



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE LA VIDA DE
ANAQUEL DE UNA BEBIDA A BASE DE LACTOSUERO
DULCE DE BOVINO Y CAPRINO DESLACTOSADO CON
PULPA DE FRUTA ENDULZADA CON EDULCORANTES
NATURALES Y SINTÉTICOS**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICO DE ALIMENTOS**

PRESENTA

GUILLERMO MEDINA CASTILLO

DIRECTOR DE TESIS

Dra. AURORA HILDA RAMÍREZ PÉREZ



CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO

2016



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: INES MIRANDA MARTÍNEZ
VOCAL: GABRIELA ALATORRE GARCÍA
SECRETARIO: AURORA HILDA RAMÍREZ PÉREZ
1er. SUPLENTE: RODOLFO FONSECA LARIOS
2° SUPLENTE: JUAN CARLOS RAMÍREZ OREJEL

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: LABORATORIO DE TOXICOLOGÍA,
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL Y BIOQUÍMICA, FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

ASESOR DEL TEMA:

Dra. Aurora Hilda Ramírez Pérez

SUPERVISOR TÉCNICO:

M. en C. Juan Carlos Ramírez Orejel

SUSTENTANTE:

Guillermo Medina Castillo

*“Educar la mente sin educar el corazón
no es educación en lo absoluto”*

-Aristóteles-

AGRADECIMIENTOS

Gracias a la vida por permitirme seguir aprendiendo y luchando por todo aquello que me ha permitido llegar hasta aquí, por dejarme llegar hasta donde he querido, y por siempre enseñarme y recordarme lo que es importante. Gracias por ponerme en el lugar en el que estoy, y por todas las oportunidades que me ha dado.

Gracias a mis padres, Teresa y Guillermo, por dármele. Por sus desvelos, sus sacrificios, sus esfuerzos, por el ánimo que me dieron, por la interminable labor que han hecho por poderme dar la alegría de este momento, y por permitirme honrarlos con este logro. De corazón, y con un agradecimiento inconmensurable, interminable, les agradezco nunca haberme dejado caer, por inspirarme e impulsarme, porque, a pesar de ser tan difícil el conseguir este logro, a pesar de lo imposible que parecía en ocasiones, lo logramos. Va por ustedes.

Gracias a mis hermanos, Tere y Rhod, por seguir a mi lado como compañeros perpetuos, como amigos, como testigos de este momento, como confidentes y como actores permanentes en este proceso al que llamamos vida. Gracias por las alegrías compartidas hasta este momento, por las peleas y por los buenos y hermosos momentos juntos. A pesar de todo, los amo, y nunca podría pedir mejores acompañantes.

Gracias infinitas a todos mis amigos, mi segunda familia. A todos aquellos que han seguido junto a mí, que me han acompañado, que han decidido regalarme cada momento de amistad que compartimos, de hermandad. Me sería imposible nombrar a todos, pero cada uno de usted ha hecho que este camino sea más llevadero; cada celebración, cada plática, cada reflexión, cada pesar, cada momento desafortunado, cada risa, cada lágrima, cada palabra de aliento, nos han ido acercando más. Gracias Tony, Xoxo, Gerry, Daniel, Jess, Yoco, Edzon, Abraham, Héctor, Ale, Andrea, Víctor, Tere, Luigi, Pau, Pao, Ara, Talina, Nalle, Rojo, Gerry Marmota, Aline, Bere, Luiz Ferz Ruíz... y a todos aquellos que no nombro pero que me han dado el placer de su amistad... GRACIAS!!!

Gracias a Nayeli y a la familia García Villalobos, por haberme hecho parte de ustedes, por su apoyo y su atención cuando más la necesité. Por sus muestras de afecto y de apoyo, por sus buenas vibras. Muchas gracias.

Gracias al profesor M. en C. Juan Carlos Ramírez Orejel, ya que sin usted no sería posible este momento. Desde el día en que lo conocí, el día que me inspiró a seguir el camino por esta hermosa carrera, y por mostrarme el amor tan grande hacia ella y a esta universidad. Por usted que soy Químico de Alimentos, y que me mostró siempre apertura, amistad, buena vibra y por todo el apoyo

que ha hecho que logre cumplir con este sueño, juntos. Muchísimas gracias por todo su esfuerzo y apoyo.

Gracias a la FMVZ, a la Dra. Hilda y al departamento de Nutrición Animal y Bioquímica, a todos mis compañeros en el laboratorio de Toxicología, a Tala, Bere, Ilse, Sophie, Consu (mano derecha :P), Traconis, Chiquilín, al Dr. Rosiles. A todos por su ayuda, apoyo y su motivación, gracias.

Gracias a la H. Facultad de Química por todos los retos, los logros y las alegrías que me ha dado. Por probarme y poner siempre excelencia en mi mente como meta. Por enseñarme a ser mejor, a exigirme y dar lo mejor de mí, por enseñarme a ser profesional y poner a tantos profesores y compañeros de excelencia en mi camino. Por todo lo aprendido y lo que falta por aprender.

Por último, gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México, por haberme recibido y formado desde mis inicios en su Escuela Nacional Preparatoria, por darme un motivo de orgullo al pertenecer a su comunidad tan especial, tan numerosa, tan enorme en toda la extensión de la palabra. Por permitirme ser Puma, ser Universitario, y por dejarme llevar su nombre y sus colores en mi corazón, para ponerlos siempre en lo más alto. Gracias por mostrarme el camino para ser un mexicano de excelencia siempre al servicio de su nación.

Índice.

Resumen.....	1
1. Introducción.....	3
Objetivo general.....	4
Objetivos particulares.....	4
Hipótesis general.....	5
Hipótesis particulares.....	5
2. Antecedentes.....	7
2.1 Bebidas funcionales a base de lactosuero.....	7
2.2 Estudio de estabilidad física de bebidas con nopal a base de lactosuero.....	9
2.3 Propiedades fisicoquímicas y sensoriales de bebidas lácteas fermentadas con leche de cabra, vaca y mezclas de ambos tipos de leche.....	11
2.4 Astringencia en las bebidas a base de lactosuero.....	14
Justificación.....	15
3. Metodología.....	16
4. Material y métodos.....	17
4.1 Obtención y preparación del lactosuero.....	17
4.1 Análisis composicional de los lactosueros.....	17
4.3 Proceso de deslactosado.....	18
4.4 Pruebas de estabilidad de las proteínas.....	19
4.5 Preparación de las pulpas de frutas.....	21
4.6 Formulación de las bebidas utilizando las tres pulpas de frutas.....	21
4.7 Pruebas con edulcorantes naturales y sintéticos.....	21
4.8 Composición química proximal de las bebidas formuladas.....	22
4.9 Contenido nutrimental de las bebidas elaboradas.....	22
4.10 Evaluación de la vida de anaquel.....	22
5. Resultados.....	23
5.1 Análisis químico proximal de lactosuero dulce de bovino y cabra.....	23
5.2 Proceso de deslactosado.....	24
5.3 Pruebas de estabilidad.....	25
5.4 Formulaciones de bebidas a base de lactosuero dulce de bovino y cabra.....	27
5.5 Pruebas con edulcorantes naturales y sintéticos.....	28
5.6 Análisis de las distintas formulaciones de bebidas elaboradas.....	29
5.7 Contenido nutrimental de las formulaciones elaboradas.....	34
I) Formulaciones a base de lactosuero dulce de bovino.....	34
II) Formulaciones a base de lactosuero dulce de cabra.....	35
5.5 Determinación del tiempo de vida de anaquel.....	38
5.5.1 Vida de anaquel calculada para las muestras estudiadas.....	38
I) Bebidas de lactosuero de bovino.....	38
II) Bebidas de lactosuero de caprino.....	39
5.5.2 Cambios físicos y sensoriales.....	41
5.5.3 Cambios fisicoquímicos.....	43

6. Conclusiones.....	45
7. Recomendaciones.....	46
8. Bibliografía.....	47

Anexos.

A) Modelo de degradación cinética para el cálculo de la vida de anaquel en alimentos.....	50
B) Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en las formulaciones a base de lactosuero de bovino.....	56
C) Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en las formulaciones a base de lactosuero de caprino.....	62
D) Cambios observados en el estudio de vida de anaquel en las bebidas elaboradas a base de lactosuero de bovino.....	68
E) Cambios observados en el estudio de vida de anaquel en las bebidas elaboradas a base de lactosuero de caprino.....	86
F) Participación en la LI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, Toluca 2015.....	104

Resumen.

El suero de leche puede ser utilizado como materia prima para la producción de bebidas para consumo humano, con un bajo aporte calórico, además de un sabor y apariencia agradable, y que al mismo tiempo ayuden a reducir la contaminación generada por este subproducto de la industria quesera. Se recolectó el lactosuero dulce de bovino y caprino en el Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEIPSA), de la FMVZ-UNAM, mismo que fue homogenizado y descremado, así como deslactosado por medio de la enzima lactasa (β -galactosidasa). Ambos fueron analizados fisicoquímicamente: pH, acidez, humedad, ceniza, proteína, azúcares reductores directos, y lípidos. Se realizaron pruebas de estabilidad de las proteínas de los dos lactosueros adicionando diferentes tipos de estabilizantes, así como mezclas de ellos (gomas, almidón modificado) para saber cuál sería el tratamiento térmico más adecuado (pasteurización ó ultrapasteurización) al cual se someterán estas bebidas. Con esto se desarrollaron tres formulaciones para bebidas de diferentes sabores utilizando pulpa de mango, durazno y guayaba, y distintos edulcorantes (sacarosa, miel, estevioles y sucralosa). Las bebidas fueron analizadas para conocer su composición nutrimental y aporte energético para elaborar las etiquetas de información nutrimental. Finalmente se sometieron a pruebas de vida de anaquel acelerada a cuatro diferentes temperaturas 4° , 25° , 37° y 45°C por cinco días para determinar el tiempo de consumo preferente. Para la determinación de la vida de anaquel se decidió utilizar los resultados de generación de ácido láctico (acidez titulable). Posteriormente, utilizando un modelo de degradación cinética de primer orden, y por medio de la ecuación de Arrhenius, se obtuvieron los valores para estimar el tiempo de vida útil de las bebidas. Todas las determinaciones de los diferentes tratamientos se realizaron por triplicado y con los resultados se realizó una prueba de diferencia de medias ANOVA ($\alpha=0.05$), así como la prueba de Tukey ($P=0.05$) para verificar la diferencia en la composición fisicoquímica de los lactosueros así como de las bebidas.

Se determinó la composición fisicoquímica de la materia prima principal, así como las diferencias significativas entre los tipos de suero. Se obtuvo un resultado satisfactorio en cuanto al deslactosado de los mismos, reduciendo la cantidad de lactosa de forma importante. De esta forma, se produjeron las bebidas de ambos tipos de lactosueros, utilizando las tres pulpas de frutas, y logrando que el lactosuero de bovino y caprino fuera el

componente mayoritario. La pasteurización como tratamiento térmico fue satisfactoria, evitando la pérdida de estabilidad en las fases del sistema, y la precipitación de las proteínas. En total se obtuvieron veinticuatro formulaciones distintas, que fueron caracterizadas fisicoquímicamente y se les calculó su aporte calórico para la elaboración de sus etiquetas. Finalmente se realizaron las Pruebas de Vida de Anaquel Aceleradas en las formulaciones para estimar el tiempo de vida de anaquel de las diferentes formulaciones planteadas en el presente trabajo. Con esto, se alcanzó el objetivo de aprovechar uno de los principales contaminantes generados por la industria quesera. Además, se desarrollaron alternativas sustentables y nutritivas, que pueden dar lugar a una gama más amplia de productos basados en esta materia prima.

