

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**Utilización de suero ácido y goma xanthan en la
elaboración de un néctar de naranja**

Sistematización de experiencias prácticas de investigación y/o intervención

Mary Cruz Mieles Cedeño

Lucía Daniela Yépez Tamayo

Ingeniería en Alimentos

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniería en Alimentos

Quito, 30 de noviembre de 2015

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO CIENCIAS E INGENIERÍAS

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Utilización de suero ácido y goma xanthan en la elaboración de un néctar
de naranja**

Mary Cruz Mieles Cedeño

Lucía Daniela Yépez Tamayo

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Lucía Ramírez, D.Sc.

Firma del profesor

Quito, 30 de noviembre de 2015

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Mary Cruz Mieles Cedeño

Código: 00101404

Cédula de Identidad: 1312814658

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Lucía Daniela Yépez Tamayo

Código: 00100135

Cédula de Identidad: 1002217428

Lugar y fecha: Quito, 30 de noviembre de 2015

DEDICATORIA

A mis padres que son mi soporte y mi todo. A la luz de nuestras vidas, mi hermano. A mis abuelitos que siempre me han brindado su amor y apoyo. Y a mi pequeña ángel. Para ustedes con mucho cariño.

Mary Cruz

A mis padres por su amor y dedicación constante que gracias a ellos soy una profesional. A mi hermana por su cariño. A Juan Ignacio Vargas por su amor y apoyo.

Lucía

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestros padres por su apoyo y amor incondicional. A aquellas personas especiales que creen en nosotras. A nuestra asesora de tesis, Lucia Ramírez, por su constante entrega y dedicación durante la carrera especialmente por la amistad que hemos formado. A Mario Caviedes quien nos brindó sus conocimientos. A nuestros profesores y a todas las personas que forman parte de laboratorio y la planta piloto por su ayuda y consejos.

RESUMEN

La producción de suero a nivel mundial es de 180 a 190 millones de toneladas por año, generando 1,6 billones de litros de suero ácido como residuo. Ecuador destina el 40% de la producción de leche a la industria láctea y a la elaboración de quesos. El suero presenta lactosa, sólidos totales, proteína, minerales y vitaminas; sin embargo, el suero ácido posee mayor cantidad de fósforo, ácido láctico y aminoácidos esenciales frente al suero dulce. Los nutrientes producen contaminación al generar altas cantidades de DBO y DBQ. El objetivo de este estudio fue evaluar la utilización de suero ácido y goma xanthan para la elaboración de un néctar, considerando sus propiedades fisicoquímicas, la aceptación del producto y la intención de compra de los consumidores. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con arreglo factorial 2^2 donde se combinaron dos factores con dos niveles cada uno y cuatro repeticiones (16 unidades experimentales). Los factores evaluados fueron suero ácido (10 y 15%) y goma xanthan (0,05 y 0,1%). Mediante el Análisis de Varianza (ANOVA) se encontró que la interacción de los factores influyó en las variables: pH, acidez y sólidos solubles, mientras que el suero ácido afectó solamente en los sólidos solubles, y la goma xanthan en la acidez. El tratamiento con 10% de suero ácido y 0,1% de goma xanthan fue el único que cumplió con los requerimientos establecidos. Este tratamiento fue evaluado sensorialmente, ubicándose entre “me gusta” y “me gusta mucho”, con un nivel de agrado del 85%. Finalmente, el 86% de consumidores compraría el néctar de naranja con suero ácido y goma xanthan.

Palabras Claves: Suero ácido, goma xanthan, néctar.

ABSTRACT

Whey production worldwide is 180 to 190 million tons per year, generating 1.6 billion liters of acid whey as a remainder. Ecuador spends 40% of milk production to the dairy industry and cheese making. The whey has lactose, total solids, protein, minerals and vitamins; however, the acid whey has higher amount of phosphorus, lactic acid and essential amino acids compare to sweet whey. The nutrients produce contamination to generate high quantities of DBO and DBQ. The aim of this study was to evaluate the use of acid whey and xanthan gum for the elaboration of a nectar, considering their physicochemical properties, product acceptance and purchase intent of consumers. A completely randomized design (DCA) was used with factorial arrangement 2^2 . It was used a combination of two factors with two levels each, and four repetitions (16 experimental units). The factors evaluated were acid whey (10 and 15%) and xanthan gum (0,05 and 0,1%). Through the Analysis of Variance (ANOVA) was found that the interaction between factors influenced the variables: pH, acidity, and soluble solids, while acid whey only affected soluble solids and xanthan gum in acidity. The treatment with 10% of acid whey and 0,1% of xanthan gum was the only that it complied the established requirements. This treatment was evaluated using sensory test ranking between "I like it" and "I like it a lot", with a level of satisfaction of 85%. Finally, 86% of consumers would buy the orange nectar with acid whey and xanthan gum.

Key words: acid whey, xanthan gum, nectar

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN	9
MATERIALES Y MÉTODOS	12
Materia prima	12
Procedimiento	12
Diseño experimental	14
Ponderación	16
RESULTADOS Y DISCUSIONES	17
pH	17
Acidez (% Ácido cítrico)	19
Sólidos Solubles	21
Ponderación	23
EVALUACIÓN SENSORIAL	24
Prueba hedónica de 5 puntos	24
Procedimiento	24
Resultados y Discusión	25
Por género de consumidores	26
Por edades de los consumidores	29
CONCLUSIONES	33
RECOMENDACIONES	34
BIBLIOGRAFÍA	35
ANEXOS	40
ANEXO 1. Análisis de varianza (ANOVA) de las variables de respuesta.	40
ANEXO 2. Cuestionario Prueba de Aceptabilidad	45

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se producen de 180 a 190 millones de toneladas por año de suero eliminando la mitad de sólidos totales presentes en la leche, proteína, lactosa, minerales y vitaminas (Chandrapala et al., 2015). La industria láctea en Ecuador se considera un sector económico importante. La Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente (AGSO) indica que en el país se producen 5'300.000 litros de leche diarios, manteniendo una tendencia de crecimiento entre el 25% y 30% (El Telégrafo.com, 2014). El 40% de esta producción se destina a la industria láctea y elaboración de quesos artesanales. Muñi, Páez, Faría, Ferrer y Ramones (2005) estimaron que por cada kg de queso se producía 9 kg de lactosuero. En la actualidad, las compañías enfrentan un gran problema de contaminación al generar 1,6 billones de litros de suero ácido por año como residuos (Chandrapala et al., 2015).

El suero es un líquido que se obtiene después de la coagulación de las micelas de caseína en el proceso de cuajado de leche durante la elaboración de quesos y mantequillas (Vela, Castro, Caballero, & Ballinas, 2012) y se clasifica en ácido y dulce (Chandrapala et al., 2015). El suero ácido se produce por la adición de compuestos ácidos y la precipitación de la caseína (Gangurde, Chordiya, Patil, & Baste, 2011). Además presenta bajo contenido de proteína y lactosa y un reducido pH; sin embargo, tiene mayor cantidad de fósforo, calcio y ácido láctico frente al suero dulce (Chandrapala et al., 2015). El suero de leche posee el más alto valor biológico de la proteína de cualquier otra fuente. Entre las proteínas más importantes se incluyen la β -lactoglobulina, α -lactoalbúmina, seroalbúmina bovina, inmunoglobulinas y proteosomas – peptona; no obstante el suero ácido contiene lactoferrina, glucoproteínas, lactoperoxidasas y transferrina (Gangurde et al., 2011); se destacan los aminoácidos esenciales triptófano, lisina y aminoácidos azufrados (Londoño, Sepúlveda, Hernández, & Parra, 2008). Los nutrientes generan cerca de 3,5 kg de demanda biológica de

oxígeno (DBO) y 6,8 kg de demanda química de oxígeno (DQO) por cada 100 kg de lactosuero líquido donde la lactosa es el principal componente que contribuye a la alta DBO y DQO (Muñi et al., 2005). Las proteínas de suero han sido utilizadas en diferentes alimentos, porque confieren propiedades funcionales como solubilidad, emulsificación, retención de agua y grasa, espesantes, formación de espuma y propiedades de gelificación. Una de las alternativas para la utilización del suero, es la elaboración de bebidas refrescantes, bebidas fermentadas y alcohólicas por sus bajos costos de producción y alto valor nutricional (Parra, 2009).

