cenizas

Las cenizas son el residuo inorgánico que queda tras excluir completamente los compuestos orgánicos existentes en la muestra, ya que hay pérdida por volatilización.

A pesar de estas limitaciones, para concretar la calidad de algunos alimentos es necesario el contenido cenizas totales ya que son de interés nutricional como son el calcio fósforo, etc. (Peña, 2010).

2.4.6 Sólidos totales

Son los restos del material que sobra en un recipiente posterior a la evaporación de una muestra y su siguiente secado en estufa a temperatura definida. Los sólidos totales involucran los sólidos suspendidos o porción de sólidos totales retenidos por un filtro y los sólidos disueltos totales (Ojeda, 2011).

2.5 Propiedades del yogurt

2.5.1 Sinéresis

Es la expulsión o separación del lacto suero debido a la concentración del gel esto afecta la calidad de los productos lácteos. Es debido al ordenamiento de la red molecular de caseína posteriormente de la formación del gel. Los principales elementos de procesos asociados con la sinéresis son: rápida acidificación, alta temperatura de incubación, largo tratamiento térmico, bajo contenido de sólidos, y baja producción de ácidos y uso de renina (Acevedo et al., 2010).

2.5.2 Color

Hay aspectos primordiales para que un alimento tenga una buena calidad. El color de los productos lácteos es originado por la dispersión de la luz por los constituyentes de la leche: los glóbulos de grasa, las micelas de la caseína, el fosfato de calcio coloidal, algunos pigmentos y la riboflavina. Al complementar los sólidos, mayor es la dispersión por lo que el producto contiene menor luminosidad y blancura.

El color es un aspecto importante para el consumidor, ya que de ello depende que sea aceptado o rechazo (Martínez, 2016).

El color se mide tomando en cuenta los parámetros L^* , a^* y b^* donde cada uno representa:

- L : Luminosidad u oscuridad.
- a : contribución roja(+), a verde (-)
- b : contribución amarilla (+), a azul (-)

2.5.3 Viscosidad

Esta dada por su resistencia a fluir. La viscosidad crece con la disminución de la temperatura, incremento del contenido graso, homogeneización, fermentación ácida y el envejecimiento o maduración y se expresa en centipoises (cP).

La viscosidad tiene algo muy importante en cuanto a la comercialización de algunos productos lácteos, tales como crema ácida, el yogurt y en la leche pasteurizada, ya que el consumidor relaciona lo viscoso del producto con el contenido de grasa y supone que a mayor viscosidad mayor contenido de grasa (Carpio, 2001).

2.6 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial es el estudio de los alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus* que quiere decir sentido. La evaluación sensorial es una técnica de medición y análisis tan significativo como los métodos químicos, físicos microbiológicos, etc. (De la Rosa, 2009).

La evaluación sensorial de los alimentos es una función esencial por parte del ser humano: ya que forma una parte importante en cuanto a su aceptación o rechazo de los alimentos de acuerdo con los efectos que percibe desde el mismo momento que los observa y después de ingerirlos (Ovando, 2008).

Actualmente la evaluación sensorial se utiliza como herramienta para medir de forma objetiva

2.6.1 Definición

Es la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (Hernández, 2005).

La evaluación sensorial del mismo modo nos brinda información sobre la calidad de los productos evaluados y las posibilidades de aceptabilidad de parte del consumidor (Liria, 2007)

2.6.2 Propiedades sensoriales de los alimentos

Son los caracteres de los alimentos que se perciben por medio de los sentidos. En la evaluación sensorial intervienen varios sentidos.

Color

Es el principal filtro para la aceptación de un alimento ya que logra revelar normatividad o anomalías en un producto.

La evaluación sensorial del color se efectúa mediante la comparación visual de los tipos de alimentos con las denominadas escalas de color (Molina, 2011).

El color de un producto tiene tres características:

- a) El tono o matiz es aquella cualidad que consiste en clasificar un color como rojo o azul, así mismo este va de acuerdo a la longitud de onda dominante de la luz.
- b) La saturación se refiere a la intensidad con la que el color se aleja del gris neutro y se aproxima a un color puro del espectro.
- c) La luminosidad se especifica como la característica de un efecto de color que hace semejante a la causada por cierto mecanismo de la escala de grises que va desde el blanco máxima luminosidad, hasta el negro mínima luminosidad (De la Rosa, 2009).

Olor

Es la apreciación por medio de la nariz de las sustancias volátiles desprendidas por algunos estímulos que son dadas por influencia natural o por objetos (Ovando, 2008).

Sabor

El sabor se aprecia a través del sentido del gusto, el cual tiene el cargo de identificar todos los tipos de sustancias químicas que se hallan en los alimentos.

El sabor es una de las sensaciones percibidas por los receptores de la boca, particularmente apreciadas en la lengua, también se muestran en el velo del paladar, mucosa de la epiglotis, en la faringe, laringe y en la garganta (Espinosa, 2007).

Las papilas gustativas de la lengua registran cuatro sabores: dulce, ácido, salado y amargo, en zonas determinadas por la lengua (Amado, 2010).

El sabor dulce se detecta con mayor intensidad en la punta de la lengua; el sabor salado y ácido se detectan en los bordes anteriores y posteriores respectivamente.

El sabor amargo se percibe en la parte posterior o base de la lengua (Espinosa, 2007).

Aroma

Es el principal componente del sabor, es un efecto causado por las sustancias olorosas de un alimento que es colocado en la boca (Ovando, 2008).

Textura

Es la propiedad sensorial de los alimentos que es determinada por los sentidos del tacto, la vista y el oído, y este se muestra cuando el alimento sufre una imperfección (Amado, 2010).

El término “textura” reúne numerosos parámetros denominadas atributos de textura y se pueden clasificar en tres grupos:

- Mecanismos
 - Dureza: es una fuerza solicitada para prensar un alimento sólido con los dientes o con la lengua y el paladar se es semisólido.
 - Cohesividad: es el estado hasta el que se comprime un alimento previamente antes de romperse.
 - Viscosidad: fuerza solicitada que necesita un alimento para pasar de su recipiente a la boca.

- Elasticidad: estado que recupera un alimento de su forma original desde haber sido comprimido por los dientes.
- Adhesividad: fuerza que se necesita para retirar el alimento del paladar.
- Fragilidad: fuerza necesaria para destruir o hacer crujir un alimento.
- Masticabilidad: tiempo necesario para masticar un alimento y así reducir las partículas y se pueda ingerir.
- Gomosidad: carácter necesario para desintegrar un alimento.
- Geométricos: fibrosidad, granulosidad, cristalinidad, esponjosidad, flexibilidad, hilosidad, tersura, aspereza
- De composición: humedad, grasosidad, aceitosidad, resequedad, harinosidad, terrosidad (Molina, 2011).

Apariencia

Se define como un aspecto visible que se muestra en los alimentos, resultante de valorar con la vista su color, forma, tamaño, estado y características de su superficie (Ovando, 2008).

2.6.3 Factores que influyen en la evaluación sensorial

Existe una gran variedad de factores que ejercen influencia sobre la Evaluación Sensorial debemos considerar los siguientes (Wittig, 2001).

1. Factores de personalidad o actitud: Intervienen en gran medida en experiencias sobre aceptación o preferencia de consumidores.

2. Factores relacionados con la motivación: Influyen sobre los resultados al trabajar con concentraciones umbrales y supraumbrales.

3. Errores psicológicos de los juicios: Se deben diferenciar algunos tipos de errores psicológicos, como son los de tendencia central, de posición y tiempo, de contraste. De igual forma deben considerarse la memoria, concentración y las instrucciones minuciosas, ya que pueden ser significativos.

4. Factores que dependen de la relación entre estímulo y percepción, y

5. Adaptación: Es un factor de importancia que debe ser considerado siempre.

2.6.4 Tipo de jueces

La selección y preparación de las personas que forman parte en las pruebas de evaluación sensorial son componentes que conllevan en gran parte al éxito y la eficacia de las pruebas. Es indispensable establecer el número de jueces que deben participar, y en seguida hay que elegirlos, explicarles en forma ordenada como han de seleccionar sus evaluaciones y proporcionarles el entrenamiento adecuado (Medina, 2013).

