

**DESARROLLO DE UN YOGURT TIPO GRIEGO A BASE DE LECHE
DE BÚFALA CON ALOE VERA (*Aloe Barbadensis*)**

**CAROLA YANETH HOYOS OZUNA
JULIETH DEL CARMEN MONTES MONTERROZA**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
MONTERÍA - CÓRDOBA**

2015

**DESARROLLO DE UN YOGURT TIPO GRIEGO A BASE DE LECHE
DE BÚFALA CON ALOE VERA (*Aloe Barbadensis*)**

**CAROLA YANETH HOYOS OZUNA
JULIETH DEL CARMEN MONTES MONTERROZA**

Directora

BEATRIZ ALVAREZ BADEL

Co - Directora

ALBA MONTALVO PUENTE

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
MONTERÍA - CÓRDOBA**

2015

La responsabilidad ética, legal y científica de las ideas, conceptos y resultados del trabajo será solo de los autores.

Artículo 61 del estatuto de investigación y extensión de la Universidad de Córdoba. Acuerdo N° 093 del 26 de noviembre de 2002.

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida, la fortaleza y los conocimientos para culminar tan anhelado logro. A mis padres y hermanas por su apoyo incondicional. A mi esposo e hijos Santiago y Sara por su confianza y compañía durante todo este proyecto. A mi amiga y compañera de tesis Carola Hoyos por sus conocimientos y total entrega al proyecto. A mis tutoras Beatriz Álvarez y Alba Montalvo por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron durante el desarrollo de este trabajo.

Julieth Montes Monterroza

A mi dulce y eterno amor, mi Papa Dios, mi Hermoso Salvador y Roca, El Señor Jesucristo y a mi Consolador El Espíritu Santo de Dios; por ser mi Fuerza y Esperanza siempre, a mis Padres y hermanos, por ayudarme a persistir hasta el final.

Carola Hoyos Ozuna

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por su presencia todos los días de mi vida.

A mis padres, por hacer de mí alguien íntegro para la sociedad.

A mis hermanas, por su amor y apoyo sin medidas.

A mi esposo e hijos por su confianza en mí.

A Carola Hoyos, por nunca rendirse ante los obstáculos.

A mis tutoras Beatriz y Alba, por su paciencia, conocimientos y total disposición.

A Mayra por toda su colaboración.

Julieth Montes Monterroza

A Papá Dios, por ser a sus ojos de gran estima y ser mi Fuerza en todo momento. Isaías 49:5b

A mis papas, por su incondicional apoyo y amor a mi vida

A mis hermanos, por darme ánimos cuando estos ya no existían.

A mi amiga del alma, Mayra Cardozo, por todo su apoyo y colaboración

A mi amiga Ana Milena López, por ser esa voz que no dejaba que me rindiera.

A mis padres espirituales Gonzalo y Mariana por su apoyo fiel en oración.

A mi amiga y compañera de tesis Julieth Montes, por darme ejemplo de cómo es una madre responsable, y contagiarme de su energía positiva ante todos los obstáculos que se presentaban.

A mis tutoras Beatriz Álvarez y Alba Montalvo, por sus conocimientos, respaldo y entrega a nuestro proyecto.

.

Carola Hoyos Ozuna

TABLA DE CONTENIDO

	Página
RESUMEN	xiv
SUMMARY	
xvi	
1. INTRODUCCIÓN	17
2. REVISIÓN DE LITERATURA	19
2.1 Yogurt tipo griego	19
2.1.1 Beneficios del yogurt griego	21
2.2 Leche de búfala	23
2.3 Aloe vera	26
2.3.1 Industrialización del gel de aloe vera	29
2.4 Vida útil de un alimento	29
2.4.1 Pruebas de vida útil acelerada	30
3. MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.1 Tipo de investigación	33
3.2 Material de estudio	33
3.3 Localización	33
3.4 Variables	34
3.5 Procedimientos	35
3.5.1 Determinación de la formulación adecuada del yogurt tipo griego a base de leche de búfala con aloe vera	35

3.5.2 Adaptación de las condiciones del proceso de elaboración del yogurt tipo griego al nuevo producto	39
3.5.3 Caracterización bromatológica del yogurt tipo griego a base de leche de búfala con aloe vera previamente seleccionado.	40
3.5.4 Establecimiento de la vida útil del producto en función de la temperatura.	42
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES	46
4.1 Determinar la formulación adecuada de yogurt tipo griego a base de leche de búfala con aloe vera.	46
4.2 Adaptación de las condiciones del proceso de elaboración del yogurt tipo griego al nuevo producto.	47
4.3 Caracterización bromatológicamente del yogurt tipo griego a base de leche de búfala con aloe vera previamente seleccionado.	48
4.4 Establecimiento la vida útil del producto en función de la temperatura.	51
5. CONCLUSIONES	57
6. RECOMENDACIONES	59
7. BIBLIOGRAFÍA	60
ANEXOS	69

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Contenido nutricional del yogur tradicional y yogur griego.	21
Tabla 2. Componentes químicos de la planta de Aloe vera (<i>Barbadensis Miller.</i>)	27
Tabla 3. Métodos y normas para análisis de calidad de la leche de búfala.	37
Tabla 4. Análisis para la caracterización química bromatológica del yogurt tipo griego a base de leche de búfala con Aloe vera.	41
Tabla 5. Resultados de test de preferencia de las concentraciones de Aloe vera en la formulación del yogurt tipo griego.	46
Tabla 6. Resultados de las variables evaluadas en el tiempo de incubación.	47
Tabla 7a. Caracterización bromatológica del yogurt tipo griego a base de leche de búfala con Aloe vera.	48
Tabla 7b. Caracterización bromatológica del yogurt tipo griego a base de leche de búfala con Aloe vera.	49
Tabla 8. Resultado de % de acidez y pH a diferentes mediciones.	52
Tabla 9. Resultado de puntuaciones sensoriales para cada temperatura	53

Tabla 10. Resultados del estudio de vida útil acelerado del yogurt tipo griego a base de leche de búfala con Aloe vera en días. 56

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Flujo de proceso de elaboración del yogur estilo griego. 22
- Figura 2.** Flujo de procesos para elaboración de Yogurt tipo griego a base de leche de Búfala con Aloe Vera (Manual de Procesos planta BOUBALOS S.A.S). 36
- Figura 3.** Flujo de procesos para elaboración de salsa de Aloe vera. 38

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Ficha técnica cristal de Aloe vera.	70
ANEXO B. Cuestionario de respuesta para la prueba de ordenación.	71
ANEXO C. Evaluación sensorial de yogurt tipo griego a base de leche de búfala con aloe vera.	72
ANEXO D. Estimación de la vida útil del yogurt tipo griego a base de leche de búfala con Aloe vera.	73

RESUMEN

Hoy por hoy la tendencia de las personas sobre las condiciones de salud y calidad de vida, ha incrementado la demanda de productos funcionales, lo que induce a la industria alimentaria a centrar sus esfuerzos en las investigaciones relacionadas con su uso; ante esto se desarrolló un yogurt tipo griego a base de leche de búfala con Aloe vera, como una alternativa novedosa y atractiva por sus múltiples beneficios para la salud. Inicialmente se evaluaron tres concentraciones de la salsa de Aloe vera (5, 10 y 15 %) en el yogurt griego a base de leche de búfala, con un panel de 30 potenciales consumidores de yogurt, quienes prefirieron la concentración del 15 % de Aloe vera. Luego se evaluó el tiempo de incubación en el proceso de obtención del producto, controlando las variables pH en un rango de 4 – 4.4 y acidez de 0.8 a 0.9 % A. láctico, para un tiempo de 4 horas, comportamiento similar a lo establecido por la referencia, demostrando que el Aloe vera no interfirió con el tiempo de incubación. En la caracterización bromatológica del yogurt se encontraron porcentajes de 2,57 % de proteína, 5,87 % grasa, 6,57 % azúcares reductores, 0,49 % cenizas, 74,9 % humedad, además se realizó análisis de macro y micro minerales resaltando los valores de 3,45 % de K, 0.021 % de Na, 0.1 % de Ca y 3,73 mg/Kg Fe. Por último se estimó el tiempo de vida útil en 28 días a temperatura de 5 °C.

Palabras claves: yogurt griego, Aloe vera, leche de búfala, vida útil, incubación.

SUMMARY

Today, the tendency of people about health conditions and life quality, has increased the demand for functional products, which leads to the food industry to focus its efforts on research related to their use; that is why it was developed a Greek yogurt type based on buffalo milk with Aloe vera, as a new and attractive alternative to realize and investigate, as to check the properties of the ingredients in it, there are multiple health benefits. Initially three concentrations of Aloe vera were evaluated (5, 10 and 15%) to a panel of 30 potential consumers of yogurt, which preferred the 15% concentration; then, it was evaluated the incubation time in the process of obtaining the product in triplicate, controlling variable pH and acidity values obtained in the range of 4 - 4.4 and 0.8-0.9 respectively for 4 hours showing Aloe vera did not interfere with the incubation time. In the bromatological characterization of yogurt, they were found 2.57% protein, 5.87% fat, 6.57% reducing sugars, ash 0.49%, 74.9% moisture percentages, at the same time, it was also performed macro and micro analysis, highlighting these minerals 3.45% K, 0.021% Na, 0.1% Ca and 3.73 mg / Kg Fe. Finally, the estimated lifetime was 28 days at 5 °C temperature.

Keywords: Greek yogurt, Aloe vera, buffalo milk, lifetime, incubation.

1. INTRODUCCIÓN

El yogur concentrado o estilo griego es la leche fermentada mediante la acción de las bacterias ácido-lácticas *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Es concentrado después de la fermentación para aumentar el contenido de proteína a un mínimo de 5.6% y al menos 0.6% acidez titulable (Codex Alimentarius 2011).

El yogurt concentrado presenta un contenido de ácido láctico mucho mayor que otro yogurt normal que contiene ente 1.8 y 2% de ácido láctico, esto le proporciona una mejor calidad final. Las concentraciones más altas de ácido láctico contribuyen en la inhibición del crecimiento de bacterias patógenas entre ellas los coliformes totales (Moreno 2013). A demás de esto el yogurt tipo griego tiene mayor contenido de proteínas, menor cantidad de carbohidratos y azúcares los cuales se disminuyen por la extracción del suero lo cual le otorga al yogurt una consistencia más cremosa; y por su bajo contenido de lactosa puede ser consumido por quienes sufre intolerancia a esta (Guerrero 2012).

La leche de búfala tiene un valor altamente nutritivo, es excelente para la preparación de productos derivados y posee un óptimo rendimiento en la elaboración de los mismos (Patiño 2011). Entre las características que más destacan a la leche de búfala es su coloración blanca opaca, provocada por la ausencia de pigmentos carotenoides. En su composición química la leche bubalina presenta mayores valores de sólidos totales, grasa, proteína y lactosa, además de calorías que la bovina y valores similares de cenizas (Patiño 2009).

En la actualidad se ha incrementado el interés de la industria de alimentos en encontrar nuevas fuentes vegetales con un alto contenido de nutrientes, para adicionar a sus productos y aportar beneficios para la salud de los consumidores. *Aloe vera* L. es una planta perteneciente a la familia de las liliáceas y muy utilizada en la medicina tradicional. Se caracteriza por su alto contenido de vitaminas, polisacáridos, minerales y aminoácidos esenciales (Ni et al 2004). Así, como la presencia de compuestos fenólicos generalmente clasificados en dos grupos las cromonas y las antroquinonas. Esta planta posee propiedades fundamentales que han sido estudiadas, funciona como antiinflamatorio, fungicida, bactericida y antioxidante (Choi y Chung 2003).

En el presente trabajo se desarrolla un yogurt tipo griego a base de leche de búfala con *Aloe vera* para aprovechar todos y cada uno de los beneficios aportados por las materias primas del nuevo producto.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.5 YOGURT TIPO GRIEGO

Yogur concentrado o estilo griego, conocido como Labneh en medio oriente, remonta al año 5000 A.C. Se produce mediante la eliminación de una parte de suero por medio de la filtración hasta un contenido de 9 a 11% de sólidos grasos y 21 a 23% de sólidos no grasos. Además presenta un color entre blanco y crema, textura suave y un sabor ácido característico entre crema y queso cottage, además de una capacidad de dispersarse bastante buena con poca producción de sinéresis (Moreno 2013).

La Comisión del Codex Alimentarius para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), establecen que el yogur concentrado es la leche fermentada mediante la acción de las bacterias ácido-lácticas *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Es concentrado después de la

fermentación para aumentar el contenido de proteína a un mínimo de 5.6% y al menos 0.6% acidez titulable (Codex Alimentarius 2011).

El yogur concentrado presenta un contenido de ácido láctico mucho mayor que otro yogur normal que contiene ente 1.8 y 2% de ácido láctico, esto le proporciona una mejor calidad final. Las concentraciones más altas de ácido láctico contribuyen en la inhibición del crecimiento de bacterias patógenas entre ellas los coliformes totales. Los sabores fuertes que se presentan en el yogur concentrado se deben a las altas concentraciones de ácido láctico. Este se enmascara por el di - acetilo producido en la fermentación y por el contenido de grasa de la leche empleada para la elaboración del yogur concentrado (Moreno 2013).