La goma xanthan es un heteropolisacárido con estructura primaria que consiste en unidades repetidas de pentasacárido, formado por dos unidades de glucosa, dos de manosa y una de ácido glucorónico. La agencia americana Food and Drug Administration (FDA) ha aprobado éste polisacárido como aditivo alimentario puesto que las investigaciones hechas no han demostrado efectos adversos (García, Santos, Casas, & Gómez, 2000). La función de un hidrocoloide es ligar agua, reaccionar con otros constituyentes del medio, estabilizar la red de proteína y evitar la liberación de agua (Soukoulis, Panagiotidis, Koureli, & Tzia, 2007). En cuanto a sus propiedades fisicoquímicas, a un bajo pH, la disolución de la goma es rápida y completa e influye en la suspensión de componentes insolubles. Es así, que el uso de la goma en bebidas con frutas cítricas proporciona estabilización en las propiedades organolépticas, específicamente olor, sabor y textura (Akkarachaneeyakorn & Tinrat, 2015).

La norma INEN 2337:2008 (JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NÉCTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS) define el néctar de fruta como un producto pulposo o no pulposo sin fermentar, pero susceptible de fermentación; es obtenido de la mezcla de jugo de fruta o pulpa, concentrados, sin concentrar o la mezcla de éstos que provienen de una o más frutas con agua con o sin ingredientes endulzantes

(Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2008). Por otro lado, el Codex (2005) define al néctar de fruta como una bebida sin fermentar a la cual se añade agua, azúcares o edulcorantes. Componentes aromatizantes volátiles, sustancias aromáticas, pulpas y células procedentes del mismo tipo de fruta, pueden ser agregados.

La industria de jugos y conservas de fruta forma parte de la agroindustria en el Ecuador. En el país hay un alto potencial agrícola por la diversidad de suelos y climas y por tanto, existen las condiciones favorables para poder cultivar varios productos como principales insumos en la industria de elaboración de bebidas y alimentos. En cuanto al clima del país, se considera muy favorable para el cultivo de varias frutas como maracuyá, piña, mango, duraznos, naranjas, mora y limón, para la elaboración de bebidas y néctares (Gualavisí, 2011). Según el Ministerio de Agricultura, el Ecuador produce aproximadamente 150.000 toneladas de naranja cuyo mayor porcentaje se cosecha en las provincias de Bolívar, Los Ríos y Manabí (El Comercio.com, 2012). Las frutas cítricas como las naranjas tienen beneficios saludables y nutricionales; también son principales fuentes de vitamina C y otros ácidos orgánicos; alto contenido de fibra soluble (58%) e insoluble (42%); predominantemente se destacan α -carotenos, β -carotenos y β -criptoxantina; elevada cantidad de zeaxantina y luteína y prominente proporción de compuestos fenólicos. Además, aporta cantidades moderadas de ácido fólico y calcio presentando la naranja el mayor contenido de éste mineral (Gil, 2010).

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la utilización de suero ácido y goma xanthan en la elaboración de un néctar de naranja, considerando propiedades fisicoquímicas como acidez, pH y sólidos solubles. Además, se analizó sensorialmente la aceptación del producto y la intención de compra de los consumidores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

Se utilizó naranja dulce (*Citrus sinensis* (L) Osbeck), leche cruda de vaca y goma xanthan. La naranja fue obtenida en la frutería “Paraíso de Eva” en Cumbayá y adquirida en el cantón Chone en la provincia de Manabí. La fruta de categoría I y calibre 4 cumplió con todos los requisitos mínimos que indica la norma para naranjas (INEN, 2004); es decir que su calidad y sus características eran buenas y propicias a su variedad con defectos leves. Se lavaron con agua potable, luego por inmersión en agua clorada de 50 partes por millón (ppm) durante 1-2 minutos, y finalmente enjuagadas en agua potable, ya que el remanente no debe superar las 5 partes por millón (ppm) de cloro residual libre para el tratamiento de frutas y hortalizas sin pelar (Garmendia & Vero, 2006). Por otro lado, la leche entera cruda para la obtención del suero ácido se obtuvo de un comerciante informal. La goma xanthan fue suministrada por la empresa La Casa de los Químicos ubicada en Quito.

Procedimiento

El contenido mínimo de sólidos solubles (4,5 °Brix) del néctar corresponde al mínimo de aporte de jugo (50%) (INEN, 2008). El jugo de naranja se obtuvo mediante un exprimidor eléctrico “Oster” para cítricos, y se midió sólidos solubles por el método refractométrico 983.17 (AOAC, 2012).

Para la obtención del suero ácido, la leche fue pasteurizada a 72°C por 15 segundos garantizándose la eliminación de la enzima fosfatasa (Luquet, 1993). Se añadió ácido cítrico hasta alcanzar un pH de 5,4 para la precipitación de las proteínas (Arciniega, 2010). Se adicionó 5 gotas de cuajo líquido, marca CHY-MAX® de CHR HANSEN por cada litro de leche y se calentó a 42°C. Se dejó reposar hasta la formación de la cuajada. Finalmente, el

siero fue filtrado hasta eliminar los residuos para medir sólidos solubles mediante el método refractométrico 983.17 (AOAC, 2012).

La cantidad de azúcar fue calculada con base en un balance de masa considerando los valores de sólidos solubles del jugo de naranja y suero ácido. La cantidad de goma xanthan usada para bebidas es de 0,1 y 0,5% (Gaviria, Restrepo, & Suárez, 2009). El ácido cítrico se añadió hasta ajustar el pH a 3,5. El agua se determinó por diferencia para completar 100 g de producto (Tabla 1).

Los ingredientes de la formulación inicial (Tabla 1) se pesaron y fueron agregados al suero ácido (55°C), homogenizando la mezcla dos veces en el equipo (FT9 Homogeniser Armfield Ltd Ringwood England) a 300 PSI. Por último, el producto fue pasteurizado a 72°C, y envasado inmediatamente al vacío en envases de vidrio esterilizados.

Tabla 1. Formulación inicial

Ingredientes	g/100 g
Suero ácido	17,5 g *
Jugo de naranja	50 g
Agua	26,33 g **
Azúcar	6 g
Goma xanthan	0,15 g *
Ácido cítrico	0,025 g

* La cantidad de suero ácido y goma xanthan cambian de acuerdo a los tratamientos estudiados en el diseño experimental

** El agua cambia en cada tratamiento hasta completar los 100 g de producto

Diseño experimental

Se realizó un diseño completamente al azar (DCA), con arreglo factorial 2^2 donde se combinaron dos factores con dos niveles cada uno y cuatro repeticiones (16 unidades experimentales). Se evaluaron dos factores: suero ácido (10% y 15%) y goma xanthan (0,05% y 0,1%). Los datos fueron analizados mediante el Análisis de Varianza (ANOVA) y las medias por una prueba de Tukey con 5% de probabilidad. Los factores y niveles (Tabla 2) fueron determinados por pruebas preliminares con base en estudios realizados por Jiménez (2014).