El número de jueces necesarios para que una prueba sensorial sea efectiva depende del tipo de juez que vaya a ser empleado.

Juez experto

Es un individuo con gran experiencia en examinar un alimento, asimismo posee una sensibilidad para percibir las diferencias entre las muestras, asimismo para distinguir y evaluar las características del alimento (Menera, 2010).

Este tipo de jueces intervienen en productos que son muy caros, tiene sueldos muy altos debido a que su preparación es muy larga y costoso y solo

bastaría con su respuesta para saber si el alimento es aceptado por el consumidor (Menera, 2010).

Juez entrenado

Es un individuo que tiene suficiente habilidad para descubrir alguna propiedad sensorial en particular, este ha adquirido una enseñanza teórica y práctica acerca de la evaluación sensorial, suele realizar pruebas con periodicidad, al ejecutar pruebas empleando este tipo de jueces se requiere la participación de siete a quince participantes (Aguilar, 2007).

Juez semientrenado o de laboratorio

Se trata de personas que han recibido una preparación teórica similar al de los jueces entrenados, que realizan pruebas sensoriales con frecuencia y poseen suficiente habilidad, generalmente solo participan en pruebas discriminativas sencillas, las cuales no piden de una definición muy precisa de términos o escalas. Las pruebas con jueces semientrenados deben llevarse a cabo con un mínimo de 10 jueces y un máximo de 20 o cuanto mucho 25, con tres o cuatro muestras para cada juez (Amado,2010).

Juez consumidor

Son personas que no tienen que ver con las pruebas, ni trabajan con alimentos como investigadores o empleados de fábricas procesadoras de alimentos, así mismo ni han realizado evaluaciones sensoriales periódicas. Son personas tomadas al azar, ya sea en la calle, tienda, escuela, etc. (Medina, 2013).

2.6.5 Clasificación de la evaluación sensorial

Existen varias clasificaciones de las pruebas sensoriales. La primera agrupa a las pruebas en dos tipos: la evaluación sensorial del tipo I y II. La segunda agrupa a las pruebas sensoriales en tres tipos, las afectivas, discriminativas y las descriptivas (Amado, 2010).

Pruebas afectivas

Estos análisis son empleados en la evaluación sensorial de alimentos para conocer la aceptabilidad de estos por parte del consumidor así como también sus preferencias de consumo (Ovando, 2008).

Es necesario, determinar si uno desea evaluar simplemente preferencia o grado de satisfacción (gusto o disgusto), o si también uno quiere saber cuál es la aceptación que posee el producto entre los consumidores, ya que en este último caso los cuestionarios deberán contener no solo pregunta acerca de la apreciación sensorial del alimento, sino también otras destinadas a conocer si la persona desearía o no consumir el producto (Ovando, 2008).

- **Pruebas de aceptación**

El deseo para conquistar un producto, no solo depende de la impresión agradable que el juez reciba al probar un alimento sino también de aspectos culturales, socioeconómicos, de hábito, etc. (Amado, 2010).

- **Pruebas de preferencia**

Esta prueba se lleva cabo para conocer si los jueces eligen una muestra sobre otra, esta es una prueba sencilla ya que consiste en decirle al juez que indique cuál de las dos muestras selecciona, añadiendo una sección de comentarios en donde el juez explique porque es de su preferencia (Aguilar, 2007).

- **Pruebas de nivel de agrado o hedónicas**

Esta prueba se utiliza para evaluar la aceptación o rechazo de un producto en específico, si bien la realización puede parecer rutinaria, el planteo es muy complejo y debe realizarse con rigor para conseguir datos significativos (Amado, 2010).

Esta prueba se realiza con consumidores habituales del producto, se le entrega un cuestionario donde se contiene la escala con las características que se van a evaluar y las instrucciones de llenado, así mismo se debe tener en cuenta de que son consumidores y no jueces entrenados o semientrenados para facilitarles el lenguaje y tratar de ser lo más breve posible con el propósito de que el consumidor pueda evaluar correctamente la muestras que se les proporcione, cada una deben de estar codificada con una cifra de números aleatorios. Es importante añadir un espacio donde el consumidor pueda formular sus comentarios adicionales de acuerdo a las muestras evaluadas, ya que estos servirán al evaluador para fortalecer de manera objetiva los resultados logrados de dicha prueba (Amado, 2010).

 **Prueba discriminativas**

Las pruebas discriminativas consisten en comparar dos o más muestras de un producto alimenticio, en donde el panelista muestra si se distingue la diferencia entre unas de otras. (Hernández, 2005).

Esta prueba se lleva a cabo prácticamente en ambiente de laboratorio, en el que usan grupos de 12 a 20 personas calificadas.

Los métodos de pruebas discriminativas más frecuentes usados son la diferencia apareada, las pruebas triangulares, las dúo-trío y; las pruebas 2-elección alternativa forzada (2-EAF) y 3-elección alternativa forzada (3-EAF), entre las más comunes (De la Rosa, 2009).



Pruebas descriptivas

Estas pruebas permiten conocer las características del producto alimenticio y los requerimientos del consumidor. A través de las pruebas descriptivas se efectúan los cambios obligatorios en las formulaciones hasta que el producto contenga los caracteres necesarios para que el alimento tenga una mayor aceptación por parte del consumidor. Para este tipo de pruebas solo se emplean jueces entrenados (Hernández, 2005)..

En esta prueba se describen las propiedades sensoriales de los productos y mide las intensidades percibidas. Generalmente el número de sujetos es de seis o doce personas. Los métodos más comunes son: el perfil de sabor, el perfil de textura, el análisis cuantitativo (ADC) y el método Spectrum (Menera, 2010).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro sede Saltillo, Coahuila de Zaragoza.

Los análisis se realizaron en tres laboratorios de la misma Universidad:

- En el laboratorio de Tecnología de Lácteos se llevó a cabo la elaboración del yogurt y se determinaron los siguientes análisis: grasa, pH, acidez titulable y proteína.
- El segundo fue en el Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos realizando: sólidos totales, sinéresis, color, viscosidad y la evaluación sensorial.
- El último laboratorio fue en el Departamento de Nutrición Animal, se determinó: ceniza.

3.1 Muestra

Las cuatro muestras de yogurt natural que se analizaron fueron adquiridos en diferentes tiendas y puestos ubicados en Saltillo Coahuila y se mencionan a continuación las muestra: UAAAN, Ranita, Michoacana y Tarzan.

La cantidad con que se trabajó de cada muestra de yogurt natural fue aproximadamente 2L, se adquirieron y se llevaron a la institución para mantenerse y posteriormente llevar a cabo los análisis correspondientes de los yogurts naturales.

3.2 Materiales utilizados

Enseguida se describen los materiales utilizados en la evaluación del presente trabajo.

3.2.1 Material biológico

- Yogurt natural

3.2.2 Materiales de laboratorio

- Vasos de precipitado de diferente volumen
- Pipeta graduada de diferente volumen
- Matraz de Erlenmeyer
- Probetas
- Embudo de vidrio
- Buretas graduada
- Butirometros
- Crisoles
- Frascos de vidrio
- Papel filtro
- Caja Petri
- Gradillas
- Soporte universal
- Pinzas

3.2.3 Material utilizado para la prueba sensorial

- Muestras de yogurt natural (UAAAN, Ranita, Michoacana, Tarzan)
- Mesa
- Charolas de plástico
- Vasos de No.0
- Cucharas de diferentes tamaños
- Etiquetas
- Hojas de evaluación
- Vasos de unicel y de plástico
- Lapiceros

- Marcadores permanentes
- Refrigerador
- Incentivo (dulces)

3.2.4 Reactivos

- Fenolftaleína
- Hidróxido de sodio
- Alcohol amílico
- Ácido bórico
- Indicador mixto
- Agua destilada
- Zinc

3.2.5 Equipo utilizado

- Balanza analítica Explorer Ohaus
- Mufla Termolyne
- Estufa de laboratorio Mabe
- Potenciómetro Hanna Instrumets
- Colorímetro CR-400 Minolta
- Viscosímetro Brookfield
- Refrigerador Maytag
- Baño maría 40-45°C Novatech
- Parrilla (estofones)

3.3 Elaboración del yogurt natural

La elaboración de este producto se llevó a cabo en el Laboratorio de Lácteos de Producción Animal.