1. Introducción.

El suero de leche (también llamado lactosuero) es un subproducto de la elaboración de quesos y mantequillas, se obtiene del proceso de coagulación de las caseínas, obteniéndose un precipitado de éstas comúnmente llamado cuajada. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la producción de suero en México pasó de 249 mil toneladas en 1961 a 709 mil toneladas en el año 2000. Este suero es un subproducto rico en proteínas, desafortunadamente en México, y en otros países en desarrollo, no se aprovecha en forma eficiente. Este hecho sobre la valorización del suero de queso, es un problema que ocupa a mucho de los involucrados en la industria láctea (Vela-Gutiérrez *et al.*, 2012).

Debido a su capacidad contaminante, con una demanda biológica de oxígeno (DBO) de 30 000 a 50 000 mg/L, y al valor nutritivo de los componentes del suero de leche, en todo el mundo se realizan esfuerzos dirigidos a su aprovechamiento, tanto a nivel de investigación tecnológica como a políticas gubernamentales que alienten o presionen a los industriales a hacer uso de este subproducto evitando que sea vertido a los mantos acuíferos donde resulta altamente perjudicial (García Garibay *et al.*, 2004).

Existe una amplia variedad de productos que pueden obtenerse a partir del lactosuero, como Ricotta, queso tipo Mysost, concentrados de proteínas, suero en polvo y bebidas. El nivel de aprovechamiento de este efluente se relaciona con la factibilidad de elaboración de estos productos y la utilización de sus componentes. La elaboración de una bebida energética en presentación líquida aprovecha todos los componentes del suero y diseña un proceso integral para la obtención de productos de alto valor nutricional. Requiere los mismos equipos utilizados en la industria láctea en general, y presenta una tecnología sencilla de procesamiento (Cuellas *et al.*, 2013).

Objetivo general.

Analizar la composición fisicoquímica de lactosueros dulces de bovino y caprino para evaluar las diferencias que presentan en su composición y evaluar la posibilidad de utilizarlos como principal ingrediente en el desarrollo de bebidas refrescantes. Desarrollar una bebida con bajo aporte calórico, así como un alto contenido nutrimental, utilizando lactosuero dulce de bovino y caprino como principal componente para contribuir a disminuir el impacto ambiental que genera, además de aprovechar los nutrimentos presente en él.

Objetivos particulares

- I) Establecer las condiciones óptimas de pH, tiempo, concentración de lactasa para deslactosar los lactosueros dulces de bovino y caprino con el fin de ofrecer una materia prima libre de lactosa para consumidores intolerantes a la lactosa.
- II) Evaluar las frutas que son factibles para adicionar (mango, guayaba y durazno) para saborizar y enmascarar los resabios salados de los lactosueros bovino y caprino.
- III) Evaluar el uso de agentes estabilizantes que eviten la separación de fases observada en bebidas formuladas con pulpa de fruta.
- IV) Evaluar los edulcorantes naturales y sintéticos que permitan obtener bebidas formuladas con las diferentes frutas y lactosueros, con un bajo contenido calórico.
- V) Evaluar la vida de anaquel de las diferentes bebidas propuestas a través del seguimiento de una vida de anaquel acelerada.

Hipótesis general.

Si se utiliza el lactosuero dulce de distintas especies (bovino, caprino) como principal componente, en conjunto con pulpa de fruta y edulcorantes naturales y/o sintéticos, se podrá elaborar una bebida para consumo humano, con un valor nutrimental importante y contenido calórico reducido, con lo que se contribuirá a mitigar el impacto ambiental generado por la eliminación del lactosuero.

Hipótesis particulares.

- i. Si se conoce la composición de los lactosueros de distintas especies de animales (bovino y caprino), se podrán evaluar sus características, y valorar si son adecuados para utilizarse como materia prima en la elaboración de una bebida para consumo humano.
- ii. Si se establecen las condiciones óptimas del procedimiento de deslactosado para los lactosueros bovino y caprino sin alterar de manera considerable su apariencia ni sus propiedades fisicoquímicas, entonces se podrá usar este proceso para aplicarlo en el desarrollo de una bebida a base de lactosuero.
- iii. Si se conoce la estabilidad térmica de las proteínas del lactosuero, se podrá evaluar el uso de un proceso de pasteurización para garantizar la inocuidad de la bebida refrescante.
- iv. Si se logra incorporar las pulpas de las diferentes frutas al lactosuero deslactosado entonces, se podrán desarrollar formulaciones de bebidas donde se mantengan las principales propiedades fisicoquímicas y sensoriales de ambos componentes.
- v. Si se obtiene una formulación prototipo de este tipo de bebida entonces, se podrá evaluar el uso de edulcorantes, naturales y sintéticos, para endulzar la bebida y así reducir el aporte calórico de las bebidas.

- vi. Si se obtiene una formulación estable y que presente características físicas y sensoriales aceptables para el consumidor, entonces se podrá analizar su composición fisicoquímica, y generar la información nutrimental para elaborar su etiqueta.
- vii. Si se realizan Pruebas Aceleradas de Vida de Anaquel en las diferentes bebidas desarrolladas entonces se puede estimar el tiempo de vida útil de cada bebida, e identificar cuál de ellas es más estable durante su almacenamiento.

2. Antecedentes.

2.1 Bebidas funcionales a base de lactosuero.

Después de la eliminación de las caseínas y grasa de la leche en los procesos de elaboración de quesos los componentes restantes de la leche que son solubles en agua como proteínas, lactosa, minerales, vitaminas hidrosolubles, etc., constituyen la materia seca de aproximadamente el 7% de suero de leche.

El término 'bebida de lactosuero' tiende a centrarse principalmente en un producto bebible tradicional basada en suero líquido como el principal componente. El lactosuero contiene aproximadamente 93% de agua y por lo tanto parece ser una materia prima adecuada para el desarrollo de bebidas nutritivas o refrescantes. Una bebida de lactosuero incluye productos sin alcohol elaborados principalmente con lactosuero y/o que contiene una cantidad significativa de los ingredientes de suero líquido.

Estas bebidas tradicionales de suero de leche son a menudo vistas como un vehículo conveniente para el aprovechamiento del suero resultante de la fabricación de quesos. El lactosuero es una materia prima ideal para la producción de bebidas lácteas nutritivas. En la actualidad se le considera como una fuente valiosa de muchos productos nutracéuticos y está siendo utilizado por las empresas de tecnología avanzada que se especializan en el procesamiento de lactosuero para la fabricación de bebidas con ingredientes de alto valor nutricional.

A pesar de sus beneficios nutrimentales, las bebidas de lactosuero siguen siendo un segmento relativamente marginal del mercado de bebidas. Esos productos por lo general cumplen un papel similar a los zumos de frutas como fuente de vitaminas.

Una secuencia convencional de producción incluye la mezcla de los dos principales ingredientes líquidos (lactosuero y zumo), seguida por un tratamiento térmico adecuado que asegure la inocuidad del producto y, finalmente, el envasado del producto. En el proceso se efectúa la hidrólisis de la lactosa por diferentes razones como la salud intestinal (para evitar problemas de intolerancia a la lactosa), conveniencia sensorial (para aumentar la dulzura) o tecnología, si se utilizan microorganismos específicos tales como levaduras que no fermentan la lactosa (Jelen et al, 1973). Especialmente en el caso de las bebidas de tipo zumo de fruta, en donde el componente de lactosuero a menudo supera el 80% del volumen

total, el alto contenido de lactosa puede contribuir al contenido calórico. Como la lactosa no es lo suficientemente dulce para equilibrar la alta acidez de estos productos, se deben añadir edulcorantes adicionales, por lo general fructosa, glucosa o sacarosa.

Uno de los defectos del proceso tiende a ser la formación de un sedimento debido a la insolubilización de proteínas de suero en el tratamiento térmico.

Contrariamente a algunas publicaciones que sugieren que las proteínas de suero de leche desnaturalizada por calor podrían proporcionar una sensación como de pulpa de fruta, el carácter del sedimento es diferente y por lo tanto de poco beneficio para la mejora de la calidad del producto. Una posible medida para minimizar la sedimentación de la proteína de suero calentado, es ajustar el pH del producto antes del calentamiento a niveles por debajo de pH 3.8 a 3.6, ya que por debajo de este intervalo de pH crítico, las proteínas de suero de leche se vuelven resistentes a la coagulación inducida por calor. Sin embargo, otro problema de sedimentación se encuentra debajo de este rango de pH, debido a la interacción de las proteínas de suero y las pectinas del jugo (o pulpa) utilizado. El tratamiento del jugo con una enzima (pectina estereasa) podría utilizarse para minimizar este problema, especialmente en los casos donde se sabe que el jugo puede contener cantidades significativas de pectina, por ejemplo, manzana o tomate.

Las proteínas y la lactosa son los dos componentes principales del suero después del agua, ambas representan desafíos tecnológicos, así como oportunidades en la elaboración de bebidas a base de lactosuero. El principal problema con la proteína de lactosuero es su sensibilidad al calor, mientras que su funcionalidad fisiológica presenta una de las mayores oportunidades para bebidas lácteas nutracéuticas. En el caso de la lactosa, los problemas están relacionados con su limitada dulzura y su limitada solubilidad, lactosuero concentrado, además del problema de intolerancia a la lactosa. Otros problemas tecnológicos, no documentados pueden ser causados por las vitaminas presentes, o añadidas a las bebidas de suero como es el caso de la riboflavina de la leche, ya que la fotooxidación debida al empaquete permeable a la luz, puede derivar en efectos sensoriales no deseados en el producto, percibidos por los consumidores, o bien, el caso de la vitamina E que se agrega a una bebida acidificada de suero, como fortificación indiscriminada durante el desarrollo de productos (Jelen et al, 1992).

Cuando se utiliza un suero ácido, el alto contenido mineral comparado con el suero dulce, puede producir una sensación de salado perceptible en muchos tipos de bebidas de lactosuero.

Como es sabido, las proteínas de suero de leche son sensibles al calor y se desnaturalizan cuando se exponen a temperaturas por encima de 70 ° C. En ausencia de caseína, las proteínas del suero formarán complejos insolubles debido a su propensión a la auto-asociación. Se han desarrollado bebidas de proteína de suero utilizando el té verde helado y fortificado (Gerdes, 2007), este es menos astringente que el té negro, así, la coagulación de proteínas por taninos en este producto era un problema menor, especialmente en el rango de pH 3.0-3.4 que se encontró para ser el mejor tanto para la claridad y la estabilidad de las proteínas al calor. (Paquin et al 2009)

2.2 Estudio de estabilidad física de bebidas con nopal a base de lactosuero.

El objetivo de este estudio (Baccouche et al., 2013) fue evaluar el impacto de la adición de azúcar, el tratamiento de lactosuero, la adición de pectina y su potencial al contribuir con la estabilidad física de las bebidas.