En la tabla 1 se presenta una comparación del contenido nutricional entre el yogurt tradicional y el yogurt tipo griego donde se observa como el contenido de carbohidratos es menor en comparación con el yogurt tradicional, además de un contenido mayor de grasa y proteína en todas las presentaciones.

Tabla 1. Contenido nutricional del yogur tradicional y yogur griego

Yogur	Calorías	Grasa	Carbohidratos	Proteína	Calcio
Tradicional					
Leche entera	120	6 g	11g	6g	300mg
Bajo en grasa	100	2g	11g	8g	300mg
Libre de grasa	80	0g	11g	9g	300mg
Griego					
Leche entera	270	12 g	6g	16g	200mg
Bajo en grasa	150	4 g	8g	20g	200mg
Libre de Grasa	100	0g	7g	18g	200mg

Los valores son promedios de varias marcas de yogures y de valores nutritivos de alimentos del USDA (12), cuando estos están disponibles.

Fuente: Mayer et al 2012. Los valores son promedio de varias marcas de yogures y de valores nutritivos de alimentos del USDA.

2.1.1 BENEFICIOS DEL YOGURT GRIEGO

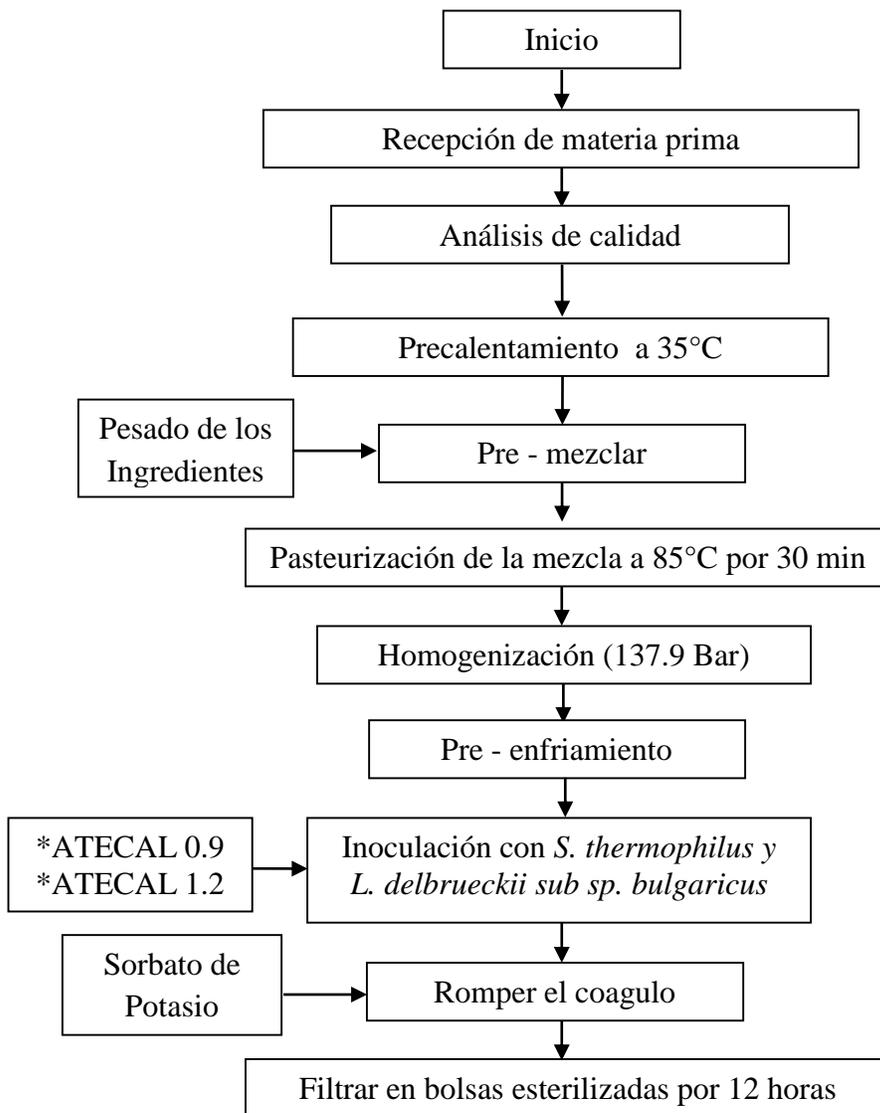
Este producto contiene el doble de proteínas que el yogur convencional y además tiene menor cantidad de azúcar añadida, por lo general, también menos calorías.

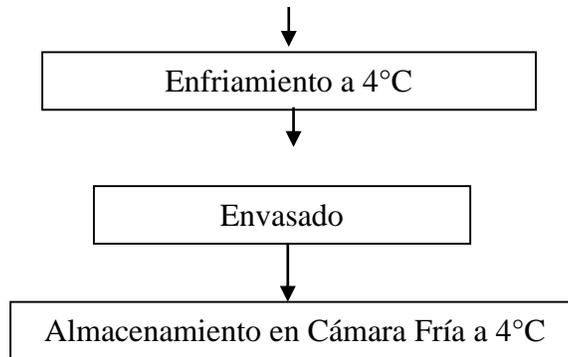
Resulta ventajoso principalmente para los niños, mujeres embarazadas y adultos mayores, quienes requieren un consumo de proteínas de alto valor

biológico para un adecuado desarrollo del sistema inmunológico y cerebral”.

En la figura 1 se describe el flujo de proceso de elaboración del yogurt tipo griego.

Finalmente, las bacterias que posee mejoran la calidad de la flora intestinal, favoreciendo la digestión (Guerrero 2012).





*ATECAL=acidez titulable expresada como % de ácido láctico.

Figura 1. Flujo de proceso de elaboración del yogur estilo griego
(Moreno 2013).

2.2 LECHE DE BÚFALA

Entre las características que más destacan a la leche de búfala es su coloración blanca opaca, provocada por la ausencia de pigmentos carotenoides. En su composición química la leche bubalina presenta mayores valores de sólidos totales, grasa, proteína y lactosa, además de calorías que la bovina y valores similares de cenizas.

La leche de búfala por ser notablemente diferente en cuanto a la composición de la de vaca, ha planteado varios problemas tecnológicos de elaboración para la obtención de derivados lácteos, tantos que hasta hace 20 años se la consideraba esta leche inadecuada para la producción de derivados lácteos (Patiño 2009).

Actualmente y gracias al desarrollo tecnológico alcanzado, se elaboran con muy buenos resultados una amplia gama de productos tales como quesos, manteca, leche en polvo, leches maternizadas, leches fermentadas, helados, dulce de leche, entre otros (Andrade et al 2009).

La formación de sabor y aroma es menos pronunciado en productos elaborados con leche bubalina que con los preparados con leche bovina. La hidrólisis durante la maduración de los productos derivados de la leche de búfala es más lenta.

Es importante destacar que de acuerdo a estudios realizados la acidez titulable normal de la leche bubalina oscila entre los 15.7 y 22.3 °Dornic dependiendo de la raza, superando la mayoría de los valores registrados a los considerados normales para la leche de vaca (13 a 18 °Dornic) en la mayoría de los países americanos, por lo que es necesario contar valores propios para la leche bubalina. Ya que si son utilizados los valores de la leche de vaca, para juzgar la de búfala, esta última debe ser rechazada por considerársela ácida (Patiño et al 2008).

En su composición química la leche bubalina presenta mayores valores de sólidos totales, grasa, proteína y lactosa, además de calorías que la bovina

y valores similares de cenizas. La leche de búfala tiene un 25,5 % más de aminoácidos esenciales que la leche de vaca, a excepción de cistina y triptófano.

La leche de búfala tiene un valor altamente nutritivo, es excelente para la preparación de productos derivados y posee un óptimo rendimiento en la elaboración de los mismos (Patiño 2011).

Considerando los valores medios de la leche bubalina, según razas estudiadas en el continente americano y a efectos de establecer parámetros generalizados, se puede determinar valores medios para sólidos totales que oscilan entre 16,31 a 17,49%, grasa de 6,37 a 7,34%; proteína de 3,93 a 4,42%; lactosa 3,83 a 5,55% y cenizas 0,75 a 0,85%. Entre los componentes químicos estudiados, los que mayor variabilidad presentan son la grasa y los sólidos totales (Soto et al 2007).

En nuestro país los pioneros del búfalo, El Fondo Ganadero de Caldas, hoy Fondo Ganadero del Centro, manejan su línea de productos lácteos, en donde se comercializa quesos de diversos tipos, así como arequipe. Otras haciendas como Los Pájaros en Ayapel, Córdoba, con sus “Lácteos la búfala”, Altamar Ltda. En Montelibano, Córdoba, con su “bufalac”, han incursionado en algunos mercados significativos como el del Bajo Cauca y parte de Medellín. (Guarín J. 2003).

Uno de los logros más importantes que se da en las explotaciones bufalinas colombianas es la estandarización del precio de la leche, como uno de los mejores pagados a nivel nacional, por encima de los sistemas lecheros bovinos más especializados, lo que trae consigo un aumento de la rentabilidad y el crecimiento vertiginoso de este sistema a nivel nacional (COLANTA 2008).

2.3 ALOE VERA

El nombre correcto aceptado actualmente es Aloe vera (Vinson et al 2005); sin embargo, la planta se ha conocido bajo diversos nombres como Aloe vera, Aloe Curacao, Aloe barbadensis Miller o Coloquialmente como sábila (Reynolds 2004). Algunas de las especies más conocidas son el *Aloe Arborescens*, el *Aloe Chinensis*, el *Aloe Socotrino* y el *Aloe ferox*, aunque las más utilizadas son la especie Aloe barbadensis Miller de la que se obtiene acíbar y gel (pulpa) y el Aloe ferox del que básicamente se obtiene el acíbar (Reynolds 2004). De las plantas adultas (3-5 años), se recolectan las hojas más externas de la base para obtener un acíbaro pulpa de Aloe de buena calidad para posteriormente procesarlo y fabricar productos aptos para la industria farmacéutica, cosmética y alimentaria (Bozzi et al 2007).

En la actualidad, diversas industrias se han orientado hacia la obtención del gel en diferentes presentaciones; este mercado ha ido evolucionando significativamente durante los últimos años y mantiene una proyección de crecimiento no menor a 12% interanual, estimándose un mercado global de 65 millones de dólares en productos primarios (plántulas, hojas y gel) y más de 200 mil millones de dólares en productos como champús, lociones, bebidas y medicamentos (Ramachandra y Srinivasa2008).

Por otra parte, con respecto a la composición química se ha reportado que la planta de Aloe vera está constituida por una mezcla compleja de compuestos como se muestra en la Tabla 2 y que más de 20 de estas sustancias poseen actividades benéficas para la salud (Jia et al 2008).

Tabla 2. Componentes químicos de la planta de Aloe vera (*Barbadensis Miller*)

Composición	Compuestos
Antraquinonas	Acido aloético, antranol, acido cinámico, barbaloina, acido crisofanico, emodina, Aloe-emodin, ester de ácido cinámico, aloína, isobarbaloina, antraceno, resistanol.
Vitaminas	Ácido fólico, vitamina B1, colina, vitamina B ₂ , vitamina C, vitamina B ₃ , vitamina E, vitamina B ₆ , beta-caroteno.
Minerales	Calcio, magnesio, potasio, zinc, sodio, cobre, hierro, manganeso, fósforo, cromo.
Carbohidratos	Celulosa, galactosa, glucosa, xilosa, manosa, arabinosa, aldopentosa, glucomanosa, fructuosa, acemanano, sustancias pépticas, L-ramnosa.

Enzimas	Amilasa, ciclooxidasas, carboxipeptidasas, lipasa, bradikinasas, catalasa, oxidasa, fosfatasa alcalina, ciclooxigenasa, superóxidodismutasa.
Lípidos y compuestos orgánicos	Esteroides (campesterol, colesterol, β -sitosterol), ácido salicílico, sorbato de potasio, triglicéridos, lignina, ácido úrico, saponinas, giberelina, triterpenos.
Aminoácidos	Alanina, ácido aspártico, arginina, ácido glutámico, glicina, histidina, Isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, tirosina, treonina, valina.

Fuente: Dagne et al 2000; Choi y Chung 2003; Ni et al 2004; Hamman 2008.

En la fabricación de productos alimenticios a base de Aloe vera, estos no deben contener aloína dado sus propiedades laxantes y alergénicas.

Por otra parte, el gel o pulpa es una masa gelatinosa e incolora formada por células parenquimáticas, estructuradas en colénquima y células pétreas delgadas. El gel está constituido principalmente de agua, mucilagos y otros carbohidratos, ácidos y sales orgánicas, enzimas, saponinas, taninos, heteroxidos antracénicos, esteroides, triacilglicéridos, aminoácidos, ARN, trazas de alcaloides, vitaminas y diversos minerales (Reynolds 2004). La aplicación tópica del gel de sábila estimula la actividad de fibroblastos y la proliferación de colágeno, favoreciendo la cicatrización y la angiogénesis (Chithra et al 1998). Todas estas sustancias aportan al organismo muchos nutrientes necesarios para su función, y aunque

de origen vegetal, son reconocidas por el organismo como propias, siendo perfectamente asimiladas sin producir ningún efecto colateral indeseable. También hay evidencia que sugiere que el gel de la sábila contiene diversas sustancias que aisladas o en conjunto presentan efectos terapéuticos, por lo que una mejor comprensión de estos componentes y de sus efectos es esencial para desarrollar productos a partir de gel de Aloe vera con fines terapéuticos (Choi y Chung 2003).