1. Para la preparación del producto se requirió de 2L de leche fresca, la cual se obtuvo del establo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
2. Se llevó a cabo la clarificación de la leche.
3. Se someterlo a pasteurización a una temperatura de 85°C y mantenerla por 15min, una vez alcanzado ese tiempo se lleva a cabo el enfriamiento en baño de agua hasta alcanzar 45°C
4. Una vez alcanzado esta temperatura se agregan 3g/L grenetina disuelta en 10mL de agua y se mezcló.
5. Se le agrega yogurt natural 40g/L y se mezcló ligeramente.
6. Se lleva a incubar a baño de agua a una temperatura de 40-45°C por un tiempo de 3h. Se verifico el cuajado de la leche.
7. Por último se introduce el producto a refrigeración y se mantiene por 24h para que obtenga las características deseadas como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Elaboración de yogurt natural

3.4 Parámetros fisicoquímicos de los yogurts

3.4.1 Determinación de acidez titulable

Este análisis se llevó a cabo con la técnica de fenolftaleína.

En un vaso de precipitado de 50mL se colocó 9mL de muestra de yogurt y 5 gotas de fenolftaleína. Se agregó lentamente una solución de hidróxido de sodio (NaOH 0.1N) hasta obtener un color rosado durante 30s y leer en la bureta el volumen gastado para cada una de las muestras.

Las determinaciones se realizaron por triplicado para cada muestra.

Calcular el resultado con la siguiente formula

$$\% \text{ Acidez titulable} = \frac{(\text{ml de NaOH } 0.1N)(0.009)(100)}{\text{g de muestra}}$$

3.4.2 Determinación de grasa

Este análisis se llevó a cabo mediante el Método de Gerber.

En un butirómetro se adicionan 10mL de ácido sulfúrico concentrado, con 11mL de muestra de yogurt natural. Se añade 1mL de alcohol isoamílico y se llena con agua destilada hasta llegar al cuello del butirómetro, en seguida se tapa el butirómetro para después agitar ligeramente, hasta disolver todo el yogurt.

Se somete a centrifugación por 1min como se muestra en la figura 2, en seguida se lee el porcentaje de grasa directamente en la escala del butirómetro. Las determinaciones de realizaron por triplicado para cada muestra.

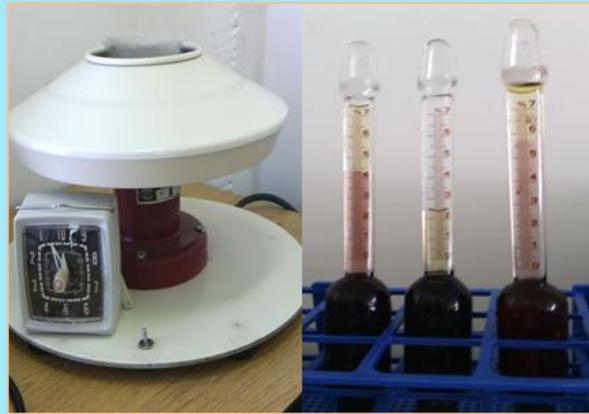


Figura 2. Determinación de grasa y estos butirometros Babcock

3.4.3 Determinación de proteína

El análisis se llevó a cabo con el procedimiento del Laboratorio de Lácteos.

En los vasos de precipitado que ya estaban previamente titulados para la determinación de acidez titulable, se les añadió 2mL de formaldehído y se dejaron reposar aproximadamente por 10min, en seguida se volvieron a titularon con hidróxido de sodio NaOH 0.1N y por último se lee el volumen gastado en la bureta.

Esta prueba se realizó por triplicado para cada una de las muestras.

Se calcularon los resultados mediante la siguiente formula.

$$\% \text{ Proteína} = (\text{ml de NaOH } 0.1N \text{ de la segunda titulacion})(2.0)$$

3.4.4 Determinación de pH

El pH se determinó con un potenciómetro el cual se calibro con buffer de pH 4 como se muestra en la figura 3. Se colocó en un vaso de precipitado 50mL de yogurt en seguida se introdujo el potenciómetro a la mezcla y nos arrojaba un resultado.

Se determinó por triplicado para cada una de las muestras



Figura 3. Determinación de pH

3.4.5 Determinación de cenizas

Los análisis se llevaron a cabo mediante la técnica AOAC (1990)

A partir de 2g de muestra previamente secada en la estufa por un lapso de tiempo de 48h a una temperatura de 40°C, así mismo se colocó la muestra en un crisol que estaba previamente a peso contante y tarado.

Para la calcinación de la muestras primeramente se trasladaron los crisoles a una parrilla eléctrica hasta que dejara de desprender humo, en seguida se sometieron a un desecador tomadas la muestras con una pinzas, para que se pudieran llevar a la mufla previamente calentada hasta 600°C por un lapso de tiempo de 3h como se muestra en la figura 4, y estas tomaran un color blanco. Una vez transcurrido este tiempo se sacó el crisol de la mufla y se coloca en un desecador por 15min esperando que se enfriara, para después tomar el crisol y pesarlo en una balanza analítica.

Determinar el porcentaje de ceniza de la muestra con la siguiente formula

Este análisis se determinó por triplicado para cada muestra

$$\% \text{ Ceniza total} = \frac{\text{peso del crisol con ceniza} - \text{peso del crisol vacío}}{\text{peso de la muestra (g)}} * 100$$



Figura 4. Determinación de ceniza total

3.4.6 Determinación de sólidos totales

Se pesó 5g de muestra de yogurt natural y se colocó en un frasco de vidrio previamente sometido a peso constante y tarado.

El frasco de vidrio se calentó en baño maría durante 15min y en seguida se mantuvo en un horno con aire forzado por un lapso de tiempo de 3h a 100°C como se muestra en la figura 5 una vez transcurrido el tiempo se sacó del horno y se dejó enfriar en un desecador y se pesó rápidamente.

Se calcularon los datos mediante la siguiente formulas

$$\% \text{ Sólidos totales} = \frac{\text{residuo despues de secado (g)}}{\text{peso de la muestra (g)}} * 100$$

El análisis se determinó por duplicado para cada una de las muestras.



Figura 5. Determinación de sólidos totales

3.5 Evaluación de propiedades

3.5.1 Determinación de sinéresis

La técnica se realizó mediante el procedimiento Tarakci (2003).

Primeramente se pesaron 100g de muestra de yogurt, en seguida se colocaron sobre un papel filtro que lo sostenía un embudo de vidrio, se dejó que drenara en un matraz Erlenmeyer. Después de 2h de drenaje a una temperatura de 7°C se recolecto la cantidad de suero del yogurt en una probeta como se muestra en la figura 6 y este se utilizó como índice de sinéresis.

Este análisis se determinó por duplicado para cada muestra.



Figura 6. Determinación de sinéresis

3.5.2 Determinación de color

La técnica se llevó a cabo mediante el procedimiento de (Zare et al., 2011).

Para la determinación de color se utilizó un colorímetro Minolta CR-400.

Las mediciones que se evaluaron fueron (L^* , a^* , b^*) primeramente se calibro el equipo del colorímetro utilizando un blanco, se realizaron las mediciones en tres diferentes partes de cada muestras (parte inferior, centro y superior) como se muestra en la figura 7.

L^* =luminosidad

a^* = rojo/verde

b^* =amarillo/azulado



Figura 7. Determinación de color

3.5.3 Determinación de viscosidad

La técnica se llevó a cabo mediante el procedimiento de (Sahan et al., 2008).