En la Tabla 3 se muestran los tratamientos con sus combinaciones de diferentes porcentajes de suero ácido y goma xanthan. En la Tabla 4 se presentan las variables de respuesta, con cada uno de sus métodos, especificaciones y referencias bibliográficas.

Tabla 2. Factores y Niveles

Factor	Niveles
% de Suero Ácido	10%
	15%
% de Goma Xanthan	0,05%
	0,1%

Tabla 3. Tratamientos y Combinaciones

Tratamientos	Combinaciones
A	10% de suero ácido; 0,05% de goma xanthan
B	10% de suero ácido; 0,1% de goma xanthan
C	15% de suero ácido; 0,05% de goma xanthan
D	15% de suero ácido; 0,1% de goma xanthan

*El agua cambia en cada tratamiento hasta completar los 100 g de producto

Tabla 4. Variables de respuesta

Variable	Método	Especificación	Referencia
Acidez (% Ácido Cítrico)	Acidez Titulable, Norma INEN-ISO 750:2013 (INEN, 2013)*	0,4-0,6%	Cañizares, Bonaine, Laverde, Rodriguez, & Méndez, 2009
Sólidos Solubles (°Brix)	Refractométrico, 983.17 (AOAC, 2012)**	11,2 - 11,8	Codex Stan 247-2005 Norma General del Codex para Zumos (Jugos) y Néctares de Frutas (Codex , 2005)
pH	Potenciometría; Norma INEN 389:1985 (INEN, 1985)*	< 4,5	NTE INEN 2337:2008 JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NÉCTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS (INEN, 2008)*

*Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN)

**Official Methods of Analysis (AOAC)

Ponderación

Se realizó una ponderación otorgando valores de 3, 2 y 1, a sólidos solubles (°Brix), pH y de acidez (% ácido cítrico) respectivamente. Se consideró que los grados Brix son los más importantes porque influyen en las propiedades reológicas y la estabilización de los jugos. Los sólidos solubles están relacionados con las cualidades organolépticas de olor y sabor, además pueden afectar la apariencia del producto por la sedimentación (Mothé & Correia, 2003). La norma NTE INEN 2337:2008 (JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NÉCTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS) indica que la acidez es proporcionada por la fruta (INEN, 2008), y el pH era una variable que se debía ajustar con lo especificado.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

El resumen de análisis de varianza (ANOVA) de las variables de respuesta se muestra en la Tabla 5. Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos para el % de acidez y contenido de sólidos solubles, pero no con el pH.

Tabla 5. Resumen de Análisis de Varianza (ANOVA) de pH, Acidez y Sólidos Solubles de los tratamientos.

FV	GL	Cuadrados Medios		
		pH	Acidez	Sólidos Solubles (°Brix)
	(% Ácido Cítrico)			
Total	15			
Tratamientos	3	0,005 ^{n.s.}	0,008 *	3,066 *
A (Suero)	1	0,001 ^{n.s.}	0,001 ^{n.s.}	2,806 *
B (Goma)	1	0,003 ^{n.s.}	0,004 *	0,016 ^{n.s.}
Interacción A x B	1	0,012 *	0,020 *	6,376 *
Error Exp.	12	0,002	0,001	0,011

* Significativo al 5% de probabilidad por la prueba de F.

^{n.s.} No significativo al 5% de probabilidad por la prueba F.

pH

La adición de suero ácido y goma xanthan no influyó significativamente, mientras que la interacción de ambos presentó efecto en el pH de los tratamientos (Tabla 5). Las gomas son muy estables con respecto a las variaciones de pH. Se implementan como estabilizantes que forman dispersiones tixotrópicas, al dispersarse en agua, producir viscosidad en el medio y otorgar una buena estabilidad y rápida solubilidad a bajo pH (Sharma, Narres, & Dhuldhoya, 2006). Por otro lado, García et al. (2000) señalaron que ni el pH ni la temperatura influyeron en las propiedades reológicas de la goma; sin embargo, con un pH menor a 3, puede haber pérdidas de grupos pirúvicos. En cuanto al suero ácido,

algunos autores concuerdan que el pH influye en las propiedades de la proteína de suero, pues tiene una carga positiva a un pH menor que el punto isoeléctrico (5,2) comportándose como un catión (Gangurde et al., 2011), con aumento de la solubilidad y disminución de la turbidez (LaClair & Etzel, 2010; Park, Bastian, Farcas, & Drake, 2014).

Según Gaspoz (2008) las interacciones entre proteínas y polisacáridos pueden ser repulsivas o atractivas, ocurriendo una interacción atractiva entre la proteína cargada positivamente y la goma con carga negativa, por debajo del punto isoeléctrico de las proteínas en valores ácidos de pH; en valores alcalinos se da una interacción repulsiva debido a las cargas negativas de ambos complejos electrostáticos. Capitani, Baeza, Pilosof y Bertoldo-Pacheco (2003) observaron que a pH por debajo de 5,4 y 4,6, se formaron complejos del polisacárido carboximetilcelulosa, con proteínas totales y fraccionadas, siendo el complejo más efectivo a pH ácido. Otro estudio realizado por Gaspoz (2008) determinó un aumento en la fuerza iónica, la relación polisacárido-proteína y en las fuerzas atractivas entre el polisacárido-proteína, cuando el pH descendió.

La Tabla 6 muestra los valores de pH de los tratamientos que cumplieron con los requisitos de la norma NTE INEN 2337:2008 (JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NÉCTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS), que señala que el pH de un néctar de fruta debería ser menor a 4,5 (INEN, 2008).

Tabla 6. pH de los tratamientos

Tratamientos	pH*
A	3,54 ± 0,03
B	3,53 ± 0,01
C	3,5 ± 0,05
D	3,59 ± 0,08

*Medias ± DS.

Los datos presentaron un coeficiente de variación de 1,37% mostrando confiabilidad y aceptabilidad, para experimentación en laboratorio (10%) (Sánchez, 2009).

Acidez (% Ácido cítrico)

El Análisis de Varianza (Tabla 5) muestra que la adición de suero ácido no influyó significativamente en la acidez de los tratamientos; mientras que la goma xanthan y la interacción de los factores si afectaron. Los estabilizantes son sensibles y responsables de la acidez del sistema (Gaviria et al., 2009). La inclusión de estabilizantes induce significativamente la concentración de acetaldehído. Es por esto que los yogures con estabilizantes requieren menos tiempo de incubación. Además, los hidrocoloides pueden tener grupos aniónicos y catiónicos que reaccionan con partículas que se encuentran en la leche como proteínas o iones de calcio (Soukoulis et al., 2007).

Soukoulis et al. (2007) al analizar la fermentación y las mejoras de yogurt con diferentes tipos de proteínas e hidrocoloides, observaron que la goma xanthan previno los

efectos del suero de leche; sin embargo, la alta temperatura afectó a la viscosidad. Coincidiendo con el estudio de Jiménez (2014) sobre la adición de biopolímeros en un jugo de maracuyá, para analizar la estabilidad fisicoquímica y antioxidante, cuando se usó 0,1 % de goma xanthan, la acidez fue de 0,58 %, ocurriendo un incremento de la acidez a mayor porcentaje de la goma xanthan. Baljeet, Ritika y Sarita (2012) al elaborar una bebida de frutas con suero de leche, encontraron que la piña afectó más en el nivel de acidez, que el suero ácido.

Como se observa en la Tabla 7, con excepción del tratamiento C, todos los tratamientos cumplieron con el porcentaje de acidez para néctar (0,4-0,6%) establecido según Cañizares et al. (2009). Los datos presentaron un coeficiente de variación de 3,04 % mostrando confiabilidad y aceptabilidad, para experimentación en laboratorio (10%) (Sánchez, 2009).

