



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**ALIMENTOS NO CONVENCIONALES CON BASE EN AGUACATE: PRODUCTOS
LÁCTEOS FERMENTADOS**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICA DE ALIMENTOS

PRESENTA

DANIELA FERNANDA CAMPOS COLLADO



MÉXICO, D.F.

AÑO 2009



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: Profesor: BENJAMÍN RUIZ LOYOLA

VOCAL: Profesor: FEDERICO GALDEANO BIENZOBAS

SECRETARIO: Profesor: FRANCISCA AIDA ITURBE CHIÑAS

1er. SUPLENTE: Profesor: RODOLFO FONSECA LARIOS

2° SUPLENTE: Profesor: VICTOR HUGO BLANCAS MORALES

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: FACULTAD DE QUÍMICA,
LABORATORIOS 4B Y 4D

ASESOR DEL TEMA: Q. BENJAMÍN RUIZ LOYOLA

(nombre y firma)

SUPERVISOR TÉCNICO: QFB OLGA VELÁZQUEZ MADRAZO

(nombre y firma)

SUSTENTANTE: DANIELA FERNANDA CAMPOS COLLADO

(nombre (s) y firma (s))



AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su amor, cariño y comprensión.

A mi hermana gracias por la compañía y apoyo, por las críticas y los consejos, por ser sobre todo mi amiga, mi cómplice y por los sueños compartidos, Xim, eres lo mejor, te adoro.

A mi mamá por ser mi inspiración para alcanzar mis metas, por tu paciencia, guía y confianza.

A mis amigos del Madrid, por ayudarme a crecer, madurar y aconsejarme.

A Gilberto por ser parte de este proyecto, la imagen del producto fue la cereza en pastel, gracias.

A Jaén, amiga, eres lo máximo, gracias por apoyarme y comprenderme, por tu amistad y tu confianza, gracias por el balance y todo el cariño que me has dado incondicionalmente, te quiero.

A Benjamín Ruíz Loyola y a la Facultad de Química, por sus enseñanzas, disposición y ayuda.

Desafíos.

Cuando alguien evoluciona también evoluciona todo a su alrededor. Cuando tratamos de ser mejores de lo que somos, todo a nuestro alrededor también se vuelve mejor.

Eres libre para elegir, para tomar decisiones aunque solo tú las entiendas. Toma tus decisiones con coraje, desprendimiento y a veces con cierta dosis de locura.

Solo entenderemos la vida y el universo cuando no busquemos explicaciones. Entonces todo queda claro.

Aprender algo significa entrar en contacto con un mundo desconocido en donde las cosas más simples, son las más extraordinarias.

Atrévete a cambiar, desafíate, no temas a los retos. Insiste, una, otra y otra vez. Recuerda que sin fe se puede perder una batalla que ya parecía ganada.

No te des por vencido. Acuérdate de saber siempre lo que quieres. Y empieza de nuevo.

El secreto está en no tener miedo de equivocarnos y de saber que es necesario ser humilde para aprender.

Ten paciencia para encontrar el momento exacto y congratúlate de tus logros. Y si esto no fuera suficiente... analiza las causas e inténtalo con más fuerza.

El mundo está en manos de aquellos que tienen el coraje de soñar y de correr el riesgo de vivir sus sueños.

P. Coelho

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	2
I. AGUACATE	2
1.1 Taxonomía del Aguacate	2
1.2 Razas y variedades	3
1.3 Producción	4
1.4 Aguacate Hass	7
1.4.1 Índices de Cosecha	
1.4.2 Índices de Calidad	
1.5 Oscurecimiento del Aguacate	10
1.6 Conservación del Aguacate	12
II. LECHE	13
2.1 Definición de Leche	13
2.2 Constituyentes de la Leche	14
2.2.1 Agua	
2.2.2 Grasa	
2.2.3 Proteínas	
2.2.4 Lactosa	
2.2.5 Minerales	
2.2.6 Vitaminas	
2.3 Control de calidad de la leche	16
2.3.1 pH	
2.3.2 Temperatura	
2.3.3 Características sensoriales	
2.3.4 Acidez titulable	
2.3.5 Lactofiltración	
2.3.6 Prueba lactométrica	
2.3.7 Prueba de alcohol	

2.3.8 Determinación de grasa	
2.4 Tratamiento Térmico	20
III. PRODUCTOS LÁCTEOS FERMENTADOS	21
3.1 Yogur	22
OBJETIVOS	26
HIPÓTESIS	27
METODOLOGÍA	28
I. DIAGRAMA GENERAL	28
II. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA	29
2.1 Determinación de Calidad de la Leche	29
2.2 Obtención de la Cepa	30
2.3 Elaboración de Yogur	31
2.3.1 Determinación de los hidrocoloides y su concentración para la elaboración del yogur base	
2.3.2 Determinación del tiempo de fermentación	
2.3.3 Selección de los edulcorantes	
2.3.4 Determinación de los antioxidantes	
2.3.5 Determinación de la concentración del fruto	
2.4 Desarrollo del Producto	33
2.4.1 Formulaciones y costos	
2.4.2 Caracterización del producto final	
2.5 Análisis Sensorial	34
2.6 Diseño de envase y etiqueta	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
1. Determinación de Calidad de la Leche	35
2. Obtención de la Cepa	36
3. Elaboración de Yogur	36

3.1	Determinación de los hidrocoloides y su concentración para la elaboración del yogur base	
3.2	Determinación del tiempo de fermentación	
3.3	Selección de los edulcorantes	
3.4	Determinación de los antioxidantes	
3.5	Determinación de la concentración del fruto	
4.	Desarrollo del Producto	48
4.1	Formulación y costos	
4.2	Caracterización del producto final	
5.	Análisis Sensorial	57
5.1	Nivel de Agrado	
5.1.1	Nivel de agrado yogur con aguacate endulzado con azúcar	
5.1.2	Nivel de agrado yogur con aguacate endulzado con sucralosa	
5.2	Otros datos	
6.	Diseño de envase y etiqueta	68
	CONCLUSIONES	71
	BIBLIOGRAFÍA	72
	ANEXOS	76

INTRODUCCIÓN

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations) la producción global de aguacate prácticamente se cuadruplicó en los últimos 40 años, alcanzando 2,7 millones de toneladas en el 2002. México es el mayor productor de aguacate en el mundo, 33% de la producción mundial en el 2002. (Centeno, 2004).

Los mayores consumidores de aguacate son los países latinoamericanos. Actualmente, el mayor consumo *per capita* se presenta en México con 10 Kg/persona/año. El consumo de aguacate en la Unión Europea ha aumentado notablemente, sin embargo todavía se consumen menos de 0,250 Kg/persona/año. (Centeno, 2004).

Las formas de consumo del aguacate son pocas, prácticamente se reducen al fruto fresco, en ensaladas o salsas, por lo que se buscan nuevas opciones de productos procesados de aguacate. Entre las nuevas opciones de productos procesados con base en aguacate surge la idea de desarrollar un producto lácteo fermentado, yogur batido y bebible. El desarrollo de estos productos podrá ampliar el consumo del aguacate, aumentar su exportación, así como las formas de consumo de éste, lo que contribuirá a evitar pérdidas postcosecha, esto es de suma importancia ya que el aguacate es una fruta frágil, de rápida descomposición, lo cual dificulta preservar su calidad y su comercialización.

ANTECEDENTES

I. AGUACATE

El aguacate, *Persea americana Mill.*, en México y Centroamérica está incorporado a la dieta de la población desde hace muchos siglos, muy posteriormente a la colonización llegó a otros puntos fuera del continente, y en estos últimos años Europa y Asia empiezan a importar aguacate en forma creciente (Sánchez Colín et al. 2001).

El aguacate pertenece a la familia *Lauraceae*, y el nombre deriva de la palabra nativa “*aoacatl*” y recibe otros nombres como palta en Sudamérica, “*avocado*” en la lengua inglesa y “*avocat*” en francés.

1.1 Taxonomía del aguacate

El aguacate pertenece a la familia *Lauraceae* y en la actualidad el género *Persea* contiene alrededor de 85 especies (Barrientos y López, 1998). A continuación se muestra su taxonomía completa:

Superreino: Eucariota
Reino: *Plantae*
División: *Magnoliophyta*
Clase: *Magnoliopsida*
Orden: *Lurales*
Familia: *Lauraceae*
Género: *Persea*

Especie: *Persea americana* (Mill) o *Persea gratíssima* (Gaertn)

Variedades: *P.a.var.americana*-, *P.a.var.drymifolia*– *P.a.var.nubigena*

1.2 Razas y variedades

El origen del aguacate tuvo lugar en México y partes altas de Guatemala. El aguacate puede ser clasificado en tres razas:

- La mexicana: originaria de los valles de México, de regiones con altura de 1500 a 2500 metros sobre el nivel del mar. Produce frutos chicos, con un peso que va de los 80 a los 300 g; su semilla es grande y el contenido de aceite llega al 30%. Algunas variedades mexicanas son: Duke, Puebla, Topa-Topa, Gottfried, Zutano, Mexicola, Northrop, Atlixco y Azteca.
- La guatemalteca: originaria de Guatemala, de zonas con altura de 500 a 1000 metros sobre el nivel del mar. Los frutos de esta raza pueden pesar entre 340 y 560 g, la piel es gruesa y rugosa. Algunas variedades son: Nabal, Linda, Hass, Taylor, Benik y Hazzard.
- La antillana: cuyo país de origen no ha sido precisado, en lugares con menos de 500 metros sobre el nivel del mar. Produce frutos de hasta 2,5 Kg y poco contenido de aceite, su semilla es grande y suelta. Algunas variedades antillanas son: Trapp, Waldin, Pollock, Princesa y Nelan. (Moreno, 2008)

A nivel mundial comienza la explotación intensiva del aguacate, con perspectivas comerciales y de mercado, en 1932, principalmente en California y Florida, y extendiéndose posteriormente a Israel, Sudáfrica, Argentina etc.; es decir a regiones tropicales y subtropicales ecológicamente típicas de este cultivo.

1.3 Producción

Existen 57 países productores de aguacate en el mundo, en la tabla 1 se muestran los principales productores,

Tabla 1. Países Productores en 2002.

País	% de producción mundial	País	% de producción mundial
México	36,8	Rep. Dominicana	4,30
E.U.A	7,93	Chile	4,26
Colombia	5,56	Brasil	3,45
Indonesia	5,03	Israel	3,32
		Otros países 49	29,35

Fuente: Dorantes et al., 2003

México es el país líder en producción de aguacate a nivel mundial, con más de 93 mil hectáreas dedicadas a su cultivo y 762 mil 300 toneladas generadas anualmente (Tabla 2), el 80% de las plantaciones, en México, producen aguacate Hass.

Tabla 2. Comparación entre los años 1996 y 2006 en la producción nacional

AÑO	SUPERFICIE SEMBRADA (HA)	SUPERFICIE COSECHADA (HA)	PRODUCCIÓN (TON)	RENDIMIENTO (TON/HA)	PMR (\$/TON)	VALOR PRODUCCIÓN (MILES DE PESOS)
1996	91814,80	89931,55	837787,00	9,32	2107,00	1765215,11
2004	101881,82	100126,62	987323,34	9,86	6163,90	6085761,27
2005	112250,59	103119,10	1021515,46	9,91	7456,72	7617150,42
2006	114841,79	105477,26	1134249,59	10,75	8043,17	9122963,60

Fuente: Anuario Estadístico, SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), 2008

A nivel nacional, son 29 estados que se dedican a la producción del aguacate (SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2008), entre los Estados productores de aguacate se encuentra Michoacán, Puebla, Chiapas, Edo. de México, Veracruz, Jalisco, Nayarit, Morelos, Guanajuato, Guerrero y Sinaloa, Tabla 3.

Tabla 3. Producción de Aguacate a Nivel Nacional.

ESTADO	AÑOS (PRODUCCIÓN TM)	
	1996	2006
Aguascalientes	30,00	40,00
Baja California	168,00	53,00
Baja California Sur	1120,00	528,80
Campeche	601,00	519,50
Coahuila	22,00	-----
Colima	738,00	278,00
Chiapas	3087,00	1735,07
Chihuahua	-----	-----
Distrito Federal	-----	-----
Durango	1941,00	3129,73
Guanajuato	1877,00	1210,70
Guerrero	5967,00	9254,90
Hidalgo	1904,00	2,21500
Jalisco	6535,00	6337,60
México	15582,00	19675,50
Michoacán	705848,00	1003449,92
Morelos	19755,00	26089,10
Nayarit	22767,00	22941,36
Nuevo León	4138,00	5132,50
Oaxaca	7704,00	2956,75
Puebla	12589,00	10540,47
Querétaro	520,00	303,90
Quintana Roo	88,00	247,00
San Luis Potosí	889,00	111,00
Sinaloa	6399,00	1179,00
Sonora	7,00	412,50
Tabasco	1072,00	566,00
Tamaulipas	2202,00	348,50
Tlaxcala	-----	-----
Veracruz	4562,00	3482,89
Yucatán	9019,00	11191,90
Zacatecas	656,00	319,00

Fuente: Anuario Estadístico, SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), 2008

En la zona productora del Estado de Michoacán, el cultivo del aguacate es la principal actividad económica, generando una muy importante fuente de empleos. La franja Aguacatera del Estado de Michoacán (Figura 1) está localizada en la sub-provincia fisiográfica Tarasca; ocupa 7752 kilómetros cuadrados y representa el 12,9% de la superficie estatal (APROAM, Asociación Agrícola Local de Productores de Aguacate de Uruapán, Michoacán, 2008). El área total de esta sub-provincia del estado de Michoacán es una de la más llamativas e interesantes. La mayor parte de su extensión está clasificada fisiográficamente como sierra volcánica con llanuras. Esta sub-provincia se caracteriza por la presencia de un gran número de aparatos volcánicos.



Figura 1. Mapa de Fisiografía del Edo. de Michoacán.

Fuente: INEGI, 2008

En general, los suelos son jóvenes, se formaron de manera residual, en su mayoría lo hicieron a partir de cenizas volcánicas, producto de las erupciones más recientes en el periodo Cuaternario y también de rocas basálticas, tobas, brechas y andesitas. Más de la mitad son suelos profundos, en algunos casos pedregosos

y gravosos; la cuarta parte son suelos delgados y en menos proporción están los someros. Los suelos más importantes de la región son los Andosoles, derivados de cenizas volcánicas; ocupan una superficie de 4 888,95 km²; se presentan en sierras, mesetas y lomeríos, en general son profundos, negros y pardo-rojizos (INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2008)

En 1981 Michoacán participó con un 32,4% de la producción nacional de aguacate y para 1998 participó con un 84,6% de las 753801 ton producidas a nivel nacional (Figura 2). Los principales municipios productores de aguacate en el Estado de Michoacán son: Uruapan y Tancítaro (APROAM, 2008).



Figura 2. Producción Nacional de Aguacate. 1998

Fuente: Elaboración propia

1.4 Aguacate Hass

La variedad Hass, *Persea americana var Hass*, (raza guatemalteca) es la más consumida a nivel mundial y es la que más se produce en nuestro país y en el mundo. El árbol del aguacate Hass es sensible al frío y a la humedad ambiental.

El fruto tiene un peso entre 150 a 400 gramos, piel gruesa, arrugada y quebradiza. La pulpa es cremosa con una capa externa de color verde y una interna verde amarillento, no tiene fibras, cuando está maduro la pulpa tiene una consistencia como de mantequilla dura y su sabor recuerda levemente al de la nuez, es muy rico en grasas, con un contenido en aceite del 10 al 20%. El análisis nutricional de 100 g de pulpa de aguacate Hass se presenta en la tabla 4.

El consumo del aguacate ha demostrado ser benéfico para la salud, ya que ayuda a eliminar el colesterol y reducir el riesgo de desarrollar arterioesclerosis. También se ha observado un efecto benéfico del consumo de aguacate en pacientes con asma y con artritis reumatoide (APROAM, 2008)

Bertling y colaboradores demostraron que diferentes sistemas de antioxidantes están presentes en varios tejidos del aguacate. Entre los antioxidantes que se encuentran están: el ácido ascórbico, antocianina, manohexulosa y perseitol (Bertling et al., 2006). Pérez-Rosales y colaboradores indican que el aceite del aguacate, por su composición de ácidos grasos, cumple con las recomendaciones nutricionales que se enfocan a reducir la cantidad de grasa saturada en la dieta. Este aceite se caracteriza por contener una baja proporción de ácidos grasos saturados, 10-19%, una elevada cantidad de ácido oléico, hasta 80% y un nivel aceptable de ácidos grasos poliinsaturados, 11-15%. Demostraron que las dietas enriquecidas con aceite de aguacate son efectivas para reducir el colesterol total, colesterol LDL (lipoproteínas de baja densidad) y triglicéridos del plasma (Pérez-Rosales et al., 2005).

Los aguacates están incluidos en algunos programas alimenticios como son la Guía Alimenticia del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, el “Programa de 5 por día” de la Asociación de Productos Agrícolas para Mejorar la

Salud y la Pirámide de Alimentos para la Diabetes de la Asociación para la prevención de la Diabetes. (California Avocado Commission, 2004).