Se partió del lactosuero obtenido de la fabricación de queso mozzarella. Se centrifugó por 20 min para eliminar la grasa, se calentó a 80 °C a pH 4.8 durante 30 min, se precipitó la parte predominante de proteínas y después se centrifugó de nuevo. Después de eso, las muestras se filtraron y se almacenaron hasta su uso. Para la elaboración de las bebidas se mezcló el lactosuero con el jugo de nopal y los otros constituyentes como sorbato de potasio y azúcar, un estabilizador coloidal (HM-pectinas) y un emulsificante (carboximetil celulosa, CMC). La mezcla fue homogeneizada, pasteurizada a 80 °C durante 20 min y se envasó en botellas de vidrio. Se enfriaron a temperatura ambiente y después se almacenaron en condiciones de refrigeración durante 40 días.

Las variables evaluadas fueron el azúcar añadido, el tratamiento preliminar de suero de leche y la pectina añadida. Estos factores fueron evaluados a través de cuatro experimentos, cada uno se llevó a cabo por triplicado.

Las mediciones de turbidez se realizaron por triplicado y directamente en las muestras diluidas. En cuanto al contenido de lactosa y de azúcar, que se calculó utilizando el método 3, 5-dinitrosalicílico ácido (DNS) midiendo la densidad óptica a 540 nm utilizando glucosa

como estándar. La cantidad de nitrógeno total se obtuvo por el método Kjeldahl, utilizando un factor de 6.25 para el jugo de nopal y las bebidas. El contenido de proteína de suero de leche se midió por el método de Bradford, con la albúmina de suero bovino que se utilizó como proteína estándar. El contenido de pectina (ácido galacturónico) se determinó por medio del método colorimétrico (Englyst, Quigley, Hudson, 1994).

En cuanto a los resultados, se observó que el tratamiento térmico tuvo un efecto significativo en el pH, las proteínas solubles, los sólidos solubles totales, la turbidez y los atributos de color del suero. A 80 °C durante 30 min, por la desnaturalización, se desarrollan estructuras compactas en la fracción globular, seguido por la agregación de proteínas y una pérdida de 50.7% de la solubilidad de proteínas. El pH, la acidez, el total de sólidos solubles y el contenido de proteínas, azúcar, polisacáridos y pectina fueron estadísticamente diferentes ($P < 0.05$) entre las bebidas formuladas. La estabilidad física de las bebidas está influenciada por la composición del jugo de nopal (polisacáridos, azúcares, proteínas y polifenoles), el suero utilizado (proteínas, minerales y lactosa) y aditivos (sorbato de potasio, CMC y azúcares).

Se observó también una diferencia significativa en la turbidez, el índice de color, el porcentaje de sedimentación y la separación del suero de todas las muestras del estudio ($p < 0,05$). El aumento de la turbidez y la disminución del índice de color son indicadores sugerentes de pardeamiento debido a la reacción de Maillard. En el inicio del proceso de almacenamiento, hubo una ligera disminución en la sedimentación seguida de un aumento gradual de la misma.

Se observó que en las bebidas con menor contenido de azúcar se produjo un menor índice de color así como la disminución del porcentaje de sedimentación en aquellas bebidas que no fueron sometidas a ningún tratamiento térmico. La capacidad de la pectina para unirse a las proteínas y protegerlas de la agregación parece ser un factor crucial durante la pasteurización. La relación entre los polisacáridos y las proteínas modifica la viscosidad de las mezclas por lo tanto, las interacciones atractivas o repulsivas entre proteínas de suero y polisacáridos parecen estar influenciados por la viscosidad (Girard, Turgeon y Gauthier; 2002).

En conclusión, la estabilidad fisicoquímica de las bebidas dependió principalmente de la cantidad de azúcar y pectina (Baccouche et al., 2013).

2.3 Propiedades fisicoquímicas y sensoriales de bebidas lácteas fermentadas con leche de cabra, vaca y mezclas de ambos tipos de leche.

La leche de cabra tiene algunas propiedades particulares que confieren ventajas tecnológicas en comparación con la leche de vaca, tales como un menor tamaño de los glóbulos de grasa, que proporciona una textura más suave en productos derivados. Sin embargo, el sabor de la leche de cabra es más intenso en comparación con la leche de vaca, lo que puede restringir la aceptación de sus derivados por los consumidores. En este contexto, la producción de productos lácteos utilizando mezclas de leche y suero de leche de cabra y vaca puede ser una oportunidad viable, agregando valor a los productos y mejorar sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales, lo que aumenta su aceptación por los consumidores. Teniendo en cuenta estos aspectos, el objetivo de este estudio (Leite-Gomes et al., 2013) fue desarrollar y evaluar las propiedades nutricionales, reológicas y sensoriales de bebidas lácteas fermentadas elaboradas con mezclas de leche y suero de leche de cabras y vacas y pulpa de guayaba.

Este trabajo (Leite-Gomes et al., 2013) se basó en la preparación de tres bebidas lácteas con diferentes concentraciones de suero de leche de vaca y de cabra con adición de pulpa de guayaba, éstas se prepararon y se almacenaron a 7 °C durante 28 días para ser evaluadas fisicoquímicamente (sólidos totales, proteína, grasa, lactosa, acidez, el pH y la sinéresis) y evaluar las características sensoriales de las bebidas.

Se prepararon tres bebidas, la única variable fue la proporción de suero de vaca y cabra. Para la producción de las bebidas, se añadió sacarosa a la leche (10 g/100 g) y luego se homogeneizaron, se calentaron a 90 °C por 10 min y se enfriaron a 43 °C. El suero de leche fue pasteurizado y se le agregó por inoculación directa el cultivo lácteo, *Streptococcus salivarius subespecie. thermophilus* y *Lactococcus delbrueckii subespecie bulgaricus* (0.5 g / 100 mL). La mezcla se transfirió a una cámara de fermentación a una temperatura de 42 °C por 4 h y se enfrió a 4° C. Se añadió pulpa de guayaba (30 g/100 ml) y finalmente se homogeneizó. Los productos obtenidos se envasaron en frascos estériles y se almacenaron en refrigeración a 7 °C durante 28 días. Los análisis fisicoquímicos para cada bebida se realizaron por triplicado. Las bebidas se evaluaron para determinar el total de sólidos, proteínas y grasas, además de la acidez, el contenido de lactosa, pH, viscosidad aparente y

la sinéresis después de 1, 7, 14, 21 y 28 días de almacenamiento. Se evaluaron los aspectos microbiológicos y sensoriales después de 1, 14 y 28 días de almacenamiento.

Cuadro 1. Caracterización fisicoquímica de bebidas preparadas a partir de lactosuero de bovino y caprino

Muestras	Bebidas lácteas con pulpa de guayaba		
	CBD	MDB	GBD
Parámetro			
Proteínas (%)	3.08±0.04	2.64±0.02	2.57±0.04
Grasa (%)	2.03±0.05	2.15±0.05	2.50±0.37
Lactosa (g/100 mL)	4.39±0.01	4.79±0.03	5.03±0.02
Sólidos totales (°Bx)	20.47±0.39	19.02±0.86	17.64±0.15

CBD: Bebida con 70% leche de bovino y 30% lactosuero bovino. MDB: Bebida con 35% leche de bovino, 15% lactosuero bovino, 35% leche de caprino y 15% lactosuero caprino. GBD: Bebida con 70% leche de caprino y 30% lactosuero caprino.

El análisis microbiológico mostró la ausencia de coliformes totales y termo tolerantes. Por lo tanto, estas bebidas indican ser adecuadas para el consumo humano. Se corroboró la ausencia de *Salmonella spp.* en todos los intervalos de tiempo evaluados. La leche de vaca mostró ($P < 0.05$) los valores más altos de sólidos totales, grasa, proteínas, lactosa y densidad en comparación con la leche de cabra. El contenido de proteína, grasa, cenizas, pH y la densidad fue mayor ($P < 0.05$) para el suero de leche de vaca en comparación con el suero de leche de cabra; sin embargo, ambos productos mostraron ($P > 0.05$) similares niveles de sólidos totales, lactosa y acidez. Se observó que el total de sólidos aumenta la viscosidad, este hecho es importante, debido a que se ha reportado que la viscosidad esta directamente relacionada con el tipo de leche utilizada en la preparación de las bebidas lácteas (Jumah, Shaker, y Abu-Jdayil; 2001). A medida que el contenido total de sólidos en los productos lácteos aumenta, la intensidad de las fuerzas de atracción entre las micelas de caseína disminuye, aumentando la capacidad de retención de agua y la disminución de la contracción de gel, la porosidad y la sinéresis (Vargas et al., 2008).

El aumento de la sinéresis durante el almacenamiento se presentó en todas las bebidas lácteas evaluadas debido a la agregación progresiva en la matriz de caseína, provocando una contracción continua del gel durante el periodo de almacenamiento. Los valores de sinéresis fueron inferiores en las bebidas lácteas en comparación con muestras de yogures comerciales. Esto pudo estar asociado con la adición de la pulpa de guayaba, un producto rico en pectina. Los hidrocoloides aniónicos (goma xantana, goma guar, pectina y

carragenano), que son utilizados en las leches fermentadas, interactúan con las cargas positivas en la superficie de las micelas, reforzando la red de caseína formada y por consiguiente la disminución de la sinéresis.

La pectina que aporta la pulpa de guayaba, contribuyó a aumentar la viscosidad de las bebidas lácteas evaluadas. La pectina se adsorbe a la superficie de las micelas, lo que promueve la estabilización a través de interacciones electrostáticas y de repulsión, proporcionando una mayor gelificación. Este hallazgo sugiere que la adición de frutas ricas en pectina, puede reemplazar el uso de sólidos totales y estabilizadores comerciales con un efecto positivo reconocido en la viscosidad de las bebidas lácteas. Además, la adición de suero líquido no resultó en una disminución de su viscosidad; los datos obtenidos para este parámetro fueron similares a los datos reportados previamente para yogures comerciales a base de leche de vaca. Por lo tanto, no existió la necesidad de utilizar otros procesos para mejorar esta propiedad.

En cuanto a la evaluación sensorial, se percibió gran aceptación en las bebidas a excepción de aquella que presentaba mayor contenido de suero de leche de cabra ya que el uso de leche de cabra generó un producto menos viscoso, posiblemente como resultado de la composición de proteínas de ésta leche. El sabor y aroma son considerados como los parámetros más importantes para la aceptación del consumidor y de la decisión de compra de los productos lácteos por lo que se reporta que la adición de fruta, agentes saborizantes y azúcar puede enmascarar el sabor amargo en las formulaciones de los productos lácteos fermentados.

En conclusión la calidad fisicoquímica de bebidas lácteas fermentadas a base de leche de cabra, leche de vaca y una mezcla de los dos leches se vio afectada por el tipo de leche utilizada y tiempo de almacenamiento. Sin embargo, estos factores no causaron cambios notables en la mayoría de los atributos sensoriales a excepción de apariencia uniforme, consistencia y viscosidad. La adición de pulpa de guayaba proporcionó cambios positivos en el comportamiento reológico y sensorial de las bebidas lácteas fermentadas, lo que sugiere su uso potencial en la sustitución de los sólidos y / o estabilizadores totales en la producción de estos productos. Teniendo en cuenta estos aspectos, el desarrollo de una bebida láctea fermentada hecha con leche de vaca, cabra y suero de leche con la adición de pulpa de fruta,

puede presentar una oportunidad de producir un producto lácteo con una excelente calidad nutricional (Leite-Gomes et al., 2013).