Tabla 7. Acidez de los tratamientos expresado en porcentaje de ácido cítrico

Tratamientos	Acidez* (%Ácido Cítrico)
C	0,61 ± 0,003 a
B	0,59 ± 0,005 b
A	0,55 ± 0,032 c
D	0,51 ± 0,003 d

*Medias ± DS

*Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre si al 5% de la probabilidad por la prueba de Tukey.

Sólidos Solubles

La adición de suero ácido y la interacción de los factores afectaron significativamente a los sólidos solubles de los tratamientos, mientras que la goma xanthan no tuvo influencia (Tabla 5). La interacción de suero y goma se ve afectada por la sedimentación de sólidos y la separación de suero de leche en el envase; sin embargo, para evitar éste defecto se usan hidrocoloides que, al prevenir ésta separación, aumentan la viscosidad de la fase atrapando el agua en una red, e inmovilizando las partículas del sistema; además pueden interactuar con las proteínas del suero mediante fuerzas electrostáticas (Azarikia & Abbasi, 2010). La goma xanthan crea una suspensión de componentes insolubles para que interactúen con los componentes del sistema; esto ocurre por la rápida solubilidad y completa disolución a un pH bajo (Akkarachaneeyakorn & Tinrat, 2015). Jiménez (2014) determinó 13,86 °Brix al usar 0.1 % de la goma, al elaborar una bebida de maracuyá, suero de leche y goma xanthan.

Por otro lado, en bebidas se aprovechan las concentraciones altas de lactosa en el suero, la cual se puede descomponer en galactosa y glucosa (Vaclavik & Christian, 2002). Durante la elaboración de una bebida hidratante con lactosuero, se observó que los grados brix aumentaban de forma proporcional a la cantidad de lactosuero en la bebida (Chóez & Morales, 2011). Asimismo, Baljeet et al. (2012) en una bebida de suero de leche, piña y jugo de calabaza, demostraron que el contenido de sólidos solubles del suero de leche fue mayor que el de las frutas.

En la Tabla 8 se muestra el contenido de sólidos solubles. Acorde a la norma Codex Stan 247 (11,2-11,8) (Codex, 2005), el tratamiento B fue el único que cumplió con el requerimiento. No obstante, en los cuatro tratamientos se observó separación de fases que

pudo ser ocasionada por la carga del polisacárido, pudiendo interactuar con las proteínas mediante fuerzas electrostáticas (Azarikia & Abbasi, 2010).

Tabla 8. Sólidos solubles de los tratamientos

Tratamientos	Sólidos Solubles* (°Brix)
A	12,98 ± 0,10 a
C	12,08 ± 0,10 b
B	11,65 ± 0,10 c
D	10,88 ± 0,13 d

*Medias ± DS

*Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre si al 5% de la probabilidad por la prueba de Tukey.

Los datos presentaron un coeficiente de variación de 0,88% mostrando confiabilidad y aceptabilidad, para experimentación en laboratorio (10%) (Sánchez, 2009).

Ponderación

La mayoría de los tratamientos cumplieron con las especificaciones de pH y porcentaje de acidez, sin embargo sólo el tratamiento B cumplió con el requisito para sólidos solubles, siendo además el mejor tratamiento (Tabla 9).

Tabla 9. Ponderación de los tratamientos

Tratamientos	Sólidos Solubles (3) (°Brix)	pH (2)	Acidez (1) (% Ácido Cítrico)	Total
A	0	2	1	3
B	3	2	1	6
C	0	2	0	2
D	0	2	1	3

EVALUACIÓN SENSORIAL

Prueba hedónica de 5 puntos

El método que se utilizó para medir el nivel de agrado del tratamiento B fue una escala de medición de 5 puntos, donde el carácter afectivo es importante. En la escala hedónica se asignó el número 5 como “Gusta mucho” y 1 como “Me disgusta mucho”, considerando el 3 como un valor intermedio “Ni me gusta, ni me disgusta” (Moskowitz, Beckley, & Resurreccion, 2012).

Según el Institute of Food Technologists (2014), el número suficiente de jueces no entrenados que deben participar es de 75 personas, logrando reclutar 76 personas para la evaluación sensorial realizada en el área de Ingeniería de Alimentos de la Universidad San Francisco de Quito. Los jueces fueron estudiantes, 43 mujeres y 33 hombres (entre 17 y 25 años), quienes evaluaron el nivel de agrado y la intención de compra del tratamiento presentado.

Procedimiento

Los jueces fueron ubicados en cubículos individuales del aula sensorial y recibieron la muestra y el formulario respectivo.

Se presentó 40 mL de néctar de naranja a una temperatura de 12°C que es a la cual el producto se consume habitualmente (Watts, Ylimaki, Jeffery, & Elías, 1992; Meilgaard, Civille, & Carr, 2006). La muestra fue colocada en vasos transparentes de polipropileno (5.5 oz) y codificada con el número 373. Además, se presentó un vaso con agua y escupideras para enjuagar la boca y eliminar el producto no deseado. La evaluación sensorial duró aproximadamente 10 minutos, impartiendo previamente las instrucciones indicadas en el formulario.

Los jueces no entrenados probaron la muestra y la calificaron de acuerdo a las características de un néctar comercial, respondiendo finalmente si comprarían o no el néctar. Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente.

Resultados y Discusión

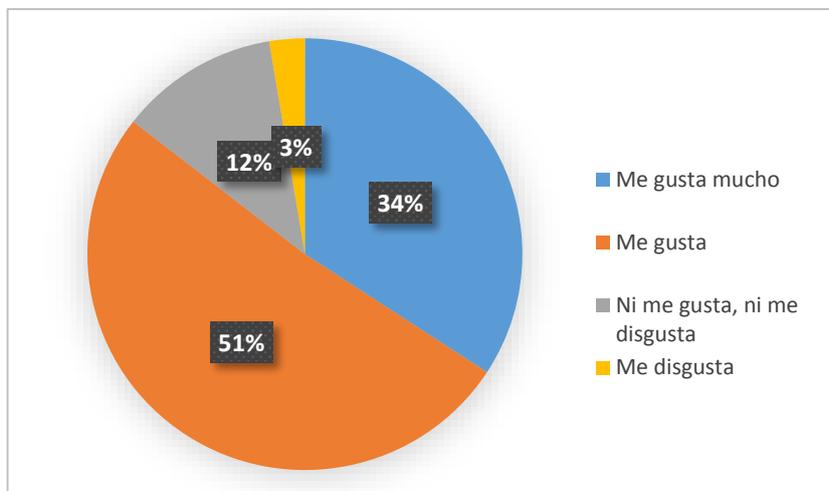
La Tabla 10 indica los resultados del nivel de agrado del tratamiento B que muestra una media final de 4,17, ubicándose entre las categorías “Me gusta” y “Me gusta mucho” que fueron las de mayor frecuencia.

Tabla 10. Nivel de agrado del tratamiento.