Tabla 4. Valor nutrimental de 100g de porción comestible de Aguacate

Contenido energético de los componentes digeribles de 100g. de porción comestible		KJ 932 Kcal 221	
Agua	70,0 g	Hidratos de carbono	0,4 g
Grasa	23,0 g	Fibra	3,3 g
Proteínas	1,9 g	Sales minerales	1,4 g
Composición detallada de 100 g de porción comestible			
Sales minerales		Aminoácidos	
Sodio	3 mg	Arginina	60 mg
Potasio	500 mg	Histidina	30 mg
Magnesio	30 mg	Isoleucina	110 mg
Calcio	10 mg	Leucina	195 mg
Manganeso	140 µg	Lisina	155 mg
Hierro	600 µg	Metionina	45 mg
Cobre	210 µg	Fenilalanina	110 mg
Fósforo	40 mg	Treonina	120 mg
Cloro	6 mg	Tirosina	75 mg
Vitaminas		Valina	170 mg
Carotenos	70 µg	Hidratos de carbono	
Vit. E	1,300 µg	Glucosa	100 mg
Vit. K	8 µg	Fructosa	200 mg
Vit. B ₁	80 µg	Sacarosa	100 mg
Vit. B ₂	150 µg	Lípidos	
Nicotinamida	1100 µg	Ac. Palmítico	3,370 mg
Ácido pantoténico	1100 µg	Ac. Esteárico	Trazas
Vitamina B ₆	530 µg	Ac. Oléico	15,6 mg
Biotina	10 µg	Ac. Linoléico	1,970 mg
Ácido fólico	30µg	Ac. Linolénico	90 mg
Vit. C	13 mg	Otros Componentes: Ácido Salicílico 600 µg	

Fuente: Senser y Sherz, 1991

1.4.1 Índices de cosecha

El porcentaje de materia seca tiene un alto grado de correlación con el contenido de aceite y se usa como índice de madurez en California y en la mayoría de las áreas productoras de aguacate; el mínimo requerido de materia

seca varía de 19 a 25%, dependiendo del cultivar (19,0% para 'Fuerte', 20,8% para 'Hass' y 24,2% para 'Gwen') (Postharvest Technology Research & Information Center, 2007)

1.4.2 Índices de calidad

Tamaño (varía con la preferencia del consumidor); forma (depende del cultivar); color de la piel o cáscara; ausencia de defectos tales como malformaciones, quemaduras de sol, heridas y manchado (raspaduras, daño por insecto, daño por uñas y cicatrices causadas por el viento), rancidez y pardeamiento de la pulpa; y ausencia de enfermedades, incluyendo antracnosis y pudrición de la cicatriz del pedúnculo (Postharvest Technology Research & Information Center, 2007)

1.5 Oscurecimiento del aguacate

El aguacate, como varias frutas y verduras, contiene sustancias responsables de los cambios de color. La actividad enzimática de la polifenoloxidasa, PFO, causa un oscurecimiento gradual de la pulpa durante el periodo de maduración del aguacate en condiciones normales; dicho proceso se acelera, en cuanto la pulpa tiene contacto con el oxígeno del aire. La PFO tiene dos actividades enzimáticas, una hidroxilando monofenoles y otra oxidando difenoles a quinonas.

El control natural de la actividad de la polifenoloxidasa se produce fundamentalmente mediante la compartimentalización de los sustratos. La enzima se encuentra en los plástidos y cloroplastos, y también en el citoplasma celular, mientras que los compuestos fenólicos que pueden servir de sustratos se

acumulan en vesículas. Cuando se rompe la compartimentalización por un daño mecánico, como el triturado, corte o congelación y descongelación, la reacción de oscurecimiento se puede producir. También se produce la inhibición de la enzima por los productos de la reacción.

Las reacciones de oscurecimiento se pueden frenar al mantener la compartimentación, además actuando sobre otros factores que afectan en la reacción:

- Evitando el contacto del oxígeno con la superficie de corte.
- Bajando la temperatura.
- Reduciendo el pH
- Desnaturalizando la enzima.

Dorantes y colaboradores investigaron el efecto de 10 diferentes agentes para prevenir el oscurecimiento, encontraron que una de las mejores combinaciones para prevenir el oscurecimiento es el tratamiento con 1% de pirofosfato tetrasódico, 0,2% de cisteína a una actividad acuosa de 0,8 y pH 5,5 (Dorantes et al., 1998).

Elez-Martínez y colaboradores encontraron que la vida de anaquel de la pasta de aguacate, depende de la estabilidad oxidativa de la fracción lipídica, la adición de 100 ppm de α -tocoferol o 200 ppm de ácido ascórbico puede estabilizar los productos por al menos 24 semanas de almacenamiento en refrigeración (Elez-Martínez et al., 2005).

1.6 Conservación del aguacate

Con el fin de incrementar la comercialización del aguacate, es importante desarrollar productos derivados de la fruta con una vida de anaquel lo suficientemente larga para permitir su transportación y distribución al consumidor (Dorantes et al., 2003).

Los mayores problemas en la conservación de aguacate son:

- Obscurecimiento enzimático, catalizado por la enzima polifenoloxidasa.
- Pérdida del color verde debido a los cambios que se dan en las moléculas de clorofila a pH bajos.
- Generación de sabores desagradables y pérdida de textura como resultado de los tratamientos térmicos convencionales.

(Dorantes et al., 2003).

Algunos de los métodos de conservación del aguacate y pasta de aguacate son:

- Congelación: disminuye la actividad enzimática y microbiana.
- Tratamientos térmicos convencionales: disminuye o elimina la población microbiana e inactiva enzimas. Sin embargo se generan sabores desagradables, dependiendo del tiempo y temperatura del proceso.
- Secado-congelación: disminuye la actividad acuosa para evitar el crecimiento microbiano y la actividad enzimática.
- Aditivos más refrigeración: compuestos que inhiben la actividad de la polifenoloxidasa.
- Presión hidrostática alta: a presiones entre 300 y 600 MPa se pueden inactivar la descomposición del aguacate y los microorganismos patógenos.

(Dorantes et al., 2003).

II. LECHE

La leche es un constituyente de los productos lácteos fermentados, incluyendo al yogur, y es considerada por muchos como un vehículo ideal para entregar microorganismos benéficos y otros ingredientes que se sabe estimulan la flora intestinal. La conversión de la leche en productos lácteos fermentados aumenta el valor nutricional de los constituyentes propios de la leche. Adicionalmente, el proceso de fermentación genera compuestos metabólicos y celulares que tienen beneficios fisiológicos para el consumidor (Chandan et al. 2006).

2.1 Definición de leche

La leche es el líquido secretado por las glándulas mamarias cuyo fin es servir de alimento al recién nacido. Es un producto íntegro, no alterado, ni adulterado y sin calostros, del ordeño higiénico, regular, completo e ininterrumpido de las hembras sanas y bien alimentadas.

Químicamente hablando, la leche es un fluido en el cual se han encontrado más de 100,000 moléculas y compuestos químicos, los niveles de estos varían según la especie (Chandan et al., 2006). En términos fisicoquímicos la leche es un líquido homogéneo, de color blanco y opaco.

La leche tiene una estructura física compleja y equilibrada entre sus constituyentes, existen sobre todo en tres formas: emulsión, suspensión coloidal y solución verdadera. Los lípidos de la leche se encuentran formando una emulsión

tipo aceite en agua, en la forma de glóbulos microscópicos de 0,1 – 22 μm de diámetro. La fase coloidal contiene micelas de caseína (proteína de la leche), fosfato de calcio y otras proteínas globulares. Las proteínas séricas se encuentran en solución coloidal y la caseína se encuentra en suspensión coloidal. La lactosa, vitaminas, ácidos, enzimas, fosfatos, calcio y cloruros se encuentran presentes como solución verdadera. Existen algunos factores que influyen en el equilibrio que existe en la leche, entre ellos se encuentran la adición de sales ionizables, la concentración de sólidos, el cambio en el pH, los tratamientos térmicos y la adición de alcoholes. Todos estos factores tienden a desestabilizar los sistemas coloidales y por lo tanto, influyen en los procesos tecnológicos de la leche. En el proceso de fermentación de la leche, el fosfato de calcio coloidal pasa a su forma iónica de manera progresiva al ir bajando el pH, de 6,6 en la leche, hasta 4,6 en el yogur o productos fermentados. La caseína y las proteínas del suero coagulan en su punto isoelectrico a pH 4,6 formando un gel.

2.2 Constituyentes de la leche

2.2.1 Agua

El agua es el componente mayoritario y actúa como disolvente de los otros componentes. La cantidad de agua varía de 85,4% - 87,7% en diferentes razas de vacas (Chandan et al., 2006).

2.2.2 Grasa

El contenido de grasa de la leche varía de 3,5 – 3,6% (Chandan et al. 2006), esto depende de la variabilidad interespecie, la etapa de lactancia, la alimentación, los factores ambientales y el estado de ordeño. La grasa de la leche está constituida principalmente por triglicéridos de ácidos grasos, formando el 95 -

96% de la grasa de la leche. El resto de la grasa de la leche está formado por diglicéridos, monoglicéridos, ácidos grasos libres, fosfolípidos y colesterol.

2.2.3 Proteínas

Las proteínas mayoritarias de la leche pueden clasificarse en caseína y proteínas del suero de leche, α -lactoalbúmina, β -lactoglobulina, albumina sérica bovina, inmunoglobulina, lactoferrina, y diversas enzimas (fosfatasa alcalina, lipoproteína lipasa, proteasa, lactoperoxidasa y lisozima). Las caseínas son proteínas insolubles y precipitan cuando el pH es igual o menor a 4,6 (punto isoeléctrico) a 20°C, mientras que las proteínas del suero son solubles a pH de 4,6. La caseína constituye el 80% de las proteínas de la leche, mientras que el 20% restante está constituido por las proteínas del suero.

2.2.4 Lactosa

Carbohidrato mayoritario y exclusivo de la leche. El contenido de lactosa en la leche es relativamente constante, 4,8 – 5,2%. En leches mastíticas o con calostro el contenido de lactosa es menor. Es un disacárido constituido por D-glucosa y D-galactosa. Estructuralmente la lactosa es 4-O- β -D-galactopiranosil-D-glucopiranososa.

La lactosa es de gran importancia en el yogur y otros productos fermentados, ya que es el substrato que necesitan los microorganismos para su crecimiento. Es una fuente de carbono y después de la fermentación alrededor del 30% del contenido de lactosa es convertido en ácido láctico. La lactosa es hidrolizada por la β -D-galactosidasa o lactasa a glucosa y galactosa; la glucosa rápidamente se va hacia la glicólisis, mientras que la galactosa tiende a acumularse. Una molécula de lactosa da una molécula de galactosa y dos moléculas de ácido láctico. Se libera energía de esta reacción. El ácido producido

reduce el pH lo suficiente para que el producto fermentado se encuentre libre de patógenos. La vida de anaquel de los productos fermentados se incrementa significativamente por que muchos de los microorganismos no pueden crecer debido al pH bajo.

2.2.5 Minerales

La leche contiene 0.70% de cenizas (Chandan et al., 2006). El porcentaje de cenizas varía dependiendo de la alimentación, la temporada y la etapa de lactancia. Los minerales de la leche se encuentran en forma coloidal y soluble. Los minerales mayoritarios son: calcio, magnesio, fósforo inorgánico, potasio y sodio.

2.2.6 Vitaminas

La leche contiene tanto vitaminas solubles en agua (vitaminas del complejo B y vitamina C) como vitaminas liposolubles (vitaminas A, D, E y K). La leche es una importante fuente del complejo B, las cuales son estables al calor y a los procesos normales a los cuales esta sujeta la leche.

2.3 Control de calidad en la leche

La calidad del producto final depende directamente de la calidad del producto original, proveniente de la zona de producción y de las condiciones de transporte, conservación y manipulación en general hasta la planta. Por lo tanto depende del control que se lleve sobre la leche cruda. A continuación se describen algunas de las pruebas:

2.3.1 pH

El pH normal de la leche fresca es de 6,5-6,7, valores superiores generalmente se observan en leches mastíticas y valores inferiores indican acidificación posiblemente por fermentación de la lactosa o presencia de calostro. En la leche, no conviene medir el pH mediante indicadores, ya que la opacidad de la leche interfiere con el color y, sobre todo, porque le falta precisión a la lectura. El método más adecuado es un electrodo de vidrio en combinación con un electrodo de referencia de calomel. El potencial se mide directamente en términos de pH en la escala de un potenciómetro calibrado con una solución buffer de pH conocido.

2.3.2 Temperatura

La determinación de la temperatura nos da información sobre el cuidado que se ha tenido desde el ordeño de la leche, su transporte y hasta el procesamiento (debe mantenerse entre 0-4°C). La leche cruda, debe ser entregada a la planta en las primeras dos horas que siguen al ordeño para evitar el rápido crecimiento bacteriano que ocasiona la disminución de su calidad y su rápida descomposición. De lo contrario la leche debe refrigerarse rápidamente después del ordeño y mantenerse entre 0-4°C hasta su procesamiento.

2.3.3 Características sensoriales

A nivel de la planta, la observación de las características sensoriales de la leche contribuye dentro de las pruebas de plataforma ya que permite la segregación de las leches de peor calidad. La técnica más común consiste en oler el contenido del recipiente inmediatamente después de haber sido destapado. Existen personas bien entrenadas que mediante esta prueba pueden detectar leches que han sido mal refrigeradas, que han estado en contacto con utensilios sucios y hasta leches mastítica.

Las siguientes pruebas se deben realizar diariamente en la planta:

- Textura: la leche tiene una viscosidad ligeramente superior a la del agua. Esta viscosidad puede ser alterada por el desarrollo de ciertos microorganismos capaces de producir polisacáridos que por la acción de ligar agua aumentan la viscosidad de la leche (leche mastítica, leche hilante)
- Color: el color normal de la leche es blanco, el cual se atribuye a reflexión de la luz por las partículas del complejo caseinato-cálcico en suspensión coloidal y por los glóbulos de grasa en emulsión. Aquellas leches que han sido parcial o totalmente descremadas o que han sido adulteradas con agua, presentan un color blanco con tinte azulado. Las leches de retención o mastíticas presentan un color gris amarillento. Un color rosado puede ser el resultado de la presencia de sangre o crecimiento de microorganismos. Otros colores como amarillo o azul, pueden ser producto de contaminación con sustancias coloreadas o de crecimiento de ciertos microorganismos. Una leche adulterada con suero de quesería puede adquirir una coloración amarilla-verdosa debida a la presencia de riboflavina.
- Olor: este es característico de la leche y se debe a compuestos volátiles de bajo peso molecular, entre ellos, ácidos, aldehídos, cetonas y trazas de sulfato de metilo. La leche puede adquirir, con cierta facilidad sabores y olores extraños, derivados de ciertos alimentos consumidos por la vaca antes del ordeño, de sustancias de olor penetrante o superficies metálicas con las cuales ha estado en contacto o bien de cambios químicos o microbiológicos que el producto puede experimentar durante la manipulación, así como leches mastíticas.
- Sabor: ligeramente dulce gracias al contenido de lactosa. A veces presenta cierto sabor salado por una alta concentración de cloruros que tiene la leche que se encuentra a final del periodo de lactancia o que sufren estados infecciosos de la ubre, otras veces presenta ácido. Pero en general, el sabor de la leche fresca normal es agradable y puede describirse simplemente como característico.

2.3.4 Acidez titulable

La leche fresca tiene acidez titulable equivalente a 15,5 – 19 mL de NaOH 0,1 N (0,14-0,17 % de ácido láctico) debido a su contenido de anhídrido carbónico, proteínas y algunos iones (fosfato y citrato). Normalmente la leche no contiene ácido láctico, sin embargo por acción microbiana la lactosa sufre un proceso de fermentación formándose éste y otros componentes que aumentan la acidez titulable.

2.3.5 Lactofiltración

La prueba de lactofiltración o sedimentación tiene por objeto establecer la presencia de materias extrañas en la leche, las cuales además de ser inaceptables en un producto de buena calidad, indican que éste ha sido producido o procesado bajo condiciones inadecuadas de limpieza y saneamiento que a veces no pueden determinarse por métodos microbiológicos.

2.3.6 Prueba lactométrica (peso específico)

El peso específico es una propiedad escalar que depende de la composición química y de la estructura. El peso específico es el peso por unidad de volumen: densidad. Para medir el peso específico se utiliza un lactómetro, el cual es un aerómetro especialmente diseñado para determinar el peso específico de la leche a una determinada temperatura, se mide en grados Quevenne, los cuales corresponden a la segunda y tercera cifra decimal del valor de densidad. La leche tiene un peso específico de 28 a 34° Q ó 1,028 a 1,034 g/mL, que varía considerablemente con el contenido de grasa y sólidos totales.

2.3.7 Prueba de alcohol

Como ya se mencionó la leche tiene un 0,14-0,17 de ácido láctico y un pH de 6,5-6,7. Valores superiores de acidez y pH inferiores, generalmente indican crecimiento bacteriano. Esto puede demostrarse mezclando la leche con etanol 68° (1:1), ya que el etanol produce floculación o coagulación cuando hay una acidez igual a 22,5 mL de NaOH 0,1 N/100. Una prueba del alcohol positiva indica también poca estabilidad de la leche al calor. Se puede observar la presencia de neutralizantes al agregar coralina, ya que ocurre una reacción colorimétrica.

2.3.8 Determinación de grasa

Uno de los métodos más utilizados para la determinación de grasa es el método de Gerber. El método de Gerber emplea H_2SO_4 y la fuerza de la centrifuga para separar la grasa de la leche o sus derivados, se utiliza además alcohol isoamílico ya que ayuda a disminuir la tensión superficial de la grasa, favoreciendo la ruptura de la emulsión, la separación de esa grasa y previene la sulfonación y carboxilación de la misma. Es importante la determinación de grasa ya que influye directamente en el precio de la leche y sus derivados, permite determinar si una muestra de leche cumple con los valores legales establecidos, para estandarizar la leche a valores requeridos para la elaboración de derivados y para tener valores de referencia para la selección genética de los rebaños.

2.4 Tratamiento térmico

Los tratamientos térmicos mejoran la calidad higiénica de los productos, ayudan a una buena conservación, principalmente por destrucción de microorganismos e inactivación de enzimas. Los tratamientos térmicos excesivos pueden ocasionar modificaciones en las características sensoriales de la leche y

sus productos, también puede ocasionar modificaciones físicas, químicas y nutricias, por lo que el control de las condiciones del tratamiento es de gran importancia.

Entre los tratamientos térmicos que se utilizan está la pasteurización, la cuál es uno de los métodos más comunes de conservación de alimentos, mediante un calentamiento se destruyen microorganismos y enzimas. Elimina el 100% de patógenos y el 99,99% de otros microorganismos. Las ventajas de este método es que disminuye la carga microbiana, prolonga la vida de anaquel, al eliminar patógenos ayuda a evitar enfermedades y por lo tanto hace que el producto sea seguro para el consumidor. Si este método no se realiza correctamente puede llevar a la coagulación de proteínas. La leche pasteurizada necesita refrigeración y resguardo de la luz; su vida útil es de 72 horas.

Otros tratamientos térmicos son la esterilización, la condensación y el secado los cuales afectan las características físicas de la leche.

III. PRODUCTOS LÁCTEOS FERMENTADOS

Existe una gran variedad de productos fermentados, sin embargo son similares respecto al proceso de elaboración.