2.4 Astringencia en las bebidas a base de lactosuero.

El uso de las bebidas de lactosuero se ha incrementado considerablemente en los últimos años, debido a su alto valor nutrimental y su gran versatilidad funcional, debido a que la solubilidad de las proteínas está presente en un rango muy amplio de pH, las formulaciones utilizadas para el desarrollo de éstas bebidas se realiza a pH bajo, con el fin de aumentar la claridad y estabilidad al calor. Sin embargo, las bebidas acidificadas muestran cierta astringencia, lo que limita la aceptación por parte del consumidor. La causa exacta de esta sensación en las bebidas a base de lactosuero aún es desconocida.

Para conocer las causas exactas que provocan la astringencia se realizó un estudio (Lee, Vickers et al., 2008) en el que se usaron 20 sujetos de prueba, 5 hombres y 15 mujeres de la Universidad de Minnesota, quienes recibieron un entrenamiento especial durante el primer día del estudio para familiarizarse con la sensación de astringencia. Se evaluaron muestras ácidas (ácido cítrico) y astringentes (alumbre, grado alimentario), las cuales se evaluaron en una escala de 15 puntos, siendo la muestra que tenía una concentración de 0.5 g/L de alumbre la que se utilizó como estándar de concentración, y se definió con una puntuación de 5 en dicha escala.

Se usaron cuatro soluciones y un control para la sesión de prueba. Dos de las soluciones contenían aislado de proteína. En el segundo día de estudio se probaron dichas soluciones en un periodo de una hora, probando primero la referencia de alumbre, poniéndola en el número 5 de la escala de intensidad, después de cinco minutos de espera con un enjuague usando agua destilada, se les sirvieron las cuatro muestras, y un control de agua destilada donde se evaluó la acidez y la astringencia.

Muchos autores han sugerido que en bebidas ácidas a base de lactosuero, las proteínas de suero son responsables de la astringencia. Los resultados de este estudio sugieren fuertemente que ésta es causada por la baja acidez. En este estudio se observó que las muestras que tenían un pH controlado, que no contenían proteínas, se obtenían valores más altos en la escala de intensidad de astringencia que aquellas pequeñas cantidades de proteína. Este resultado refuerza fuertemente la idea de que la astringencia de las bebidas es

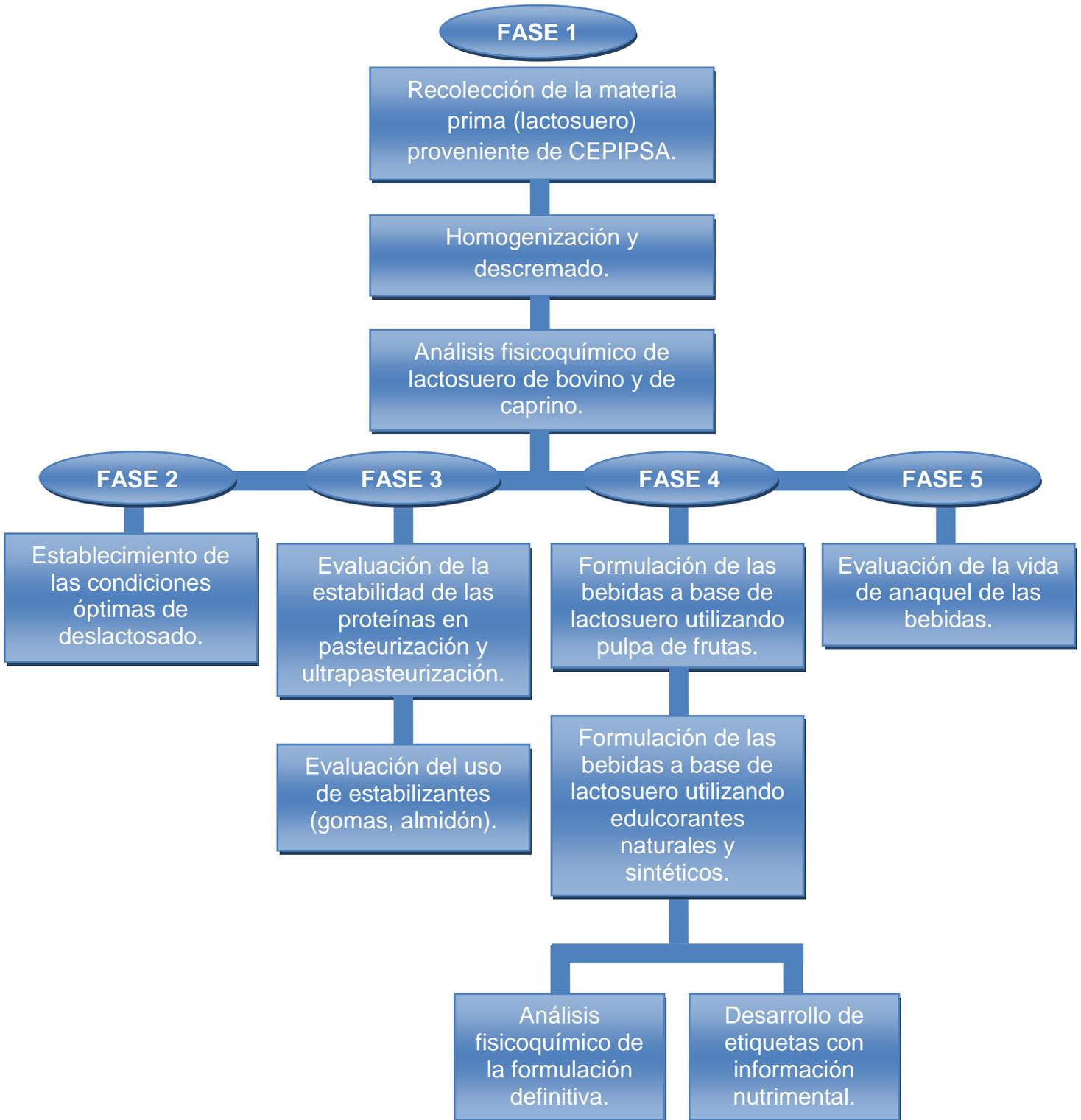
dada principalmente por la presencia de ácidos, más que por la presencia de proteínas dentro del sistema. En tanto, la acidez cubrió casi completamente el rango entero de intensidad, y a diferencia de la astringencia, se vio afectada por la presencia de proteínas. La acidez se incrementó con mayor acidez titulable, y a valores menores de pH. Estas observaciones sugieren que la acidez de las soluciones depende de la disponibilidad inmediata de iones libres de hidrógeno que se disocian en los ambientes con mayor pH de la boca.

En conclusión, la astringencia de las bebidas a base de lactosuero parece ser causada por la alta acidez de ésta, y no directamente por la presencia de proteínas (Lee, Vickers et al., 2008).

Justificación.

Debido a la demanda ambiental para generar nuevas alternativas en cuanto al aprovechamiento del lactosuero, es necesaria la investigación en el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan su utilización. Al ser consideradas como alimentos funcionales, con propiedades nutracéuticas, y con alto valor nutrimental, el desarrollo de bebidas a base de lactosuero abre una línea de posibles productos que ayuden a combatir su eliminación irresponsable. Si bien se han logrado resultados satisfactorios al acidificar y/o fermentar dicho producto, se intentará crear una bebida que aproveche las propiedades inherentes a los componentes de la misma. La utilización de lactosuero dulce, así como el aprovechamiento de las propiedades de las proteínas (globulinas y albúminas principalmente) presentes en el mismo, y la interacción que puede llegar a tener al asociarse con sustancias presentes en la pulpa de fruta (pectinas), ayuda a que el desarrollo de estos productos pueda llevarse a cabo a fin de tener una estabilidad del sistema, además de una percepción sensorial agradable al contener el sabor propio de la fruta, así como aromas y la reducción (o eliminación) de sensaciones como la astringencia, o el sabor a salado.

3. Metodología.



4. Material y métodos.

4.1 Obtención y preparación del lactosuero.

Se recolectó el lactosuero dulce bovino y caprino, provenientes de la elaboración de queso panela en el Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEPIPSA), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado en Avenida Cruz Blanca No. 486, San Miguel Topilejo, Delegación Tlalpan, Ciudad de México.

Se transporta inmediatamente a las instalaciones del Laboratorio de Toxicología del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, donde fue homogenizado manualmente. El proceso de descremado (*Electrem 125*) se realizó calentando el líquido a 30° C para eliminación de la mayor parte de la crema. Al final de este proceso las muestras fueron almacenadas en garrafones de polietileno de alta densidad (HDPE) en refrigeración (~4.0° C).

4.2 Análisis fisicoquímico de los lactosueros y bebidas.

Se realizó el análisis fisicoquímico de ambas muestras de lactosuero (bovino y caprino) de acuerdo a las siguientes metodologías:

- **pH.** Se midió utilizando un potenciómetro digital (*Conductronic pH 20*). Se calibró usando buffer de pH, 4, 7 y 10. Método Potenciométrico 945.10 del AOAC (2016).
- **Acidez titulable.** Se determinó de acuerdo al método volumétrico 947.05 (AOAC 2016).
- **Humedad.** Se realizó de acuerdo al método gravimétrico 950.46 (AOAC, 2016).
- **Sólidos totales.** Se realizó de acuerdo al Método Gravimétrico 925.23 IDF-ISO.AOC (AOAC, 2016).
- **Cenizas.** La determinación se realizó de acuerdo a las técnica 945.46 Método Gravimétrico (AOAC, 2016).
- **Proteína.** La determinación de proteína se cuantificó con base en el contenido de nitrógeno de las muestras, método de Kjeldhal 920.105 (AOAC, 2016).
- **Azúcares reductores directos.** Método de ácido di-nitro salicílico (DNS). (Nielsen, S., 2003).

- **Fibra dietética total.** Se realizó en las bebidas terminadas utilizando el Kit de Ensayos de Fibra Dietética (*Total Dietary Fiber Assay Kit*; *Sigma-Aldrich*[®], DF-100A y TDF-C10) de acuerdo a especificaciones del fabricante.
- **Grasa.** Método de Gerber. NOM-190-SCFI-2012.
- **Sodio.** Se realizó de acuerdo a la técnica 967.03 (moisture in peat) por método espectrofotométrico de absorción atómica (AOAC, 2016).

4.3 Proceso de deslactosado.

Para establecer las condiciones óptimas de deslactosado para ambas muestras de lactosuero, se calcularon las unidades enzimáticas necesarias.

Se utilizó la enzima comercial *Maxilact*[®] L2000, obtenida de las cepas de *Kluyveromices lactis*.

Las condiciones óptimas de acción para la enzima son:

- Temperatura: 35-40° C
- A 30° C su pH óptimo es: 6.3 a 6.7

Su actividad enzimática es de 2000 NLU/g de sustrato, es decir, un gramo de enzima produce 2000 unidades neutras de lactasa y por cada NLU se forma 1 μmol de ONP (orto-nitrofenol)/min.