Nivel de Agrado	Valor numérico establecido	Frecuencia	Nivel de Agrado Final
Me gusta mucho	5	26	4,17
Me gusta	4	39	
Ni me gusta, ni me disgusta	3	9	
Me disgusta	2	2	
Me disgusta mucho	1	0	

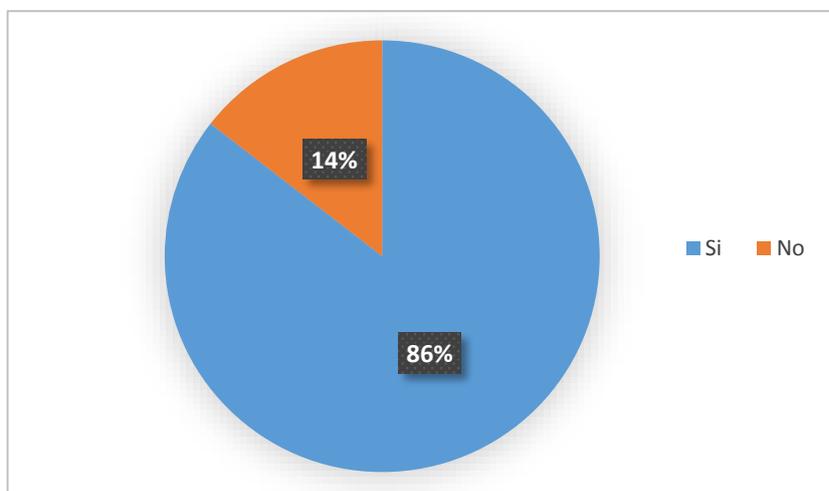
En la Figura 1 se muestra el nivel de agrado de los consumidores expresado en porcentaje. El 51% de los jueces no entrenados calificó al producto como “Me gusta”, seguido por el 34% “Me gusta mucho”. El producto tuvo un nivel de agrado del 85%.

Figura 1. Nivel de Agrado del tratamiento.



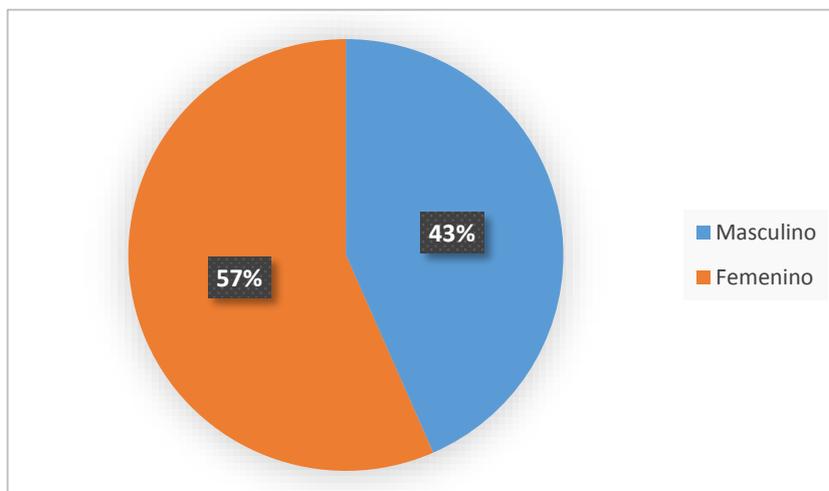
La intención de compra es mostrada en la Figura 2. El 86% compraría el producto, y el 14% no.

Figura 2. Intención de Compra



Por género de consumidores

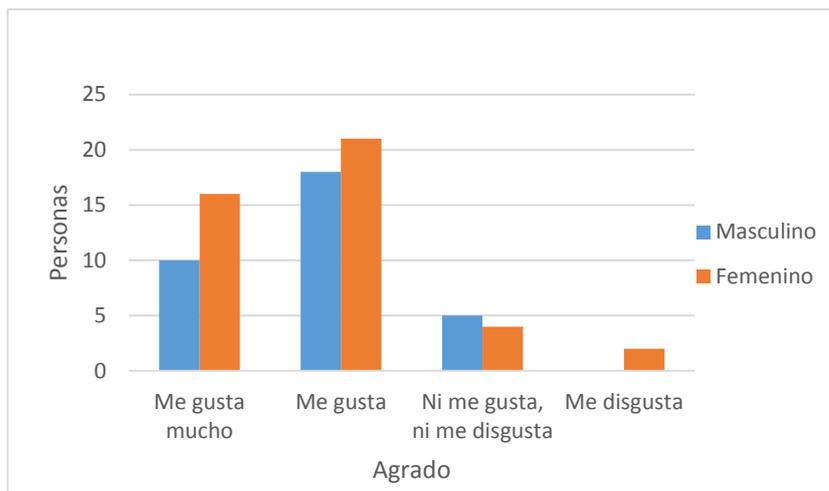
En la Figura 3 se observa los porcentajes de hombres y mujeres que participaron como jueces no entrenados, 43% y 57% respectivamente.

Figura 3. Cantidad de Hombres y Mujeres

Ambos géneros (Tabla 11) presentaron una tendencia a “Me gusta”, siendo sus medias: 4.15 (masculino) y 4.19 (femenino). En la Figura 4, se encontró que a 18 hombres les gustó el producto y a 10 les agradó mucho. En cuanto a la calificación femenina, 21 eligieron “Me gusta”, mientras que a 16 les gustó mucho.

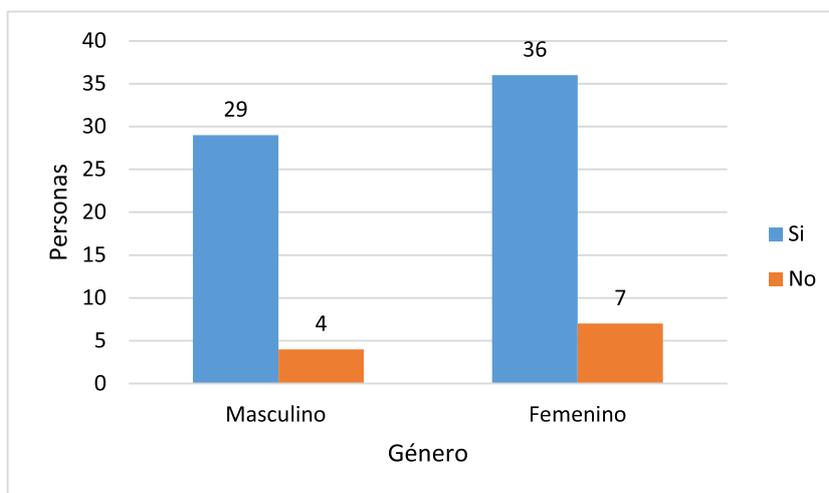
Tabla 11. Nivel de Agrado por Género

	Me gusta mucho	Me gusta	Ni me gusta, ni me disgusta	Me disgusta	Me disgusta mucho
Masculino					
Frecuencia	10	18	5	0	0
Valor establecido	5	4	3	2	1
Media	4,15				
Femenino					
Frecuencia	16	21	4	2	0
Valor establecido	5	4	3	2	1
Media	4,19				

Figura 4. Nivel de Agrado por Género.

En los comentarios sobre el producto, los hombres indicaron que el sabor estaba muy dulce y artificial, detectaron regusto y falta de intensidad en el color y aroma. Para las mujeres, los comentarios fueron muy similares además de que les pareció muy espeso.

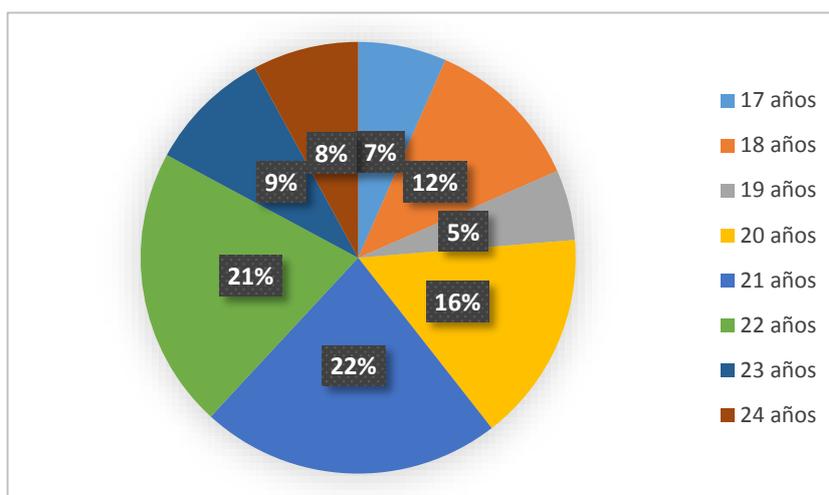
Con relación a la intención de compra en la Figura 5, se indica que 29 hombres (88%) y 36 mujeres (84%) estarían dispuestos a comprar el producto; no obstante sólo 4 hombres (12%) y 7 mujeres (16%) no realizarían la compra.