Los productos lácteos fermentados se originaron en los Balcanes y en los países al este del Mediterráneo. Hay un acuerdo general en que las primeras leches fermentadas fueron elaboradas por tribus nómadas a partir de leche de cabra y de oveja (Early, 1998).

Estos productos llevan un proceso de inoculación de la leche con microorganismos que transforman la lactosa en ácido láctico. Las bacterias generan además dióxido de carbono, ácido acético, diacetilo, acetaldehído, y otros compuestos que determinan las características sensoriales de cada uno de los productos fermentados.

Según la NOM-185-SSA1-2001 un producto lácteo fermentado es aquel obtenido de la fermentación de la leche mediante la acción de microorganismos específicos cuyo resultado sea la reducción del pH, adicionado o no de aditivos para alimentos e ingredientes opcionales. Estos productos deben tener una acidez titulable de no menos de 0,5% expresada como ácido láctico y su pH debe ser máximo de 4,4.

3.1 Yogur

El yogur es el producto obtenido mediante la coagulación por fermentación de la leche entera, total o parcialmente descremada, provocada por *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*. Para que el cultivo iniciador se desarrolle, han de tenerse en cuenta los siguientes criterios: bajo recuento bacteriano, libre de antibióticos, desinfectantes, así como de leche mastítica, calostro y leche rancia y sin contaminación por bacteriófagos. Es por esto que se llevan a cabo los análisis de calidad de la materia prima y se realiza una pasteurización previa de la leche para bajar las cuentas microbianas inicialmente presentes en la leche.

En general la leche usada en la elaboración de productos fermentados debe ser estandarizada con respecto al contenido de sólidos no grasos, para uniformar el producto final. Los sólidos no grasos de la leche, se pueden incrementar al concentrar la leche por evaporación o ultra filtración o se puede agregar leche en polvo. La óptima concentración de sólidos no grasos de la leche es de 10 a 18%. La forma más común de alcanzar esta concentración es adicionar leche en polvo descremada en niveles de 1 a 8%. Así se reduce el tiempo requerido para la coagulación y a la vez se obtiene mejor consistencia. Al aumentar el contenido de sólidos totales, particularmente la cantidad de proteínas en el yogur, generalmente incrementa la densidad de la red protéica y disminuye el tamaño de los poros. En consecuencia, el agua se liga más firmemente al producto.

Si la leche está libre de inhibidores, la actividad de microorganismos está determinada principalmente por la temperatura de incubación y la cantidad de inóculo agregado. Mientras mayor sea la diferencia con la temperatura óptima y menor sea la cantidad de inóculo agregado mayor será el tiempo de fermentación.

La coagulación se produce a causa de la estabilidad de las caseínas. En la leche fresca con pH alrededor de 6,7 las caseínas tienen cargas negativas y se repelen entre sí. En la acidificación de la leche los iones hidrógeno positivos del ácido son absorbidos por las caseínas, por lo que la carga negativa va disminuyendo y así también la repulsión entre ellas. La coagulación empieza cuando la repulsión ha disminuido. A un pH de 4,6 las caseínas son eléctricamente neutras y completamente insolubles. Este nivel de pH se conoce como punto isoeléctrico de la caseína.

En los productos lácteos fermentados, la fermentación normalmente culmina cuando se alcanza un valor de 4,2 a 4,5 de pH aproximadamente o cuando se alcanza un valor de alrededor de 0,75-0,8 % de acidez titulable, expresada como ácido láctico.

Durante la incubación las bacterias lácticas desarrollan un proceso microbiano por el cual la lactosa se transforma en ácido láctico. A medida que el ácido se acumula, la estructura de las proteínas de la leche va modificándose, y lo mismo ocurre con la textura del producto.

Desde el punto de vista nutricional el yogur es un excelente producto alimenticio de alto valor biológico, ya que contiene vitaminas, sobre todo del complejo B, a parte de ácido láctico que aumenta la disponibilidad del calcio y del fósforo. Además es un alimento fácil de digerir, debido a que la caseína es parcialmente hidrolizada en el proceso de fermentación, por lo que el organismo la asimila con facilidad. La lactosa es transformada en ácido láctico, lo cual beneficia a la flora intestinal.

Los yogures tienen una captación creciente en el mercado que se explica por su variedad de sabor, presentación y textura. Los principales tipos de yogur según el proceso de elaboración son:

- Yogur compacto o firme
- Yogur batido
- Yogur bebible
- Yogur de larga duración o pasterizado después de la fermentación.

Existen distintos tipos de yogures, dependiendo de sus componentes, añadidos en el proceso de elaboración:

- Yogur natural: el producto de leche coagulada obtenida por fermentación láctica mediante la acción del *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* a partir de leche pasterizada, leche concentrada pasterizada, leche total o parcialmente desnatada pasterizada, leche concentrada pasterizada total o parcialmente desnatada con o sin adición de nata pasterizada, leche en polvo entera, semidesnatada o desnatada, suero en polvo, proteínas de leche y/u otros productos procedentes del fraccionamiento de leche.
- Yogur azucarado: el yogur natural al que se le han añadido azúcar o azúcares comestibles.
- Yogur edulcorado: el yogur natural al que se le han añadido edulcorantes autorizados.
- Yogur con frutas, zumos y/o productos naturales: el yogurt natural al que se le han añadido frutas, zumos y/o otros productos naturales.
- Yogur aromatizado: el yogur natural al que se le han añadido agentes aromáticos autorizados.

OBJETIVOS

Objetivos generales

- Desarrollar un yogur con base en aguacate, en dos presentaciones: batido y bebible para diversificar el consumo del aguacate

Objetivos particulares

- Encontrar las mejores condiciones para elaborar los yogures, en función de la calidad de la leche, la cepa y el manejo del fruto.
- Establecer cuáles son los aditivos que permiten lograr las mejores características en el producto.
- Determinar el nivel de aceptación de las características logradas, en diferentes grupos de consumidores.

HIPÓTESIS

Si se desarrolla un producto lácteo fermentado, yogur con aguacate, se logrará la conservación del aguacate por tiempos prolongados, así como un mejor aprovechamiento de la producción y mayor variedad para el consumo de este fruto, además la mezcla del yogur y el aguacate enriquece ambos productos, abriendo nuevas oportunidades de mercado para ambos.

METODOLOGÍA

El desarrollo de los productos implica la investigación en el tema del aguacate y en el tema de los productos lácteos fermentados, yogur. En la parte experimental se buscan las mejores condiciones para elaborar los yogures, en función de la leche, la cepa, el manejo del fruto; así como, el establecer los aditivos que permitan la obtención de un producto de calidad. Finalmente, también implica realizar un análisis sensorial con consumidores para que el producto obtenga una gran aceptación en el sector al que sea dirigido el producto. En la Figura 3 se muestra el Diagrama General de la investigación, incluye elaboración del yogur, determinación de los aditivos adecuados para el producto, el desarrollo del producto, análisis sensorial y diseño de envase y etiqueta.

I. DIAGRAMA GENERAL

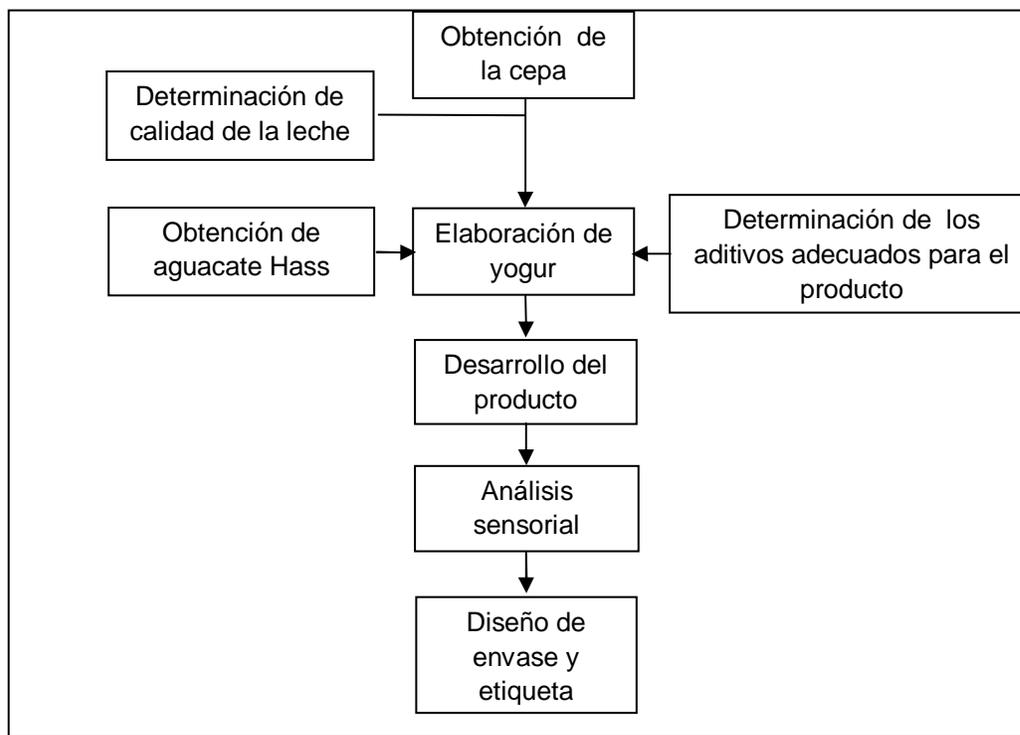


Figura 3. Diagrama general

II. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

2.1 Determinación de Calidad de la Leche

- Preparación de la muestra: Llevar la muestra de leche a aproximadamente 20°C y mezclar por trasvase a otro recipiente limpio, repitiendo la operación hasta asegurar una muestra homogénea. Si no se han dispersado los grumos de crema, entibiar la leche en un baño de agua a aprox. 38°C y mezclar hasta homogeneidad. Enfriar a 20°C antes de medir un volumen para analizar (AOAC 16020, 1984).
- Determinación de la densidad: Se puede determinar con picnómetro, balanza hidrostática o lactodensímetro, a 15.6°C (AOAC 16021, 1984).
- Acidez titulable: Medir exactamente 20 ml de muestra o pesar con exactitud alrededor de 20 g. Colocar en un erlenmeyer de 250 ml. Diluir con aproximadamente 2 veces su volumen con agua destilada libre de CO₂ (para eliminar el CO₂ hervirla 5 min y enfriarla evitando la incorporación de aire). Agregar 2 ml de fenoftaleína al 1% (solución de fenoftaleína 1% en etanol de 95% v/v), y titular con NaOH 0.1 N hasta color rosa débil pero persistente. Expresar los resultados en % en ácido láctico p/p (AOAC 16023, 1984).
- pH: Poner un volumen adecuado en un vaso precipitado y medir el pH en un potenciómetro previamente calibrado.
- Determinación de grasa, método de Gerber: Medir con pipeta 10 ml de H₂ SO₄ Gerber (densidad 1.813 - 1.817 a 20°C, aprox. 90%) e introducirlos en un butirómetro para leche. Agregar con rapidez 11 ml de leche medidos con pipeta de doble aforo, de manera que forme una capa sobre el ácido sin mezclarse con éste. Agregar inmediatamente 1 ml de alcohol amílico y

tapar con el tapón correspondiente. Agitar suavemente. Verificar que está bien tapado y colocarlo en un baño de agua a 65-70°C durante 5-10 min con el tapón hacia abajo. Retirarlo del baño, secarlo por afuera y centrifugar durante 3-5 min en la centrífuga especial con los tapones hacia afuera. Llevar nuevamente al baño de agua 4-5 min y leer inmediatamente el espesor de la capa de grasa en la parte superior graduada del butirómetro (Nieto et al., 2007).

2.2 Obtención de la Cepa.

Debido a la dificultad para encontrar una cepa adecuada para la elaboración del producto se utilizó un yogur comercial natural sin azúcar como inóculo. El control de la cepa se realizó mediante la liofilización del yogur elegido. De esta forma, en principio, siempre se utilizó la misma cepa.

Procedimiento:

- a. Selección del Yogur. Debe ser un yogur natural sin azúcar.
- b. Aplicación del yogur a los recipientes del deshidratador. Se coloca en los recipientes del deshidratador, que no sobre pase 2 cm de espesor.
- c. Enfriamiento previo a la deshidratación. Enfriamiento rápido con una mezcla de hielo seco con acetona durante 10 min., los recipientes deben ser girados constantemente para asegurar un enfriamiento uniforme.
- d. Deshidratación del yogur. Se fundamenta en el principio de sublimación. Los recipientes se colocan en la liofilizadora. Los parámetros a controlar son la presión de vacío (menor a la atmosférica), la temperatura del condensador de la liofilizadora de

-40°C como mínimo y la temperatura de los recipientes los cuales se deben mantener a una temperatura cercana a la del medio ambiente.

- e. Pulverizado y envasado. Se debe envasar en recipientes estériles impermeables a la luz y al oxígeno.

2.3 Elaboración de Yogur

En la Figura 4 se muestra el diagrama de elaboración de yogur, algunos de los factores importantes durante el proceso su elaboración son la concentración de sólidos en la leche, tratamiento térmico previo, tipo y concentración de inóculo utilizado y temperatura de incubación.

2.3.1 Determinación de los hidrocoloides y su concentración para la elaboración del yogur base

- Elección de hidrocoloides, para obtener la textura y consistencia adecuada tanto en el yogur batido como en el bebible, dete, se realizan pruebas con carboximetilcelulosa, mezcla de almidón modificado, goma xantan y goma guar, grenetina 275 Bloom y pectina de alto metoxilo, se observan las características sensoriales de los yogures elaborados.

2.3.2 Determinación del tiempo de fermentación

Para determinar el tiempo de fermentación se seleccionaron los siguientes parámetros:

- Monitoreo del pH
- Monitoreo de la acidez titulable, expresado como ácido láctico

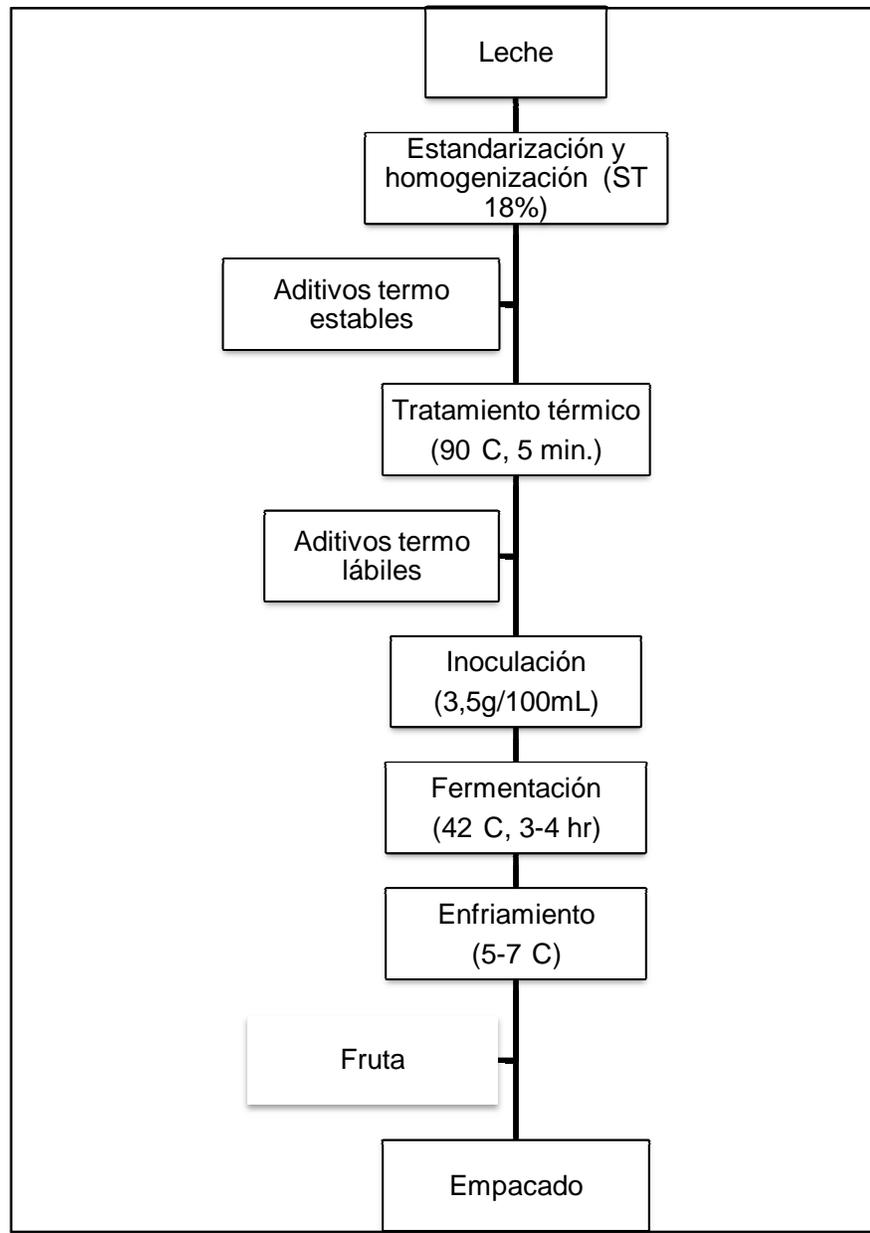


Figura 4. Diagrama del proceso de elaboración de yogur

2.3.3 Selección de los edulcorantes

- Selección de los edulcorantes y pruebas sensoriales en diversas formulaciones.

2.3.4 Determinación de los antioxidantes

- Elección de los antioxidantes que se podrían utilizar y pruebas en diversas formulaciones. Se requiere el uso de antioxidantes debido al oscurecimiento de la pulpa de aguacate, debido a la actividad enzimática de la polifenoloxidasas. Se realizaron pruebas con ácido ascórbico, α -tocoferol, BHA y BHT para prevenir el oscurecimiento del yogur con el fruto, se observaron las características sensoriales de los yogures elaborados con estos antioxidantes.

2.3.5 Determinación de la concentración de fruto

- Formulaciones con aguacate Hass fresco y liofilizado en concentraciones entre 5 y 10%.
- Pruebas sensoriales con consumidores: nivel de agrado y preferencia, como herramienta de selección. Aplicación de pruebas a 50 personas en la Facultad de Química, UNAM.