2.3.1 INDUSTRIALIZACIÓN DEL GEL DE ALOE VERA

A lo largo de la historia se ha usado terapéuticamente en el uso de la medicina popular, como heridas en la piel y otros trastornos, que se remontan desde hace miles de años; hoy en día el procesamiento del gel de sábila para uso medicinal, cosmético y como alimento funcional, se ha convertido en una gran industria en todo el mundo (Eshun y He 2004). En la industria alimentaria, la sábila se ha utilizado en productos como, leche, helados, yogurts y confitería sin embargo, el jugo de sábila ha sido utilizado como alimento funcional especialmente para la preparación de bebidas que no tengan efectos laxantes (Ramachandra y Srinivasa 2008).

2.4 VIDA ÚTIL DE UN ALIMENTO

La vida útil de un alimento representa aquel periodo de tiempo durante el cual el alimento se conserva apto para el consumo desde el punto de vista

sanitario, manteniendo las características sensoriales, funcionales y nutricionales por encima de los límites de calidad previamente establecidos como aceptables. Para determinar estabilidad comercial de un producto alimenticio se debe tener en cuenta que vida útil de un alimento termina cuando sensorialmente el consumidor lo rechaza, o cuando los parámetros físicos, químicos o microbiológicos no cumplen con la norma que regula el alimento (Hough y Fiszman 2005).

Esencialmente, la vida útil de un alimento depende de cuatro factores principales a saber: la formulación, procesado, empaque y condiciones del almacenamiento. Sin embargo, si las condiciones posteriores de manipulación no son las correctas, entonces la vida útil de los mismos puede limitarse a un periodo menor al establecido. Todos los cuatro factores son críticos pero su importancia relativa depende de cuan perecedero es el alimento (Cabeza 2013).

2.4.1 PRUEBAS DE VIDA UTIL ACELERADA

Por ello, las pruebas aceleradas son usadas para obtener información a niveles altos de variables de aceleración (por ej. temperatura), extrapolar esta información para obtener estimaciones sobre condiciones normales de operación o almacenamiento. La ecuación más

utilizada para modelar las razones o constantes de reacción en función de la temperatura, como factor de aceleración, es la ecuación de Arrhenius; donde la energía de activación es el parámetro clave para la estimación de vida útil a diferentes temperaturas (Hough et al 2006).

El acercamiento analítico para calcular y predecir la calidad de los alimentos involucra un modelo cinético/matemático. El modelo de degradación cinética utilizado para predecir la disminución del atributo de calidad es el descrito por la siguiente reacción general (Hough y Fiszman 2005).

$$d[D] / dt = k[D]^n \quad (\text{Ecuación 1})$$

En donde [D] es el valor cuantitativo del factor de calidad o de la reacción de deterioro, k es la pendiente de la reacción a tasa constante (lineal) y “n” el orden de la reacción. Dado que la reacción de deterioro es de tipo microbiológico, se conoce de antemano que es una reacción de primer orden (Hought y Fiszman2005).

Por tanto, de la anterior ecuación se obtiene que para n = 1.

$$\text{Ln} ([D]_0 / [D]_t) = kt \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde

[D]₀: Valor del factor de calidad al tiempo cero

[D]_t: Valor del factor de calidad después de la reacción de deterioro al tiempo t (Torres et al 2001).

La interrelación entre la tasa de la reacción y la temperatura fue cuantificada por la reacción de Arrhenius:

$$k = k_0 \exp (E_a / RT) \quad (\text{Ecuación 3})$$

E_a: Energía de activación de la reacción (Kcal/mol)

R: Constante universal de los gases (1.987 * 10³ Kcal)

T: Temperatura absoluta (K)

K₀: es la constante pre exponencial o factor de frecuencia (1/min) (Torres et al 2001).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación experimental

3.2 MATERIAL DE ESTUDIO

- Leche de búfala; se obtuvo de la finca productora de leche de búfala, de la planta BOUBALOS S.A.S ubicada en Sección la Ye, vía Montería Pueblo Nuevo– Planeta Rica Córdoba.
- Aloe vera; se adquirió de la industria colombiana Productos NATUROMAR LTDA, ubicada en Tabio Cundinamarca; en el Anexo A se describe la ficha técnica de dicha materia prima.

3.3 LOCALIZACIÓN

El desarrollo del yogurt tipo griego a base de leche de búfala con Aloe vera se llevó a cabo en las instalaciones de la planta BOUBALOS S.A.S ubicada en Sección la Ye, vía Montería Pueblo Nuevo - Planeta Rica Córdoba.

Los análisis de pH (A.O.A.C. 981), acidez (A.O.A.C 947.05), y pruebas sensoriales para la determinación de la vida útil del yogurt se realizaron en los laboratorios de la Universidad de Córdoba, ubicados en el corregimiento de Berástegui, municipio de Ciénaga de Oro, Córdoba, Colombia.

La zona se encuentra en un bosque húmedo tropical, altura de 10 msnm, temperatura promedio de 32°C, humedad relativa de 84% y precipitación anual de 1100 mm (Instituto geográfico Agustín Codazzi 1995).

Las pruebas de caracterización bromatológica desde el punto de vista fisicoquímico se realizaron en los laboratorios de la Universidad de Córdoba, sede Central.

3.4 VARIABLES

Variables independientes

- ✓ Formulación
- ✓ Temperatura de medición en la prueba de la vida útil

Variables dependientes

- ✓ Preferencia de las formulaciones
- ✓ Tiempo de incubación
- ✓ Composición bromatológica
- ✓ pH

- ✓ Acidez
- ✓ Pruebas sensoriales
- ✓ Tiempo de vida útil del producto

3.5 PROCEDIMIENTOS

3.5.1 Determinación de la formulación adecuada del yogurt tipo griego a base de leche de búfala con Aloe vera

Para obtener la formulación del yogurt se emplearon las siguientes materias primas; leche de búfala, salsa de Aloe vera, cultivo láctico y azúcar; y solo se modificó la concentración de Aloe vera (5%, 10% y 15% m/m) dentro de la salsa adicionada. La proporción de la salsa de aloe vera dentro del envase corresponde al 20% del contenido neto, siendo el 80% restante de yogurt tipo griego a base de leche de búfala.

- ✓ Preparación de muestras pilotos con diferentes concentraciones de Aloe Vera.

La obtención del yogurt tipo griego a base de leche de búfala con Aloe vera se realizó mediante el diagrama de procesos mostrado en la figura 2.

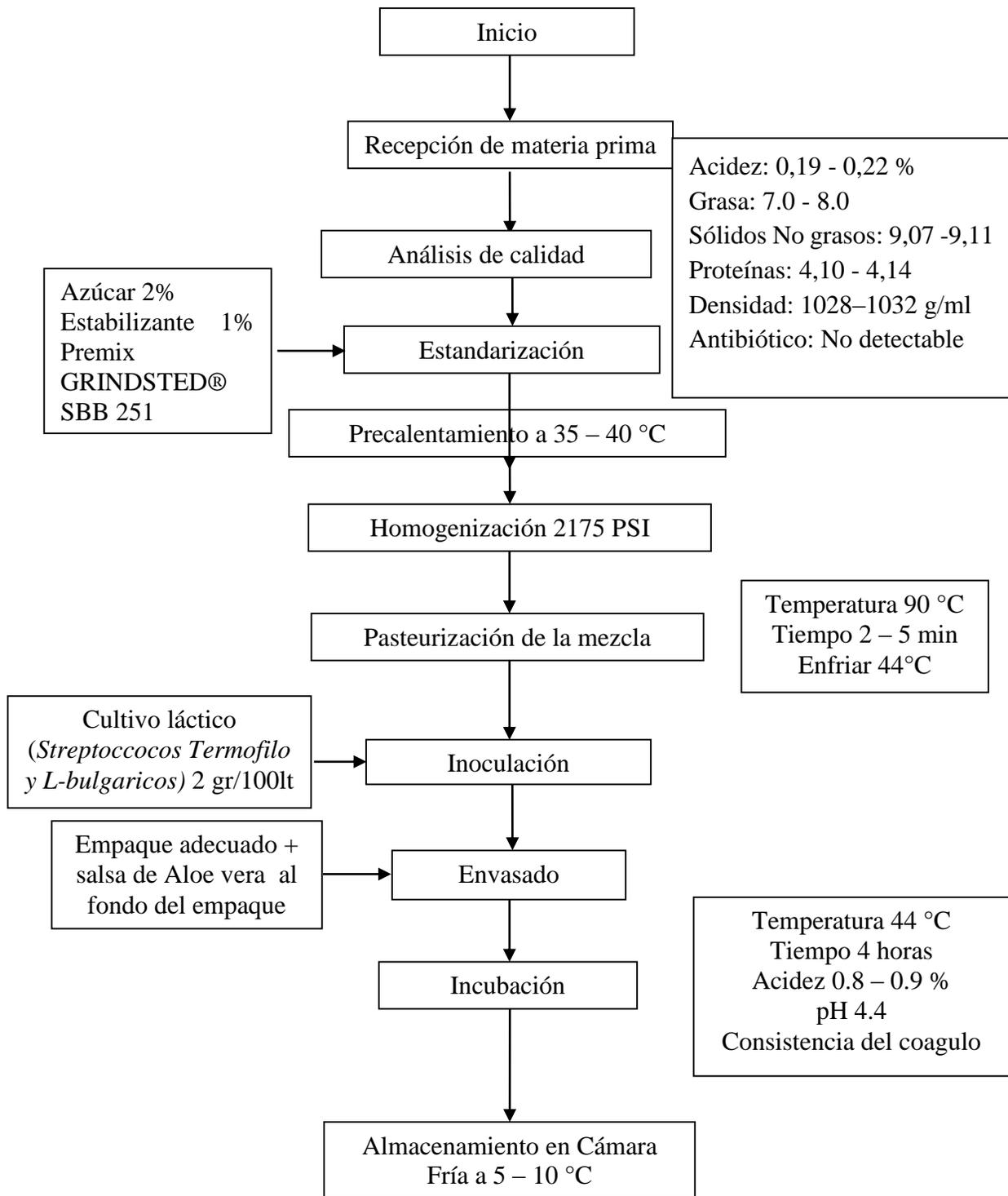


Figura 2. Flujo de procesos para elaboración de Yogurt tipo griego a base de leche de Búfala con Aloe Vera (Manual de Procesos planta BOUBALOS S.A.S)

Los métodos empleados para realizar los análisis de calidad realizados durante la recepción de la leche de búfala se indican en la tabla 3.

Tabla 3. Métodos y normas para análisis de calidad de la leche de búfala.

Determinación	Método	Norma
% Acidez	Método volumétrico	A.O.A.C 197.05
Grasa	Método de Milkscan	A.O.A.C 15.030, 15.031, 15.087, 15.088
Densidad	Termo lactodensímetro	A.O.A.C 15.015

✓ Elaboración de la salsa de Aloe vera

Para obtener la salsa de Aloe vera que acompañara el yogurt tipo griego a base de leche de búfala se empleó como materias prima la pulpa de Aloe vera y como insumos glucosa liquida, sacarosa, estabilizante, ácido cítrico y agua.