Se midió 200mL de muestra de yogurt natural como se muestra en figura 8. La viscosidad se determinó mediante un viscosímetro con una aguja (No. 5) de rotación de 60rpm a una temperatura de 19°C. La viscosidad se midió a los 15s y se registró el resultado.

Las mediciones se realizaron por triplicado para cada muestra yogurt



Figura 8. Determinación de viscosidad

3.6 Análisis sensorial

Para la realización de la evaluación sensorial se estudiaron las siguientes características: apariencia global, color, olor, sabor, textura y aceptación global, empleando una prueba hedónica y jueces semientrenados, siguiendo la técnica (Zare et al., 2011).

Primeramente se codificaron las muestras, en seguida se pusieron 10mL de cada una de las muestras en vasos de No. 0 se colocaron en charolas y estas se trasladaron a los cubículos de la sala de evaluación sensorial, se puso la hoja de evaluación y en seguida se pidió a 27 panelistas semientrenados de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro que evaluaran los siguientes parámetros: apariencia global, sabor, color, olor, textura y aceptación global.

Se solicitó a los panelistas evaluaran bajo una escala hedónica de 9 puntos donde “1” que no le gusta extremadamente y “9” le gusta extremadamente. Se muestra en la figura 9.



Figura 9. Análisis de evaluación sensorial

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la etapa experimental se sometieron a un análisis de varianza ANOVA y prueba de Tukey en donde se mostró si existe o no diferencia significativa ($p \leq 0.05$), se analizaron los siguientes parámetros: % acidez titulable, % Grasa, % proteína, pH, % ceniza, % solidos totales, % sinéresis, color, viscosidad y el análisis sensorial de 4 muestras de yogurt natural.

El paquete estadístico que se utilizó para realizar el análisis fue Minitab 16 Statistical y JMP 5.0.1. Los resultados se muestran en los siguientes cuadros y figuras.

4.1 Parámetros fisicoquímicos de los yogurts

4.1.1 Acidez titulable

De acuerdo a los estudios realizados se puede ver en el anexo 1 que sí se obtuvo diferencia ($p \leq 0.05$) como se observa en la figura 10. La muestra que obtuvo mayor % de acidez fue la de Tarzan con 1%, y las demás muestras se encuentran en un límite inferior pero son estadísticamente iguales.

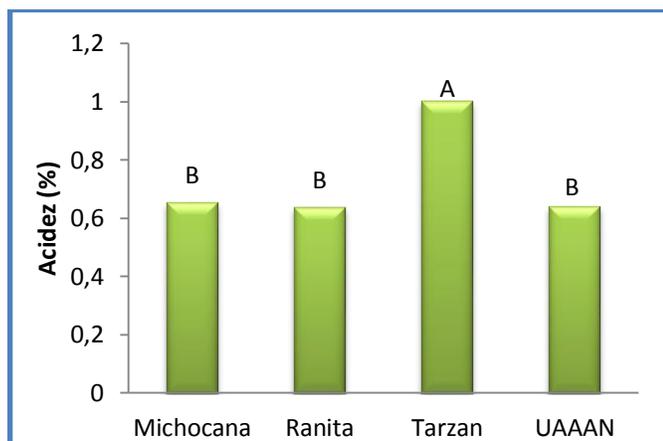


Figura 10. Comparación de porcentaje de acidez en cuatro muestras de yogurt natural

La acidez y el pH es una propiedad de suma importancia, debido a que es un indicador de los microorganismos que pueden estar presentes, desarrollarse o deteriorar el alimento. La acidez de una yogurt debe oscilar entre 0.8 – 1.8% de ácido láctico (Martínez, 2016).

4.1.2 Grasa

De acuerdo con los estudios realizados se puede observar en el anexo 2 si se obtuvo diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$) en el contenido de grasa la cual se muestra en la figura 11, con mayor contenido fue la muestra UAAAN 3.23% y la que obtuvo menor contenido fue la Michoacana con 1.1%.

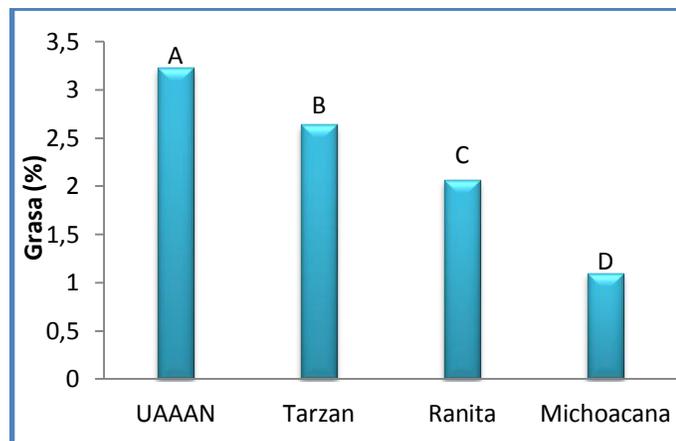


Figura 11. Comparación de porcentaje de grasa en cuatro muestras de yogurt natural

Según Quintana (2011) el yogurt natural debe contener mínimo 2% de grasa, en las muestras se puede notar que existe diferencia entre los cuatro productos, sin embargo las muestras UAAAN, Tarzan y Ranita tiene un contenido de grasa mayor a 2%. La muestra Michoacana tiene 1.1% de grasa láctea por tanto se clasifica como un yogurt semidescremado.

En el yogurt uno de los componentes importantes es la grasa, ya que gracias a ella se logra la viscosidad, textura, y apariencia requerida (Vera, 2011).

4.1.3 Proteína

De acuerdo a los resultados obtenidos se muestra en el anexo 3 el contenido de proteína figura 12 y se puede observar que si existe diferencia entre los yogurts, la muestra que obtuvo mayor cantidad de proteína es Tarzan con 4.86% y la de menor cantidad fue la Michoacana con 4.4%.

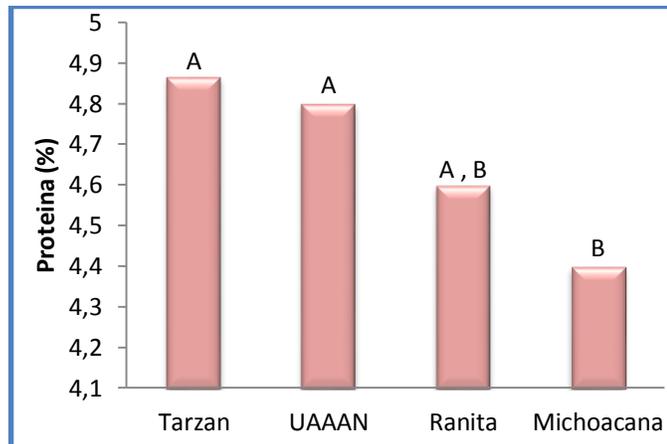


Figura 12. Comparación de porcentaje de proteína de cuatro muestras de yogurt natural

El yogurt con tiene un alto nivel de proteína y esto también se puede deber a la incorporación de leche en polvo de no usar este ingrediente se tiene un bajo nivel de proteína.

La proteínas que tiene el yogurt interviene también con la textura del producto la misma que mientras más proteína contenga da una textura más cremosa, suave y un producto con mejor aroma (Arévalo, 2015).

Menciona Quintana (2011) que el contenido medio de proteína de un yogurt natural de leche de vaca es entre 3.80 y 4.15% aunque los datos obtenidos están por encima de esta dato.

4.1.4 pH

De acuerdo a los estadísticos realizados anexo 4 se obtuvo que si existe diferencia en el pH como se muestra en la figura 13, con mayor contenido fue la muestra Tarzan con 4.98% y la que obtuvo menor contenido fue la Ranita con 4.1%. Las muestras Michoacana y UAAAN estadísticamente son iguales. El pH disminuye con el tiempo de almacenamiento debido a la ruptura de la lactosa por las bacterias lácticas (Quintana 2011).