2.4 Desarrollo del Producto

Una vez seleccionados los aditivos, hidrocolides, edulcorantes y antioxidantes, así como la concentración de fruto y tiempo de fermentación, se realizó el producto de acuerdo al diagrama del proceso (Figura 4).

2.4.1 Formulaciones y costos

Se realizó una investigación sobre los costos de las materias primas para la realización del producto, así como envase y etiqueta obtener el costo del producto final.

2.4.2 Caracterización del producto final

- Análisis proximal, efectuado por el Departamento de Control Analítico, Facultad de Química, UNAM. Las determinaciones que realizó el Departamento de Control Analítico fueron:
 - Humedad (NOM-116-SSA1-1994)
 - Cenizas (AOAC Official Method 945.46)
 - Grasa (AOAC Official Method 989.08)
 - Proteína (USO 28-NF 23, (2005), Método 461)
 - Fibra (Cruda NMX-F-613-NORMEX-2003)
 - Carbohidratos asimilables, calculados por diferencia.
 - Contenido energético (obtenido por cálculo)

2.5 Análisis Sensorial

Pruebas con consumidores de nivel de agrado de los productos desarrollados.

- Las pruebas se realizaron en diferentes grupos de consumidores. Aplicación de pruebas a 200 estudiantes, profesores y personal que labora en el Colegio Madrid, Calle Puente 224. Col. Ejidos de Huipulco, Tlalpan.
- Se realizó la prueba utilizando una escala hedónica, estructurada. Cuestionarios en Anexo I.
- Se realizó el análisis de los datos utilizando un análisis de varianza, ANOVA.

2.6 Diseño de envase y etiqueta

A partir de los resultados del análisis sensorial y con la asesoría del Lic. en Diseño Gráfico Gilberto Sánchez se realizó el diseño del envase y etiqueta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Determinación de Calidad de la Leche

En la elaboración del yogur se utilizó leche pasteurizada semidescremada, se decidió utilizar ésta leche debido a que ésta contiene menor cantidad de lípidos que la leche entera (5 g y 8,5 g por porción de 250 mL respectivamente).

Tabla 5. Calidad de la Leche

Pruebas	Promedio*
Temperatura de llegada (°C)	20
°Q	32
°Q corregidos*	3,094
Densidad (g/mL)	1,03094
pH	6,527
% ácido láctico	0,162
% grasa	2,0
% ST	10,175
% SNG	8,135

*Las determinaciones se realizaron por triplicado con un CV menor a 4%

*Se deben hacer las correcciones correspondientes de la lectura del lactómetro empleando tablas especiales (AOAC. 1970 p. 951)

La leche pasteurizada semidescremada cumple con las normas de calidad, Tabla 5, por lo que es apta como materia prima para elaborar los yogures.

2. Obtención de la Cepa

El yogur es obtenido mediante la coagulación por fermentación de la leche provocada por *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulg.* Debido a la dificultad para encontrar una cepa adecuada para la elaboración del producto se utilizó un yogur comercial natural sin azúcar como inóculo. La obtención de la cepa se realizó mediante la liofilización del yogur seleccionado, natural sin azúcar. De esta forma siempre se utilizó la misma cepa.

Tabla 6. Determinación* de peso seco y humedad del yogur natural

Peso inicial del yogur	500 g
Peso Seco	70 g
Humedad	86%

Al obtener el yogur en polvo y este poder conservarse durante un largo periodo, en principio se utiliza la misma cepa para realizar la fermentación de la leche.

3. Elaboración de Yogur

El yogur con aguacate se elaboró siguiendo el diagrama del proceso señalado en la Figura 5, este proceso es una modificación del proceso planteado originalmente, Figura 4, ya que se decidió realizar primero un yogur base con leche semidescremada, leche en polvo y los aditivos (grenetina 275 Bloom o pectina de alto metoxilo) y posteriormente agregar el edulcorante (azúcar o

sucralosa) junto con el fruto y la mezcla de antioxidantes, de esta forma sólo se realizan dos yogures base, uno para el batido y otro para el bebible.

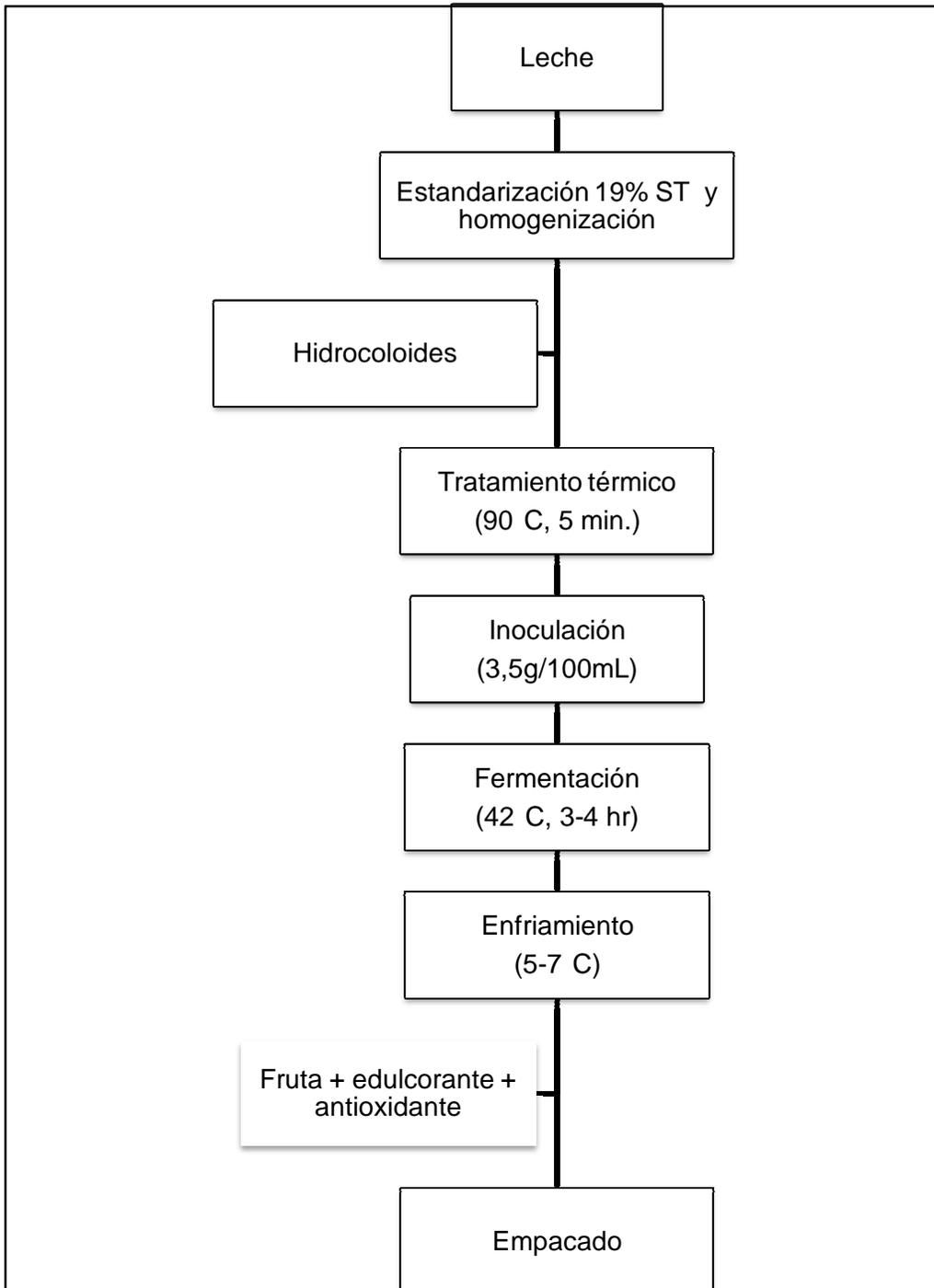


Figura 5. Diagrama del proceso de elaboración de yogur

En general la leche usada en la elaboración de productos fermentados debe ser estandarizada con respecto al contenido de sólidos no grasos, para uniformar el producto final, en este caso se estandarizó el contenido de sólidos no grasos a 19% agregando leche en polvo. El agregar leche en polvo se estandariza la leche, se reduce el tiempo requerido para la coagulación y a la vez se obtiene mejor consistencia; esto debido a que al aumentar el contenido de sólidos totales, particularmente de proteínas en el yogur, generalmente se incrementa la densidad de la red protéica y disminuye el tamaño de los poros, en consecuencia el agua se liga más firmemente al producto.

3.1 Determinación de los hidrocoloides y su concentración para la elaboración del yogur base

El yogur se elaboró en varias ocasiones utilizando diversos aditivos para obtener la mejor apariencia, textura y consistencia del yogur base, antes de agregar el fruto, el edulcorante y el antioxidante. En la tabla siguiente se muestran los aditivos utilizados y las características sensoriales del yogur elaborado.

Se observaron las características sensoriales de los yogures realizados, (Tabla 7) estos aditivos, hidrocoloides, se eligieron ya que no imparten sabor al producto final, son efectivos al pH del producto elaborado y se dispersan fácilmente en las temperaturas de trabajo. Los aditivos con los cuales se obtienen los yogures con la mejor apariencia, textura y consistencia fueron: la grenetina de 275 Bloom, 0,45% y la pectina de alto metoxilo, 0,5%, para el yogur batido y bebible respectivamente, por lo cual son los utilizados en la formulación final de los productos.

Tabla 7. Aditivos para la elaboración del yogur base

FORMULACIÓN	HIDROCOLOIDES	CONCENTRACIÓN (%)	CARACTERÍSTICAS SENSORIALES
1	Sin aditivos	-	Olor y sabor característicos. Coágulo poco firme, se rompe fácilmente. Consistencia líquida. Presenta sinéresis.
2	Carboximetilcelulosa	0,2	Olor y sabor característicos. Coágulo poco firme Presenta sinéresis
3	Almidón modificado Goma xantana Goma guar	0,05 0,1 0,1	Olor y sabor característicos. Coágulo firme Poca sinéresis Ligeramente granuloso
4	Grenetina 275 Bloom	0,45	Olor y sabor característicos. Coágulo firme Poca/nula sinéresis Consistencia suave
5	Pectina de alto metoxilo	0,5	Olor y sabor característicos. Coágulo firme, más líquido, apariencia yogur bebible. Poca/nula sinéresis Consistencia suave

3.2 Determinación del tiempo de fermentación

Se realizó el yogur siguiendo el diagrama de proceso, figura 5, utilizando los aditivos, hidrocolides, determinados previamente: grenetina de 275 Bloom, 0,45%, para el yogur batido y pectina de alto metoxilo, 0,5%, para el yogur bebible. Se agregó el inóculo, 3,5 g por 100 mL de leche. Se monitoreó el pH y la acidez, cada media hora hasta alcanzar el pH y acidez deseados (pH 4,2-4,5 y 0,75-1,1% ácido láctico), para obtener el tiempo requerido de fermentación.

Tabla 8. Datos del monitoreo de la acidez y pH durante la fermentación (incubación) del yogur batido.

TIEMPO	pH*	% ACIDEZ*
0	6,5	0,227
30	6,2	0,253
60	6,03	0,283
90	5,63	0,373
120	5,23	0,66
150	4,67	0,817
180	4,5	0,883
210	4,23	0,93

* Las determinaciones se realizaron por triplicado con un CV menor a 1.5%

• Las determinaciones se realizaron por triplicado con un CV menor a 7%, acidez expresada como % ácido láctico.

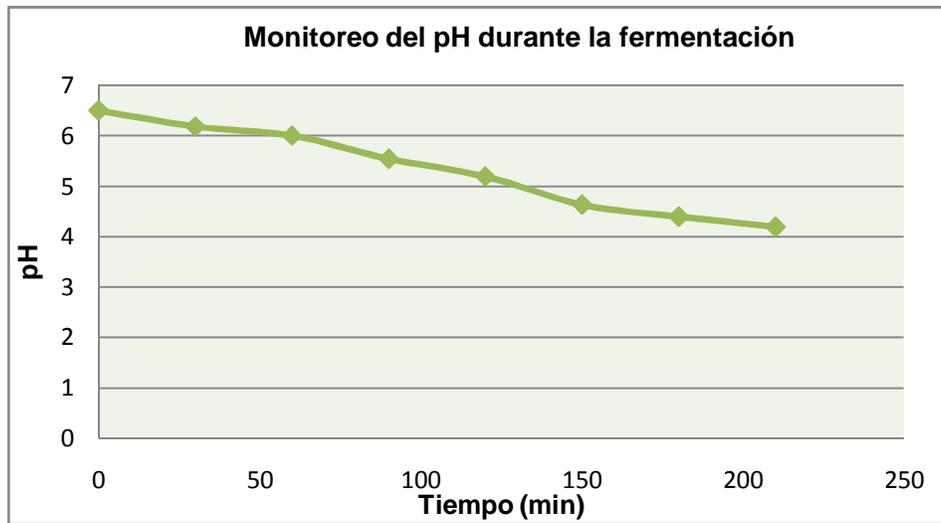


Figura 6. Monitoreo del pH durante la fermentación del yogur batido.

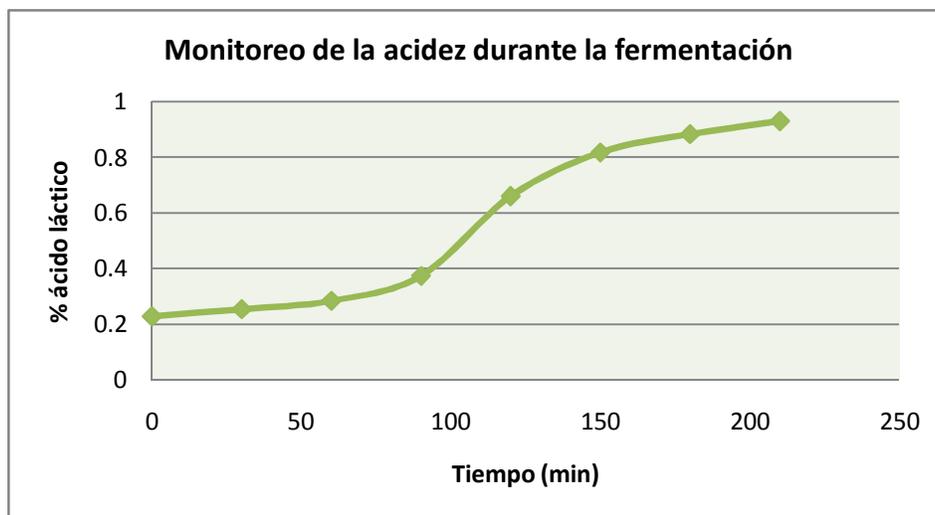


Figura 7. Monitoreo de la acidez durante la fermentación del yogur batido.

Tabla 9. Datos del monitoreo de la acidez y pH durante la fermentación (incubación) del yogur batido.

TIEMPO	pH*	% ACIDEZ*
0	6,5	0,2
30	6,18	0,26
60	6	0,291
90	5,54	0,382
120	5,19	0,69
150	4,63	0,821
180	4,39	0,891
210	4,19	0,95

* Las determinaciones se realizaron por triplicado con un CV menor a 2.5%

* Las determinaciones se realizaron por triplicado con un CV menor a 6.5%, acidez expresada como % ácido láctico.

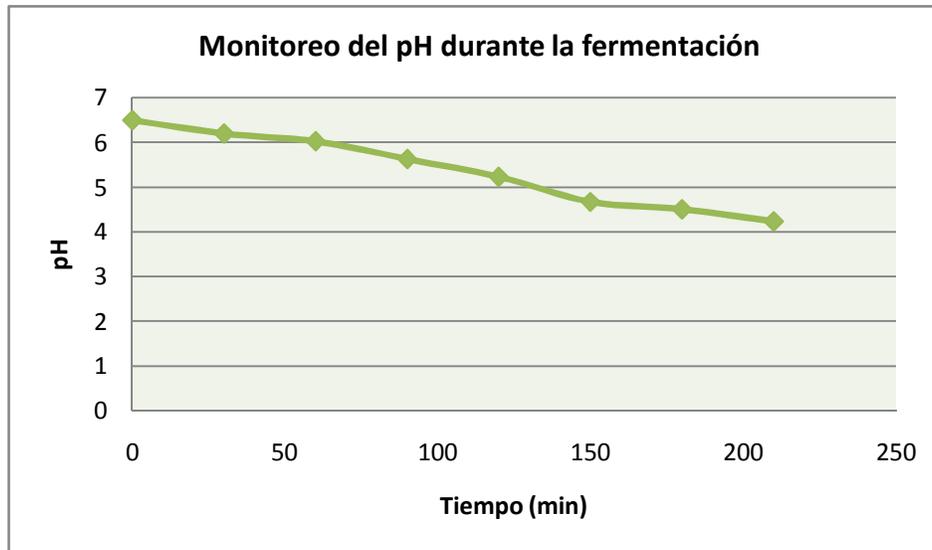


Figura 8. Monitoreo del pH durante la fermentación del yogur bebible.

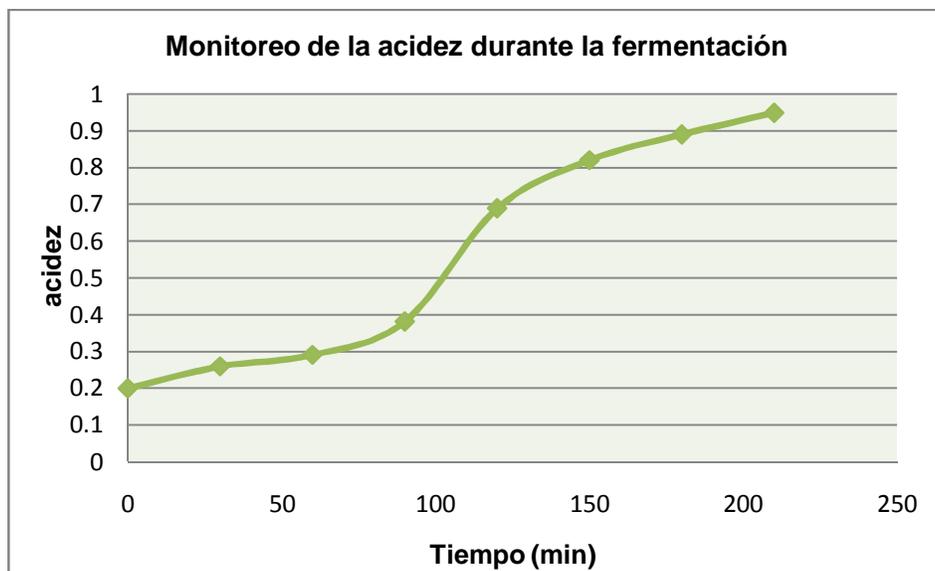


Figura 9. Monitoreo de la acidez durante la fermentación del yogur bebible.