El proceso de obtención de la salsa de Aloe vera se muestra en la figura 3:

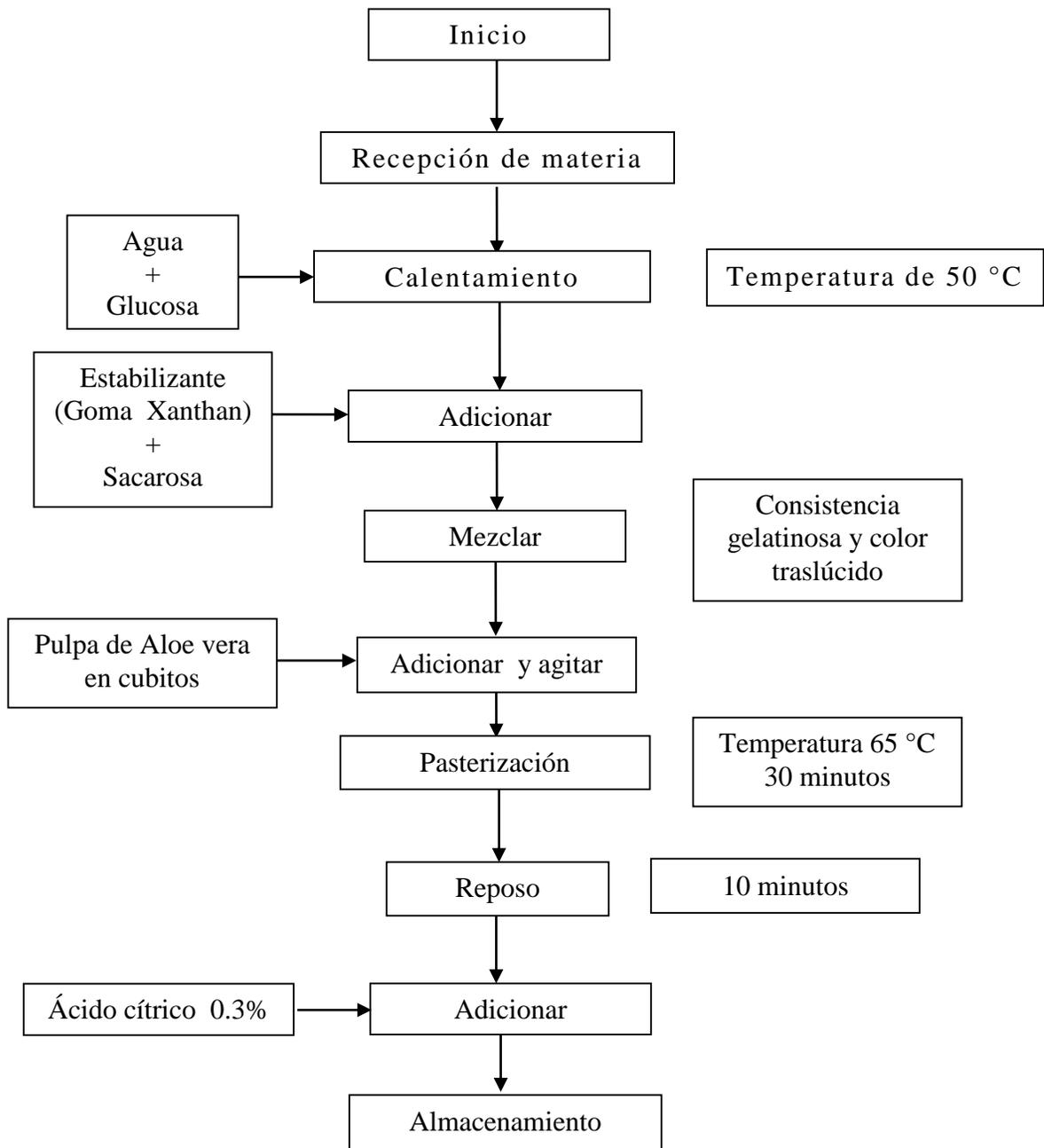


Figura 3. Flujo de procesos para elaboración de salsa de Aloe vera

✓ Selección de la muestra apropiada.

Para seleccionar la mejor formulación se convocó un panel de 30 potenciales consumidores del producto, estudiantes de la Universidad de Córdoba – Sede Berastegui; a los cuales se les solicitó que analizaran las muestras de manera sensorial a través de una prueba de ordenamiento por preferencia (Ramírez 2012) y las ordenaron de mayor a menor gusto, para lo anterior utilizaron el formato del Anexo B.

✓ Estadística y análisis de datos

Para el análisis de los resultados, se utilizó el test de suma de órdenes de Friedman; para verificar que existan diferencias entre las concentraciones de Aloe vera.

3.5.2 Adaptación de las condiciones del proceso de elaboración del yogurt tipo griego al nuevo producto

Una vez definida la formulación final del nuevo producto; se evaluó el tiempo de incubación y las condiciones de envasado del proceso de fabricación del yogurt. Las condiciones finales del yogurt tipo griego a base de leche de búfala con Aloe vera se ajustaron a las siguientes Acidez 0.8 – 0.9 % ácido láctico, pH 4.4 y consistencia del coagulo.

Se realizaron tres corridas del proceso controlando las variables de acidez y pH durante el tiempo de incubación hasta obtener los valores de referencia.

✓ Estadística y análisis de resultados

Con los registros obtenidos se diseñó un análisis bajo una estructura completamente al azar y en términos de los promedios obtenidos.

3.5.3 Caracterización bromatológica del yogurt tipo griego a base de leche de búfala con Aloe vera previamente seleccionado.

Para la caracterización bromatológica del nuevo producto se realizaron los análisis indicados en la tabla 4, los cuales se adelantaron en el laboratorio de suelos de la Universidad de Córdoba.

Tabla 4. Análisis para la caracterización química bromatológica del yogurt tipo griego a base de leche de búfala con Aloe vera.

Determinación	Método	Norma
Proteína (%)	Método Kjeldahl	AOAC 920.152
Grasa (%)	Método Gerber	NTC 5860
Azúcares reductores (%)	Espectrofotometría de Absorción Atómica	Método de Mulgrave: Australia; 1989 pag 10-73, 1989.
Cenizas (%)	Método Gravimétrico	AOAC*
Humedad (%)	Método Gravimétrico	AOAC 934.06
Macro y micro Minerales (%)	Espectrofotometría	Método de Absorción atómica

**Surplus* es el término acuñado a los métodos que ya han sido sometidos a varios procesos de normalización y ensayos interlaboratorios por miembros de la AOAC, por lo que se convierten en norma y son publicados en ciertas ediciones del texto oficial pero no aparecen en versiones posteriores. Solo se puede acceder a estos a través de las bases de datos oficiales de la AOAC.

✓ Estadística y análisis de resultados

Para cada variable analizada se realizó un análisis descriptivo, en el cual se determinó la media aritmética y la desviación estándar para caracterizar dicha variable y con los resultados obtenidos realizar una comparación con la literatura asociada.

3.5.4 Establecimiento de la vida útil del producto en función de la temperatura.

✓ Preparación de muestras

Se prepararon las muestras de yogurt siguiendo los parámetros del proceso y formulación previamente establecidos.

Se obtuvo 120 muestras, las cuales se separaron en 4 grupos de 30 muestras cada uno, y se almacenaron en la cámara de estabilización ubicada en el laboratorio de ingeniería aplicada de la Universidad de Córdoba, sede Berastegui; a 4 temperaturas distintas: 5, 15, 25 y 35 °C; colocándose a temperaturas superiores a las que se conserva el producto, para un estudio de vida útil acelerado.

✓ Mediciones periódicas

Para determinar la vida útil del yogurt tipo griego a base de leche de búfala con Aloe vera se tomó como base la reglamentación vigente para yogurt y kumis presentados en envase hermético refrigerados, el cual indica que la vida de dichos productos es de 21 días (Resolución 2310 de 1986).

Se analizó una muestra el mismo día de fabricación para establecer los parámetros iniciales del producto.

Luego cada grupo de muestras se analizó hasta su deterioro; variando la frecuencia de análisis tomando en cuenta los pre ensayos realizados; de esta manera:

- Temperatura 35 ° C mediciones cada 3 horas
- Temperatura 25 ° C mediciones cada 12 horas
- Temperatura 15 ° C mediciones cada 24 horas
- Temperatura 5 ° C mediciones cada 4 días

A cada grupo de muestras se le midió pH y % Acidez por triplicado y los resultados mostrados son el promedio de dichas mediciones, además se realizó por cada análisis una prueba sensorial hedónica a 30 potenciales consumidores de yogurt indicada en el anexo C.

Cabe resaltar que cada temperatura tiene mínimo cinco mediciones.

✓ Diseño Experimental

Para establecer si existe diferencia entre las mediciones realizadas en cada una de las temperaturas con respecto a la variables acidez y pH se realizó un análisis de varianza asociado a un diseño completamente al azar donde los tratamientos corresponden a las mediciones y las réplicas corresponden a los valores de pH y acidez, para las diferentes temperaturas.

Si se rechaza $H_0 : \mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$; se realiza la prueba de comparación múltiple Tukey para establecer que medias difieren significativamente.

Para el análisis sensorial, por temperatura y variable sensorial se realizó un diseño completamente al azar para determinar si existen diferencias significativas entre las mediciones. Si se rechaza H_0 se realiza la prueba de comparación múltiple Tukey.

Utilizando estos datos analíticos se calculó y predijo la vida útil del alimento en días, involucrando un modelo cinético/matemático conocido como ecuación de Arrhenius.

Finalmente con el programa Excel se graficó los datos de donde se obtuvo la ecuación de la recta, obteniendo de allí la pendiente (m), el intercepto k_0 y la regresión de la recta y se encontró la vida útil en días.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Determinar la formulación adecuada de yogurt tipo griego a base de leche de búfala con Aloe vera.

Después de adjudicar una puntuación de 1 a 3 (donde 1 es la de mayor preferencia y 3 la de menor) a cada muestra de la catación piloto se tienen los conteos relacionado en la tabla 5.

Tabla5. Resultados de test de preferencia de las concentraciones de Aloe vera en la formulación del yogurt tipo griego.

Concentraciones de Aloe vera	15%	10%	5%
Puntuación	49	66	65

Por medio de la prueba de Friedman se seleccionó la concentración con menor puntuación (15% de Aloe vera) debido a que existen diferencias significativas entre concentraciones ($p\text{-valor}=0,04815 < \alpha = 0,05$). El

panel de consumidores mencionó que percibieron un sabor más acentuado y balanceado del yogurt con la concentración de Aloe del 15%.

4.2 Adaptación de las condiciones del proceso de elaboración del yogurt tipo griego al nuevo producto.

Los valores de acidez y pH para tiempo de incubación obtenidos en las tres corridas del proceso de elaboración del yogurt tipo griego a base de leche de búfala con Aloe vera 15% se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Resultados de las variables evaluadas en el tiempo de incubación

Tiempo (horas)	% Ácido láctico			pH		
	Corrida			Corrida		
	1	2	3	1	2	3
0	0,17	0,18	0,17	6,7	6,7	6,8
1	0,4	0,36	0,34	6,3	6,1	6,4
2	0,54	0,51	0,51	5,1	5,4	5,5
3	0,76	0,8	0,72	4,7	4,9	4,8
4	0,91	0,9	0,85	4,4	4,4	4,3

Los resultados anteriores muestran que en las tres corridas realizadas, las variables de pH y acidez alcanzaron los valores pre - establecidos para el punto final (4 horas) de la incubación, de 4.4 de pH y 0.8 a 0.9 % ácido láctico; que corresponde al mismo tiempo de incubación reportado en el

Manual de Procesos y Procedimientos de BOUBALOS S.A.S para la elaboración de yogurt tipo griego con mermelada de frutas, además no hubo formación de sinéresis en ninguna de las corridas; lo que indica que la adición de la salsa de Aloe vera no afecta la producción de ácido láctico. Parra (2014) reseñó que los valores de pH y acidez de un yogurt elaborado con aloe vera encapsulado tuvieron un comportamiento similar entre sí y característico del yogurt estándar durante la incubación.

4.3 Caracterización bromatológicamente del yogurt tipo griego a base de leche de búfala con Aloe vera previamente seleccionado.

Los resultados de la caracterización bromatológica realizada al yogurt tipo griego a base de leche de búfala con una concentración del 15 % de aloe vera se muestran en las tablas 7a y 7b.

Tabla 7a. Caracterización bromatológica del yogurt tipo griego a base de leche de búfala con Aloe vera.

Determinación	Resultados
Proteína (%)	2,5708 ± 0.155
Grasa (%)	5,8793 ± 0.016
Azúcares reductores (%)	6,5761 ± 0.019
Cenizas (%)	0.4939 ± 0.03
Humedad (%)	74.9012 ± 0.04

Nota: Los valores son el promedio de los análisis por triplicado ± la desviación estándar.

Todos los análisis se tomaron en base seca.

Tabla 7b. Caracterización bromatológica del yogurt tipo griego a base de leche de búfala con Aloe vera.

Macro Minerales	%	Micro Minerales	mg/kg
N	0,40±0.024	Cu	0
S	0,01 ± 0,002	Fe	3,73 ± 0.03
P	0.07 ± 0.001	Zn	3,22 ± 0.11
Ca	0.1 ± 0.01	Mn	21.7 ± 0.34
Mg	0.01 ± 0.005	B	1.52 ± 0.077
K	3.45 ± 0.04		
Na	0,021 ± 0.001		

Nota: Los valores son el promedio de los análisis por triplicado ± la desviación estándar

Como se muestra en la tabla 7a, el valor de proteína encontrado es de 2,5708 (± 0.155) %; este valor es similar al que reporta la planta BOUBALOS S.A.S en sus manuales de calidad en el yogurt griego de búfala natural para proteína que es 2,74%, pero se encuentra por debajo de otros yogures griegos tradicionales, que están en los rangos de 3,4 a 5,7 % (Serafeimidou et al 2012). Con respecto al contenido de grasa, se observa un 5,8793 (± 0.016) % de grasa (partiendo de una estandarización del 7% de grasa al momento de la recepción de la leche de búfala), valor superior al reportado por estudios anteriores de yogurt griego de leche de vaca que indican un 3.25 % de grasa (Serafeimidou et al 2012); esto se debe a que la leche de búfala tiene mayores valores de grasa (Granados et al 2014), sin embargo, estudios reportan que la leche de búfala tiene un contenido del 43,68% de ácidos grasos insaturados, siendo 37,24% monoinsaturados y 5,84% poliinsaturado.