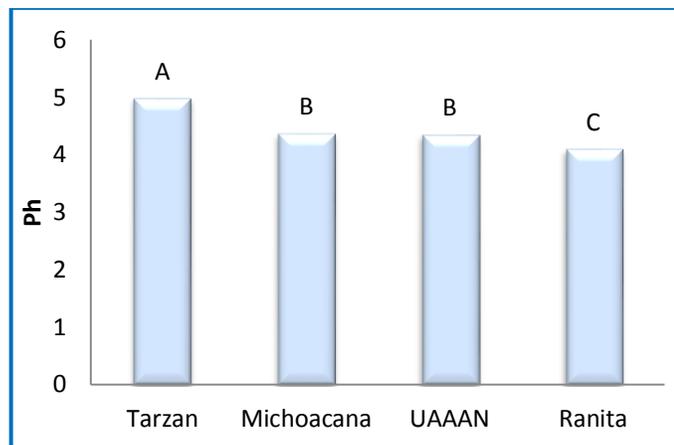


Figura 13. Comparación de pH en cuatro muestras de yogurt natural

Hernández (2004) menciona que el pH es una de las propiedades principales ya que la disminución del este contribuye al olor y sabor característico. De la misma manera menciona que el pH está en un rango de 4 a 4.5.

Cevallos (2015) señala que el yogurt natural debe tener un pH mínimo de 4.2 y máximo de 4.9. Un yogurt con pH menor a 4.2 favorece la contracción del coagulo de proteínas formado por la adición de bacterias lácticas produciendo sinéresis y un pH demasiado alto (< 4.9) influye desfavorablemente en la consistencia del yogurt.

4.1.5 Ceniza total

De acuerdo a los resultados arrojados en el anexo 5 si existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre las muestras que se analizaron mostrándose en la figura 14 y se observó que la muestra estadísticamente iguales son UAAAN 0.96% y la Michoacana con 1.02% y el de menor cantidad es Ranita con 0.58%.

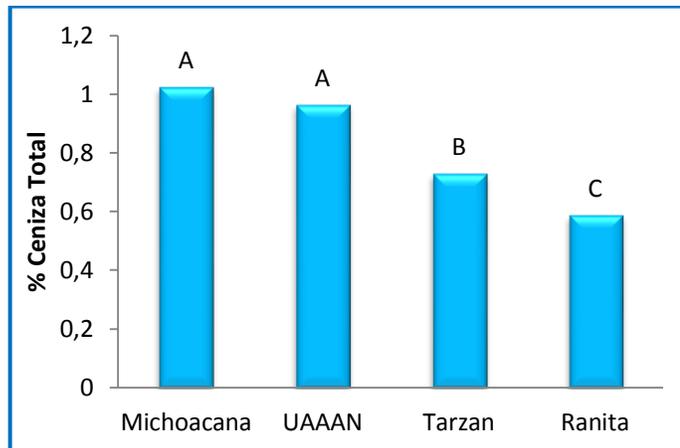


Figura 14. Comparación de porcentaje de ceniza total en cuatro muestras de yogurt natural

El yogurt es una buena fuente de calcio, magnesio y fósforo que son los minerales más importantes para los huesos. Estos minerales están en mayor cantidad en el yogurt que en la leche (Pazmiño, 2010).

4.1.6 Sólidos totales

De acuerdo a los resultados obtenidos anexo 6 se mostró que si existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre las muestras, se puede observar en la figura 15 que la muestra que obtuvo una mayor cantidad es Michoacana con 22% y las muestras estadísticamente iguales son UAAAN y Tarzan, con la de

menor cantidad es Ranita con 10%. Rosales (2006) menciona que los sólidos totales del yogurt natural están alrededor del 16%.

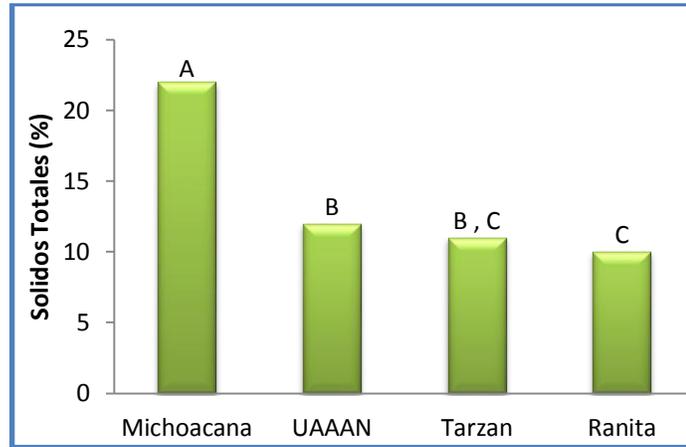


Figura 15. Comparación de porcentaje de sólidos totales en cuatro muestras de yogurt natural

García (2008) menciona que a mayor concentración de sólidos totales se tiene menor grado de sinéresis en el producto. La concentración de sólidos tiene relevancia nutricional, ya que al modificar la leche se incrementa el contenido de proteína y otros nutrientes.

4.2 Evaluación de propiedades

4.2.1 Sinéresis

De acuerdo a los resultados obtenidos anexo 7 se mostró que existe diferencia altamente significativa ($p \leq 0.05$) entre las muestras. Se observa en la figura 16 que la muestra de yogurt que obtuvo una mayor cantidad de sinéresis es Ranita con 66 % y la de menor cantidad fue UAAAN con 13%, todas las muestras dieron resultados diferentes.

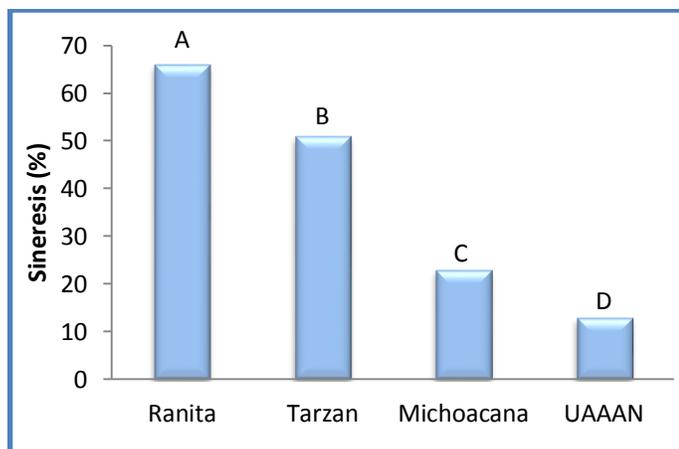


Figura 16. Comparación de porcentaje de sinéresis en cuatro muestras de yogurt natural

La sinéresis define como la capacidad de retención de agua por un alimento o bien, el suero que se desprende del producto y que se acumula en la superficie.

Uno de los factores que influye en el aumento de la sinéresis es el desarrollo de la alta acidez, así como la agitación a temperaturas relativamente altas, también se ve afectada por la presencia de aditivos como gomas, la adición de minerales aumenta el porcentaje de sinéresis (Hernández, 2004).

La sinéresis se incrementa conforme disminuye el pH debido a que el yogurt continua produciendo ácido láctico durante su almacenamiento (Cevallos, 2015).

4.2.2 Color

Parámetro L*

Los resultados arrojados se encuentran en el anexo 8, y de puede observar que sí existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los parámetros L*, a* y b* de cada una de las muestras, se observa en la figura 17.