La fermentación de los yogures base, natural, solo contiene la leche y los aditivos, mediante el monitoreo del pH y la acidez del producto se determinó que el tiempo de fermentación es de 210 min (3,5 horas) para el yogur batido y bebible, ya que a este tiempo se alcanza un valor de 4,2 de pH y un valor

alrededor de 0,9% de acidez titulable, Tablas 8 y 9, lo cual es característico de los productos lácteos fermentados (NOM-185-SSA1-2001).

3.3 Selección de los edulcorantes

Se seleccionaron dos edulcorantes a utilizar: azúcar y sucralosa. La elección del edulcorante sintético, no calórico, sucralosa, se realizó mediante una investigación bibliográfica, CHANDON (2006) los edulcorantes de alta intensidad que se utilizan en yogur son aspartame, el cual requiere la leyenda precautoria “contiene fenilalanina”, sucralosa, acesulfame-K y Neotame.

La sucralosa se eligió debido a su alto poder edulcorante (Tabla 10) disponibilidad y aceptabilidad, además de que al tener un producto con sucralosa se amplía el mercado del producto a personas con propensión a diabetes o con diabetes

Tabla 10. Edulcorantes de alta intensidad aprobados por la FDA para uso en yogur

EDULCORANTE	FACTOR DE DULZOR SACAROSA=1
Aspartame	160-200
Sucralosa	600
Acesulfame-K	200
Neotame	7000-13000

Fuente: CHANDON, 2006

Al elegir dos edulcorantes se obtienen cuatro productos diferentes: batido y bebible con azúcar; y batido y bebible con sucralosa, estos últimos con la ventaja de que personas con problemas de diabetes o antecedentes de esta enfermedad puedan consumirlo y de esta forma se podría abrir el mercado del producto.

Se realizaron pruebas sensoriales, nivel de agrado, en el laboratorio con 10 consumidores para determinar la concentración a utilizar de estos, se les dieron a probar yogures con distintas concentraciones de azúcar que iban desde 1% hasta 15% y de sucralosa entre 0,01%-0,3%, resultando los yogures que más agradaron los que contenían 12% azúcar o 0,02% sucralosa.

3.4 Determinación de los antioxidantes

El producto requiere el uso de antioxidantes debido al oscurecimiento de la pulpa de aguacate, por lo que se realizaron pruebas con diversos agentes antioxidantes (Tabla 11) para esto se elaboró yogur batido siguiendo el diagrama del proceso (Figura 5), se le adicionó 12% de azúcar y 10% de aguacate fresco; y se mantiene en refrigeración durante la prueba y en un envase de plástico opaco con tapa. El primer día se anotaron las características sensoriales de los yogures, como son el color, olor y sabor del producto; y posteriormente se observaron las características de los mismos los días 5, 7, 9, 15 y 20 de la prueba, al concluirla se eligió la mezcla de antioxidantes que preservó mejor al producto.

Como se observa en la tabla 11, la mezcla de BHA y BHT es la que permite que el producto mantenga sus características sensoriales durante mayor tiempo, 20 días, por lo que se elige esta mezcla de agentes antioxidantes para utilizarlos en la elaboración del producto.

3.5 Determinación de la concentración de fruto

Para resolver el problema del fruto, se decidió realizar pruebas tanto con el fruto fresco, como con el fruto en polvo, se obtuvo por liofilización, para determinar cual es la mejor opción para el producto final. Los aguacates Hass frescos se seleccionaron maduros libres de enfermedades y/o plagas típicas del aguacate.

Tabla 11. Pruebas con diversos agentes antioxidantes en el yogur batido con aguacate

AGENTE	CARACTERÍSTICAS SENSORIALES					
	Día 1	Día 5	Día 7	Día 9	Día 15	Día 20
Sin antioxidante, control	Color, olor y sabor caract.	Color café=verdoso en la superficie. Olor y sabor caract.	Color café en la superficie. Olor y sabor a aguacate oxidado.	ND	ND	ND
0,2% Ac. Ascórbico	Color, olor y sabor caract.	Color, olor y sabor caract.	Color caract., presenta grumos en la superficie cafés=verdosos. Olor y sabor caract.	Color café=verdoso en la superficie, mayor presencia de grumos cafés. Olor y sabor a aguacate oxidado.	ND	ND
0,2% - tocoferol	Color, olor y sabor caract.	Color, olor y sabor caract.	Color caract., presenta grumos en la superficie café=verdoso, menor cantidad de grumos que los presentes en el yogur con ac. Ascórbico. Olor y sabor caract.	Color café=verdoso en la superficie, mayor presencia de grumos cafés. Olor y sabor a aguacate oxidado	ND	ND
0,2% Ac. Ascórbico + 0,1% - tocoferol	Color, olor y sabor caract.	Color, olor y sabor caract.	Color, olor y sabor caract.	Color caract., presenta grumos en la superficie café=verdoso, menor cantidad de grumos que los presentes en el yogur con ac. Ascórbico. Olor y sabor caract.	Color café, sabor y olor a aguacate oxidado	ND
Mezcla de BHT y BHA 0,015%	Color, olor y sabor caract.	Color, olor y sabor caract.	Color, olor y sabor caract.	Color, olor y sabor caract.	Color, olor y sabor caract.	Presenta en la superficie un color café verdoso.

Caract.: Característico, ND: No determinado

Para obtener el aguacate Hass en polvo se siguió la metodología descrita en: Proceso para la obtención de aguacate en polvo (WO/2006/088344). 2006. Al realizar el proceso se obtuvo aguacate en polvo, el cual seguía teniendo las características sensoriales, color, olor y sabor características del fruto. Al utilizar aguacate liofilizado, que en un principio se pensaba que la incorporación en el producto final sería más fácil se observó que su incorporación al yogur es complicada ya que se forman grumos y es muy difícil la rehidratación del aguacate en el yogur.

Se realizaron cuatro formulaciones del yogur con aguacate batido, modificando la concentración de aguacate, forma de incorporación y edulcorante; y se sometieron a un análisis sensorial, nivel de agrado y preferencia, para obtener la formulación que gustan más al consumidor. Las formulaciones que se realizaron se muestran en la tabla 12.

Tabla 12. Formulaciones yogur con aguacate

FORMULACIÓN	ENDULCORANTE	AGUACATE
1	Sucralosa 0,02%	Aguacate fresco 5%
2	Sucralosa 0,02%	Aguacate liofilizado 3,75% (aproximadamente 5% aguacate fresco)
3	Sucralosa 0,02%	Aguacate fresco 10%
4	Azúcar 12%	Aguacate fresco 10%

Se aplicaron cuestionarios (ANEXO I) a 50 personas que se encontraban en la Facultad de Química, UNAM, el jueves 20 de noviembre de 2008, entre 11 am y 2 pm.

a) nivel de preferencia

Por medio de un análisis de ordenamiento por rangos, se determinó que no hay diferencia significativa entre las formulaciones 1, 2, y 3, en cuanto a preferencia, pero si hay una diferencia significativa con la formulación 4. En la figura 11 se observa que la formulación 4 fue preferida por un mayor número de consumidores.

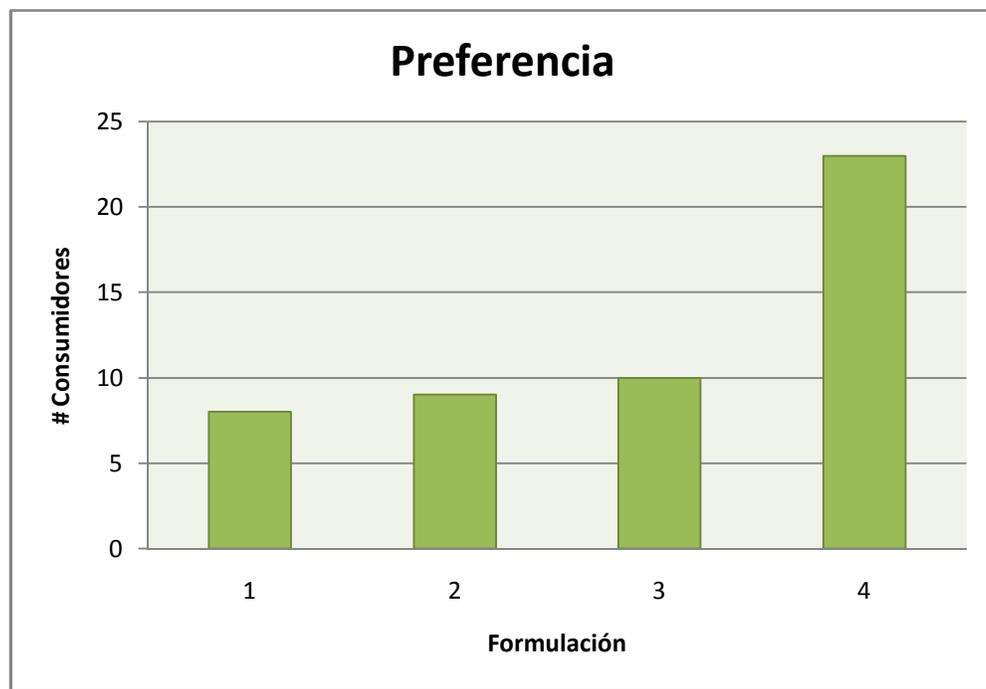


Figura 11. Número de consumidores que expresaron con máxima preferencia una de las formulaciones de yogur batido con diferentes concentraciones de edulcorante y fruto.

b) nivel de agrado

Los consumidores calificaron las cuatro formulaciones con base a una escala hedónica de nueve puntos



Figura 12. Nivel de agrado de las cuatro formulaciones de yogur batido con diferentes concentraciones de edulcorante y fruto.

Se determinó por medio de análisis de varianza, ANOVA (ANEXO II), que el nivel de agrado es diferente. La formulación 4 obtuvo una mayor calificación (Figura 12), 10% aguacate fresco y 12% azúcar, por lo que se decidió realizar el producto final con esta formulación.

4. Desarrollo del Producto

Una vez seleccionados los aditivos, la concentración del fruto y el tiempo de fermentación se desarrollaron los cuatro productos y se realizó una investigación del costo de las materias primas para obtener el costo del producto final. Así mismo se realizó la caracterización de estos productos, análisis proximal.

4.1 Formulaciones y costos

En las tablas 13 a 18 se muestran las formulaciones de los cuatro productos, así como el costo de las materias primas. A partir del costo de las materias primas y la cantidad de estas utilizadas en los productos se obtuvo el costo del lote, 1000g, y el costo por kilogramo del producto.

Tabla 13. Formulación base del yogur batido

PRODUCTO: YOGUR BASE BATIDO					
Lote (g)	1000				
INGREDIENTES	(g)	porcentaje (%)	Costo (kg) *	\$ (Costo/Lote)	\$ (costo/kg)
leche semidescremada pasteurizada	891.70	89.17	11.30	10.08	
leche en polvo descremada	73.80	7.38	89.36	6.59	
inóculo (3.5g/100mL leche)	30.00	3.00	23.20	0.70	
grenetina 275 bloom	4.50	0.45	360.70	1.62	
	1000.00	100.00		18.99	18.99

* Costo/kg: Nueva Wal Mart de México S de RL de CV. Unidad Villacoapa.

Tabla 14. Formulación yogur con aguacate batido endulzado con azúcar

YOGUR AGUACATE BATIDO ENDULZADO CON AZÚCAR						
Lote (g)	1000					
INGREDIENTES	g	porcentaje (%)	Costo (kg)	\$ (Costo/Lote)	\$ (costo/kg)	\$ presentación 125mL
yogur base	780	78	18.99	14.81		
azucar	120	12	10.00	1.20		
aguacate	100	10	20.00	2.00		
BHA/BHT	0.15	0.015	260.00	0.04		
	1000	100		18.05	18.05	2.26

* Costo/kg: Nueva Wal Mart de México S de RL de CV. Unidad Villacoapa

Tabla 15. Formulación yogur con aguacate batido endulzado con sucralosa

YOGUR AGUACATE BATIDO ENDULZADO CON SUCRALOSA						
Lote (g)	1000					
INGREDIENTES	g	porcentaje (%)	Costo (kg)	\$ (Costo/Lote)	\$ (costo/kg)	\$ presentación 125mL
yogur base	898.00	89.80	18.99	17.05		
sucralosa	0.20	0.02	3500.00	0.70		
aguacate	100.00	10.00	20.00	2.00		
BHA/BHT	0.15	0.02	260.00	0.04		
	998.20	99.82		19.79	19.79	2.47

* Costo/kg: Nueva Wal Mart de México S de RL de CV. Unidad Villacoapa

Tabla 16. Formulación base yogur bebible

PRODUCTO: YOGUR BASE BEBIBLE					
Lote (g)	1000				
INGREDIENTES	g	porcentaje (%)	Costo (kg) *	\$ (Costo/Lote)	\$ (costo/kg)
leche semidescremada pasteurizada	891	89.10	11.30	10.07	
leche en polvo descremada	74	7.40	89.36	6.61	
inóculo (3.5g/100mL leche)	30	3.00	23.20	0.70	
pectina alto metoxilo	5	0.50	100.00	0.50	
	1000	100.00		17.88	17.88

* Costo/kg: Nueva Wal Mart de México S de RL de CV. Unidad Villacoapa

Tabla 17. Formulación yogur con aguacate bebible endulzado con azúcar

YOGUR AGUACATE BATIDO ENDULZADO CON AZÚCAR						
lote (g)	1000					
INGREDIENTES	g	porcentaje (%)	Costo (kg)	\$ (Costo/Lote)	\$ (costo/kg)	\$ presentación 250mL
yogur base	780.00	78.00	17.88	13.94		
azucar	120.00	12.00	10.00	1.20		
aguacate	100.00	10.00	20.00	2.00		
BHA/BHT	0.15	0.02	260.00	0.04		
	1000.00	100.00		17.18	17.18	4.30

* Costo/kg: Nueva Wal Mart de México S de RL de CV. Unidad Villacoapa

Tabla 18. Formulación yogur con aguacate bebible endulzado con sucralosa

YOGUR AGUACATE BATIDO ENDULZADO CON SUCRALOSA						
lote (g)	1000					
INGREDIENTES	g	porcentaje (%)	Costo (kg)	\$ (Costo/Lote)	\$ (costo/kg)	\$ presentación 125mL
yogur base	898	89.8	17.88	16.05		
sucralosa	0.2	0.02	3500.00	0.70		
aguacate	100	10	20.00	2.00		
BHA/BHT	0.15	0.015	260.00	0.04		
	998.2	99.82		18.79	18.79	4.70

* Costo/kg: Nueva Wal Mart de México S de RL de CV. Unidad Villacoapa

4.1.1 Costo producto final

Tabla 19. Costos de los productos finales

	Costo Yogur con aguacate BATIDO endulzado con azúcar, 125g (\$)	Costo Yogur con aguacate BEBIBLE endulzado con azúcar, 250mL (\$)	Costo Yogur con aguacate BATIDO endulzado con sucralosa, 125g (\$)	Costo Yogur con aguacate BEBIBLE endulzado con sucralosa, 250mL (\$)
Yogur con aguacate	2,26	4,30	2,47	4,70
Etiqueta*	1,3	1,3	1,3	1,3
Envase*	0,5	0,5	0,5	0,5
TOTAL	4,06	6,10	4,27	6,49

* Los costos de envase y etiqueta fueron proporcionados por el Lic. en Diseño Gráfico Gilberto Sánchez.

En la tabla 19 se muestran los costos de los productos finales, se puede observar que los productos podrían tener precios en el mercado iguales a los productos que actualmente se encuentran en él, ya que si se utilizan proveedores de materias primas, en lugar de comprarlas al menudeo, los costos del producto disminuirán y podrían tener precios parecidos a los de otros productos en el mercado, Tabla 20.

Tabla 20. Precios de diversos yogures que se encuentran en el mercado

PRODUCTO	PRECIO (\$)*
Activia 0% yogurt bebible ciruela 250 g	7.15
Activia beber ciruela pasa 250 g	6.65
Alpura yogur bebible mango 250 g	5.90
Alpura yogur bebible deslactosado fresa 250 mL	6.35
Lala Siluette yogurt bebible piña-té verde 250 g	7.10
Club yogurt bebible durazno 250 g	6.30
Danone yogurt Dan Up piña 250 g	5.40
Lala yogurt bebible light fresa 250 mL	6.50
Lala yogurt licuado plátano cereal 250 g	6.20
Nestlé yogurt licuado manzana 250 g	7.00
Svelty yogurt cereal fresa plátano 250 g	7.05
Svelty yogurt bebible piel noche manzana canela 250g	7.60
Vitalinea bebible durazno 250 g	7.20
Yoplait pro digestión 220 g	6.55

* Nueva Wal Mart de México S de RL de CV. Unidad Villacoapa

4.2 Caracterización del producto final

Análisis proximal, efectuado por el Departamento de Control Analítico, Facultad de Química, UNAM. Se realizó el análisis proximal, humedad, cenizas, grasa. Proteína, fibra cruda y carbohidratos asimilables de los cuatro productos desarrollados, con el fin de caracterizarlos, así mismo se obtuvo por cálculo el contenido energético de cada uno de los productos.