Figura 5. Intención de compra por género

Por edades de los consumidores

Entre las edades de los consumidores reclutados, se pudo observar que las más representativas en el estudio fueron 21 años (22%) y 22 años (21%) años, y en menor cantidad 20 años (16%) y 18 años (12%).

Figura 6. Edades de los Consumidores



El análisis del nivel de agrado mostrado en la Tabla 12 indica la media más alta de 4,75, correspondiente a 19 años. La media se encontró entre “Me gusta mucho” y “Me gusta”, siendo el producto mejor calificado en ésta edad porque en las otras tuvo tendencia más al nivel de agrado “Me gusta”.

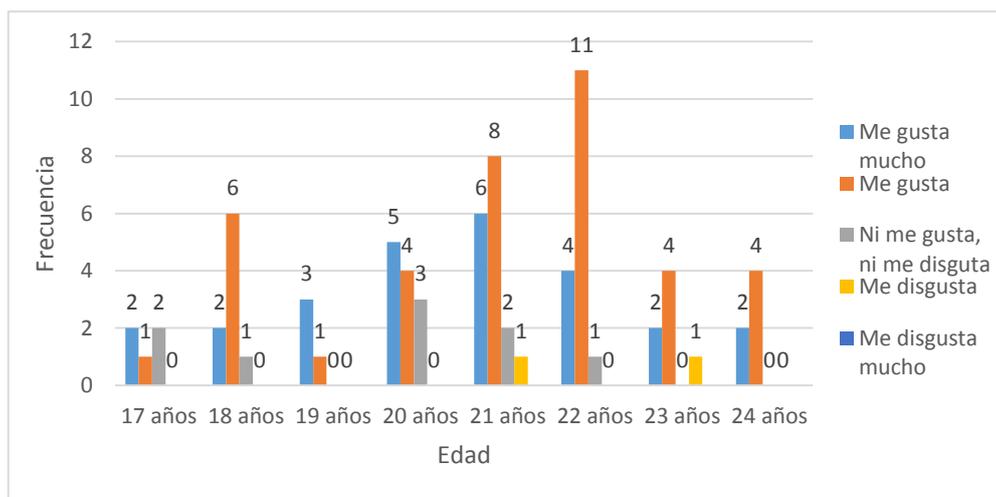
También, se observó una discrepancia en el número de consumidores por categoría de edad que influyó en los resultados finales como la media, es decir, el número de personas no fue el mismo.

Tabla 12. Nivel de Agrado por Edades

	Me gusta mucho	Me gusta	Ni me gusta, ni me disgusta	Me disgusta	Me disgusta mucho
17 años					
Frecuencia	2	1	2	0	0
Valor	5	4	3	2	1
Media	4				
18 años					
Frecuencia	2	6	1	0	0
Valor	5	4	3	2	1
Media	4,11				
19 años					
Frecuencia	3	1	0	0	0
Valor	5	4	3	2	1
Media	4,75				
20 años					
Frecuencia	5	4	3	0	0
Valor	5	4	3	2	1
Media	4,17				
21 años					
Frecuencia	6	8	2	1	0
Valor	5	4	3	2	1
Media	4,12				
22 años					
Frecuencia	4	11	1	0	0
Valor	5	4	3	2	1
Media	4,19				
23 años					
Frecuencia	2	4	0	1	0
Valor	5	4	3	2	1
Media	4				
24 años					
Frecuencia	2	4	0	0	0
Valor	5	4	3	2	1
Media	4,33				

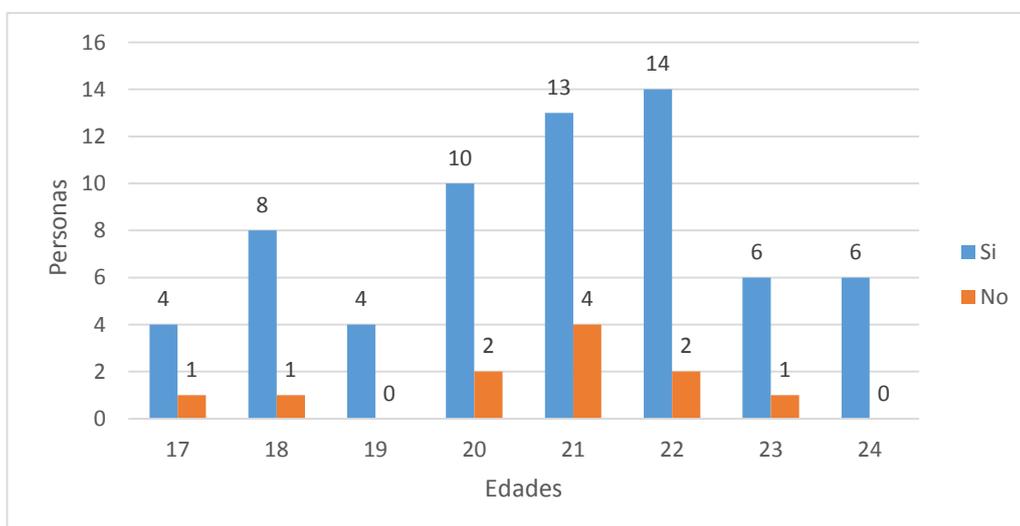
Como se muestra en la Figura 7 los consumidores que mostraron mayor agrado fueron de 22 años (11 personas), 21 años (8 personas) y 18 años (6 personas), aunque en menor cantidad fueron aquellos de 21 años (6 personas) y 20 años (5 personas). Sin embargo, estos resultados variaron por la desigualdad de evaluadores por edades.

Figura 7. Nivel de Agrado por Edades



Se encontró (Figura 8) que consumidores de 22 años (14 personas) y 21 años (13 personas) estarían dispuestos a comprar el producto, teniendo en menor proporción las personas de 20 y 18 años.

Figura 8. Intención de compra por Edades



Formulación final

En la Tabla 13 se muestra los ingredientes de la formulación final del tratamiento B con relevancia en suero ácido, goma xanthan y jugo de naranja.

Tabla 13. Formulación final

Ingredientes	g/100 g
Suero ácido	10 g
Jugo de naranja	50 g
Agua	33,88 g
Azúcar	6 g
Goma xanthan	0,1 g
Ácido cítrico	0,025 g

CONCLUSIONES

- Se identificó la relación de suero ácido y goma xanthan en la elaboración de néctar de naranja. El único tratamiento que cumplió con todas las características fue el B que presentaba 10% de suero ácido y 0,1% de goma xanthan.
- Ningún factor afectó al pH de los tratamientos. La adición de goma xanthan sólo influyó en la acidez, mientras el suero ácido en los grados Brix.
- El néctar tuvo un nivel de aceptación del 85%, con una media de 4,17. Se ubicó entre las categorías “Me gusta” y “Me gusta mucho”.
- El 86% de los jueces no entrenados compraría el néctar de naranja con suero ácido y goma xanthan.
- El desarrollo del néctar cumplió con las características propias de un néctar tanto fisicoquímicas como organolépticas.