Zotos y Bampidis (2014) reportaron la presencia de estos ácidos grasos insaturados en la leche de búfala en diferentes épocas del año. Se resalta que el yogurt tipo griego estudiado además de ser enriquecido con el aloe vera tiene unas propiedades intrínsecas propias de la leche del animal del cual proviene, reconociendo que estas características podrán variar si se alteran las propiedades extrínsecas del animal (alimentación, estrés y otras) (Patiño 2011).

El contenido de minerales como Ca, Mg, Fe, Zn que se observa en la tabla 7b, posiblemente aportado en su mayoría por el Aloe vera, debido a que estudios anteriores han reportado que la adición de Aloe vera a bebidas lácteas fermentadas produce un aumento del Zinc (1,37 veces), el hierro (1,24 veces), calcio (1,35 veces) y magnesio(1,59 veces) (Hernandez y Romagosa 2014), además Patiño et al 2005 reportaron que los valores de Zn, Fe, Mn y Ken leche de búfala promedio son de 1,468 mg/Kg, 2.457 mg/Kg; 0,607 mg/kg y 0,101 mg/Kg respectivamente, que son menores que los encontrados en el yogurt tipo griego a base de leche de búfala con aloe vera al 15%.

Por otra parte, la presencia en el yogurt griego a base de leche de búfala con Aloe vera de microminerales como el Mn $21.7 (\pm 0.34)$ mg/Kg y el Fe $3,73 (\pm 0.03)$, que son facilitadores para el crecimiento de lactobacilos (Hernandez y Romagosa 2014) potencializan su uso como alimento pre y

probiótico; estudios anteriores indican que tanto el jugo como la pulpa de Aloe vera, promueven el desarrollo de bacterias probióticas por su composición química (Contreras et al 2007).

La relación Na-K que resulta de la caracterización bromatológica del yogurt en estudio corresponde a 0,0061 (0,021/3,45) que representa un valor muy bajo, lo cual es favorable, puesto que la alta relación de Na-K se ha relacionado con la presión arterial alta, enfermedades del corazón e ictus (Maillot et al 2013). De acuerdo con la relación K-Na, el yogurt tipo griego a base de leche de búfala con aloe vera al 15% reporta un valor de 164,285 (3,45/0,021), indicador muy positivo teniendo en cuenta que estudios anteriores relacionan una ingesta K – Na de 3, con poblaciones que tienen prevalencias muy bajas de hipertensión arterial.(Zarate y Valenzuela 2012).

4.4 Establecimiento la vida útil del producto en función de la temperatura.

En la tabla 8 se muestra el resultado del análisis inferencial para % acidez y pH en cada una de las temperaturas estudiadas en función de las mediciones realizadas.

Tabla 8. Resultado de % de ácido láctico y pH a diferentes mediciones.

Medición	Temperaturas							
	35° C		25° C		15° C		5° C	
	% A. Láctico	pH						
0	0,9 (a)	4,4(a)	0,9 (a)	4,3(a)	0,9 (a)	4,4(a)	0,9 (a)	4,4(a)
1	0,9 (a)	4,4(a)	0,9 (a)	4,3(a)	0,9 (a)	4,4(a)	0,9 (a)	4,4(a)
2	0,9 (a)	4,4(a)	0,9 (a)	4,2(b)	0,9 (a)	4,3(b)	0,9 (a)	4,3(b)
3	0,8(b)	4,3(b)	0,8 (b)	4,2(b)	0,9 (a)	4,3(b)	0,9 (a)	4,3(b)
4	0,8(b)	4,1(c)	0,8 (b)	4,2(b)	0,8 (b)	4,2(c)	0,8 (b)	4,3(b)
5							0,8 (b)	4,3(b)
6							0,8 (b)	4,3(b)

Nota: Letras iguales en la misma columna no difieren entre s para el test de Tukey.

Luego de realizar el análisis de varianza se verificó que existen diferencias significativas en cada una de las mediciones realizadas por temperatura estudiada ($p\text{-valor} = < = 0,05$); tal como lo muestra la tabla 8. Pese a que existen diferencias significativas en las variables pH y acidez, no se seleccionaron como reveladoras de deterioro del producto, puesto que no hubo concordancia entre el deterioro sensorial y los valores obtenidos en las últimas mediciones. Los valores de pH y acidez obtenidos con respecto al tiempo no se salen de los rangos permitidos por la normatividad. En algunas matrices alimentarias o biológicas no existen grandes variaciones de pH y acidez, esto se puede explicar con la presencia de sustancias amortiguadoras, buffers o tampones, que son soluciones de ácidos débiles y de sus bases conjugadas. Los amortiguadores resisten tanto a la adición de ácidos como la de bases (Túnez et al 2009). La capacidad amortiguadora de cada alimento dependerá de los constituyentes propios de este; encontrándose dentro de este grupo los fosfatos, los bicarbonatos y las

proteínas (FMED). (Santos y Madera 2004). En el caso del yogurt griego a base de leche de búfala con salsa de aloe vera al 15% de concentración, encontramos dos materias primas ricas en estos nutrientes como son la leche de búfala, que tiene un 25.5% más de aminoácidos esenciales que la leche de vaca, además de valores altos de macro minerales, como calcio, fosfato, y aniones como el citrato (Byczko y Byczko 2011); y el aloe vera, al cual se le ha detectado el contenido de 17 aminoácidos (Vega et al 2005), así como la presencia de minerales en su composición química (Domínguez Fernández et al 2012), siendo esta la posible explicación a la poca variación del pH y acidez en el producto final.

En la tabla 9 se muestra el resultado del análisis inferencial para el perfil sensorial en cada una de las temperaturas estudiadas en función de las mediciones realizadas.

Tabla 9. Resultado de puntuaciones sensoriales para cada temperatura

TEMPERATURA 35 °C					
Mediciones	Olor	Color	Apariencia	Textura	Sabor
0	6,0333(a)	7,2333(a)	7,2000 (a)	6,5000(a)	6,3667(a)
1	5,4333(a)	6,1000 (b)	6,0667(ab)	5,56667(b)	5,1667(b)
2	4,3000 (b)	5,0333 (c)	5,2333(b)	5,0667(c)	4,4000(b)
3	3,0333(c)	3,9000 (d)	4,1667(c)	3,6667(d)	2,9333(c)
4	2,4000(c)	3,0667(e)	3,3000(d)	2,9000(e)	2,3000(c)
TEMPERATURA 25 °C					
Mediciones	Olor	Color	Apariencia	Textura	Sabor

0	7,5000(a)	7,0330(a)	7,2000(a)	7,5000(a)	7,2333(a)
1	6,3300(b)	6,6000(a)	6,0667(b)	6,46667(b)	6,4667(b)
2	4,9000(c)	5,3667(b)	5,2333(c)	5,6000(c)	5,4667(c)
3	3,0000(d)	4,4333(c)	4,1667(d)	3,9667(d)	3,3667(d)
4	2,2667(e)	3,6333(d)	3,3000(e)	3,2667(e)	2,3333(e)
TEMPERATURA 15 °C					
Mediciones	Olor	Color	Apariencia	Textura	Sabor
0	7,5333(a)	7,5677(a)	6,9000(a)	6,9000(a)	7,5000(a)
1	7,000(ab)	7,4667(a)	6,8870(a)	6,8333(a)	6,7000(a)
2	6,1667(b)	7,0667(a)	6,4667(a)	6,6667(a)	6,4000(a)
3	4,3000(c)	5,6000(b)	5,0667(b)	5,4667(b)	4,9000(b)
4	3,4667(c)	5,2333(b)	4,9667(b)	4,48333(b)	4,3667(b)
TEMPERATURA 5 °C					
Mediciones	Olor	Color	Apariencia	Textura	Sabor
0	7,4667(a)	7,9667(a)	7,9670(a)	7,7667(a)	7,6667(a)
1	7,2333(a)	7,4667(ab)	7,3667(a)	7,2333(a)	7,9330(a)
2	7,2333(a)	7,7667(a)	7,8000(a)	7,4000(ab)	7,7000(a)
3	7,6333(a)	7,7667(a)	8,2330(a)	7,9667(ab)	8,1667(a)
4	7,3667(a)	7,60000(a)	7,8000(a)	7,6667(ab)	8,1333(a)
5	7,4000(a)	7,6667(a)	7,3333(a)	7,7000(ab)	7,8667(a)
6	6,2333(b)	6,5667(b)	6,1667(b)	6,8000(b)	6,3667(b)

Nota: Letras iguales en la misma columna no difieren entre sí para el test de Tukey.

El análisis estadístico revela que los catadores percibieron diferencias estadísticamente significativas en el producto con respecto a los días, encontrando las puntuaciones más altas en el día cero, disminuyéndose esta puntuación en el tiempo.

Las notas más altas están en la temperatura de 5°C y las más bajas se registran a la temperatura de 35 °C, esto se debe a que la temperatura de almacenamiento recomendada para derivados lácteos debe ser inferior a 6 °C según resolución 2310 de 1986.

A 35 °C se observaron puntuaciones de 5 desde la segunda y tercera medición (3 y 6 horas), que equivalen en la escala hedónica a la calificación de indiferente, criterio de rechazo para nuestro estudio; evidenciándose que a esta temperatura no se alcanza un día de conservación del producto (Chaib 1983).

Para todas las temperaturas evaluadas las variables sensoriales que mayor puntuación tuvieron fueron color, apariencia y textura respectivamente, y las de menor puntuación fueron sabor y olor siendo esta última la que presenta la puntuación más crítica. Resultado que se explica porque al ser un producto fermentado como el yogurt; el cual se elabora con un cultivo mixto de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus*, esta asociación da como resultado la producción de ácido láctico y acetaldehído, dichos metabolitos aportan aroma al producto (Ruales 2012). Todo esto le da identidad a los productos lácteos fermentados.

Para cada temperatura se estimaron los tiempos de vida útil en días utilizando la ecuación de Arrhenius como se muestra en el Anexo D. En la tabla 10 se resumen los días estimados según esta ecuación.

Tabla 10. Resultados del estudio de vida útil acelerado del yogurt tipo griego a base de leche de búfala con Aloe vera en días.

Tiempo de vida útil (días)					
Temperatura (°C)	Olor	Color	Apariencia	Textura	Sabor
5	28,6	36,2	34,0	32,1	29,6
15	2,2	2,9	2,9	2,7	2,4
25	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2
35	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Por seguridad al consumidor la variable sensorial escogida para revisar el seguimiento de la vida útil del yogurt tipo griego a base de leche de búfala con Aloe vera es el olor, puesto que registra la puntuación más baja; y al ser la temperatura de 5 °C la más cercana a la recomendada para el almacenamiento y consumo del yogurt según la resolución 2310 de 1986, se tiene que la vida útil del producto es de 28 días.

5. CONCLUSIONES

- Para la formulación del yogurt tipo griego a base de leche de búfala con Aloe vera, se seleccionó la concentración de 15% de Aloe vera, al ser la preferida por los consumidores.
- No se realizó ninguna adaptación en el proceso de elaboración del yogurt tipo griego a base de leche de búfala; puesto que la adición de la salsa de Aloe vera al 15% no afectó la producción de ácido láctico. El tiempo de incubación fue de 4 horas con valores finales de 4.4 para pH y acidez de 0.8 a 0.9, los mismos registrados en la planta de BOUBALOS S.A.S.
- En la caracterización bromatológica del yogurt se encontraron valores de 2,57 % de proteína, 5,87 % grasa, 6,57 % azúcares reductores, 0,49 % cenizas, 74,9 % humedad, además se realizó análisis de macro y micro minerales resaltando los valores de 3,45 % de K, 0.021 % de Na, 0.1 % de Ca y 3,73 mg/Kg Fe. La presencia de

Aloe vera, produjo un aumento del contenido de algunos macro y micro minerales como el Zn, Fe, Mn y K, en el producto final. La Relación Na-K representa un valor bajo y se ajusta a las recomendaciones de estudios anteriores en cuanto a la ingesta diaria.

- La conservación del producto a diferentes temperaturas evidenció que el cambio en las variables de acidez y pH aunque tuvieron diferencias estadísticamente significativas al 5% de probabilidad, no se salieron de los valores preestablecidos. Las variables sensoriales que obtuvieron menores puntuaciones de los catadores fueron olor y sabor por medio de las cuales se correlacionó con la ecuación de Arrhenius una vida útil del producto de 28 y 29 días respectivamente. El tiempo de vida útil escogido es de 28 días por ser el que representa una mayor seguridad para el consumidor.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio microbiológico del producto para constatar el tiempo de vida útil exacto puesto que el resultado obtenido en la parte experimental no corresponde a lo establecido en la Resolución 2310 de 1986.
- Realizar un estudio para establecer si el yogurt tipo griego a base de leche de búfala con aloe vera al 15% puede ser incluido en la dieta como un producto funcional.

7. BIBLIOGRAFÍA

Andrade, R., Velez, G. y Arteaga, M. 2009. Efecto de la neutralización y adición de edulcorante en las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del arequipe de leche de búfala. *Vitae* 16(2):201-209.