Tabla 21. Análisis Proximal, Yogur con Aguacate Batido endulzado con azúcar

DETERMINACIÓN Y MÉTODO	RESULTADO
Humedad NOM-116-SSA1-1994	70,5%
Cenizas Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th Edition, Dr. William Horwitz, Editor, Vol. II, (2000). Chapter 33, p. 10, 33.2.10 AOAC Official Method 945.46	0,9%
Extracto etéreo (Grasa) Official Methods of Analysis of AOAS International, 17th Edition, Dr. William Horqitz, Editor, Vol. II, (2000). Chapter 33, p. 18, 33.2.25 AOAC Official Method 989.08	3,6%
Proteína (% de Nitrógeno total x 6.38) USP 28-NF 23, (2005), p. 2321. Determinación de Nitrógeno Método <461>	4,3%
Fibra Cruda NMX-F-613-NORMEX-2003	1,1%
Carbohidratos asimilables, calculados por diferencia	19,6%
Contenido energético (obtenido por cálculo)	494 kJ/100 g (128 kcal/100 g)

Tabla 22. Análisis Proximal, Yogur con Aguacate Bebible endulzado con azúcar

DETERMINACIÓN Y MÉTODO	RESULTADO
Humedad NOM-116-SSA1-1994	70,9%
Cenizas Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th Edition, Dr. William Horwitz, Editor, Vol. II, (2000). Chapter 33, p. 10, 33.2.10 AOAC Official Method 945.46	0,9%
Extracto etéreo (Grasa) Official Methods of Analysis of AOAS International, 17th Edition, Dr. William Horqitz, Editor, Vol. II, (2000). Chapter 33, p. 18, 33.2.25 AOAC Official Method 989.08	4,7%
Proteína (% de Nitrógeno total x 6.38) USP 28-NF 23, (2005), p. 2321. Determinación de Nitrógeno Método <461>	3,6%
Fibra Cruda NMX-F-613-NORMEX-2003	0,4%
Carbohidratos asimilables, calculados por diferencia	19,5%
Contenido energético (obtenido por cálculo)	564 kJ/100 g (135 kcal/100 g)

Tabla 23. Análisis Proximal, Yogur con Aguacate Batido endulzado con sucralosa

DETERMINACIÓN Y MÉTODO	RESULTADO
Humedad NOM-116-SSA1-1994	79,8%
Cenizas Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th Edition, Dr. William Horwitz, Editor, Vol. II, (2000). Chapter 33, p. 10, 33.2.10 AOAC Official Method 945.46	1,0%
Extracto etéreo (Grasa) Official Methods of Analysis of AOAS International, 17th Edition, Dr. William Horqitz, Editor, Vol. II, (2000). Chapter 33, p. 18, 33.2.25 AOAC Official Method 989.08	5,2%
Proteína (% de Nitrógeno total x 6.38) USP 28-NF 23, (2005), p. 2321. Determinación de Nitrógeno Método <461>	4,0%
Fibra Cruda NMX-F-613-NORMEX-2003	0,7%
Carbohidratos asimilables, calculados por diferencia	9,3%
Contenido energético (obtenido por cálculo)	419 kJ/100g (100 kcal/100 g)

Tabla 24. Análisis Proximal, Yogur con Aguacate Bebible endulzado con sucralosa

DETERMINACIÓN Y MÉTODO	RESULTADO
Humedad NOM-116-SSA1-1994	79,8%
Cenizas Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th Edition, Dr. William Horwitz, Editor, Vol. II, (2000). Chapter 33, p. 10, 33.2.10 AOAC Official Method 945.46	1,0%
Extracto etéreo (Grasa) Official Methods of Analysis of AOAS International, 17th Edition, Dr. William Horqitz, Editor, Vol. II, (2000). Chapter 33, p. 18, 33.2.25 AOAC Official Method 989.08	5,5%
Proteína (% de Nitrógeno total x 6.38) USP 28-NF 23, (2005), p. 2321. Determinación de Nitrógeno Método <461>	3,7%
Fibra Cruda NMX-F-613-NORMEX-2003	0,2%
Carbohidratos asimilables, calculados por diferencia	9,8%
Contenido energético (obtenido por cálculo)	433 kJ/100 g (104 kcal/100 g)

El análisis proximal de los cuatro productos elaborados, Tablas 21 a 24, muestra que los productos contienen arriba del 70,0% de humedad, entre 3,5 y 5,5% grasa, entre 3,6 y 4,0% de proteína y en el caso de los yogures endulzados con azúcar un 19,5-19,6% de carbohidratos asimilables, mientras que en los yogures endulzados con sucralosa la cantidad de carbohidratos asimilables es de

aproximadamente de 9,0%. El aporte calórico de los productos oscila entre 100 y 135 kcal por 100 g de producto, siendo los yogures endulzados con sucralosa los que aportan menor cantidad de kilocalorías. La proporción de grasas en los productos es mayor en el caso de aquellos endulzados con sucralosa, esto se debe a que la proporción de carbohidratos es menor y se agrega la misma cantidad del fruto, el cual es una fuente considerable de lípido.

5. Análisis Sensorial

Se realizaron los cuatro productos, siguiendo el diagrama del proceso, (Figura 5) de acuerdo a las formulaciones de las tablas 13 a 18, yogur con aguacate bebible y batido endulzado con azúcar y yogur con aguacate bebible y batido endulzado con sucralosa.

Se realizaron pruebas de nivel de agrado en los cuatro productos. Se aplicaron cuestionarios (ANEXO I) a 200 estudiantes, profesores y personal que labora en el Colegio Madrid, Calle Puente 224 Col. Ejidos de Huipulco, Tlalpan, los días jueves 29 de enero de 2009 y martes 3 de febrero de 2009, entre las 10:30 am y las 12:30 pm. Las pruebas se realizaron en esta institución educativa debido a que se contaban con consumidores de un amplio rango de edades, desde alumnos de secundaria de 12 años hasta profesores y personal del Colegio de 70 años de edad, por lo que se puede apreciar el nivel de agrado dependiendo de la edad.

Se aplicaron dos cuestionarios, el primero de ellos para saber los hábitos de consumo de productos con azúcar o productos bajos en azúcar o sin azúcar, de esta forma darles el producto que les corresponde, de tal forma que evaluaran los productos que podrían consumir normalmente:

a) si consumen productos con azúcar se les proporcionaron muestras de yogur batido y bebible con aguacate endulzado con azúcar.

b) si consumen productos sin azúcar o bajos en azúcar se les proporcionaron muestras de yogur batido y bebible con aguacate endulzado con sucralosa.

El segundo cuestionario que se les aplicó (ANEXO I), les permitió calificar los productos de acuerdo al nivel de agrado, con base a una escala hedónica de 9 puntos, Tabla 25. En este cuestionario, los consumidores también respondieron preguntas sobre hábitos de consumo de yogures.

Tabla 25. Escala hedónica

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

5.1 Nivel de agrado

De los 200 cuestionarios aplicados se eliminaron 9 de ellos, debido a que los consumidores contestaron de forma inapropiada los cuestionarios o no contestaron parte de estos.

De los 191 consumidores el 56% consumen productos con azúcar, mientras que el 44% consumen productos bajos en azúcar o sin azúcar (Figura 10). Los principales motivos para el consumo de los productos bajos en azúcar o sin azúcar, según los consumidores de éste tipo de productos son la salud y el agrado (Figura 11).



Figura 10. Por ciento de consumidores que consumen productos con azúcar o productos bajos en azúcar o sin azúcar.



Figura 11. Motivos para el consumo de productos bajos en azúcar o sin azúcar

5.1.1 Nivel de agrado del yogur con aguacate endulzado con azúcar en ambas presentaciones

Los consumidores se encontraban entre los 12 y 72 años, 46 mujeres y 61 hombres.

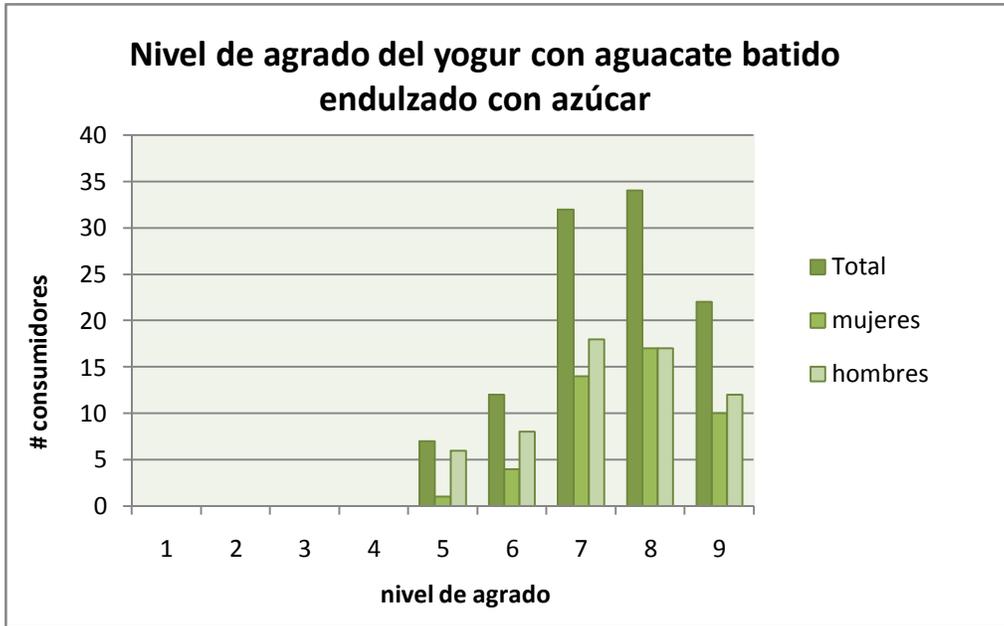


Figura 12. Nivel de agrado del yogur con aguacate batido endulzado con azúcar.

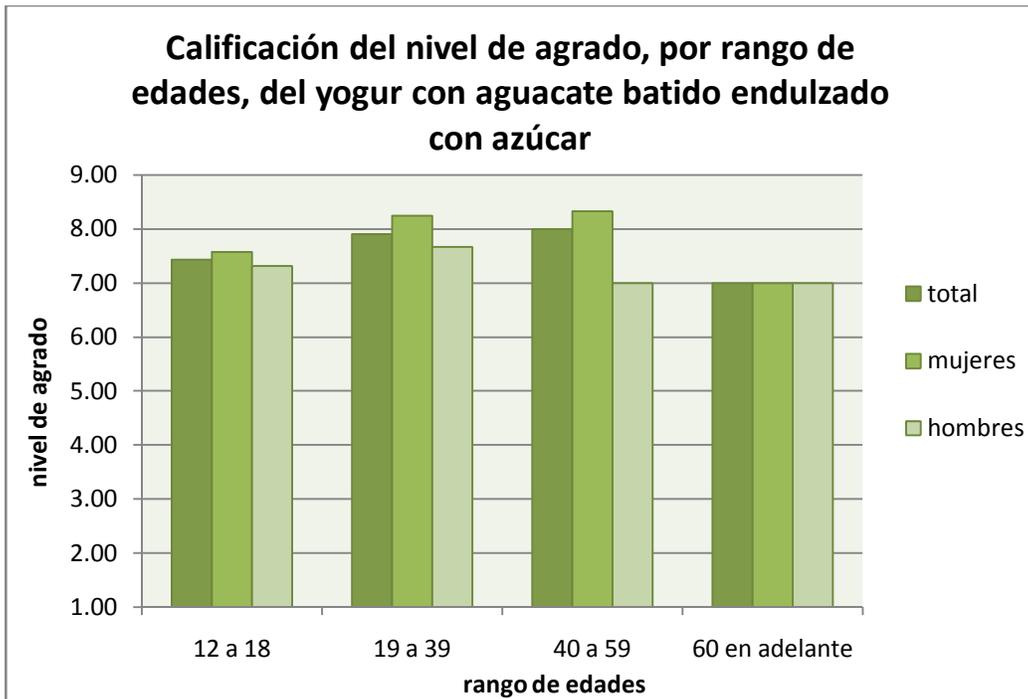


Figura 13. Nivel de agrado, por rango de edades, del yogur con aguacate batido endulzado con azúcar

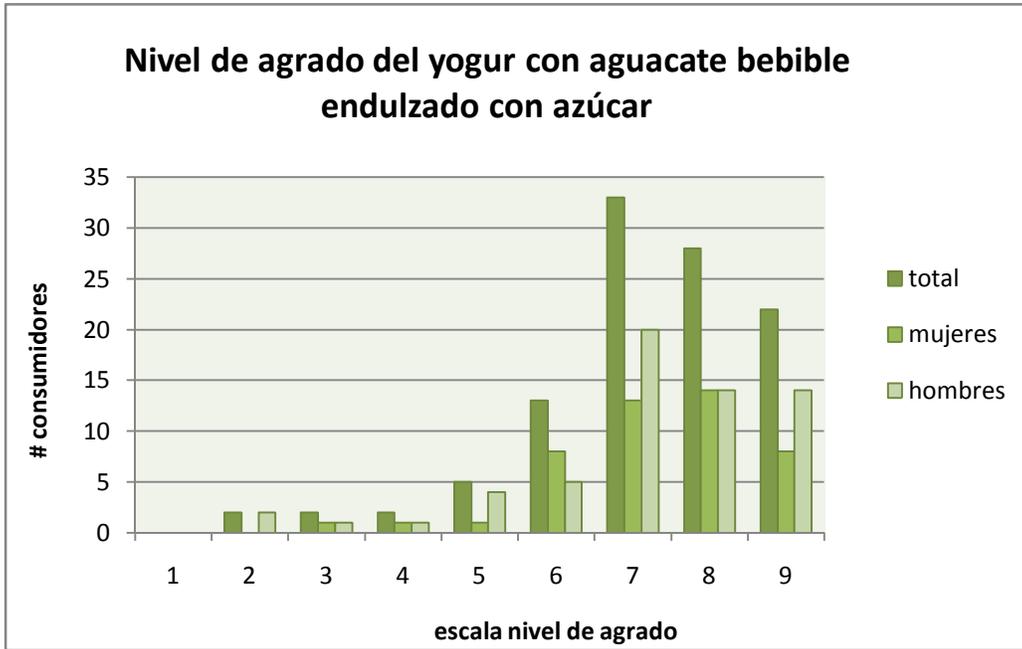


Figura 14. Nivel de agrado del yogur con aguacate bebible endulzado con azúcar.

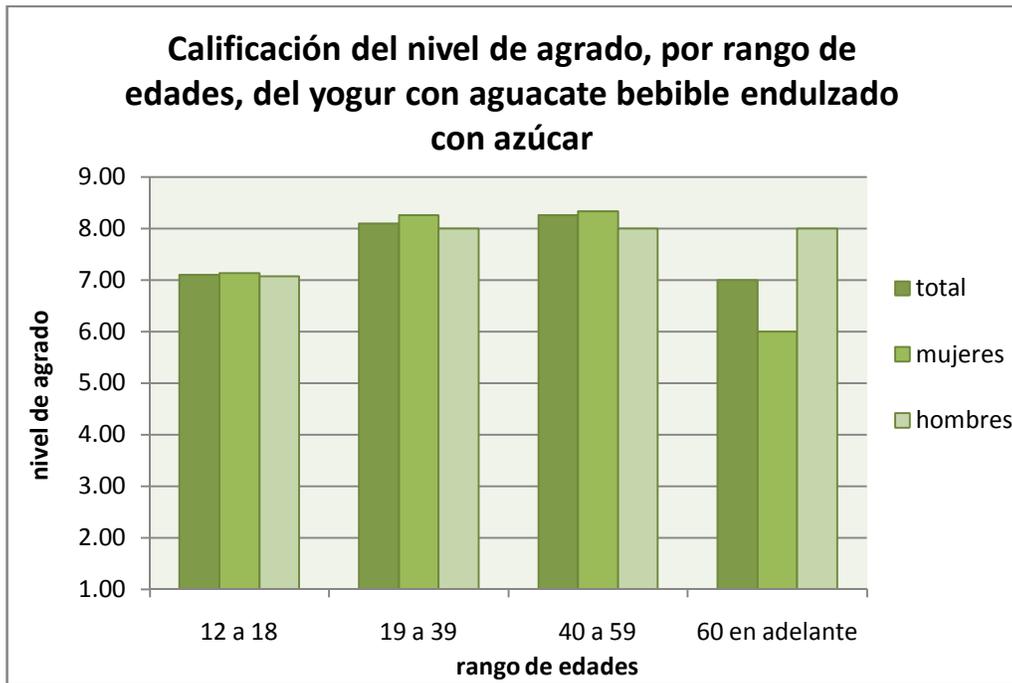


Figura 15. Nivel de agrado, por rango de edades, del yogur con aguacate bebible endulzado con azúcar

El 93% de los consumidores declaró un nivel agrado de 6 o superior para el yogur con aguacate batido endulzado con azúcar (Figura 12), mientras que para el yogur con aguacate bebible endulzado con azúcar el 90% declaró un nivel de agrado de 6 o superior (Figura 14), por lo que ambos productos agradan a los consumidores.

Se determinó por medio de un análisis de varianza, ANOVA (ANEXO II), que no hay diferencia significativa entre el nivel de agrado de los consumidores por rangos de edades (Figuras 13 y 15), en ninguno de los dos casos de yogur con aguacate endulzado con azúcar.

5.1.2. Nivel de agrado del yogur con aguacate endulzado con sucralosa

Los consumidores se encontraban entre los 12 y 72 años, 56 mujeres y 27 hombres.