Se consideró que la relación entre la hidrólisis de lactosa y el ensayo enzimático realizado con orto-nitrofenil-D-galactopiranosido (ONPG) es de 1:1, por lo que se tomó al producto de este ensayo, el orto-nitrofenol (ONP) como una base para conocer dichas unidades.

Se conoce que por 1 UI se produce 1 μmol de sustrato/min, por lo que se realizaron los siguientes cálculos:

$$\text{Contenido de lactosa en el lactosuero} = 5\% = \frac{5 \text{ g lactosa}}{100 \text{ mL lactosuero}}$$

$$\begin{aligned} (\text{masa de lactosa}) / (\text{Peso molecular de lactosa}) &= (5 \text{ g lactosa}) \left(\frac{1 \text{ mol lactosa}}{342 \text{ g lactosa}} \right) = 0.0146 \text{ mol} \\ &= 14\,600 \text{ } \mu\text{mol} \end{aligned}$$

$$\frac{\text{Micromoles presentes de lactosa}}{\text{Actividad enzimática por gramo de enzima (NLU's)}}$$

$$= \left(\frac{14\,600 \mu\text{mol de lactosa presentes}}{2000 \mu\text{mol de sustrato convertido por minuto}} \right) = 7.3 \text{ g de enzima a utilizar} *$$

*Por cada 100 mL de lactosuero.

Un gramo de enzima representa 2000 NLU, y una NLU representa aproximadamente 1 UI

$$\therefore (7.3 \text{ g de enzima Maxilact}^{\text{®}} \text{ L2000})(2000 \text{ UI}) = 14\,600 \text{ UI}$$

\therefore Se determinó que se necesitan 7.3 g de enzima Maxilact[®] L2000 por cada 100 ml de lactosuero dulce de bovino, a 37° C, con un pH de lactosuero entre 6.3 y 6.7 para el proceso de deslactosado, hasta lograr una hidrólisis completa de la lactosa presente.

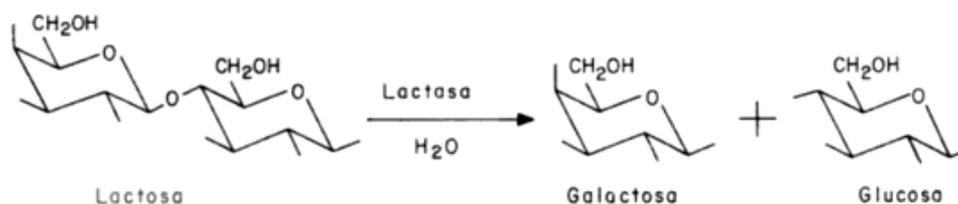


Figura 1. Hidrólisis de la lactosa por la β -galactosidasa (García-Garibay, 2004)

4.4 Pruebas de estabilidad de proteínas.

Se realizaron pruebas de estabilidad para las proteínas del lactosuero, en su mayoría α -lactoalbúminas, β -lactoglobulinas y caseín macropéptido, frente a procesos térmicos de pasteurización (63° C, 30 min), y ultrapasteurización (UHT/121° C, 1-2 s), con aditivos tales como gomas y almidón modificado.

Para realizar estas pruebas, se tomó un volumen del lactosuero dulce (bovino, caprino) descremado y deslactosado, y se envasó en botellas de vidrio con tapón hermético, debido a que estos envases soportan de manera efectiva el tratamiento térmico tanto de pasteurización y UHT, además de asegurar el cierre hermético del sistema.

Se utilizaron distintos estabilizantes para probar la eficiencia de cada uno a diferentes concentraciones y en ambos tratamiento térmicos para evaluar los cambios que produce cada uno.

Aditivos utilizados:

- *Indica Gum C*. Mezcla funcional de hidrocoloides de alto peso molecular (goma guar, goma xantana, CMC)¹. Concentración sugerida por el proveedor: 0.12-0.2% (en función de los sólidos totales para bebidas).
- *Indica Gum LL*. Mezcla funcional de hidrocoloides de alto peso molecular (goma arábica, goma xantana)¹. Concentración sugerida por el proveedor: 0.05-0.2% (en función de los sólidos totales para bebidas).
- *Keltrol® Advanced Performance*². Goma xantana. CP Kelco U.S., Inc. Concentración sugerida por el proveedor: 0.05-0.1% (en función de los sólidos totales para bebidas).
- *Almidón National 1390-S*³. Almidón modificado (no especificado). Ingredion México, S.A. de C.V. Concentración sugerida por el proveedor: 0.05% - 0.1% (en función de los sólidos totales para bebidas).

Se hicieron pruebas para evaluar la estabilidad de las proteínas frente al tratamiento UHT (121° C, 1-2 s). Se adicionaron a los lactosueros los estabilizantes a distintas concentraciones, respecto a la cantidad de sólidos obtenida experimentalmente (7.5%) contenidos en un volumen de 200 mL de lactosuero (Cuadro 3).

¹ Gomas Naturales, S.A. de C.V.

² CP Kelco U.S., Inc.

³ Ingredion México, S.A. de C.V.

4.5 Preparación de las pulpas de frutas.

Se compraron las frutas: mango ataulfo (*Mangifera caesia*; Novelo et al., 2006), guayaba (*Psidium spp.*; Quattrocchi et al., 2000), y el durazno (*Prinus persica*) en un mercado local. En el laboratorio se les extrajo de manera manual la pulpa, eliminando las semillas (por cernimiento, en el caso de la guayaba). Después, fueron molidas y estandarizadas para la cantidad de sólidos totales a 18° Bx y sin azúcares añadidos.

4.6 Formulación de las bebidas utilizando las tres pulpas de frutas.

Se desarrollaron las formulaciones para tres bebidas diferentes (mango, durazno y guayaba), utilizando pulpa de frutas y estabilizantes con la intención de evaluar la estabilidad de las bebidas. Dicha formulación se basó en una investigación previa (Rojas, 2015), cuya formulación fue retomada en función de las pulpas de fruta utilizadas, así como la realización de pruebas con edulcorantes.

4.7 Pruebas con edulcorantes naturales y sintéticos.

Para realizar las pruebas con edulcorantes se utilizaron el lactosuero dulce descremado y deslactosado tanto de bovino como caprino. Se probaron distintos edulcorantes, tanto naturales (sacarosa, miel, estevioles) como sintéticos (sucralosa), para comparar la cantidad de cada edulcorante añadido a la formulación, basándose en la cantidad de azúcar que se utilizó para la primera formulación (Rojas, 2015) de bebidas, con el fin de igualar el dulzor de ésta.

4.8 Composición química proximal de las bebidas formuladas.

Se evaluó la composición fisicoquímica de cada una de las formulaciones con los cuatro edulcorantes previamente mencionados (de acuerdo a las metodologías citadas en el punto 3), y se procedió a comparar los resultados con la bibliografía reportada.

4.9 Contenido nutrimental de las bebidas elaboradas.

Para determinar el aporte energético de las bebidas influenciado por los edulcorantes utilizados, se procedió a elaborar las etiquetas de contenido nutrimental de cada una de las formulaciones de lactosuero de bovino y caprino. Se realizaron los cálculos a partir de los nutrimentos con aporte calórico (proteínas, lípidos, carbohidratos), y tomando en cuenta el tamaño por porción de cada envase, el cuál corresponde a una cantidad de 250 ml de producto por porción, es decir, una porción por envase.

4.10 Evaluación de la vida de anaquel.

Se evaluó la vida de anaquel de las muestras, las cuales fueron las producidas con lactosuero de bovino y caprino, utilizando las tres pulpas de frutas (mango, durazno,

guayaba), y los cuatro edulcorantes (sacarosa, esteviol, miel, sucralosa) en cada caso. El total de bebidas elaboradas fue de veinticuatro.

Todas las muestras se sometieron a pruebas de vida de anaquel aceleradas (*Accelerated Shelf Life Testing/ASLT*), en las cuales se utilizaron cuatro temperaturas diferentes: temperatura control (4° C), temperatura ambiente (25° C), 37° C y 45° C. Para las temperaturas de 37 y 45° C se utilizaron incubadoras para mantener la temperatura constante. Para esta evaluación se utilizó el modelo cinético de Arrhenius.

Para cada muestra de bebida se produjo un lote de cada una de las muestras, las cuales se repartieron en botellas de vidrio templado con tapón hermético, en las cuales se repartieron volúmenes iguales de 250 mL. Se eligieron este tipo de botellas por su alta resistencia a los cambios de temperatura y el cierre hermético que ofrecen sus tapas.

El estudio se llevó a cabo en un periodo de cinco días, mientras que las mediciones se realizaron diario por triplicado. Se trabajaron simultáneamente los lotes de cada tipo de lactosuero.

Los parámetros evaluados en cada caso fueron tanto sensoriales como fisicoquímicos.

Los parámetros sensoriales evaluados fueron el color, por medio de la escala Pantone®, la apariencia general y la homogeneidad. Los parámetros fisicoquímicos evaluados por los métodos ya mencionados fueron:

- Acidez titulable.
- pH.
- Contenido de vitamina C (ácido ascórbico). Método de titulación con 2,6-dicloro indofenol, 967.21 (AOAC, 1990).

Los resultados obtenidos de las evaluaciones sensoriales y fisicoquímicas de las bebidas fueron analizados estadísticamente mediante análisis de varianza y la comparación de medias se realizó por la prueba de Tukey ($P=0.05$).

5. Resultados.

5.1 Análisis químico proximal de lactosuero dulce de bovino y caprino.

En el Cuadro 2 se observan los valores obtenidos de los análisis fisicoquímicos realizados a los lactosueros, bovino y caprino, en él se obtuvo a través del análisis de varianza (ANOVA), con un nivel de significancia de 5%, que las diferencias significativas están en la cantidad de cenizas y carbohidratos reductores. No se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en ninguno de los parámetros evaluados, es importante destacar a las proteínas porque la calidad de dicho componente a nivel nutricional es lo que destaca de éste producto, ya que la presencia de las mismas será una diferencia única respecto a las bebidas que se encuentran actualmente en el mercado.

Cuadro 2. Composición química de los lactosueros experimentales.