AOAC 1990 Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. Published by AOAC, Inc. Helrich K (editor).15th edition, Arlington; Vol. I and II.A.O.A.C 15.015

AOAC 1990 Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. Published by AOAC, Inc. Helrich K (editor).15th edition, Arlington; Vol. I and II.A.O.A.C 15.030

AOAC 1990 Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. Published by AOAC, Inc. Helrich K (editor).15 th edition, Arlington; Vol. I and II.A.O.A.C 15.031

AOAC 1990 Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. Published by AOAC, Inc. Helrich K (editor).15th edition, Arlington; Vol. I and II.A.O.A.C 15.087, 15.088, 197.05, 920.152, 934.06

Bozzi, A., Perrin, C., Austin, S. y Arce Vera, F. 2007. Quality and autenticity of commercial Aloe vera gel powders. FoodChemistry 103, 22-30.

Byczko G., y Byczko N, 2011. Leche de búfala en polvo. Invenio 14 (27) 2011: 135-152.

Cabeza E. 2013, Aplicación de la microbiología predictiva para la determinación de la vida útil de los alimentos, Tesis Microbiologia, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Pamplona.

Chaib, M. 1983.Metodos para avaliação sensorial dos alimentos. 4ta Edición. CompinasUnicamp. 62p.

Chithra, P., Sajithlal G.B. y Chandrakasan G. 1998. Influence of Aloe vera on collagen turnover in healing of dermal wounds in rats. Indian Journal of Experimental Biology 36, 896-901.

Choi, S. y Chung, M. 2003. A review on the relationship between Aloe vera components and their biologic effects. *Seminars in Integrative Medicine* 1, 53-62.

Codex Alimentarius. 2011. Leches y productos lácteos. 2da Ed. Viale delle Terme di Caracalla, Roma, Italia. p 6.

Colanta. 2008. Ecolanta. Mejores pagos de leche Colanta por plantas. *Revista de la cooperativa Colanta*. Ed. 230.

Contreras, M., Domínguez, R., y González, A. 2007. Proceso de biotransformación láctica del jugo de Aloe vera. 2007, *Tecnol. Ciencia Ed. (IMIQ)* 22(1): 35-42, 2

Dagne, E., Bisrat, D., Viljoen, A. y Van Wyk, BE. 2000. Chemistry of aloe species. *Current Organic Chemistry* 4, 1055-1078.

Domínguez-Fernández, R.N., Arzate, I., Chanona, J. J., Welti-Chanes, J. S., y Gutiérrez-López, G. F. 2012. Aloe vera gel: structure, chemical composition, processing, biological activity and importance in pharmaceutical and food industry. *Revista mexicana de ingeniería química*, 11(1), 23-43.

Eshun, K. y He, Q. 2004. Aloe vera: A valuable ingredient for the food, pharmaceutical and cosmetic industries-A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 44, 91-96.

Granados, C., Meza, L., Paba R.,y Acevedo D. 2014.Elaboración de Queso de Capa a partir de Leche de Búfala del Municipio Carmen de Bolívar (Colombia). *Información tecnológica*. V 26 n6. Bolivar. Colombia.

Guarín J. 2003. El búfalo doméstico una alternativa para producir leche y derivados lácteos de alta calidad en el trópico. Disponible en: <http://www.reuna.unalmed.edu.co/temporales>

Guerrero, J. 2012.Conoce los beneficios para la salud del yogur griego, (21) 15.

Hamman, J.H. y Viljoen, A.M. 2008. Use of Aloe vera for increasing the bioavailability of poorly absorbable drugs.SA patentapplication 2008/01542.

Hernández, A. y Romagosa S. 2012. Desarrollo de una leche fermentada probiótica con jugo de Aloe vera. 2015, vol.35, n.1 [citado 2015-06-23], pp. 81-97. Disponible en: <<http://scielo.sld.cu/scielo.php>.

Hough G. y Fiszman S. 2005. Estimacion de la Vida Util Sensorial de los alimentos. Madrid: Programa CYTED; p.13, 77.

Hough, G., Garitta, L., Gomez, G. 2006. Sensory shelf-life predictions by survival analysis accelerated storage models. FoodQuality and Preference, 17, 468-473.

<http://www.fmed.uba.pdf>. (En línea)

Instituto geográfico Agustín Codazzi 1995, Córdoba. Características geográficas. Santa Fe de Bogotá.

Jia, Y., Zhao, G. y Jia, J. 2008. Preliminary evaluation: The effects of Aloe ferox Miller and Aloe arborescens Miller on wound healing. Journal of Ethnopharmacology 120, 181-189.

Maillot, M., Monsivais, P., y Drewnowski, A. 2013. Food pattern modeling shows that the 2010 Dietary Guidelines for sodium and potassium cannot be met simultaneously. 2013. N U T R I T I O N R E S E A R C H 33. 1 8 8 – 1 9 4.

Manual de procesos y procedimientos planta Boubalos S.A.S.

Mayer, S. 2012. De compras para la salud: Yogurt, publicaciones del Departamento de FoodScience and Human Nutrition, 12(1), p 5.

Moreno, V. 2013. Efecto de tres concentraciones de grasa y dos niveles de acidez en un yogur estilo griego, Tesis Ingeniera en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras.

Ni, Y., Turner, D., Yates, K. y Tizard, I. 2004. Isolation and characterization of structural components of Aloe vera L. leaf pulp. International Immunopharmacology 4, 1745- 1755.

Parra, R, 2014. Encapsulación de sábila (Aloe vera) y su efecto durante la incubación de yogurt. Cultura científica Juan de Castellanos, 12(1):67 - 73.

Patiño, E, 2011, Producción y calidad de la leche bubalina, Tecnología en marcha, 24(5):25-35.

Patiño, E. M.; Crudeli, G.A.; Couto A. de G.; Mendes Jorge, A. 2008
Lechería Bubalina. Editado por MogliaS. R. L. Corrientes, Argentina.
ISBN N° 978-987-05-5097-6. 198 p.

Patiño, EM. 2009, la leche de búfala versus bovina. (En línea). Consultado
5 Julio 2014. Disponible en <http://www.perulactea.com>

Ramachandra, C. y Srinivasa P. 2008. Processing of Aloe vera leaf gel:
A review. American Journal of Agricultural and Biological Sciences 3, 502-
510.

Ramirez, J. 2012, Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor,
Ediciones ReciteIA, Cali, p 89.

Resolución 2310 de 1986, <https://www.invima.gov.co/index.php>

Reynolds, T. 2004. Aloes: The Genus Aloe. Medicinal and aromatic plants-
industrial profiles Editorial CPR Press LLC, Boca Raton, Florida.

Ruales, B. 2012. Seguimiento de la producción del aroma del yogurt
durante la fermentación ácido láctica mediante nariz electrónica y
evaluación sensorial. 2012. Universidad nacional de Colombia.

Santos C., y Madera U., 2004. Acción Buffer de los Aminoácidos. Capítulo I, Bioquímica de Lippincotts.

Soto, J., y Teheran, L. 2007. Evaluación de la composición fisicoquímica y microbiológica de la leche de búfala en las cinco fincas de mayor producción del departamento de Córdoba. Trabajo de grado. Universidad de Córdoba.

Serafeimidou, A., Zlatanov, S., Laskaridis, K. 2012. Chemical characteristics, fatty acid composition and conjugated linoleic acid (CLA) content of traditional Greek yogurts. Food Chemistry 134.

Torres A. Guerra M, Rosquete Y, 2001, Estimación de la vida útil de una fórmula dietética en función de la disminución de lisina disponible. Ciencia y tecnología de alimentos (en línea). Disponible en <http://www.scielo.br/scielo.php>.

Túnez I., Galván A., y Fernández E, 2009. pH y amortiguadores: Tampones fisiológicos (en línea). Disponible en <http://www.uco.es.pdf>.

Vega A., Nevenka C., Díaz N., Lemus R. 2005. El Aloe vera (aloe barbadensis miller) como componente de alimentos funcionales. ISSN 0717-7518; Rev. chil. nutr. v.32 n.3 Santiago dic. 2005

Vinson, J. A., Al Kharh y Adreoli, L. 2005. Efect of Aloe vera preparations on the human bioavailability of vitamins C and E. *Phytomedicine* 12, 760-765.

Zárate LH, Valenzuela A. 2012. Equilibrio sodio-potasio en la regulación de la hipertensión arterial. *Medwave*.2012 Feb;12(2) doi: 10.5867/medwave.2012.02.5301.

Zotos, A. y Bampidis, V. 2014. Milk fat quality of Greek buffalo (*Bubalus bubalis*). *Journal of Food Composition and Analysis* 33 (2014) 181–186.

ANEXOS

ANEXO A

Ficha técnica cristal de Aloe vera

CRISTAL SÁBILA

Nombre científico

Aloe vera (L.) Burm. f.

PRODUCTO

El cristal ofrecido es 100% natural, sin ningún tipo de conservantes. En busca de prolongar la vida útil del producto se debe preservar en sitios no calurosos (preferiblemente en refrigeración), y que no se expongan a la luz directa por tiempo prolongados en busca de evitar enrojecimiento en la pulga.

Propiedades medicinales reconocidas

Sistema	Acción farmacológica
Digestivo	Laxante Antiulceroso Protector del tejido hepático
Respiratorio	Antiasmático
Piel y Mucosas	Cicatrizante

Vía de administración

Por vía oral contraindicada en las embarazadas y madres que amamantan.

Otras propiedades atribuidas

(Aún no aprobadas)

Vulnerario, anticatarral, expectorante, colagogo y antihemorroidal.

Advertencias

Por vía oral contraindicada en las embarazadas y madres que amamantan.

Otros usos

Ornamental; elaboración de variados productos cosméticos y champú.

Componentes

El cristal contiene derivados antraquinónicos (sustancias activas) y resinas.

PRESENTACIÓN

Actualmente se está ofreciendo al Público la presentación de 100 gramos en almacenes de cadena (Jumbo y Olímpica) en busca de satisfacer las necesidades de los hogares a nivel nacional. Sin embargo, a medida que nuevos clientes se acerca a nosotros con otro tipo de necesidades nos hemos esmerado en buscar nuevas presentaciones.

DURABILIDAD DEL PRODUCTO

El cristal en condiciones de ambiente puede tener una vida útil de 20 a 30 días respetando los consejos generados anteriormente. Bajo refrigeración o congelación puede aumentar su vida útil en un 200 a 300% conservando sus propiedades naturales. Más tiempo puede generar cambios en su consistencia.

ANEXO B

Cuestionario de respuesta para la prueba de ordenación.

ORDENACIÓN

Nombre: _____ Fecha: _____

Por favor, pruebe las muestras. Ordénelas según su gusto, es decir, la de mayor preferencia a menor preferencia. Tomar agua después de las evaluaciones y esperar de 30-40 segundos.

Código	Orden
--------	-------

748

593

459

Comentarios: _____

ANEXO C

Evaluación sensorial de yogurt tipo griego a base de leche de búfala con aloe vera.

Nombre: _____ Fecha: _____

Por favor, evalúe la siguiente muestra de yogurt griego con aloe vera utilizando la escala de abajo para describir cuanto le gustó o disgustó a usted el olor, color, aspecto, sabor y textura del producto. Marque la posición de la escala que mejor representa su juzgamiento.

Atributo	O	C	A	S	T
Me Gusta extremadamente					
Me Gusta mucho					
Me Gusta moderadamente					
Me Gusta ligeramente					
Indiferente					
Me Disgusta ligeramente					
Me disgusta moderadamente					
Me Disgusta mucho					
Me Disgusta extremadamente					

Comentarios:

ANEXO D

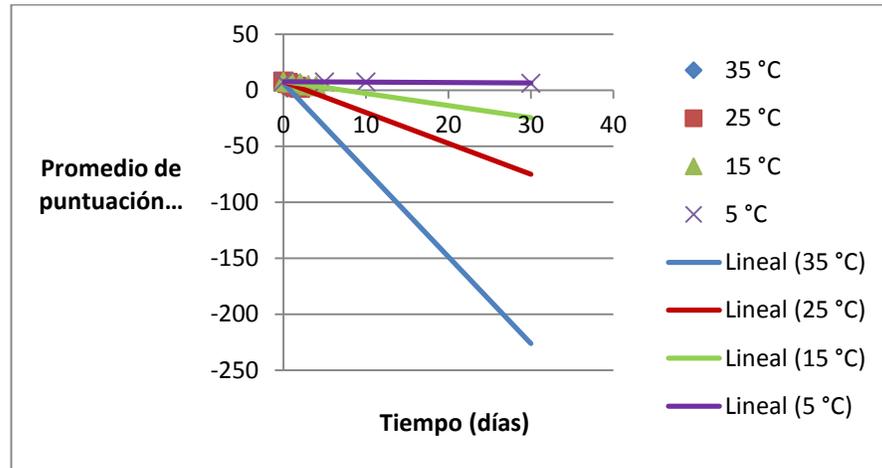
Estimación de la vida útil del yogurt tipo griego a base de leche de búfala con Aloe vera.

✓ OLOR

Puntuaciones de las cataciones a distintas temperaturas.