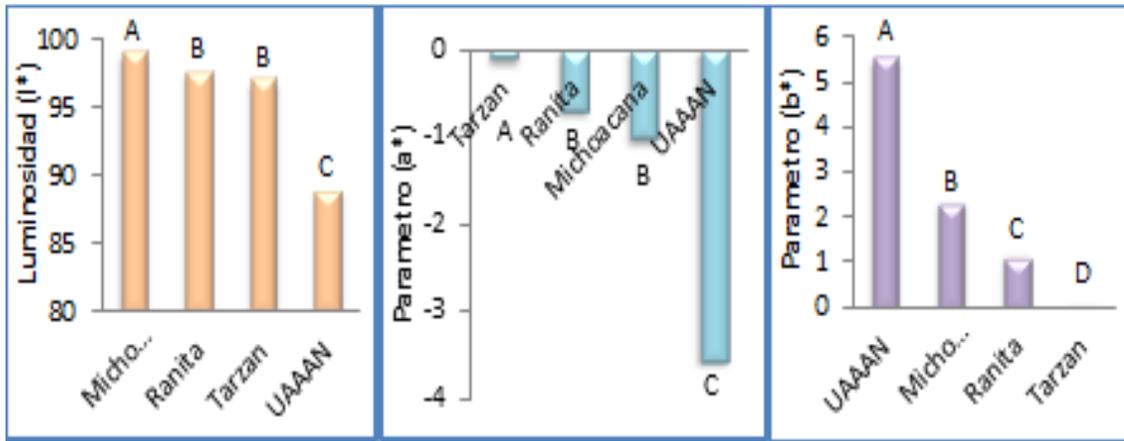


Figura 17. Comparación de parámetro luminosidad L*, a* y b* en cuatro muestras de yogurt natural

Una de las primeras impresiones que se tiene de un alimento es la visual, y de ahí es donde depende que ese alimento tenga una buena aceptación (Martínez, 2016).

Es importante saber que mientras menos sólidos presentes se encuentre en la muestra analizada será mucho más fácil la transmisión de luz emitida por el colorímetro, lo que indica un alto nivel de pureza en el color (Cevallos, 2015).

Sin embargo según los datos obtenidos se puede observar que la muestra michoacana es la que tuvo mayor cantidad de sólidos y es la que presenta una mejor transmisión de luz, en cuento a los valores de Ranita y Tarzan si coinciden.

Los valores de a* obtenidos fueron negativos; es decir que se encontraron en el eje de color verde.

En el parámetro b* los valores arrojados están en el eje positivo del color amarillo es atribuido a la leche usada en la elaboración del yogurt. Este color amarillo no es nada más que el resultado de la translocación de los

carotenoides de la alimentación a base de pasto del ganado en la leche (Cevallos, 2015)

4.2.3 Viscosidad

De acuerdo a los resultados obtenidos anexo 9 se mostró que sí existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$) se tuvo que realizar una conversión anexo 10 para poder hacer comparativo con Martínez (2016) ya que el menciona que la viscosidad está dentro de los valores (0,978 - 2,040 Pa-s). Los resultados arrojados en la viscosidad la muestra que obtuvo una mayor viscosidad es Michoacana con 1.69 Pa-s. y las muestras estadísticamente iguales son las muestras de la Ranita con 0.815 Pa-s y UAAAN con 0.86 Pa-s, de acuerdo a esto las muestras que sí están dentro de este comparativo son Michoacana y Tarzan.

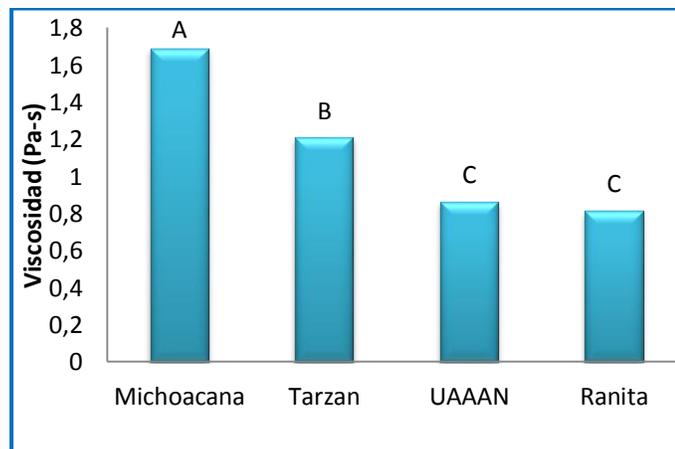


Figura 18. Comparación de viscosidad en cuatro muestras de yogurt natural

Es una de las propiedades que tiene relación con el contenido de lactosa, grasa, estructura de la caseína y los tamaños del glóbulo de grasa. Esta

propiedad varía dependiendo la temperatura, el estado de dispersión y la concentración de los componentes sólidos (Martínez, 2016).

4.3 Evaluación Sensorial

De acuerdo al análisis que se realizó en las muestras de yogurt natural se observó que algunas muestras sí obtuvieron diferencias significativas ($p \leq 0.05$). En seguida se presentan los resultados de las muestras (cuadro 2).

Cuadro 2. Atributos de evaluación de cuatro muestras de yogurt natural

Muestras	Apariencia Global	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptación Global
Michoacana	7.77 ^a	7.55 ^a	6.96 ^a	8.07 ^a	4.34 ^a	7.74 ^a
UAAAN	7.51 ^{ab}	7.14 ^a	7.40 ^a	5.92 ^b	5.19 ^a	6.40 ^b
Tarzan	6.92 ^b	7.18 ^a	6.88 ^a	4.18 ^c	4.92 ^a	5.33 ^c
Ranita	6.77 ^b	7.18 ^a	6.59 ^a	4.55 ^b	4.42 ^a	5.40 ^b

Diferencia significativa ($p \leq 0.05$), los superíndices indican la diferencia entre cada una de las muestras de yogurt.

4.3.1 Análisis de apariencia global

De acuerdo al análisis realizados anexo 11 se demostró que existe diferencia en este atributo como se muestra en la figura 19, ya que el tipo de yogurt con una mayor apariencia fue la Michoacana y las muestras estadísticamente iguales son Tarzan y Ranita en la apariencia global.

El yogurt en cualquiera de sus presentación, debe tener aspecto de coágulo, libre de grumos y/o burbujas y estar libre de suero separado (Jácome, 2010).

4.3.2 Color

El análisis anexo 12 se demuestra que no existe diferencia significativa. Los tipos de yogurt tienen igual color como se observa en la figura 19.

El yogurt natural debe tener un color blanco o ligeramente amarillento (Jácome, 2010). Según los resultados arrojados las cuatro muestras tienen color agradable.

4.3.3 Olor

En el análisis anexo 13 podemos ver que no existe diferencia significativa en las muestras debido a que las muestras tienen olor característico a un yogurt como se muestra en la figura 19.

El yogurt debe tener el olor característico para cada forma de presentación y estar libre de cualquier olor extraño (Jácome, 2010).

4.3.4 Sabor

De acuerdo al análisis anexo 14 podemos ver que en este atributo sí hubo diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre las muestras ya que todos los tipos de yogurt natural tienen un sabor característico de la leche figura 19, sin embargo la muestra Michoacana tenía azúcar, y eso le daba un sabor más agradable a comparación con las demás muestras que eran naturales, la muestra de Tarzan tenía un sabor muy ácido.

El yogurt debe tener un sabor característico, libre de cualquier sabor amargo o cualquier sabor extraño. Este parámetro es importante desde el punto de vista de la aceptación del consumidor, ya que el sabor también depende mucho de si se le aplica algún tipo de saborizante (Jácome, 2010). Con sabor a yogurt natural son iguales las muestras de la UAAAN y la Ranita.

4.3.5 Textura

En el análisis anexo 15 se puede ver que en esta característica no hay diferencia entre los tipos de yogurt como se observa en la figura 19.

La textura se debe a diversos factores como el enriquecimiento en extracto seco de la leche original, la intensidad y la duración del precalentamiento, la adición de espesantes, la velocidad y el grado de acidificación y las condiciones de refrigeración entre otros. Estos factores se deben controlar rigurosamente durante el proceso de producción (Quintana, 2011).

4.3.6 Aceptación global

De acuerdo al análisis anexo 16 podemos observar que en la característica de aceptación global si se encontró diferencia significativa como se muestra en la figura 19, esto se debe a que en el color, olor y la textura no hubo diferencia entre las muestras, sin embargo en estas características no era necesario probar el alimento Una vez que se probaron las muestras el sabor fue una de las características más notorias debido a que la muestra Michoacana contiene azúcar, y el sabor ácido de la muestra Tarzan también fue percibida.