Muestra	Lactosuero*	Lactosuero de bovino	Lactosuero de cabra
pH	6.40-6.70	6.58 ^a	6.17 ^a
Humedad (%)	---	92.67 ^b	92.36 ^b
Proteínas (%)	0.72	1.05 ^c	1.07 ^c
Grasa (%)	0.10	ND [†]	ND [†]
Carbohidratos reductores directos (%)	4.70 ^{**}	2.57 ^d	3.04 ^e
Acidez (%)	0.07-0.12	0.13 ^f	0.16 ^f
Cenizas (%)	0.53	0.56 ^g	0.16 ^h
Sólidos solubles (°Bx)	---	6.33 ⁱ	6.00 ⁱ

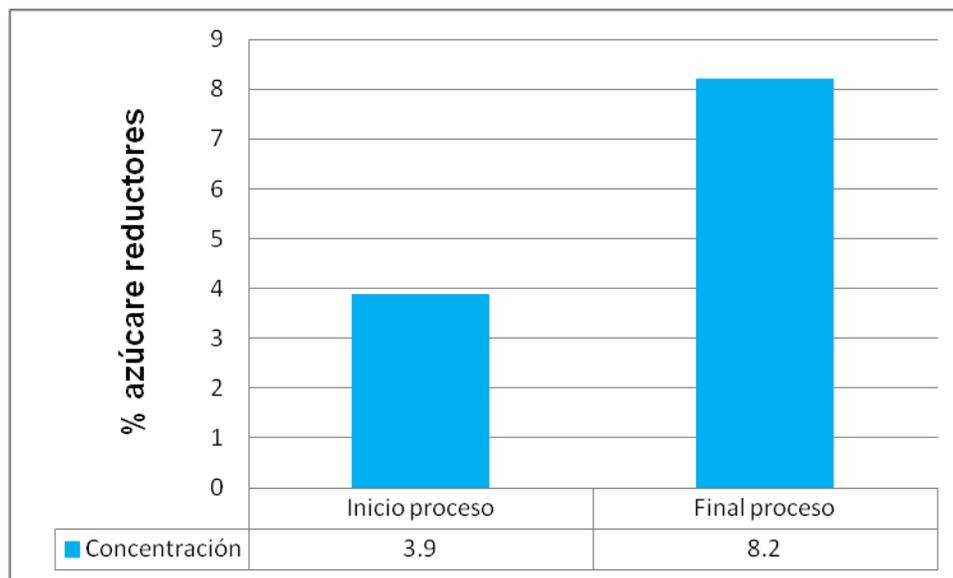
[†]ND: No detectado. *PROY-NMX-F-721-COFOCALEC-2012 **Contenido de lactosa. Se muestran los resultados por triplicado, los cuales tienen un CV < 3%. Los valores con literales diferentes son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$) de acuerdo con la prueba de Tukey (por renglón).

Por otro lado se observa que los valores obtenidos en el análisis fisicoquímico de lactosuero difieren respecto a los reportados en PROY-NMX-F-721. Así, se obtuvo un valor mayor en la cantidad de proteínas, cenizas (en el caso del suero de bovino) y acidez. En tanto, PROY-NMX-F-721 se reporta una cantidad de grasa de 0.10%, ya que no se especifica si se trata de un producto descremado, como es el caso de los lactosueros analizados. En cuanto al pH se observa que ambos valores de los lactosueros experimentales se encuentran en el intervalo de dicho proyecto de norma.

5.2 Proceso de deslactosado:

Una vez establecidas las condiciones de deslactosado, se realizó una prueba utilizando únicamente lactosuero dulce bovino fresco. Los resultados muestran que al inicio de la prueba el lactosuero tenía una concentración de azúcares reductores del 3.9%, mientras que al final del proceso, se obtuvo una concentración final de 8.2%, con lo que se demuestra que dicho procedimiento fue exitoso, ya que la concentración de azúcares aumentó a poco más del doble, debido a la hidrólisis del enlace glucosídico de la molécula de lactosa por la acción de la enzima (García-Garibay et al., 2004).

Figura 2. Contenido de azúcares reductores de lactosuero previo y ulterior al proceso de deslactosado.



5.3 Pruebas de estabilidad

El proceso de UHT fue muy agresivo contra las proteínas del suero, ya que desestabiliza completamente el sistema. Esto es debido a que las proteínas tienden a desnaturalizarse a valores de temperatura mayores a 60-70° C, ya que el tratamiento térmico reduce sus interacciones hidrofílicas y aumentan las hidrofóbicas, lo que provoca su precipitación (Badui, 2006). De esta forma, la cantidad de estabilizantes utilizada no logró estabilizar la mezcla, no se evitó la precipitación de las proteínas del suero. Cabe señalar que las gomas no logran disolverse en frío, por lo que hay que calentar para disolverlas y posteriormente agregarlas, aunque aún así no se lograron disolver en su totalidad.

Se procedió a utilizar la técnica de pasteurización estándar (63° C, 30 min) con los mismos estabilizantes y concentraciones para comparar el efecto del tratamiento térmico sobre la estabilidad de los lactosueros. Después del tratamiento térmico no se observó pérdida de estabilidad, por lo que se almacenaron las muestras por un periodo de tres días en refrigeración, y al término del tercer día no se observó precipitación de proteínas ni separación de fases.

Lamentablemente al realizar la prueba con las gomas en las formulaciones preparadas no lograron disolverse, ni evitaron la separación de las fases, por lo que se descartó su uso.

Además de estos resultados, se observó que conforme se fueron realizando las pruebas, el lactosuero se acidificaba y esto afectaba a las proteínas, aunque éstas son resistentes a cambios de pH, la combinación de este factor con el tratamiento térmico desestabilizan de manera más significativa el sistema, por lo que se recomienda que se realice la preparación de las bebidas con lactosuero fresco, y con valores de pH no menores de 5.0-5.6, ya que en condiciones de pH por debajo de estos valores, se desnaturalizan las proteínas del suero, dando como resultados coágulos insolubles y de textura arenosa (Alais *et al.*, 1992).

Finalmente, se decidió utilizar el estabilizante de almidón *National 1390-S*, debido a que el comportamiento de la estabilidad fue mucho mejor al que presentaron las muestras donde se utilizaron gomas.

Cuadro 3. Pruebas de estabilidad de fases con los estabilizantes evaluados para la formulación de las bebidas a base de lactosuero de bovino y caprino.

Estabilizantes	Concentración* (%)	Estabilidad de fases en los tratamientos térmicos utilizados	
		UHT (121 °C, 1-2 s)	Pasteurización (63 °C, 30 min)
Indica Gum C	0.20	X	X
	0.15	X	X
	0.10	X	X
Indica Gum LL	0.20	X	X
	0.15	X	X
	0.10	X	X
Keltrol® Advanced Performance	1.00	X	X
	0.75	X	✓
	0.50	X	✓
Almidón National 1390-S	1.00	X	✓
	0.75	X	✓
	0.50	X	✓
	0.30	X	✓

*Respecto a sólidos totales de las formulaciones.

Debido a los resultados ya descritos se optó únicamente por el tratamiento de pasteurización, y la utilización de almidón a una concentración de 0.5% porque son las condiciones en las que se observó estabilidad en el sistema, ya que la precipitación de proteínas, ni la separación de fases fueron visibles.

5.4 Formulaciones de bebidas a base de lactosuero dulce de bovino y caprino.

En el Cuadro 4 se presentan las tres formulaciones desarrolladas para las bebidas de lactosuero sabores mango, durazno y guayaba, las cuales evidentemente utilizan como el principal componente de la formula el lactosuero de bovino y cabra, por lo que se comprueba el aprovechamiento de este subproducto de la industria quesera en este trabajo, además de que al ser utilizado en combinación con las pulpas de fruta produce una bebida de buena apariencia y sabor agradable (Figura 1).

Por otro lado, al momento de realizar las formulaciones y someterlas al proceso de pasteurización, la presencia del almidón modificado es efectiva, ya que no se observa una separación de las fases de las bebidas, por lo que se puede decir que es exitosa la selección del estabilizante utilizado.

Cuadro 4. Formulaciones de las bebidas de lactosuero dulce de bovino y caprino en las presentaciones sabor mango, guayaba y durazno.

Componente	Mango		Guayaba		Durazno	
	Cantidad (g)	Porcentaje (%)	Cantidad (g)	Porcentaje (%)	Cantidad (g)	Porcentaje (%)
Lactosuero dulce deslactosado	204.40	54.55	204.40	54.55	204.40	54.55
Pulpa de fruta	100.00	26.69	100.00	26.69	100.00	26.69
Agua	50.00	13.35	50.00	13.35	50.00	13.35
Almidón modificado	0.27	0.07	0.25	0.07	0.25	0.07
Azúcar	20.00	5.34	20.00	5.34	20.00	5.34
Total	374.67	100.00	374.65	100.00	374.65	100.00

Figura 3. Bebidas elaboradas a partir de lactosuero dulce de bovino de acuerdo a la formulaciones desarrollada. Se observan de izquierda a derecha los sabores durazno, guayaba y mango.



5.5 Pruebas con edulcorantes naturales y sintéticos

El cuadro 5 presenta la formulación elaborada para probar cada uno de los edulcorantes dentro de la formulación hecha a partir de lactosuero dulce descremado y deslactosado, tanto de bovino como de caprino, así como la formulación tomada de la investigación previa (Rojas, 2015).

Cuadro 5. Formulaciones de las bebidas de lactosuero dulce de bovino y caprino utilizando pulpa de frutas (mango, durazno, guayaba), y edulcorantes (sacarosa, miel, estevioles y sucralosa).

Ingredientes	Formulaciones				
	Base (Rojas, 2015) (g)	Sacarosa (g)	Miel (g)	Estevioles (g)	Sucralosa (g)
Lactosuero descremado y deslactosado	204.40	204.40	204.40	204.40	204.40
Pulpa de fruta	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Edulcorante	20.00	20.00	*25.00	2.00	**3.00
Agua	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Estabilizante (almidón modificado)	---	0.50	0.50	0.50	0.50
Total	374.4	374.90	379.90	356.90	357.90

*Al 80% (16 g sólidos/20 g producto) **Al 1.2%.

En el Cuadro 5 se observa una diferencia únicamente en el contenido de edulcorantes. Estas cantidades fueron determinadas al igualar el poder edulcorante de cada una de ellas con las de la formulación base (Rojas, 2015). Aunque al momento de probar estas formulaciones se notó que la adición de uno u otro edulcorante alteraba el sabor de la bebida, al aportar su propio sabor (en el caso de la miel), o dejar algún tipo de resabio (sucralosa, estevioles).

La fórmula realizada por Rojas en 2015, no contuvo aditivos que ayudaran a la estabilización del sistema. Además dicho trabajo únicamente utilizó sacarosa como edulcorante, mientras que en el presente trabajo se han incluido alternativas para suplirla y obtener el dulzor deseado.

5.6 Análisis de las distintas formulaciones de bebidas elaboradas.

Los cuadros 6, 7 y 8 presentan las variables evaluadas de las diferentes formulaciones hechas con lactosuero de bovino y caprino, tales como pH, contenido de proteínas, fibra dietética total, acidez, y cenizas.

Se compararon las muestras de un mismo tipo de lactosuero, y de pulpa, pero elaboradas con los diferentes edulcorantes. Así, para las muestras de lactosuero de bovino, con pulpa de mango, se obtuvo que las bebidas que contienen miel y estevioles, son las únicas diferentes ($P < 0.05$) entre sí en cuanto a la cantidad de proteínas. Para las de lactosuero de caprino con la misma pulpa no existe diferencia significativa ($P > 0.05$) en su composición. El otro parámetro que resultó tener diferencias fue la cantidad de cenizas ($P < 0.05$) entre las formulaciones de miel con la de estevioles, así como la de miel con sacarosa para las

formulaciones de mango con lactosuero de bovino. Esto puede explicarse, debido a que al usar edulcorantes diferentes a la sacarosa, se requiere menor cantidad de éstos en la formulación, por lo que la cantidad de cenizas se minimiza, así como en la que contiene miel, ya que parte de ésta está compuesta por una proporción de alrededor del 17 al 18% de agua (Gil, 2010).

En cuanto las formulaciones que utilizaron pulpa de guayaba y durazno, los resultados de las pruebas estadísticas no tienen diferencia significativa ($P > 0.05$) entre las muestras de un mismo tipo de pulpa y lactosuero.