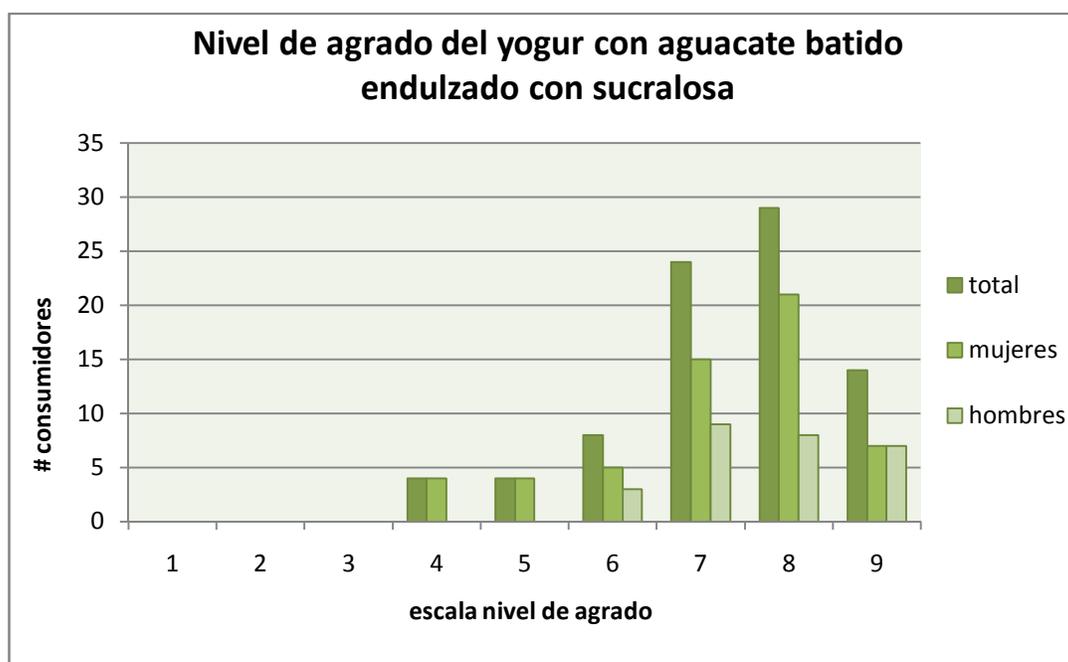


Figura 16. Nivel de agrado del yogur con aguacate batido endulzado con sucralosa

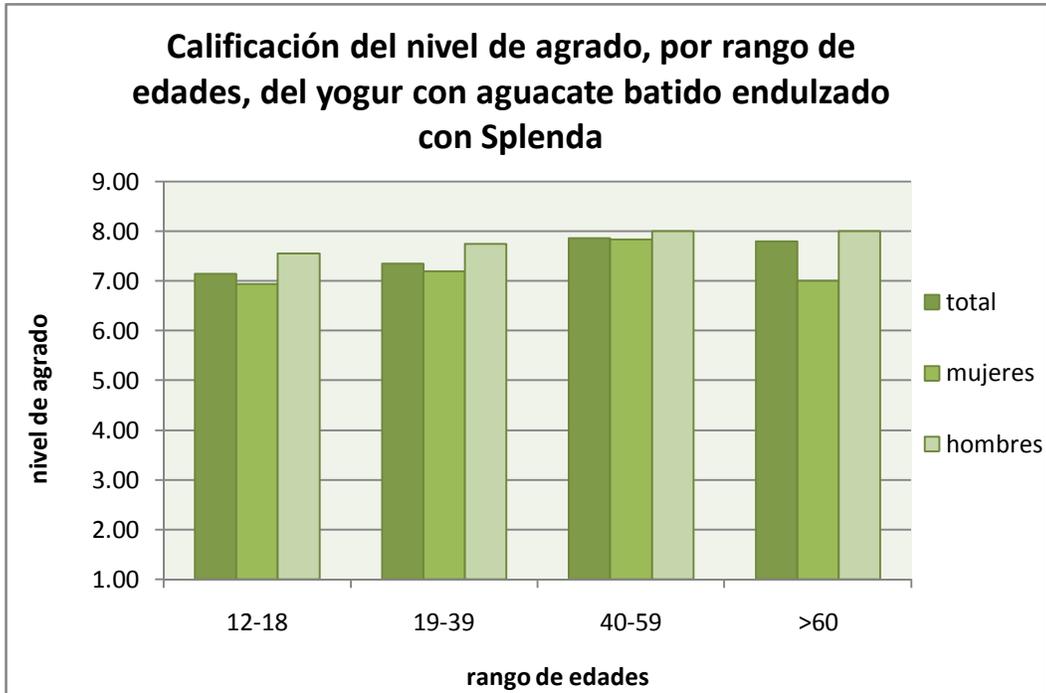


Figura 17. Nivel de agrado, por rango de edades, del yogur con aguacate batido endulzado con sucralosa

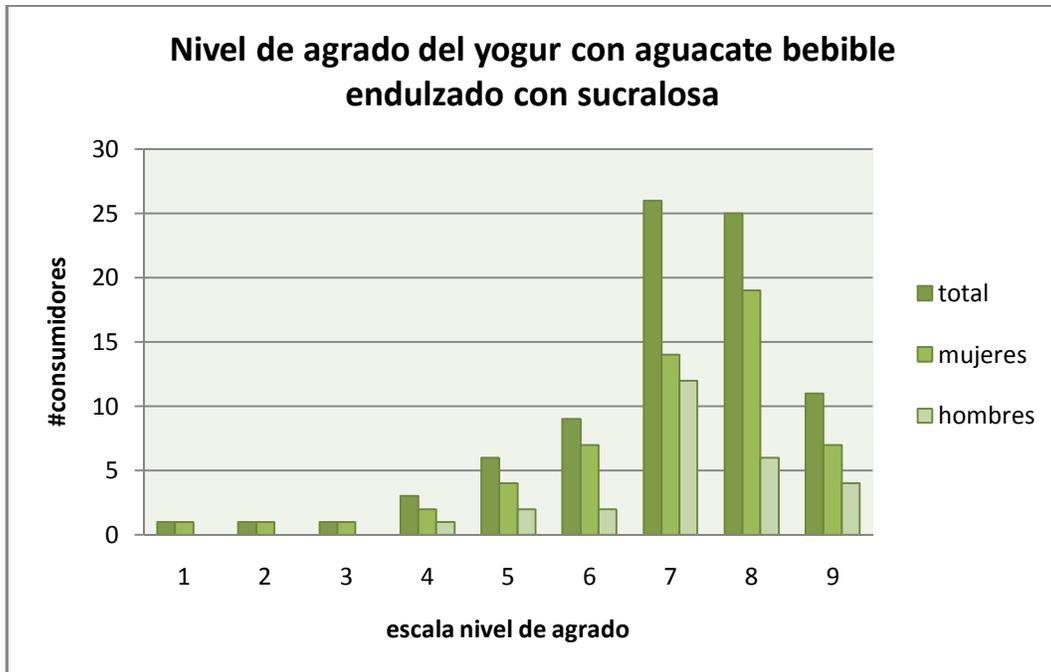


Figura 18. Nivel de agrado del yogur con aguacate bebible endulzado con sucralosa

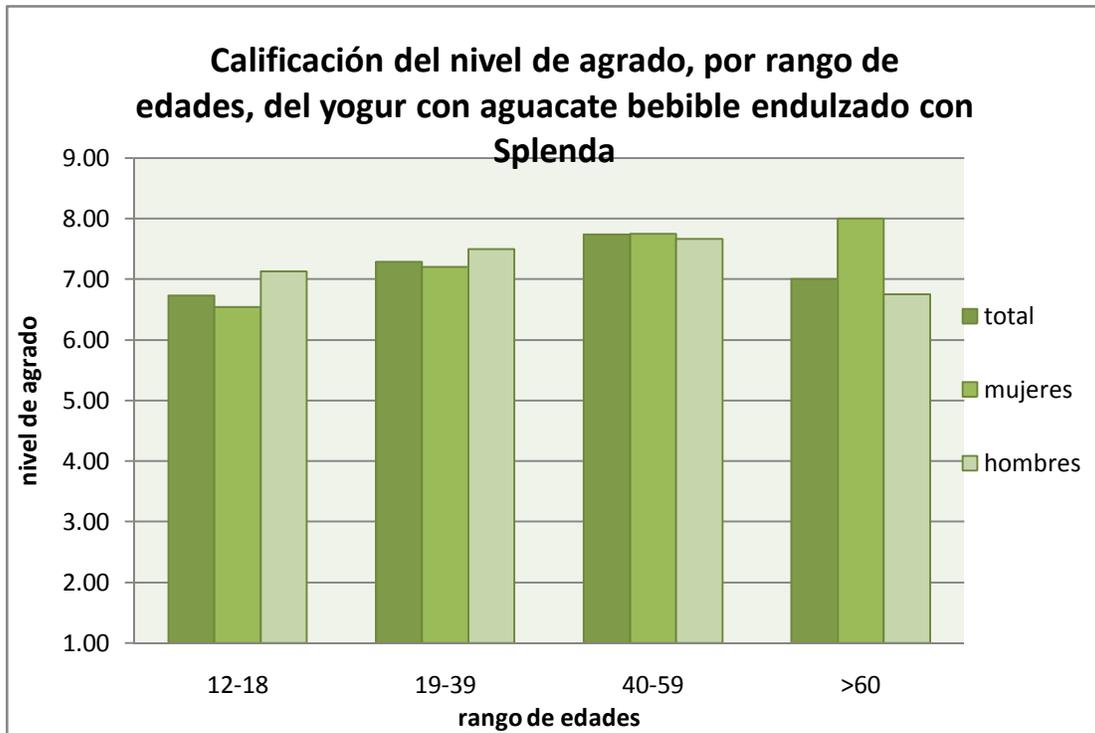


Figura 19. Nivel de agrado, por rango de edades, del yogur con aguacate bebible endulzado con sucralosa

El 90% de los consumidores declaró un nivel agrado de 6 o superior para el yogur con aguacate batido endulzado con sucralosa (Figura 16), mientras que para el yogur con aguacate bebible endulzado con sucralosa el 85% de los consumidores declaró un nivel de agrado de 6 o superior (Figura 18), por lo que estos dos productos también son del agrado de los consumidores.

Se determinó por medio de un análisis de varianza, ANOVA (ANEXO II), que no hay diferencia significativa entre el nivel de agrado de los consumidores por rangos de edades (Figuras 17 y 19), en ninguno de los dos casos, yogur con aguacate endulzado con sucralosa.

5.1.3 Nivel de agrado de los cuatro productos, yogures de aguacate batidos y bebidas endulzados con azúcar y con Sucralosa.

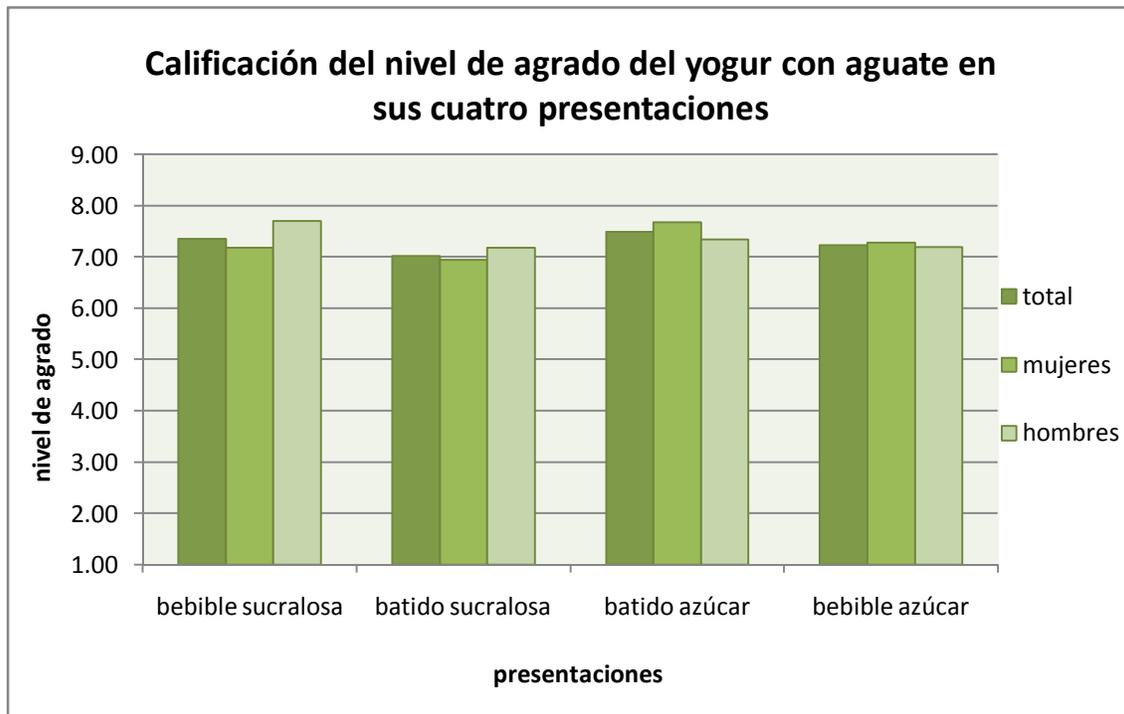


Figura 20. Nivel de agrado de los cuatro productos, yogures de aguacate batidos y bebidas endulzados con azúcar o sucralosa

Se determinó por medio de análisis de varianza, ANOVA (ANEXO II), que no hay diferencia significativa entre el nivel de agrado de los consumidores por genero, ni entre los diferentes productos.

En las figuras 12 a 20 se puede observar que los cuatro productos elaborados tienen un nivel de agrado superior a 6, que corresponde de gusta poco a gusta muchísimo, en el 90% de los consumidores, también se puede observar que no hay diferencias significativas entre el agrado de hombres y mujeres, ni por rangos de edades, esto implica que el producto puede ser dirigido a la mayoría de los consumidores, desde jóvenes adolescentes hasta adultos mayores; también

son productos que pueden ser consumidos por personas que consumen azúcar o no, debido a salud, gusto, dietas, etc.

En la figura 10 se observa que prácticamente el 50% de los consumidores consumen productos sin azúcar o bajos en azúcar, por lo que tanto los yogures endulzados con azúcar como los endulzados con sucralosa podrían ser altamente consumidos.

5.2 Otros datos

Además de realizar la prueba de nivel de agrado, se les pregunto a los consumidores sobre los hábitos de consumo de yogur, resultando que la mayoría de ellos consumen de 2 a 3 veces por semana este tipo de productos (Figura 21), esto nos indica que los yogures con aguacate podrían ser consumidos regularmente si se posicionan en el gusto del consumidor. Las marcas que se encuentran mejor posicionadas son Yoplait, Alpura y Lala (Figura 22) y los sabores que más se consumen son el natural, fresa y durazno (Figura 23), por lo que estas marcas y estos sabores de yogur serían la mayor competencia para los nuevos productos.