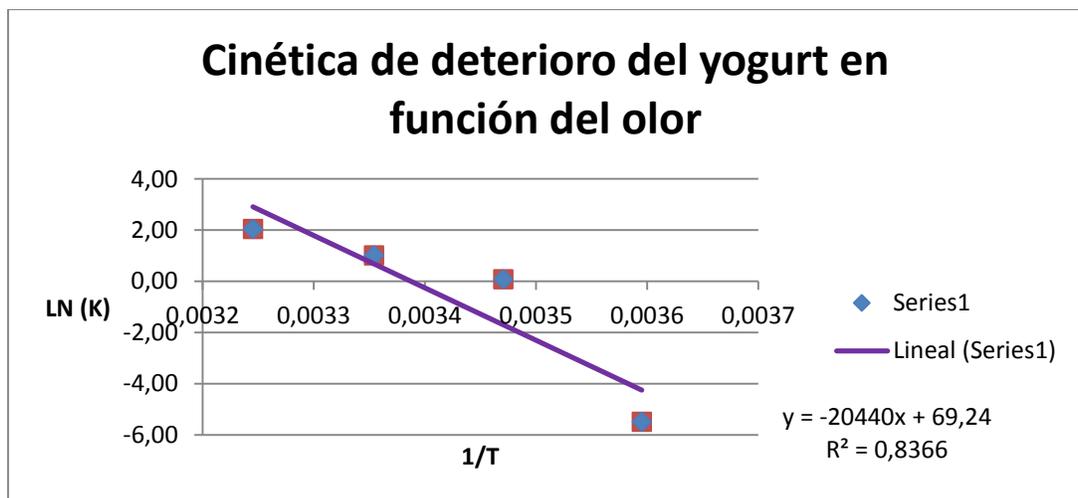
OLOR				
Días	Temperatura (°C)			
	35	25	15	5
0	6,0333	7,5	7,5333	7,4667
0,125	5,4333			
0,249	4,3			
0,373	3,0333			
0,5	2,4	6,33		
1		4,9	7	
1,5		3		
2		2,2667	6,1667	
3			4,3	
4			3,4667	
5				7,2333
10				7,2333
15				7,6333
20				7,3667
25				7,4
30				6,2333

1. Se grafican las mediciones vs las puntuaciones de cada temperatura.



2. Con la pendiente de cada gráfica, ya tiene K y lo grafica con el inverso de la Temperatura.

T°C	T(K)	1/T	K	Ln(K)	Ecuación	R ²
5	278,15	0,00359518	0,00412	-5,49	$y = -0,00412x + 7,5052$	0,9705
15	288,15	0,00347041	1,08330	0,08	$y = -1,0833x + 7,86$	0,9607
25	298,15	0,00335402	2,75930	1,01	$y = -2,7593x + 7,5587$	0,9863
35	308,15	0,00324517	7,74280	2,05	$y = -7,7428x + 6,171$	0,9844



3. Pendiente de esta gráfica es E_a/R

$$R = 0,001987 \quad \text{Kcal}$$

$$E_a/R = 20440$$

$$E_a = 40,61 \quad \text{Kcal/mol}$$

4.	Ko es Exp de él intercepto de la gráfica
K0	1,17639E+30

5. Con este valor de K_0 puede calcular K a diferentes $T(K)$ en la ecuación de Arrhenius

$$\ln(C_0/C_t) = Kt$$

C_0 = nota más alta de aceptación (7,5333)

C_t = notas más baja de (5)

T (días)

K (1/días)

Olor				
T°C	T(K)	K	V. útil (días)	Meses
5	278,15	0,01433	28,6	0,95
15	288,15	0,18355	2,2	0,07
25	298,15	1,98160	0,2	0,01
35	308,15	18,33236	0,0	0,00

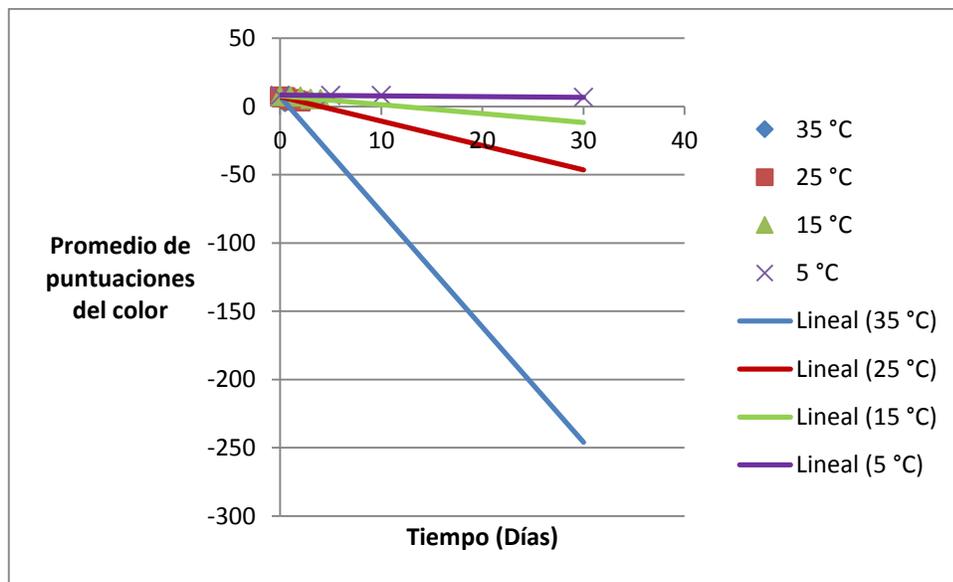
✓ COLOR

Puntuaciones de las cataciones a distintas temperaturas.

COLOR				
	Temperatura (°C)			
Días	35	25	15	5
0	7,2333	7,033	7,5677	7,9667
0,125	6,1			
0,249	5,0333			
0,373	3,9			
0,5	3,0667	6,6		
1		5,3667	7,4667	
1,5		4,4333		
2		3,6333	7,0667	
3			5,6	
4			5,2333	
5				7,9667

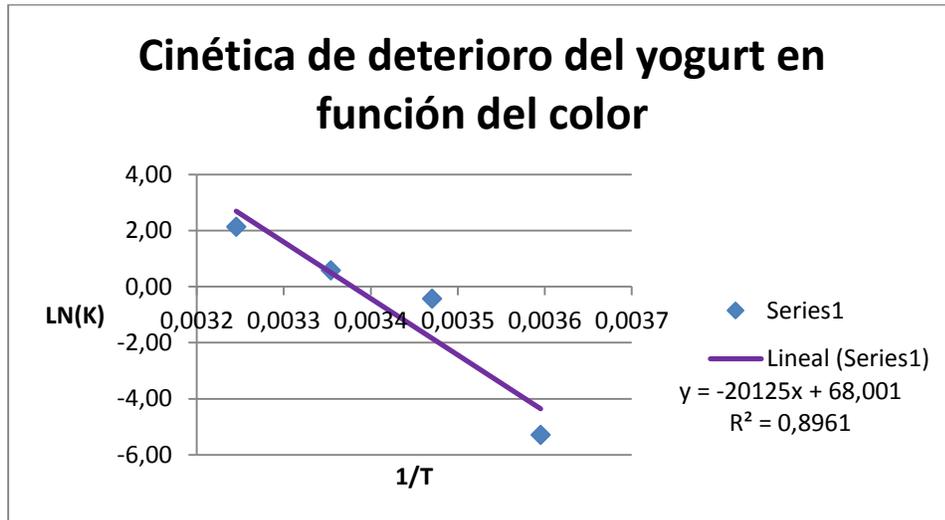
10				7,9667
15				7,7667
20				7,6
25				7,6667
30				6,5667

1. Se grafican las mediciones vs las puntuaciones de cada temperatura.



2. Con la pendiente de cada gráfica, ya tiene K y lo grafica con el inverso de la Temperatura

T°C	T(K)	1/T	K	Ln(K)	Ecuación	R ²
5	278,15	0,00359518	0,00506	-5,29	$y = -0,00506x + 8,186$	0,9036
15	288,15	0,00347041	0,6536	-0,43	$y = -0,6536x + 7,894$	0,895
25	298,15	0,00335402	1,7932	0,58	$y = -1,7932x + 7,2065$	0,9849
35	308,15	0,00324517	8,4382	2,13	$y = -8,4382x + 7,1712$	0,997



3. la pendiente de esta grafica es E_a/R

$R = 0,001987$ Kcal
 $E_a/R = 20125$
 $E_a = 39,99$ Kcal/mol

4. **K_0 es Exp de él intercepto de la gráfica**

K_0 $3,40768E+29$

5. Con este valor de K_0 puede calcular K a diferentes $T(K)$ en la ecuación de Arrhenius

$$\ln(C_0/C_t) = Kt$$

C_0 = nota más alta de aceptación (7,9667)
 C_t = notas más baja de (5)
 t (días)
 K (1/días)

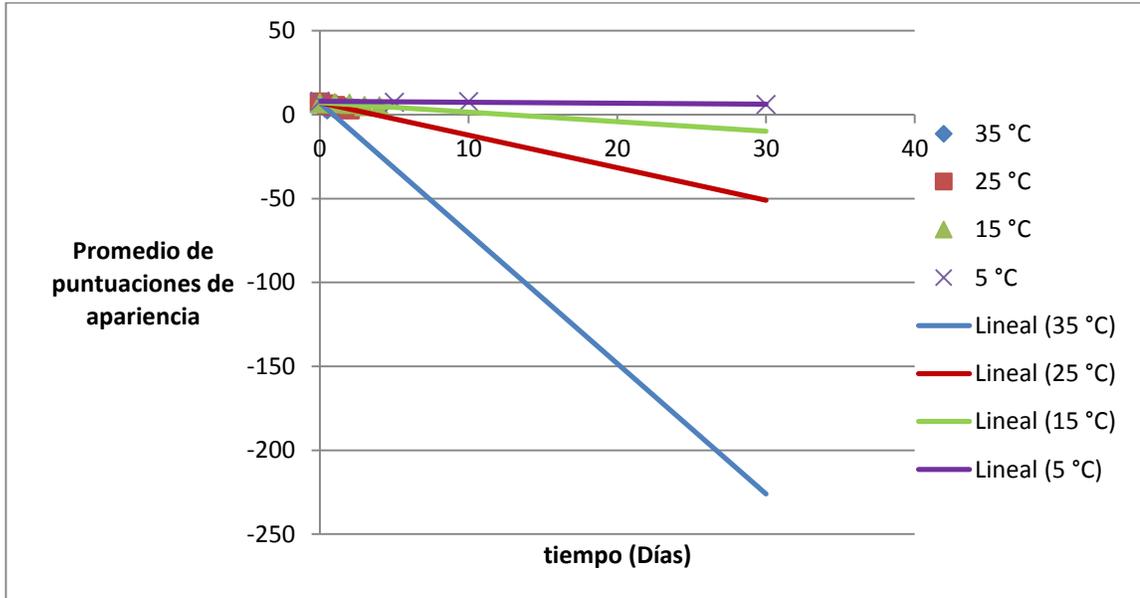
Color				
T°C	T(K)	K	V. útil (días)	Meses
5	278,15	0,01288	36,2	1,21
15	288,15	0,15864	2,9	0,10
25	298,15	1,65106	0,3	0,01
35	308,15	14,75965	0,0	0,00

✓ **APARIENCIA**

Puntuaciones de las cataciones a distintas temperaturas.

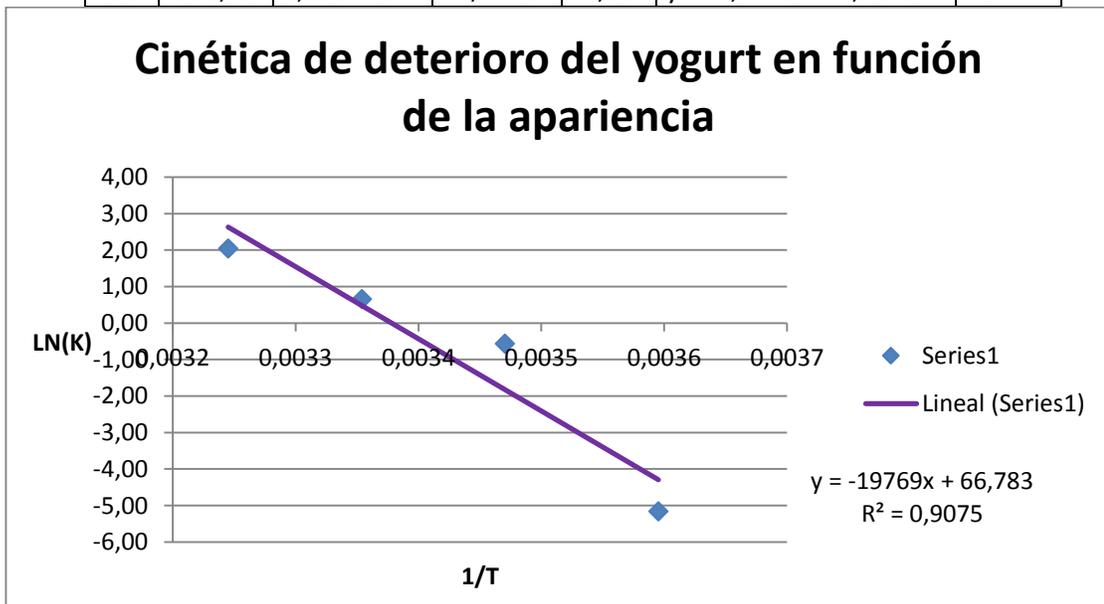
APARIENCIA				
	Temperatura (°C)			
Horas	35	25	15	5
0	7,2	7,2	6,9	7,967
0,125	6,0667			
0,249	5,2333			
0,373	4,1667			
0,5	3,3	6,0667		
1		5,2333	6,887	
1,5		4,1667		
2		3,3	6,4667	
3			5,0667	
4			4,9667	
5				7,3667
10				7,8
15				8,233
20				7,8
25				7,3333
30				6,1667