Cuadro 6. Composición fisicoquímica de las bebidas hechas a base de lactosuero de bovino y caprino con pulpa de mango, utilizando cuatro edulcorantes (sacarosa, miel, estevioles y sucralosa).

Parámetro	Lactosuero de bovino				Lactosuero de caprino			
	Sacarosa	Miel	Estevioles	Sucralosa	Sacarosa	Miel	Estevioles	Sucralosa
pH	5.30	5.25	5.35	5.38	5.34	5.33	5.34	5.38
Humedad (%)	83.18	85.26	89.64	89.39	84.07	84.29	89.32	88.80
Proteínas (%)	0.75 ^a	0.80 ^{b,c}	0.77 ^b	0.77 ^c	0.80 ^a	0.74 ^a	0.72 ^a	0.71 ^a
Grasa (%)	---	---	---	---	---	---	---	---
Azúcares reductores directos (%)	16.97	17.93	11.41	11.96	15.61	15.41	7.96	9.54
Fibra dietética total (FDT) (%)	3.13	3.13	3.13	3.13	2.76	2.76	2.76	2.76
Acidez	0.35	0.33	0.33	0.35	0.35	0.36	0.35	0.39
Cenizas (%)	0.43 ^a	0.42 ^b	0.46 ^b	0.45 ^a	0.42 ^a	0.44 ^a	0.46 ^a	0.44 ^a
Sodio (mg)	1.8	1.33	1.68	0.87	0.62	0.72	1.50	0.49
Sólidos totales (°Bx)	13.00	13.00	9.00	9.00	13.00	13.00	9.00	9.00

Se muestran los promedios de las muestras analizadas por triplicado, CV < 3%. Los valores en renglones con literales diferentes son estadísticamente diferentes con $\alpha = 0.05$.

Cuadro 7. Composición fisicoquímica de las bebidas hechas a base de lactosuero de bovino y caprino con pulpa de guayaba, utilizando cuatro edulcorantes (sacarosa, miel, estevioles y sucralosa).

Parámetro	Lactosuero de bovino				Lactosuero de caprino			
	Sacarosa	Miel	Estevioles	Sucralosa	Sacarosa	Miel	Estevioles	Sucralosa
pH	5.26	5.06	5.18	5.13	4.70	4.63	4.70	4.68
Humedad (%)	82.45	87.09	89.56	89.43	84.17	84.32	89.52	89.23
Proteínas (%)	0.77	0.74	0.73	0.76	0.74	0.75	0.71	0.71
Grasa (%)	---	---	---	---	---	---	---	---
Azúcares reductores directos (%)	17.67	17.69	12.02	14.08	16.00	15.93	8.13	9.85
Fibra dietética total (FDT) (%)	4.15	4.15	4.15	4.15	3.14	3.14	3.14	3.14
Acidez	0.31	0.28	0.30	0.31	0.26	0.24	0.24	0.25
Cenizas (%)	0.49	0.45	0.52	0.49	0.52	0.53	0.58	0.56
Sodio (mg)	1.21	1.41	1.71	1.03	0.88	0.96	1.67	0.73
Sólidos totales (°Bx)	13.00	14.00	10.00	10.00	14.00	15.00	10.00	10.00

Se muestran los promedios de las muestras analizadas por triplicado, CV < 3%. Los valores en renglones con literales diferentes son estadísticamente diferentes con $\alpha = 0.05$.

Cuadro 8. Composición fisicoquímica de las bebidas hechas a base de lactosuero de bovino y caprino con pulpa de durazno, utilizando cuatro edulcorantes (sacarosa, miel, estevioles y sucralosa).

Bebidas con pulpa de durazno	Lactosuero de bovino				Lactosuero de caprino			
	Sacarosa	Miel	Estevioles	Sucralosa	Sacarosa	Miel	Estevioles	Sucralosa
pH	4.71	4.72	4.70	4.90	4.77	4.72	4.80	4.78
Humedad (%)	82.37	83.57	87.43	87.97	85.21	84.58	90.56	90.81
Proteínas (%)	0.78	0.75	0.75	0.75	0.77	0.75	0.72	0.73
Grasa (%)	---	---	---	---	---	---	---	---
Azúcares reductores directos (%)	15.78	16.34	9.93	10.23	15.82	15.74	8.07	9.87
Fibra dietética total (FDT) (%)	3.24	3.24	3.24	3.24	2.83	2.83	2.83	2.83
Acidez	0.31	0.34	0.19	0.31	0.27	0.33	0.26	0.37
Cenizas (%)	0.52	0.43	0.34	0.35	0.52	0.50	0.57	0.55
Sodio (mg)	1.34	1.46	1.75	1.23	0.84	0.94	1.26	0.67
Sólidos totales (°Bx)	12.00	12.00	8.00	9.00	12.00	12.00	10.00	9.00

Se muestran los promedios de las muestras analizadas por triplicado, CV < 3%. Los valores en renglones con literales diferentes son estadísticamente diferentes con $\alpha = 0.05$.

La sacarosa y la miel incrementan la cantidad de sólidos (13% en ambos casos), ya que se agregaron 20 g de sacarosa o 25 g de miel, haciendo que sea una cantidad mucho mayor que la utilizada en relación a los otros dos edulcorantes utilizados (sucralosa, estevioles). En el caso de éstos últimos, la baja cantidad de sólidos que se presenta de ellos, se debe a su alto poder edulcorante, el cuál es de alrededor de 600 veces mayor que el de la sacarosa. Con esto es apreciable que tanto la cantidad de azúcares reductores (11-12% en lactosuero de bovino y del 8-9.5% para caprino) disminuye en relación con la sacarosa y la miel, así como el contenido de sólidos (9% en todos los casos). Algo similar ocurre en las formulaciones elaboradas con las pulpas de guayaba y durazno, por lo que se observa que es indistinto el uso de un sabor de frutas debido a que no hay cambios significativos.

Por otra parte, en el Cuadro 1, presentado previamente en los antecedentes de este trabajo, se observan algunos parámetros fisicoquímicos medidos en formulaciones de bebidas elaboradas en otros trabajos, como es el caso de distintas formulaciones de bebidas lácteas fermentadas elaborada a base de lactosuero de bovino y caprino, mezclado con lactosuero de las mismas especies y/o mezclas de ambos tipos de leche y ambos tipos de lactosuero (Gomes *et al.*, 2013). En esta parte se observa que los valores de proteína, grasa, carbohidratos y sólidos totales son mayores que en el caso de las bebidas elaboradas en el presente trabajo.

El incremento en estos valores se ve claramente influenciado por el tipo de materia prima utilizada en la elaboración de cada bebida, es decir, se parte de mezclas de lactosuero con leche pero al final resultan ser comparables. Las bebidas incluídas en el trabajo de Gomes (2013), que son la bebida CBD (70% leche bovina, 30% lactosuero bovino), la MBD (35% leche de bovino, 15% lactosuero bovino) y la GBD (70% leche de caprino, 30% lactosuero caprino), ya no fueron elaboradas exclusivamente con lactosuero de bovino y caprino, si no que se hacen mezclas de éstos y se añaden cantidades importantes de leche, y menor cantidad de lactosuero, sumadas a las que aporta la fruta (guayaba), lo que hace que la cantidad de sólidos (proteínas, lípidos y carbohidratos) aumente considerablemente, a diferencia del presente trabajo donde solo se utilizó el lactosuero y la pulpa de la fruta.

5.7 Contenido nutrimental de las formulaciones elaboradas.

I) Formulaciones a base de lactosuero dulce de bovino.

En los Cuadros 9, 10 y 11, se observan las etiquetas de las formulaciones con las tres pulpas de fruta, con los cuatro edulcorantes utilizados, siendo evidente que el contenido energético en las formulaciones donde se utilizaron sacarosa y miel es mucho mayor en comparación con el de las bebidas donde se utilizaron sucralosa y esteviol, con lo que se puede asegurar que el uso de estos edulcorantes, al tener mayor poder edulcorante, reducen de manera significativa el aporte calórico de las bebidas.

Por lo tanto la adición de sucralosa y estevioles reduce considerablemente la cantidad de azúcares y en consecuencia el aporte calórico de la bebida, haciendo que su ingesta sea conveniente. Estas bebidas deben ser nutritivas y con el menor aporte calórico posible, asegurando al mismo tiempo que al tratarse de un producto descremado, la cantidad de grasa es nula en comparación con productos comerciales ya existentes en el mercado, tales como yogurt, bebidas fermentadas, etc.

Cuadro 9. Contenido nutrimental de las bebidas elaboradas con lactosuero de bovino y pulpa de mango con sacarosa, miel, esteviol, y sucralosa como edulcorantes.

Información Nutrimental				
Valor promedio por envase de 250 mL				
Componentes	Edulcorantes			
	Sacarosa	Miel	Esteviol	Sucralosa
Contenido energético				
KJ	742.4	784.2	516.6	533.4
Kcal	177.6	187.6	123.6	127.6
Proteínas (g)	1.9	1.9	1.9	1.9
Grasas (lípidos) (g)	0.0	0.0	0.0	0.0
Carbohidratos (g)	50.0	52.5	36.5	37.5
Azúcares (g)	42.5	45.0	29.0	30.0
Fibra dietética (g)	7.5	7.5	7.5	7.5
Sodio (mg)	4.5	3.3	4.0	2.2

Cuadro 10. Contenido nutrimental de las bebidas elaboradas con lactosuero de bovino y pulpa de guayaba con sacarosa, miel, esteviol, y sucralosa como edulcorantes.

Información Nutrimental				
Valor promedio por envase de 250 mL				
Componentes	Edulcorantes			
	Sacarosa	Miel	Esteviol	Sucralosa
Contenido energético				
KJ	770.3	952.7	708.3	713.3
Kcal	184.8	227.6	169.2	170.4
Proteínas (g)	2.0	1.8	1.8	1.9
Grasas (lípidos) (g)	0.0	0.0	0.0	0.0
Carbohidratos (g)	54.6	55.1	40.5	40.7
Azúcares (g)	44.2	44.7	30.1	30.3
Fibra dietética (g)	10.4	10.4	10.4	10.4
Sodio (mg)	3.0	3.5	4.3	2.6

Cuadro 11. Contenido nutrimental de las bebidas elaboradas con lactosuero de bovino y pulpa de durazno con sacarosa, miel, esteviol, y sucralosa como edulcorantes.

Información Nutrimental				
Valor promedio por envase de 250 mL				
Componentes	Edulcorantes			
	Sacarosa	Miel	Esteviol	Sucralosa
Contenido energético				
KJ	703.2	698.2	370.0	442.0
Kcal	168.0	166.8	88.4	105.6
Proteínas (g)	1.9	1.9	1.8	1.8
Grasas (lípidos) (g)	0.0	0.0	0.0	0.0
Carbohidratos (g)	48.0	47.7	28.2	32.5
Azúcares (g)	40.1	39.8	20.3	24.6
Fibra dietética (g)	7.9	7.9	7.9	7.9
Sodio (mg)	2.2	2.4	4.2	1.8

II) Formulaciones a base de lactosuero dulce de cabra.

De igual forma que las bebidas a base de lactosuero de bovino, las de caprino siguen la misma tendencia, como se muestra en los Cuadros 12, 13 y 14, siendo mayor el contenido energético en las formulaciones con sacarosa y miel, que en las que se utilizaron estevioles y sucralosa, con lo que se confirma que el uso de estos dos últimos reduce el aporte calórico de la bebida y permite una menor ingesta del organismo de moléculas de azúcares.