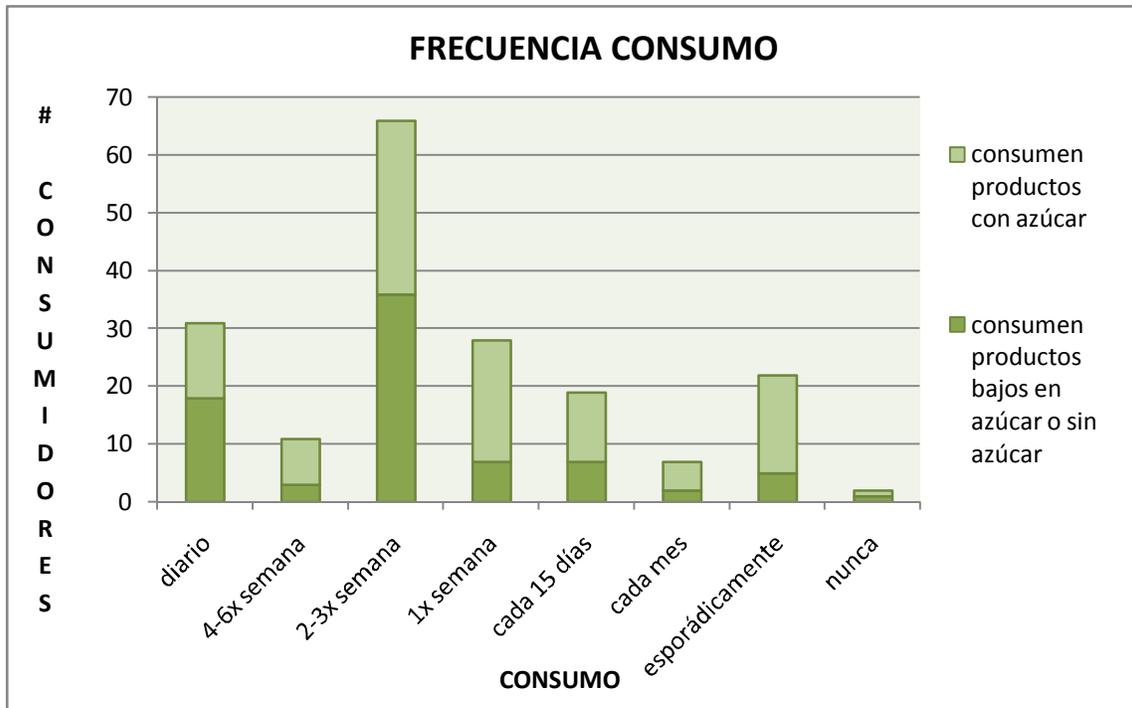


Figura 21. Frecuencia de consumo

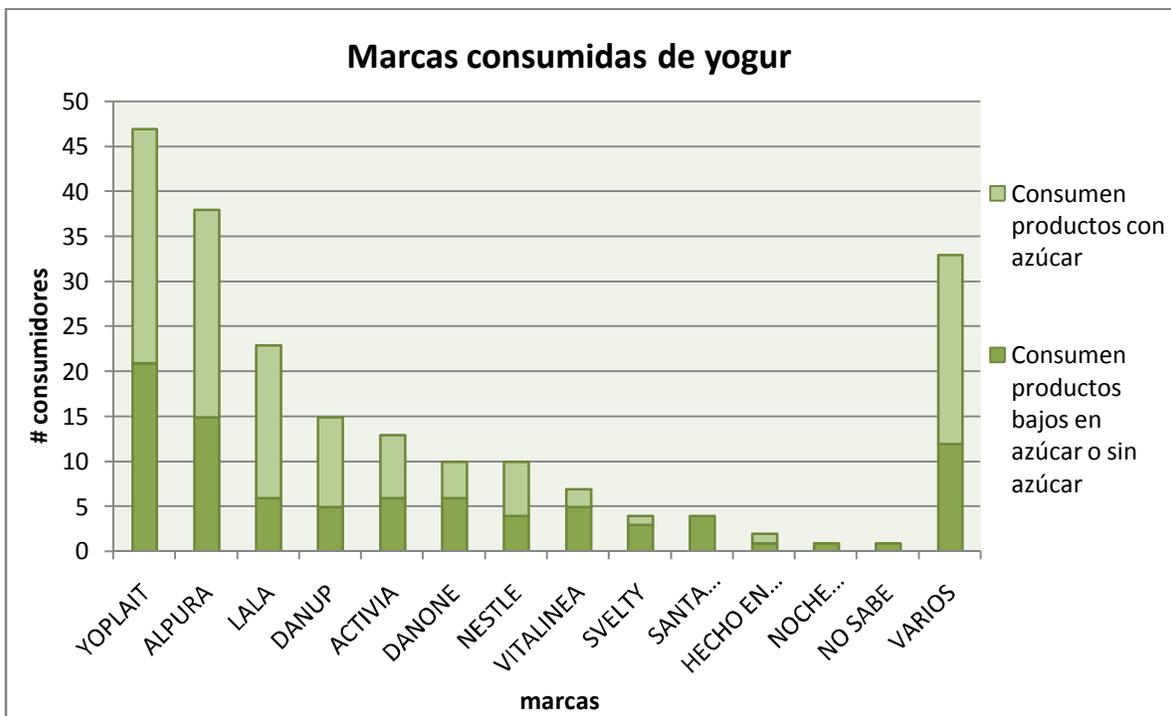


Figura 22. Marcas consumidas

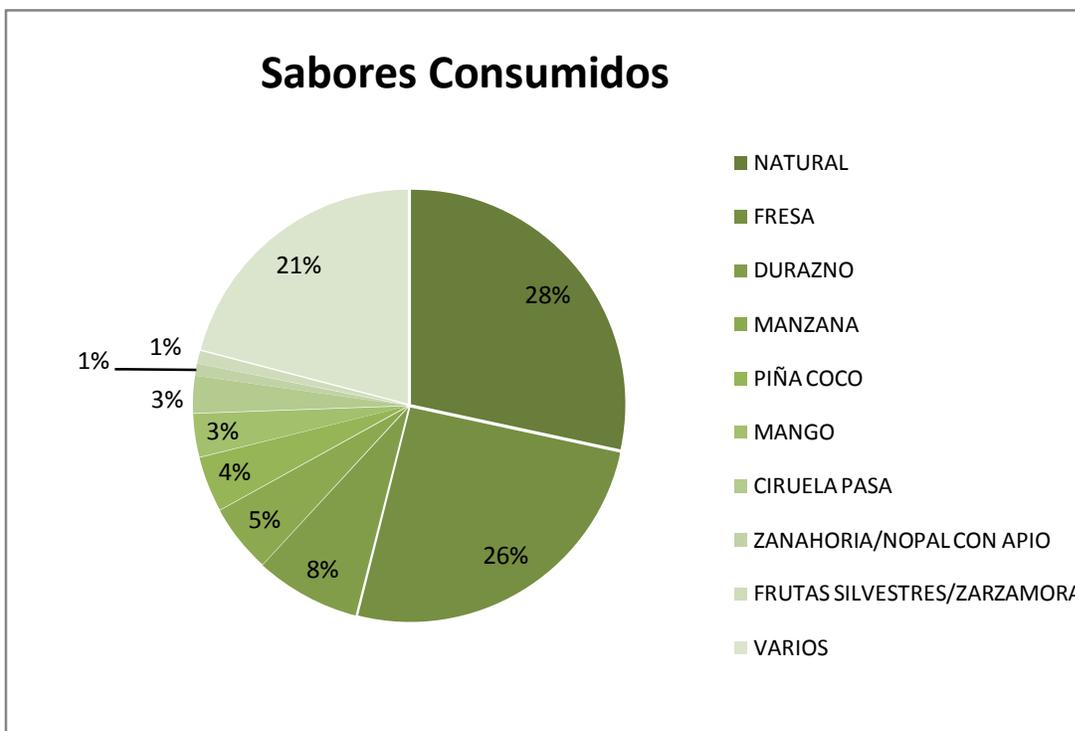


Figura 23. Sabores de yogur consumidos

6. Diseño de envase y etiqueta

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis sensorial así como por las características de los productos desarrollados se diseñó el envase y etiqueta esto se realizó contando con el apoyo del Lic. en Diseño Gráfico Gilberto Sánchez. La imagen del producto se realizó para los productos endulzados con azúcar, figuras 24 a 28. La imagen de los productos endulzados con sucralosa sería prácticamente la misma, sólo se cambiaría el tono de verdes y se agregaría la leyenda “Endulzado con Splenda” y “Este producto puede ser consumido por personas con diabetes controlada”.



Figuras 24, 25 y 26. Diseño del envase y etiqueta para el yogur batido con aguacate



Figura 27. Diseño del envase y etiqueta para el yogur bebible con aguacate



Figura 28. Diseño del envase y etiqueta para el yogur bebible y batido con aguacate

CONCLUSIONES

- Se desarrollaron yogures con aguacate en cuatro distintas presentaciones: yogur batido y bebida endulzado con azúcar, y yogur batido y bebida endulzado con sucralosa.
- Se encontraron las mejores condiciones para elaborar los yogures, en función de la calidad de la leche, semidescremada pasteurizada, la cepa, yogur natural liofilizado y el manejo del fruto, fresco.
- Se estableció que se deben utilizar hidrocoloides para obtener la apariencia, textura y consistencia adecuadas, en el caso del yogur batido se eligió grenetina de 250 Bloom, mientras que para el yogur bebida se eligió pectina de alto metoxilo.
- Se eligió una mezcla de BHA y BHT, como antioxidantes para evitar el oscurecimiento del producto.
- Se realizaron pruebas de nivel de agrado con consumidores de entre 12 y 70 años, que determinaron que los productos desarrollados son del agrado de ellos, lo que indica que los productos pueden lanzarse al mercado.
- En general los cuatro productos desarrollados: yogures con aguacate batidos y bebidas endulzados con azúcar o sucralosa, son del agrado de los consumidores, de esta forma se amplía el consumo del aguacate, las formas de consumo de este y también se podría ampliar su exportación.
- Los productos desarrollados preservan la calidad del aguacate y pueden ser comercializados fácilmente, por lo que se impacta socialmente en las zonas aguacateras, así como, en las zonas de almacenaje.
- Los cuatro productos desarrollados son económicamente viables.

BIBLIOGRAFÍA

1. APROAM (Asociación Agrícola Local de Productores de Aguacate de Uruapan Michoacán), **Producción de Aguacate**, 2008. [en línea, disponible en: <http://www.aproam.com/CULTIVO/produccion.htm>; Internet, accesado el 20 de agosto de 2008]
2. BARRIENTOS, A. y LÓPEZ, L. **Historia y genética del aguacate**, 1998. [en línea; disponible en: http://www.avocadosource.com/Journals/CICTAMEX/CICTAMEX_1998/cictamex_1998_33-51.pdf; Internet, accesado el 27 de agosto de 2008]
3. BERTLING, I. y BOWER, J. **Avocado sugars during early fruit development**, 2006
4. California Avocado Commission, **Aguacates de California: Una perspectiva Nutritiva para envejecer saludablemente**, 2004. [en línea, disponible en: <http://www.avocado.org/content/pdf/AvoNutricion.pdf>; Internet, accesado el 20 de agosto de 2008]
5. CENTENO, G., **Perfil de Mercado de Aguacate Convencional y orgánico**, Centro de Inteligencia sobre Mercados Sostenibles, 2004 [en línea, disponible en: http://www.avocadosource.com/papers/Research_Articles/CentenoGabriela2004.pdf; Internet; accesado el 20 de agosto de 2008]
6. CHANDAN, WHITE, KILARA, HUI, **Manufacturing yogurt & fermented milks**, (EUA, Blackwell Publishing, 2006), 17-39, 151-236.
7. DORANTES Lidia, PARADA Lidia y ORTIZ Alicia, **Post Harvest Compendium** FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2003. [en línea, disponible en: http://www.fao.org/inpho/content/compend/text/ch30/ch30_02.htm;
8. DORANTES, **Effect of anti-browning compounds on the quality of minimally processed avocados / Efecto de inhibidores del pardeamiento en la calidad de aguacates mínimamente procesados**,

- Food Science and Technology International, Vol. 4, No. 2, 107-113, 1998.
[en línea, disponible en: <http://fst.sagepub.com/cgi/content/abstract/4/2/107>;
Internet; accesado el 25 de agosto de 2008]
9. EARLY, Ralph, **Tecnología de los productos lácteos**, (España, Acrabia, 1998) 127-150
 10. ELEZ-MARTÍNEZ, Pedro, SOLIVA-FORTUNY, Robert, GORINSTEIN, Shela y MARTIN-BELLOSO, Olga, **Natural Antioxidants Preserve the Lipid Oxidative Stability of Minimally Processed Avocado Purée**, Journal of food Science, volume 70, issue 5, 325-329, 2005.
 11. INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), **Mapa de fisiografía del Edo. De Michoacán**, 2009. [en línea, disponible en: <http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/estados/mich/fisio.cfm?c=44&e=15>; Internet, accesado el 14 de abril de 2009]
 12. KADER, Adel y ARPAIA Mary Lu, Postharvest technology Research & Information Center, **Aguacate: Recomendaciones para Mantener la Calidad Postcosecha**, 2007. [en línea, disponible en: <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Aguacate.shtml>]; Internet; accesado el 20 de marzo de 2008).
 13. MORENO, Barbara, **Estudio Monográfico del Aguacate (Persea americana Mill.)**, Facultad de Química, UNAM, 2008).
Internet, accesado el 21 de agosto de 2008]
 14. NIETO, ZOILA et al., **Manual de prácticas de laboratorio, productos lácteos**, (Depto. De Alimentos y Biotecnología, Facultad de Química, UNAM, 2007), 2-55
 15. Norma Oficial Mexicana NOM-185-SSA1-2002, Productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche. Especificaciones sanitarias.
 16. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 1980.

17. PÉREZ ROSALES R., VILLANUEVA RODRÍGUEZ S. COSÍO RAMÍREZ R. **Avocado oil and its nutritional properties**, 2005. [en línea, disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/730/73000310.pdf>; Internet,
18. RANGEL Marrón, M., **Liofilización de aguacate**. Tesis Profesional. Escuela de Ingeniería. Universidad de Las Américas, Puebla México. [en línea, disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mca/rangel_m_m/capitulo3.pdf; Internet, accesado el 20 de agosto de 2008)
19. SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación), **Normas de Aguacate**, 2007. [en línea, disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/pages/comp/norma/aguac.htm>; Internet; accesado el 14 de abril de 2009]
20. SALAZAR GARCÍA, Samuel, ZAMORA CUEVAS, Luis y VEGA LÓPEZ, Ricardo, **Actualización sobre la Industria del Aguacate en Michoacán, México**, California Avocado Society 2004-05 Yearbook 87:45-54. [en línea, disponible en: http://www.avocadosource.com/CAS_Yearbooks/CAS_87_2004-2005/CAS_2004-05_V87_PG_045-054.pdf; Internet; accesado el 15 de agosto de 2008]
21. SÁNCHEZ COLÍN, Salvador, et al., **Historia del aguacate en México**, Memoria Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX (Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México S.C. Coatepec Harinas, México, 1998-2001. [en línea, disponible en: http://www.avocadosource.com/Journals/CICTAMEX/CICTAMEX_1998-2001/CICTAMEX_1998-2001_PG_171-187.pdf; Internet, accesado el 20 de agosto de 2008]
22. SENSER y SHERZ, **Tablas de Composición de Alimentos**, (España, Acrabia, 1991)
23. SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) **Anuario estadístico**, 2008. [en línea, disponible en:

<http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>; Internet; accesado el 25 de agosto de 2008]

24. VARMAN, A. y SUTHERLAND Jane, ***Milk & Milk Products technology, Chemistry & microbiology***, (Gran Bretaña, Chapman & Hall, 1994). 364-385

ANEXO I. Cuestionarios

1. Cuestionario aplicado en la Facultad de Química



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Química

Producto: Yogur de Aguacate

Nombre: _____ **Sexo:** M F **Edad:** _____

Se le presentan cuatro muestras de yogur de aguacate, escriba las claves de cada una de las muestras.

1.- Pruebe cada muestra e indique su nivel de agrado, utilizando la escala que se te presenta.

- 1.- Disgusta muchísimo
- 2.- Disgusta mucho
- 3.- Disgusta moderadamente
- 4.- Disgusta poco
- 5.-Ni gusta ni disgusta
- 6.-Gusta poco
- 7.-Gusta moderadamente
- 8.-Gusta mucho
- 9.-Gusta muchísimo

Clave nivel de agrado

2.- Ahora ordene según preferencia, considerando que 1=mínimo y 4=máximo preferencia. No se permiten empates

Clave

COMENTARIOS

****GRACIAS****

2. Cuestionarios aplicados en el Colegio Madrid

a)



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Química

Producto: Yogur con Aguacate

Cuestionario 1

¿Consume regularmente productos bajos en azúcar o sin azúcar? SI NO

¿Por qué?

GRACIAS

b)



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Química

Producto: Yogur con Aguacate

Cuestionario 2

Nombre: _____ Sexo: F M Edad: _____

1. Se le presentan dos productos: yogur con aguacate batido y yogur con aguacate bebible.

Yogur batido

Pruebe el producto que se le presenta y señale con una cruz su nivel de agrado.

Me gusta muchísimo	
Me gusta mucho	
Me gusta moderadamente	
Me gusta poco	
Ni gusta ni disgusta	
Me disgusta poco	
Me disgusta moderadamente	
Me disgusta mucho	
Me disgusta muchísimo	

Yogur bebible

Pruebe el producto que se le presenta y señale con una cruz su nivel de agrado.

Me gusta muchísimo	
Me gusta mucho	
Me gusta moderadamente	
Me gusta poco	
Ni gusta ni disgusta	
Me disgusta poco	
Me disgusta moderadamente	
Me disgusta mucho	
Me disgusta muchísimo	

2.

¿Cada cuanto consume Yogurt?

____ Diario ____ 2-3 Veces por semana ____ 4-6 Veces por semana ____ una vez por
semana ____ Cada 15 días ____ Cada mes ____ Esporádicamente

¿Qué marca consume? _____

¿Qué sabor consume? _____

COMENTARIOS _____

GRACIAS

c)



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Química

Producto: Yogur con Aguacate sin azúcar

Cuestionario 2

Nombre: _____ Sexo: F M Edad: _____

1. Se le presentan dos productos: yogur con aguacate batido y yogur con aguacate bebible, **SIN AZÚCAR**.

Yogur batido

Pruebe el producto que se le presenta y señale con una cruz su nivel de agrado.

Me gusta muchísimo	
Me gusta mucho	
Me gusta moderadamente	
Me gusta poco	
Ni gusta ni disgusta	
Me disgusta poco	
Me disgusta moderadamente	
Me disgusta mucho	
Me disgusta muchísimo	

Yogur bebible

Pruebe el producto que se le presenta y señale con una cruz su nivel de agrado.

Me gusta muchísimo	
Me gusta mucho	
Me gusta moderadamente	
Me gusta poco	
Ni gusta ni disgusta	
Me disgusta poco	
Me disgusta moderadamente	
Me disgusta mucho	
Me disgusta muchísimo	

2.

¿Cada cuanto consume Yogurt?

____ Diario ____ 2-3 Veces por semana ____ 4-6 Veces por semana ____ una vez por
semana ____ Cada 15 días ____ Cada mes ____ Esporádicamente

¿Qué marca consume? _____

¿Qué sabor consume? _____

COMENTARIOS _____

****GRACIAS****

ANEXO II. Análisis de varianza

a) Análisis de varianza del nivel de agrado de las formulaciones con diferentes concentraciones de fruto y azúcar del yogur batido

Análisis de varianza de un factor						
GLOBAL						
RESUMEN						
<i>Muestras</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
50g A/ 0.2 g S	49	270,5	5,52040816	2,95790816		
12.5g AL/ 0.2g S	49	288	5,87755102	3,27636054		
100g A/ 0.2g S	49	304	6,20408163	2,99914966		
100g A/ 120g Az	49	327	6,67346939	2,39115646		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
	35,340561					2,6516403
Entre grupos	2	3	11,7801871	4,05354596	0,00802018	4
Dentro de los grupos	2	192	2,90614371			
	593,32015					
Total	3	195				

b) Análisis de varianza del nivel de agrado del yogur con aguacate batido endulzado con azúcar, por edades

Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
12-18	2	14,899702	7,44985104	0,0333317		
19-39	2	15,916666	7,95833333	0,1701388		
40-59	2	15,333333	7,66666667	0,8888888		
>60	2	14	7	0		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,97792294	3	0,32597431	1,1936521	0,4184073	6,5913821
Dentro de los grupos	1,0923595	4	0,27308988	4	5	2
Total	2,07028244	7				

c) Análisis de varianza del nivel de agrado del yogur con aguacate bebible endulzado con azúcar, por edades

Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
		14,207050			0,0015740	
12-18	2	6	7,10352532		1	
19-39	2	16,25	8,125		0,03125	
		16,333333			0,0555555	
40-59	2	3	8,16666667		6	
>60	2	14	7		2	
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2,40643487	3	0,80214496	1,53639687	0,33525153	6,59138212
Dentro de los grupos	2,08837957	4	0,52209489			
Total	4,49481444	7				

d) Análisis de varianza del nivel de agrado del yogur con aguacate batido endulzado con sucralosa, por edades

Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
<18	2	14,5	7,25	0,1922		
19-39	2	14,95	7,475	0,15125		
40-59	2	15,83	7,915	0,01445		
>60	2	15	7,5	0,5		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad d	Valor crítico para F
Entre grupos	0,4609	3	0,15363333	0,716322	0,5917945	6,5913821
Dentro de los grupos	0,8579	4	0,214475	8	5	2
Total	1,3188	7				

e) Análisis de varianza del nivel de agrado del yogur con aguacate bebible endulzado con sucralosa, por edades

Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
		13,670454		0,1679364		
12-18	2	5	6,83522727	7		
18-39	2	14,7	7,35	0,045		
		15,416666		0,0034722		
40-59	2	7	7,70833333	2		
>60	2	14,75	7,375	0,78125		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,77939932	3	0,25979977	1,04163789	0,46493755	6,59138212
Dentro de los grupos	0,99765869	4	0,24941467			
Total	1,77705801	7				

f) Análisis de varianza del nivel de agrado de los yogures de aguacate en sus cuatro presentaciones

Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
bebible		14,882275		0,1378819		
sucralosa	2	1	7,44113757	5		
batido		14,131613		0,0285023		
sucralosa	2	8	7,06580688	6		
batido azúcar	2	15,018175	7,50908767	1		
bebible azúcar	2	14,47933	7,239665	2		
				0,0036883		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,24269731	3	0,0808991	1,4420039	1	0,355587
Dentro de los grupos	0,22440744	4	0,05610186			6,5913821
Total	0,46710475	7				2