1. Se grafican las mediciones vs las puntuaciones de cada temperatura.



2. Con la pendiente de cada gráfica, ya tiene K y lo grafica con el inverso de T

T°C	T(K)	1/T	K	Ln(K)	Ecuación	R ²
5	278,15	0,00359518	0,00574	-5,16	$y = -0,00574x + 7,9713$	0,8638
15	288,15	0,00347041	0,5687	-0,56	$y = -0,5687x + 7,1948$	0,8655
25	298,15	0,00335402	1,94	0,66	$y = -1,94x + 7,1333$	0,9978
35	308,15	0,00324517	7,7718	2,05	$y = -7,7718x + 7,1316$	0,9977



<p>3. la pendiente de esta gráfica es E_a/R</p> <p>$R= 0,001987$ Kcal</p> <p>$E_a/R= 19769$</p> <p>$E_a= 39,28$ Kcal/mol</p>

<p>4. K_0 es Exp de él intercepto de la gráfica</p> <p>K_0 1,00806E+29</p>

5. Con este valor de K_0 puede calcular K a diferentes $T(K)$ en la ecuación de Arrhenius

$$\ln(C_0/C_t) = Kt$$

C_0 = nota más alta de aceptación (7,967)

C_t = notas más baja de (5)

t (días)

K (1/días)

Apariencia				
T°C	T(K)	K	V. útil (días)	Meses
5	278,15	0,01370	34,0	1,13
15	288,15	0,16144	2,9	0,10
25	298,15	1,61196	0,3	0,01
35	308,15	13,86238	0,0	0,00

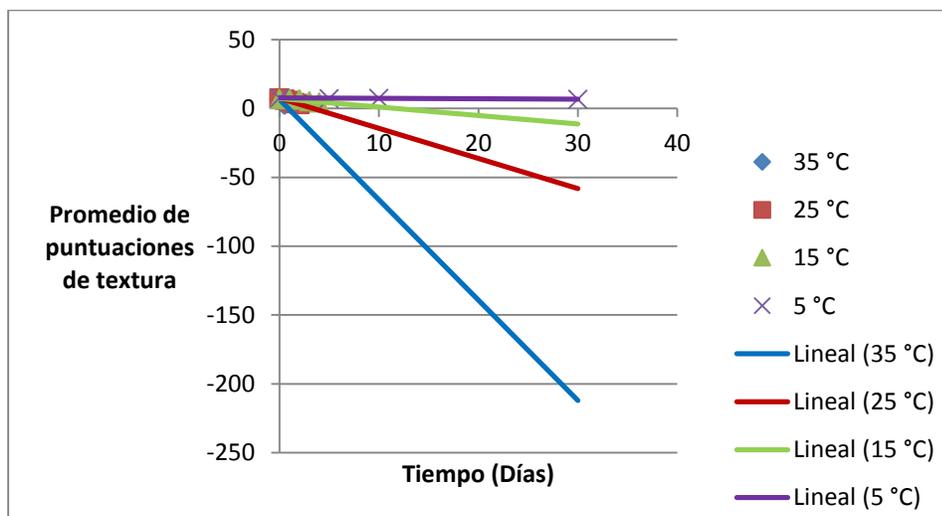
✓ **TEXTURA**

Puntuaciones de las cataciones a distintas temperaturas.

TEXTURA				
Días	Temperatura (°C)			
	35	25	15	5
0	6,5	7,5	6,9	7,7667
0,125	5,56667			
0,249	5,0667			
0,373	3,6667			
0,5	2,9	6,46667		
1		5,6	6,8333	
1,5		3,9667		
2		3,2667	6,6667	

3			5,4667	
4			4,48333	
5				7,2333
10				7,4
15				7,9667
20				7,6667
25				7,7
30				6,8

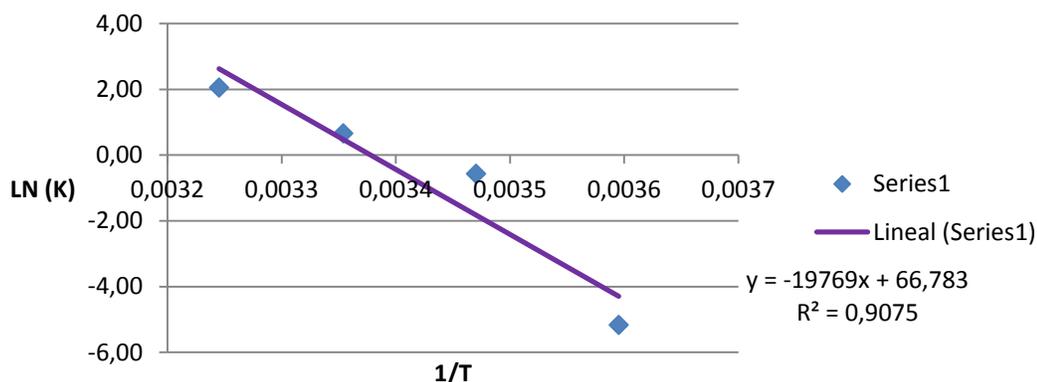
1. Se grafican las mediciones vs las puntuaciones de cada temperatura.



2. Con la pendiente de cada gráfica, ya tiene K y lo grafica con el inverso de T

T°C	T(K)	1/T	K	Ln(K)	Ecuación	R ²
5	278,15	0,00359518	0,00276	-5,89	$y = -0,00276x + 7,6108$	0,8212
15	288,15	0,00347041	0,62	-0,48	$y = -0,62x + 7,31$	0,8525
25	298,15	0,00335402	2,1933	0,79	$y = -2,1933x + 7,5533$	0,987
35	308,15	0,00324517	7,2915	1,99	$y = -7,2915x + 6,5585$	0,9829

Cinética de deterioro del yogurt en función de la textura



3. la pendiente de esta grafica es E_a/R

$R = 0,001987$ Kcal

$E_a/R = 19769$

$E_a = 39,28$ Kcal/mol

4. K_0 es Exp de él intercepto de la gráfica

K_0

$1,00806E+29$

5. Con este valor de K_0 puede calcular K a diferentes $T(K)$ en la ecuación de Arrhenius

$$\ln(C_0/C_t) = Kt$$

C_0 = nota más alta de aceptación (7,7667)

C_t = notas más baja de (5)

t (días)

K (1/días)

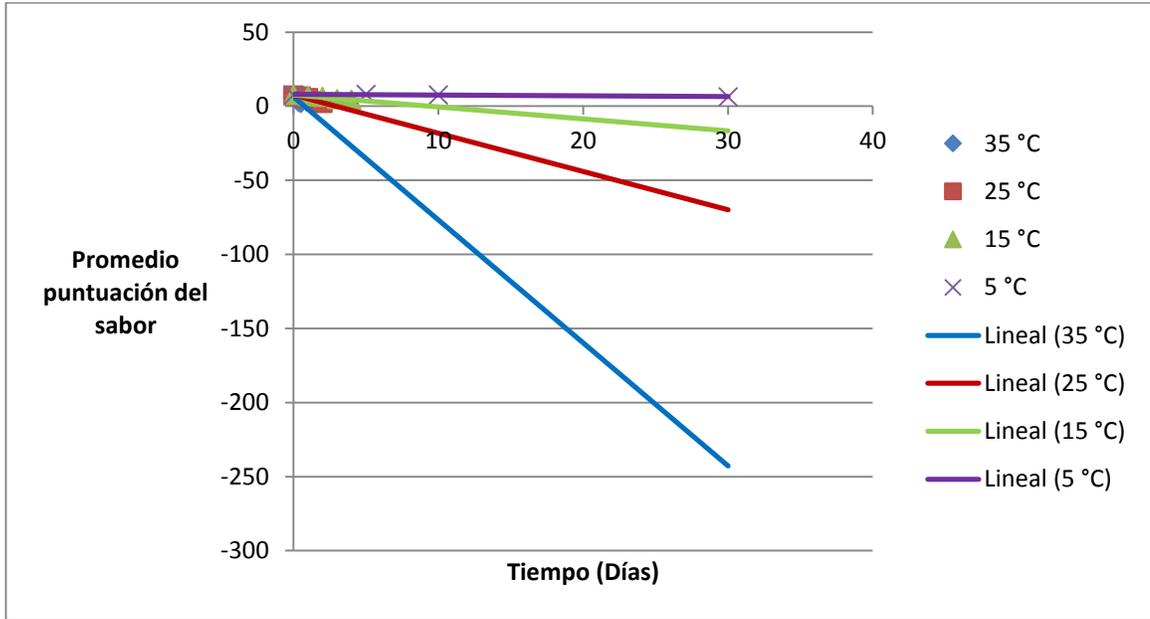
Textura				
T°C	T(K)	K	V. útil (días)	Meses
5	278,15	0,01370	32,1	1,07
15	288,15	0,16144	2,7	0,09
25	298,15	1,61196	0,3	0,01
35	308,15	13,86238	0,0	0,00

✓ **SABOR**

Puntuaciones de las cataciones a distintas temperaturas.

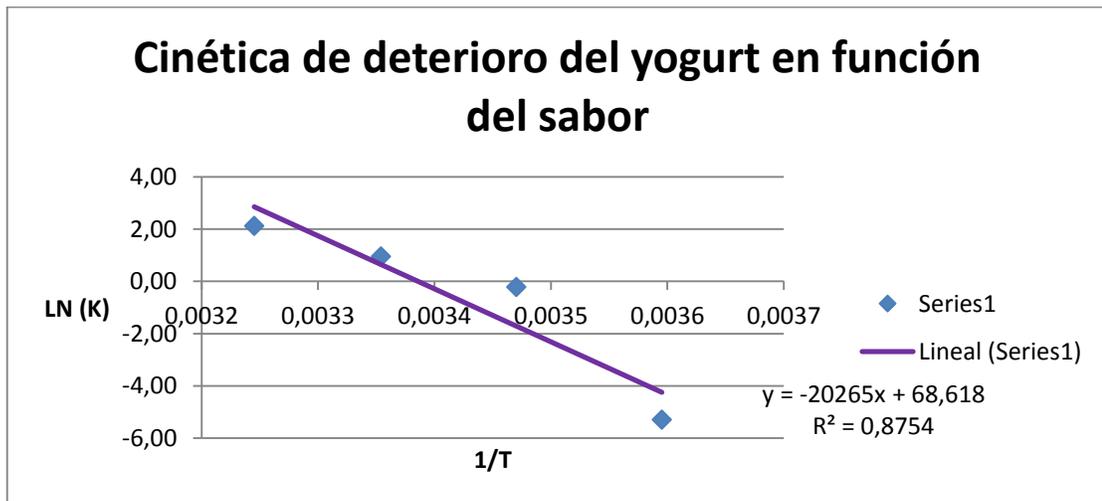
SABOR				
	Temperatura (°C)			
Días	35	25	15	5
0	6,3667	7,2333	7,5	7,6667
0,125	5,1667			
0,249	4,4			
0,373	2,9333			
0,5	2,3	6,4667		
1		5,4667	6,7	
1,5		3,3667		
2		2,3333	6,4	
3			4,9	
4			4,3667	
5				7,933
10				7,7
15				8,1667
20				8,1333
25				7,8667
30				6,3667

1. Se grafican las mediciones vs las puntuaciones de cada temperatura.



2. Con la pendiente de cada gráfica, ya tiene K y lo grafica con el inverso de T

T°C	T(K)	1/T	K	Ln(K)	Ecuación	R ²
5	278,15	0,00359518	0,00503	-5,29	$y = -0,00503x + 7,9822$	0,8673
15	288,15	0,00347041	0,8067	-0,21	$y = -0,8067x + 7,5867$	0,9606
25	298,15	0,00335402	2,58	0,95	$y = -2,58x + 7,5533$	0,9713
35	308,15	0,00324517	8,3043	2,12	$y = -8,3043x + 6,3044$	0,9874



3. la pendiente de esta grafica es E_a/R
 $R= 0,001987$ Kcal
 $E_a/R= 20265$
 $E_a= 40,27$ Kcal/mol

4. K_0 es Exp de él intercepto de la gráfica
 K_0 6,31566E+29

5. Con este valor de K_0 puede calcular K a diferentes $T(K)$ en la ecuación de Arrhenius

$$\ln(C_0/C_t) = Kt$$

C_0 = nota más alta de aceptación (7,6667)

C_t = notas más baja de (5)

t (días)

K (1/días)

Sabor				
T°C	T(K)	K	V. útil (días)	Meses
5	278,15	0,01443	29,6	0,99
15	288,15	0,18087	2,4	0,08
25	298,15	1,91335	0,2	0,01
35	308,15	17,36702	0,0	0,00