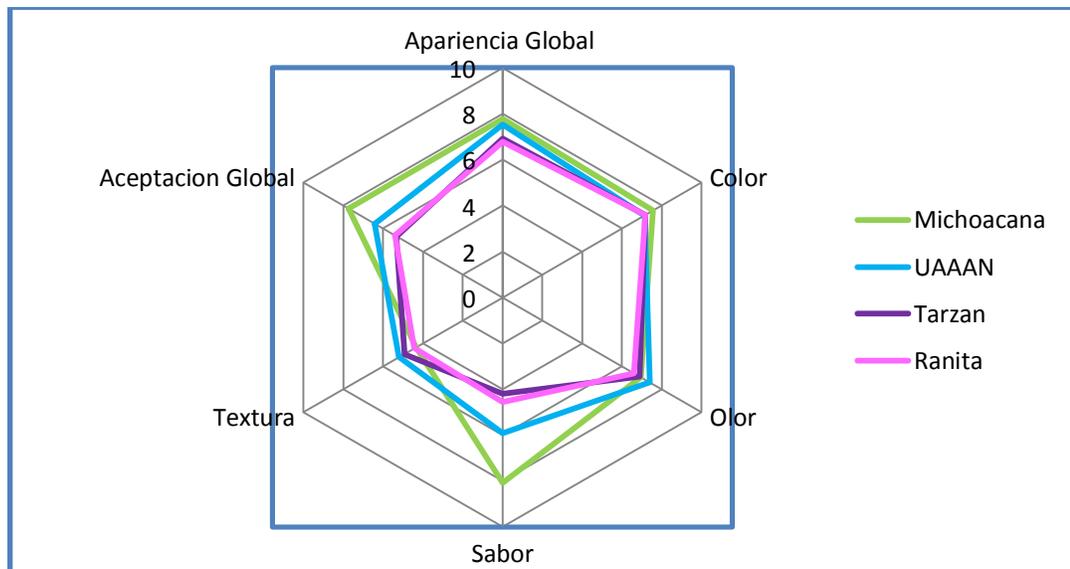


Figura 19. Comparación de cada atributo en cuatro muestras de yogurt natural

5. CONCLUSIONES

- ✚ Se logró analizar fisicoquímicamente los yogurts artesanales y determinar las similitudes y diferencias entre ellos. Hubo una diferencia altamente significativa en el contenido de grasa, también se pudo ver la diferencias en acidez, proteína, pH, ceniza y sólidos totales. Con estos resultados se tiene una mejor valoración de las características principales del yogurt natural elaborado artesanalmente.
- ✚ Se evaluaron las características fisicoquímicos de las cuatro muestras de yogurts, en donde se puede observar que existe mayor diferencia en el parámetro de sinéresis y también una diferencia en el color y la viscosidad.
- ✚ En la evaluación sensorial se pudo notar que no existe diferencia en los parámetros de: color olor y textura. Sin embargo en los parámetros de sabor y aceptación global se observó mayor diferencia significativa.

RECOMENDACIONES

- Realizar análisis microbiológicos para conocer la flora microbiana presente, ya que a pesar de tener un tratamiento térmico. La adición de los componentes tal vez incrementen o se puedan desarrollar algunos microorganismos.
- Para la determinación de las características fisicoquímicas y sensoriales de algún producto que se quieran comparar se debe tomar en cuenta que todas las muestras tengan los mismos componentes o ingredientes, ya que eso puede afectar los resultados.

REFERENCIAS

Acevedo Diofanor; Rodríguez Aida; Fernández Alejandro. 2010. Efecto de las Variedades del Proceso sobre la Cinética de Acidificación, la Vialidad y la Sinéresis del Suero Costeño Colombiano. Universidad de Cartagena. Vol. 21 N°2-2010. Pág. 29-36. [En línea] http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071807642010000200005

Aguilar Zavala Rosa María. 2007. Evaluación Sensorial de Vinos Blancos Mexicanos Aplicando la Técnica del QDA. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de Ciencia Animal.

Amado Martínez Elena. 2010. Formulación y evaluación sensorial del helado de maracuyá elaborado con leche de soya. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15 th ed. AOAC, Arlington, VA.

Arévalo Jara Mayra Alexandra. 2015. Elaboración de yogurt a base de bacterias probióticas, prebióticos y vitaminas en la planta piloto de lácteos de la Universidad de Cuenca. Tesis licenciatura. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Ecuador.

Carpio Sánchez Leila. 2001. Factores asociados a la adulteración comercial de leches y yogures en Guayaquil. Tesis Doctoral. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Químicas, Ecuador.

De la Rosa Matildes Alejandra Magaly. 2009. Análisis sensorial del yogurt adicionado con leche de soya. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Espinosa Manfugás Julia. 2007. Evaluación Sensorial de los Alimentos. Edición: Dr. C Raúl G. Torricella Morales. Universidad de la Habana. Editorial universitaria

FAO y OMS. 2011. Codex Alimentarius: leche y productos lácteos. Segunda edición.

García Zambrano Janneth Lucia. 2008. Valoración de la calidad del yogurt elaborado con distintos niveles de fibra de trigo. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba- Ecuador.

Hernández Alarcón Elizabeth. 2005. Evaluación Sensorial. Primera edición. Universidad Nacional Abierta y a distancia, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería. Bogotá.

Hernández Carranza Paola. 2004. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y reológicas de yogurt bajo en grasa enriquecido con fibra y calcio de yogurt. Tesis profesional. Universidad de las Américas Puebla. [en línea] http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mca/hernandez_c_p/capitulo3.pdf

Liria Domínguez María Reyna. 2007. Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos.

López Durán María Antonia. 2011. Evaluación de la calidad del yogurt elaborado artesanalmente en el municipio de Ixhuacán de los Reyes Veracruz, México. Tesis. Universidad Veracruzana.

Martínez Rivas Sarita. 2016. Evaluación de la viscosidad y el color del yogurt batido con adición de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) como estabilizante a diferentes concentraciones. Tesis licenciatura. Universidad Nacional José María Arguedas, Facultad de Ingeniería. Perú.

Medina López Petra Luz. 2013. Evaluación sensorial de pan de pulque. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de Ciencia Animal, Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Menera López Ismael. 2010. Evaluación sensorial de tiras de papa con películas de quitosano. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de Ciencia Animal.

Molina Hernández Elena. 2011. Curso de análisis sensorial de alimentos. Instituto de Investigación de Ciencias de la Alimentación, Instituto Mixto CSIC-UAM.

NMX-F-444-1983. Alimentos. Yoghurt o leche búlgara. Foods. Yoghurt or bulgarian milk. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.

Ojeda L. Juan A. 2011. Estudio de parámetros fisicoquímicos en los diversos productos lácteos. Universidad de Carabobo, Venezuela.

Ovando Solís Gabriela. 2008. Análisis Sensorial del Yogur Natural Tradicional. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Pazmiño Benalcázar Silvia Ximena. 2010. Utilización de diferentes niveles de saborizantes en la obtención de yogurt dietético elaborado con caseinato de calcio. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias, Ecuador.

Peña Álvarez Claudia Milena. 2010. [En línea] <http://avibert.blogspot.com/2010/12/determinacion-de-cenizas-totales-o.html>

Quintana López Ana Verónica. 2011. Caracterización fisicoquímica y nutricional de leches fermentadas de cabra. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, Facultad de Farmacia, Departamento de Nutrición y Bromatología.

Ramos Arrieta Karen Paola; Zabaleta Meza Karen Sofía. 2013. Elaboración de un yogur estandarizado con adición de *hibiscus sabdariffa* (flor de jamaica), con

propiedad funcional (antioxidante). Tesis Licenciatura. Universidad de Cartagena, Colombia.

Rosales Valenzuela María Marta. 2006. Determinación del contenido de grasa en yogurt entero y descremado de marcas comerciales expandidas en la ciudad capital. Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Sahan N, Yasar K, Hayaloglu A.A. 2008. Physical, chemical and flavour quality of non-fat yogurt as affected by a b-glucan hydrocolloidal composite during storage. Food Hydrocolloids 22. 1291-1297.

Tarakci Zekai. 2003. Physical, Chemical, Microbiological and Sensory Characteristics of Some. 14 (2): 10-14.