RECOMENDACIONES

- Para evitar la separación y mejorar la estabilidad en los jugos de frutas es necesario la mezcla de dos estabilizantes.
- Emplear una metodología más factible para separar la grasa del suero de leche mejorando sus características o para ser agregado al desarrollo de productos.
- Es importante determinar en futuras investigaciones la viscosidad, turbidez y separación de fases en bebidas con suero de leche.
- El producto no puede ser ingerido por personas intolerantes a la lactosa.
- Empacar el producto en envases Tetra Pack para evitar la visualización de la separación de fases del producto.

BIBLIOGRAFÍA

- Akkarachaneeyakorn, S., & Tinrat, S. (Mayo de 2015). Effects of types and amounts of stabilizers on physical and sensory characteristics of cloudy ready-to-drink mulberry fruit juice. *Food Science and Nutrition*, 3(3), 213-220. doi:10.1002/fsn3.206
- Arciniega, A. C. (Diciembre de 2010). *Evaluación de ácido cítrico y láctico en la elaboración de Queso Mozzarella*. Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Ingeniera en Agroindustria Alimentaria en el Grado, Honduras. Recuperado el 15 de Octubre de 2015, de <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/228/1/T2902.pdf>
- Arriaga, R. M. (2003). Cinética de la desproporción de espumas de aislados de soya (FP940) estabilizadas por gomas. *Información Tecnológica*, 14(6), 25-32.
- Azarikia, F., & Abbasi, S. (2010). On the stabilization mechanism of Doogh (Iranian yoghurt drink) by gum tragacanth. *Food Hydrocolloids*, 24(4), 358-363. doi:10.1016/j.foodhyd.2009.11.001
- Baljeet, S., Ritika, B., & Sarita, R. (Julio de 2012). Studies on development and storage of whey-based pineapple (*Ananas comosus*) and bottle gourd (*Lagenaria siceraria*) mixed herbal beverage. *International Food Research Journal*, 20(2), 607-612. Obtenido de <http://www.ifrj.upm.edu>.
- Cañizares, A., Bonaine, O., Laverde, D., Rodriguez, R., & y Méndez, J. (Mayo de 2009). Caracterización química y organoléptica de néctares a base de frutas de lechosa, mango, parchita y lima. *UDO Agrícola*, 1(9), 74-79. Obtenido de <http://udoagricola.orgfree.com/V9N1UDOAg/V9N1Canizares74.htm>
- Capitani, C., Baeza, R., Pilosof, A., & Bertoldo-Pacheco, M. (2003). Propiedades de espumado de complejos de proteínas del lactosuero y carboximetilcelulosa. En J. Girón, *Proteínas Alimentarias y coloides de interés industrial* (págs. 159-169). Sevilla: JIPAC.
- Chandrapala, J., Duke, M., Gray, S., Zisu, B., Weeks, M., Palmer, M., & Vasiljevic, T. (2015). Properties of acid whey as a function of pH and temperature. *Journal of Dairy Science*, 98(7), 4352-4363. doi:10.3168/jds.2015-9435

- Chóez, J., & Morales, M. (2011). *Elaboración de una bebida hidratante a base de lactosuero y enriquecida con vitaminas* {. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Guayaquil. Recuperado el 18 de 11 de 2015, de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/14850>
- Codex. (2005). *Norma General del Codex para Jugos y Néctares de Frutas*. Codex Stan 247.
- El Comercio.com. (28 de Julio de 2012). Coloración oscura de la naranja afecta su venta. *El Comercio*. Recuperado el 28 de Octubre de 2015, de <http://www.elcomercio.com>
- El Telégrafo.com. (18 de Octubre de 2014). La producción lechera en Ecuador genera 1.600 millones en ventas anuales. *El Telégrafo*. Recuperado el 30 de Octubre de 2015, de <http://www.telegrafo.com.ec/economia/item/la-produccion-lechera-en-ecuador-genera-1-600-millones-en-ventas-anuales-infografia.html>
- Gangurde, H., Chordiya, M., Patil, P., & Baste, N. (Julio de 2011). Whey Protein. *Scholars Research Journal*, 1(2), 69-77. doi:10.4103/2249-5975.99663
- García, F., Santos, V., Casas, J., & Gómez, E. (Noviembre de 2000). Xanthan gum: production , recovery, and properties. *Biotechnology Advances*, 18(7), 549-579. doi:10.1016/S0734-9750(00)00050-1
- Garmendia, G., & Vero, S. (Diciembre de 2006). Métodos para la desinfección de frutas y hortalizas. *Horticultura. Tecnología de postcosecha*(197), 18-27.
- Gaspoz, J. (Octubre de 2008). Diseño de biomateriales por coacervación de proteínas de suero lácteo y alginato de sodio: efecto del ph y fuerza iónica. *Asociación Argentina de Materiales*. Obtenido de http://www.materiales-sam.org.ar/sitio/biblioteca/jovenesSAM08/Trabajos_completos/11.Biomateriales/11112%20GaspozJ.pdf
- Gaviria, P., Restrepo, D., & Suárez, H. (Noviembre de 2009). Utilización de Hidrocoloides en bebida láctea tipo Kumis. *Vitae*, 17(1), 29-36. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169815395004>

Gil, A. (2010). *Tratado de Nutrición. Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos* (Segunda Edición ed.). Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.

Gualavisí, M. (2011). *Elaboración de jugos y conservas de frutas*. Flacso-Mipro, Centro de Investigaciones Económicas de la Pequeña y Mediana Industria, Quito, Ecuador. Recuperado el 22 de Octubre de 2015, de <https://www.flacso.edu.ec/portal/pnTemp/PageMaster/f3aum4sgz8ls6rsximf6khej5eefz.pdf>

Institute of Food Technologists. (Enero de 2014). *Guidelines for the preparation and review of papers reporting sensory evaluation data*. Recuperado el 22 de Octubre de 2014, de IFT. Sensory Evaluation: <http://www.ift.org/knowledge-center/read-ift-publications/journal-of-food-science>

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1986). *CONSERVAS VEGETALES. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL IÓN DE HIDRÓGENO*. Quito: Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN 389.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2004). *NORMA PARA LA NARANJA*. Quito: Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN 2844.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2008). *JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NÉCTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS*. Quito: Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN 2337.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). *PRODUCTOS VEGETALES Y FRUTAS - DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE (IDT)*. Quito: Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN-ISO 750:2013.

Jiménez, J. (Diciembre de 2014). Efecto de la adición de biopolímeros sobre la estabilidad físicoquímica y antioxidante de jugo de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*). Veracruz, México. Recuperado el 30 de 11 de 2015, de <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/38577/1/JimenezSolano.pdf>

LaClair, C., & Etzel, M. (Enero de 2010). Ingredients and pH are key to clear beverages that contain whey protein. *Journal of Food Science*, 75(1), 21-27. doi:10.1111/j.1750-3841.2009.01400.x

- Londoño, M., Sepúlveda, J., Hernández, A., & Parra, J. (Mayo de 2008). Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 61(1), 4409-4421.
- Luquet, F. (1993). *Leche y Productos Lácteos - Vaca, Oveja, Cabra* (Segunda Edición ed.). Zaragoza, España: Acribia S.A.
- Meilgaard, M., Civille, G., & Carr, T. (2006). *Sensory evaluation of techniques* (Cuarta Edición ed.). Detroit, Estados Unidos: CRC Press. Taylor & Francis Group.
- Moskowitz, H., Beckley, J., & Resurreccion, A. (2012). *Sensory and consumer research in food product design and development* (Segunda Edición ed.). Iowa, USA: John Wiley & Sons.
- Mothé, C. G., & Correia, D. Z. (2003, Febrero). Rheological properties of cashew/xanthan gums blends in cashew juice. En *3rd Int Symposium on Food Rheology and Structure, ETH, Zurich, Suiza*
- Muñi, A., Páez, G., Faría, J., Ferrer, J., & Ramones, E. (Abril de 2005). Eficiencia de un sistema de ultrafiltración/nanofiltración tangencial en serie para el fraccionamiento y concentración de lactosuero. *Revista Científica*, 15(4), 361-367. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/959/95915410.pdf>
- Official Method of Analysis of AOAC International. (2012). *Official Method of Analysis of AOAC International* (19th ed., Vol. II). (G. Latimer, Ed.) Maryland: AOAC INTERNATIONAL.
- Park, C., Bastian, E., Farcas, B., & Drake, M. (Marzo de 2014). The effect of acidification of liquid whey protein concentrate on the flavor of spray-dried powder. *Journal of Dairy Science*, 97(7), 4043-4051. doi:10.3168/jds.2013-7877
- Parra, R. (Abril de 2009). Lactosuero: importancia en la Industria de Alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 62(1), 4967-4982.
- Sánchez, J. C. (2009). *Introducción al Diseño Experimental*. Quito, Ecuador: Cámara Ecuatoriana del Libro.

- Sharma, B., Narres, L., & Dhuldhoya, N. (2006). Xanthan gum-A boon to food industry. *Food Promotion Chronnicle*, 1(5), 27-30.
- Soukoulis, C., Panagiotidis, P., Koureli, R., & Tzia, C. (Enero de 2007). Industrial Yogurt Manufacture: Monitoring of Fermentation Process and Improvement of Final Product Quality. *Journal of Dairy Science*, 90(6), 2641-2654. doi:10.3168/jds.2006-802
- Vaclavik, V., & Christian, E. (2002). *Fundamentos de Ciencia de los Alimentos*. Zaragoza: Acribia.
- Vela, G., Castro, M., Caballero, A., & Ballinas, J. (2012). Bebida probiótica de lactosuero adicionada con pulpa de mango y almendras sensorialmente aceptable por adultos mayores. *Revista de la Ciencia, Tecnología e Ingeniería de los Alimentos*, 11(2), 9-20.
- Watts, B., Ylimaki, G., Jeffery, L., & Elías, L. (1992). *Métodos Sensoriales Básicos para la Evaluación de Alimentos*. Ottawa, Canadá: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo.

ANEXOS

ANEXO 1. Análisis de varianza (ANOVA) de las variables de respuesta.

Tabla 14. Análisis de Varianza (ANOVA) de pH de los tratamientos

FV	GL	SC	CM	F Cal.	F crit.
Total	15	0,044			
Tratamientos	3	0,016	0,005	2,199 ^{n.s.}	3,49
Suero (A)	1	0,001	0,001	0,383 ^{n.s.}	4,75
Goma (B)	1	0,003	0,003	1,332 ^{n.s.}	4,75
Interacción A x B	1	0,012	0,012	4,906 *	4,75
Error Exp.	12	0,028	0,002		

* Significativo al 5% de probabilidad por la prueba de F.
^{n.s.} No significativo al 5% de probabilidad por la prueba F.

Tabla 15. pH de los tratamientos

Repetición	Tratamientos			
	A	B	C	D
1	3,58	3,53	3,58	3,7
2	3,52	3,53	3,48	3,56
3	3,51	3,52	3,48	3,54
4	3,53	3,52	3,47	3,55
Total	14,14	14,1	14,01	14,35
Promedio	3,54	3,53	3,50	3,59

$$FC = \frac{56,6^2}{16} = 200,22$$

$$SC \text{ Total} = 0,044$$

$$SC \text{ tratamientos} = 0,016$$

Tabla 16. Auxiliar A (Suero de Leche) Vs. B (Goma Xanthan)

B (Goma Xanthan)	A (Suero de Leche)		
	10%	15%	Suma
0,10%	14,14	14,01	28,15
0,05%	14,1	14,35	28,45
Suma	28,24	28,36	

$$SCA = 0,001$$

$$SCB = 0,003$$

$$SCAB = 0,016 - 0,001 - 0,003 = 0,012$$

$$SCEE = 0,028$$

$$CV = \frac{\sqrt{0,00235}}{3,54} * 100 = 1,37\%$$

Tabla 17. Análisis de Varianza (ANOVA) de Acidez de los tratamientos

FV	GL	SC	CM	F Cal.	F crit.
Total	15	0,027			
Tratamientos	3	0,024	0,008	29,875 *	3,49
Suero (A)	1	0,001	0,001	1,781 ^{n.s.}	4,75
Goma (B)	1	0,004	0,004	14,700 *	4,75
Interacción A x B	1	0,020	0,020	73,163 *	4,75
Error Exp.	12	0,003	0,0003		

* Significativo al 5% de probabilidad por la prueba de F.
^{n.s.} No significativo al 5% de probabilidad por la prueba F.

Tabla 18. Acidez de los tratamientos

Repetición	Tratamientos			
	1	2	3	4
1	0,536	0,59	0,61	0,506
2	0,536	0,59	0,614	0,512
3	0,602	0,59	0,614	0,518
4	0,542	0,6	0,614	0,512
Total	2,216	2,37	2,452	2,048
Promedio	0,554	0,5925	0,613	0,512

$$FC = \frac{9,086^2}{16} = 5,16$$

$$SC \text{ Total} = 0,027$$

$$SC \text{ tratamientos} = 0,024$$

Tabla 19. Auxiliar A (Suero de Leche) Vs. B (Goma Xanthan)

B (Goma Xanthan)	A (Suero de Leche)		
	10%	15%	Suma
0,10%	2,217	2,452	4,669
0,05%	2,37	2,048	4,418
Suma	4,587	4,5	

$$SCA = 0,001$$

$$SCB = 0,004$$

$$SCAB = 0,0239 - 0,00048 - 0,00392 = 0,0195$$

$$SCEE = 0,003$$

$$CV = \frac{\sqrt{0,0003}}{0,569} * 100 = 3,04\%$$

Tabla 20. Análisis de Varianza (ANOVA) de sólidos solubles de los tratamientos

FV	GL	SC	CM	F Cal.	F crit.
Total	15	9,329			
Tratamientos	3	9,197	3,066	277,642 *	3,49
Suero (A)	1	2,806	2,806	254,101 *	4,75
Goma (B)	1	0,016	0,016	1,422 n.s.	4,75
Interacción A x B	1	6,376	6,376	577,413 *	4,75
Error Exp.	12	0,133	0,011		

* Significativo al 5% de probabilidad por la prueba de F.

n.s. No significativo al 5% de probabilidad por la prueba F.

Tabla 21. Sólidos solubles de los tratamientos

Repetición	Tratamientos			
	1	2	3	4
1	11,8	13,1	12,2	10,9
2	11,6	12,9	12	11
3	11,6	12,9	12,1	10,9
4	11,6	13	12	10,7
Suma	46,6	51,9	48,3	43,5
Promedio	11,65	12,975	12,075	10,875

$$FC = \frac{190,3^2}{16} = 2263,38$$

$$SC \text{ Total} = 9,329$$

$$SC \text{ tratamientos} = 9,197$$

Tabla 22. Auxiliar A (Suero de Leche) Vs. B (Goma Xanthan)

B (Goma Xanthan)	A (Suero de Leche)		
	10%	15%	Suma
0,10%	11,65	12,08	23,73
0,05%	12,98	10,88	23,86
Suma	24,63	22,96	

$$SCA = 2,806$$

$$SCB = 0,016$$

$$SCAB = 9,197 - 2,806 - 0,016 = 6,376$$

$$SCEE = 0,133$$

$$CV = \frac{\sqrt{0,011}}{11,89} * 100 = 0,88\%$$