Vera Balcázar María Elizabeth. 2011. Elaboración y aplicación gastronómica del yogur. Monografía. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias de la Hospitalidad.

Wittig de Penna Emma. 2001. Evaluación Sensorial una metodología actual para tecnología de alimentos. [En línea] http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/wittinge01/

Zare F, Boye J. I, Orsat V, Champagne C, Simpson B. K. 2011. Microbial, physical and sensory properties of yogurt supplemented with lentil flour. Food Research International 44. 2482- 2488

ANEXOS

Anexo 1. Estadístico acidez

ANOVA					
Source	DF	Sum square	Mean square	F ratio	Prob > F
Model	4	0.28714167	0.07178542	298.513614	6.77E-08
Error	7	0.00168333	0.00024048		
C. Total	11	0.288825	.	.	

Tukey test		
Level		Least Square Means
Michoacana	B	0.6533
Ranita	B	0.63667
Tarzan	A	1
UAAAN	B	0.64

Anexo 2. Estadístico grasa

ANOVA					
Source	DF	Sum square	Mean square	F ratio	Prob > F
Model	4	7.41416667	1.85354167	370.708333	3.19E-08
Error	7	0.035	0.005		
C. Total	11	7.44916667	.	.	

Tukey test		
Level		Least square means
UAAAN	A	3.23333333
Tarzan	B	2.63333333
Ranita	C	2.06666667
Michoacana	D	1.1

Anexo 3. Estadístico de proteína

ANOVA					
Source	DF	Sum Square	Mean Square	F ratio	Prob > F
Model	4	0.405	0.10125	6.97131148	0.01374413
Error	7	0.10166667	0.01452381		
C. Total	11	0.50666667	.	.	

Tukey test			
Level	Least square means		
Tarzan	A	4.86666667	
UAAAN	A	4.8	
Ranita	A B	4.6	
Michoacana	B	4.4	

Anexo 4. Estadístico pH

ANOVA					
Source	DF	Sum square	Mean square	F ratio	Prob > F
Model	4	1.27211667	0.31802917	378.391643	2.97E-08
Error	7	0.00588333	0.00084048		
C. Total	11	1.278			

Tukey test			
Level	Least square means		
Tarzan	A	4.98333333	
Michoacana	B	4.36666667	
UAAAN	B	4.35	
Ranita	C	4.1	

Anexo 5. Estadístico ceniza total

ANOVA					
Source	DF	Sum square	Mean square	F ratio	Prob > F
Model	4	0.37333924	0.09333481	157.754281	6.17E-07
Error	7	0.00414153	0.00059165		
C. Total	11	0.37748076	.	.	

Tukey test			
Level	Least square means		
Michoacana	A	1.02489004	
UAAAN	A	0.96449976	
Tarzan	B	0.72991231	
Ranita	C	0.58893678	

Anexo 6. Estadístico sólidos totales

ANOVA					
Source	DF	Sum square	Mean square	F ratio	Prob > F
Model	4	278.375	69.59375	259.816667	1.10E-07
Error	7	1.875	0.26785714		
C. Total	11	280.25	.	.	

Tukey test			
Level	Least square means		
Michoacana	A		22
UAAAN		B	12
Tarzan		B C	11
Ranita		C	10

Anexo 7. Estadístico sinéresis

ANOVA					
Source	DF	Sum square	Mean square	F ratio	Prob > F
Model	4	5408.375	1352.09375	529.491259	9.21E-09
Error	7	17.875	2.55357143	9.21E-09	
C. Total	11	5426.25	.	.	

Tukey test			
Level	Least square means		
Ranita	A		66
Tarzan		B	51
Michoacana		C	23
UAAAN		D	13

Anexo 8. Estadístico color

ANOVA						
L*	Source	DF	Sum square	Mean square	F ratio	Prob > F
	Model	4	186.2869	46.571725	429.28483	1.91E-08
	Error	7	0.7594074	0.10848677		
	C. Total	11	187.046307	.	.	
a*	Model	4	20.7859241	5.19648102	133.575638	1.10E-06
	Error	7	0.27232037	0.03890291		
	C. Total	11	21.0582444	.	.	

b*	Model	4	50.2088009	12.5522002	114.555855	1.86E-06
	Error	7	0.76700926	0.10957275		
	C. Total	11	50.9758102	.	.	

L* Tukey test			
Level	Least square means		
Michoacana	A		99.0511111
Ranita		B	97.6855555
Tarzan		B	97.0722222
UAAAN		C	88.9888889
a*	Tarzan	A	-0.1144444
	Ranita	B	-0.7022222
	Michoacana	B	-1.03
	UAAAN	C	-3.5533333
b*	UAAAN	A	5.54
	Michoacana	B	2.3444444
	Ranita	C	1.1666667
	Tarzan	D	0.0744444

Anexo 9. Estadístico viscosidad

ANOVA					
Source	DF	Sum square	Mean square	F ratio	Prob > F
Model	4	1472585.26	368146.316	807.55032	2.55E-08
Error	6	2735.28205	455.880342		
C. Total	10	1475320.55	.	.	

Tukey test			
Level	Least square means		
Michoacana	A		1691.13986
Tarzan		B	1210.37063
UAAAN		C	864.13986
Ranita		C	815.473193

Anexo 10. Conversión de unidades de la viscosidad

Muestras	viscosidad (Cp)	viscosidad (Pa-s)
Michoacana	1691.13986	1.69113986
Tarzan	1210.37063	1.21037063
UAAAN	864.13986	0.86413986
Ranita	815.473193	0.815473193

Anexo 11. Apariencia global

ANOVA					
Source	DF	Sum square	Mean square	F ratio	Prob > F
Model	4	18.3278897	4.58197243	3.32536741	0.01323439
Error	103	141.92211	1.37788457		
C. Total	107	160.25	.	.	

Tukey test		
Level	Least square means	
Michoacana	A	7.77777778
UAAAN	A B	7.51851852
Tarzan	B	6.92592593
R980	B	6.77777778

Anexo 12. Color

ANOVA					
Source	DF	Sum square	Mean square	F ratio	Prob > F
Model	4	3.54019129	0.88504782	0.83119925	0.50833109
Error	103	109.672772	1.06478419		
C. Total	107	113.212963	.	.	

Tukey test		
Level	Least square means	
UAAAN	A	7.148
Tarzan	A	7.185
Michoacana	A	7.556
Ranita	A	7.185

Anexo 13. Olor

ANOVA					
Source	DF	Sum square	Mean square	F ratio	Prob > F
Model	3	9.18518519	3.0617284	1.82301385	0.14754098
Error	104	174.666667	1.67948718		
C. Total	107	183.851852	.	.	

Tukey test		
Level		Least square means
UAAAN	A	7.407
Tarzan	A	6.889
Michoacana	A	6.963
Ranita	A	6.593

Anexo 14. Sabor

ANOVA					
Source	DF	Sum square	Mean square	F ratio	Prob > F
Model	4	251.049654	62.7624135	19.4570171	5.98E-12
Error	103	332.246642	3.22569556		
C. Total	107	583.296296	.	.	

Tukey test		
Level		Least square means
UAAAN	A	5.926
Tarzan	B	4.185
Michoacana	C	8.074
Ranita	B	4.556

Anexo 15. Textura

ANOVA					
Source	DF	Sum square	Mean square	F ratio	Prob > F
Model	4	38.1333989	9.53334973	2.30882499	0.06319081
Error	99	408.780063	4.12909154		
C. Total	103	446.913462	.	.	

Tukey test		
Level		Least square means
UAAAN	A	5.192
Tarzan	A	4.923
Michoacana	A	4.346
Ranita	A	4.423

Anexo 16. Aceptación global

ANOVA					
Source	DF	Sum square	Mean square	F ratio	Prob > F
Model	4	103.851038	25.9627595	9.80209322	9.27E-07
Error	103	272.815629	2.64869543		
C. Total	107	376.666667	.	.	

Tukey test		
Level		Least square means
UAAAN	A	6.407
Tarzan	B	5.333
Michoacana	C	7.741
Ranita	B	5.407