Cuadro 12. Contenido nutrimental de las bebidas elaboradas con lactosuero de caprino y pulpa de mango con sacarosa, miel, esteviol, y sucralosa como edulcorantes.

Información Nutrimental Valor promedio por envase de 250 mL				
Componentes	Edulcorantes			
	Sacarosa	Miel	Esteviol	Sucralosa
Contenido energético				
KJ	742.4	677.2	364.5	429.7
Kcal	163.6	162.0	87.2	102.8
Proteínas (g)	1.9	1.9	1.9	1.9
Grasas (lípidos) (g)	0.0	0.0	0.0	0.0
Carbohidratos (g)	45.9	45.5	26.8	30.7
Azúcares (g)	39.0	38.6	19.9	23.8
Fibra dietética (g)	6.9	6.9	6.9	6.9
Sodio (mg)	1.6	1.8	3.8	1.2

Cuadro 13. Contenido nutrimental de las bebidas elaboradas con lactosuero de caprino y pulpa de guayaba con sacarosa, miel, esteviol, y sucralosa como edulcorantes.

Información Nutrimental Valor promedio por envase de 250 mL				
Componentes	Edulcorantes			
	Sacarosa	Miel	Esteviol	Sucralosa
Contenido energético				
KJ	694.9	716.6	447.1	460.5
Kcal	166.0	171.2	106.8	110.0
Proteínas (g)	2.0	1.9	1.9	1.9
Grasas (lípidos) (g)	0.0	0.0	0.0	0.0
Carbohidratos (g)	47.6	49.0	32.9	33.7
Azúcares (g)	39.5	40.9	24.8	25.6
Fibra dietética (g)	8.1	8.1	8.1	8.1
Sodio (mg)	3.4	3.7	4.4	3.1

Cuadro 14. Contenido nutrimental de las bebidas elaboradas con lactosuero de caprino y pulpa de durazno con sacarosa, miel, esteviol, y sucralosa como edulcorantes.

Información Nutrimental				
Valor promedio por envase de 250 mL				
Componentes	Edulcorantes			
	Sacarosa	Miel	Esteviol	Sucralosa
Contenido energético				
KJ	693.2	691.5	368.3	445.4
Kcal	165.6	165.2	88.0	106.4
Proteínas (g)	1.9	1.9	1.8	1.8
Grasas (lípidos) (g)	0.0	0.0	0.0	0.0
Carbohidratos (g)	46.6	46.5	27.3	31.8
Azúcares (g)	39.5	39.4	20.2	24.7
Fibra dietética (g)	7.1	7.1	7.1	7.1
Sodio (mg)	2.1	2.4	3.2	1.7

En cuanto al contenido de fruta natural, se tiene la ventaja de partir de materia prima con un bajo contenido de azúcares (en relación con la cantidad de pulpa utilizada), es por eso que este tipo de productos podría ser comparable también con un alimento elaborado a base de frutas (como jugos, néctares) y frutas envasadas, o un producto lácteo sometido a tratamiento térmico que asegure su esterilidad comercial según la NOM-130-SSA1-1995, dado que no especifica un rango de sólidos totales, grasa, contenido y/o tipo de proteínas, etc., únicamente las especificaciones sanitarias. Por ello, las bebidas generadas comparadas con los productos objetos de la mencionada norma, sobresalen por el mayor aporte de proteína, respecto a un jugo o néctar de fruta. Además de que se ve aprovechado el lactosuero, contribuyendo a disminuir su impacto ambiental.

5.5 Determinación del tiempo de vida de anaquel.

5.5.1 Vida de anaquel calculada para las bebidas estudiadas.

Para evaluar correctamente el tiempo de vida de anaquel de las formulaciones, se trabajó utilizando el modelo cinético propuesto por Arrhenius, el cual sigue una reacción de degradación de primer orden (anexo A), por medio del cual, y utilizando los datos obtenidos de las determinaciones de porcentaje de acidez, así como contenido de ácido ascórbico (vitamina C), se pudo calcular (anexo A).

Como se puede observar en los Cuadros 15, 16 y 17, se obtuvieron los datos de acidez y contenido de vitamina C para las distintas formulaciones elaboradas a base de lactosuero de bovino. En general se puede observar que los valores de acidez mostraron un descenso en relación inversa a la temperatura de estudio. En tanto datos obtenidos del contenido de vitamina C no son consistentes. Esto puede atribuirse a que las frutas utilizadas tienen un contenido de ácido ascórbico diferente, por ejemplo, la guayaba y el mango tienen valores de 37 - 50 y 30 mg/100 g de porción comestible, respectivamente, mientras que el durazno solo contiene 7 mg/100 gramos de porción comestible de ácido ascórbico (Berry-Ottaway et al., 2012). Dado el comportamiento observado de la acidez de las bebidas, estos resultados fueron utilizados para estimar la vida de anaquel.

I) Bebidas de lactosuero de bovino.

Cuadro 15. Acidez y contenido de vitamina C (mg/100 mL) en bebida de lactosuero de bovino adicionada con pulpa de mango, con los diferentes edulcorantes utilizados (sacarosa, miel, esteviol, sucralosa), sometida a cuatro temperaturas (4° C, 25° C, 37° C, y 45° C).

Mango	Edulcorantes							
	Sacarosa		Miel		Esteviol		Sucralosa	
	Acidez	Vitamina C	Acidez	Vitamina C	Acidez	Vitamina C	Acidez	Vitamina C
Variables Temperatura (°C)								
4	4.26	7.57	3.07	13.09	5.25	4.11	6.54	3.43
25	3.83	5.49	4.89	14.93	3.55	3.83	3.89	3.99
37	3.63	4.66	6.20	15.97	2.91	3.69	2.99	4.31
45	3.51	4.21	7.20	16.65	2.57	3.61	2.53	4.51

Cuadro 16. Acidez y contenido de vitamina C (mg/100 mL) en bebida de lactosuero de bovino adicionada con pulpa de guayaba, con los diferentes edulcorantes utilizados (sacarosa, miel, esteviol, sucralosa), sometida a cuatro temperaturas (4° C, 25° C, 37° C, y 45° C).

Guayaba Variables Temperatura (°C)	Edulcorantes							
	Sacarosa		Miel		Esteviol		Sucralosa	
	Acidez	Vitamina C	Acidez	Vitamina C	Acidez	Vitamina C	Acidez	Vitamina C
4	4.56	7.95	3.81	1.30	3.76	5.12	6.26	6.11
25	2.75	5.16	3.67	2.74	2.99	4.07	3.35	4.00
37	2.13	4.14	3.61	4.00	2.66	3.62	2.44	3.22
45	1.81	3.61	3.57	5.08	2.47	3.37	2.00	2.81

Cuadro 17. Acidez y contenido de vitamina C (mg/100 mL) en bebida de lactosuero de bovino adicionada con pulpa de durazno, con los diferentes edulcorantes utilizados (sacarosa, miel, esteviol, sucralosa), sometida a cuatro temperaturas (4° C, 25° C, 37° C, y 45° C).

Durazno Variables Temperatura (°C)	Edulcorantes							
	Sacarosa		Miel		Esteviol		Sucralosa	
	Acidez	Vitamina C	Acidez	Vitamina C	Acidez	Vitamina C	Acidez	Vitamina C
4	3.99	3.34	1.45	31.77	4.17	1.24	3.60	2.80
25	2.20	4.09	1.61	31.69	3.11	1.85	1.80	1.25
37	1.62	4.53	1.70	31.64	2.68	2.27	1.28	0.83
45	1.35	4.84	1.76	31.61	2.44	2.58	1.01	0.64

II) Bebidas de lactosuero de caprino.

Cuadro 18. Acidez y contenido de vitamina C (mg/100 mL) en bebida de lactosuero de caprino adicionada con pulpa de mango, con los diferentes edulcorantes utilizados (sacarosa, miel, esteviol, sucralosa), sometida a cuatro temperaturas (4° C, 25° C, 37° C, y 45° C).

Mango Variables Temperatura (°C)	Edulcorantes							
	Sacarosa		Miel		Esteviol		Sucralosa	
	Acidez	Vitamina C	Acidez	Vitamina C	Acidez	Vitamina C	Acidez	Vitamina C
4	7.80	10.27	6.37	11.80	6.80	10.05	3.89	10.25
25	3.22	4.02	3.81	7.40	3.65	5.37	3.40	6.07
37	2.05	2.49	2.93	5.84	2.66	3.90	3.17	4.64
45	1.54	1.84	2.48	5.03	2.18	3.20	3.03	3.92

Cuadro 19. Acidez y contenido de vitamina C (mg/100 mL) en bebida de lactosuero de caprino adicionada con pulpa de guayaba, con los diferentes edulcorantes utilizados (sacarosa, miel, esteviol, sucralosa), sometida a cuatro temperaturas (4° C, 25° C, 37° C, y 45° C).

Guayaba Variables Temperatura (°C)	Edulcorantes							
	Sacarosa		Miel		Esteviol		Sucralosa	
	Acidez	Vitamina C	Acidez	Vitamina C	Acidez	Vitamina C	Acidez	Vitamina C
4	2.16	2.92	2.46	4.47	9.33	2.99	2.55	4.51
25	2.84	4.16	6.80	3.82	9.21	3.45	3.96	3.59
37	3.27	4.98	3.52	3.53	2.82	3.72	4.96	3.19
45	3.57	5.57	2.33	3.35	1.35	3.89	5.70	2.97

Cuadro 20. Acidez y contenido de vitamina C (mg/100 mL) en bebida de lactosuero de caprino adicionada con pulpa de durazno, con los diferentes edulcorantes utilizados (sacarosa, miel, esteviol, sucralosa), sometida a cuatro temperaturas (4° C, 25° C, 37° C, y 45° C).

Durazno Variables Temperatura (°C)	Edulcorantes							
	Sacarosa		Miel		Esteviol		Sucralosa	
	Acidez	Vitamina C	Acidez	Vitamina C	Acidez	Vitamina C	Acidez	Vitamina C
4	2.15	1.06	3.88	2.34	2.55	0.64	3.82	1.01
25	5.72	1.05	4.40	2.22	3.45	0.93	3.44	1.00
37	9.41	1.04	4.70	2.17	4.03	1.12	3.26	0.99
45	1.28	1.03	4.90	2.13	4.43	1.27	3.15	0.99

Por otro lado, como las bebidas son productos frescos, que necesitan mantenerse a temperatura de refrigeración debido a su fórmula con base en el suero de leche, y además, debido al tratamiento térmico de pasteurización utilizado, se tomaron en cuenta los valores obtenidos con el almacenamiento a temperatura de 4 °C, asegurando la inocuidad de los productos, y tratando de extender lo más posible el tiempo de vida útil.

En el cuadro 21 se presenta el tiempo de vida de anaquel estimado para las distintas formulaciones, tomando en cuenta únicamente el valor de acidez obtenido para la temperatura de 4° C. En general, los valores de vida de anaquel para todas las formulaciones fue baja, comparada con la de una bebida comercial. Esto es debido a que se estuvo trabajando con materias primas frescas, tanto el suero de leche, como las pulpas de fruta y a que no se utilizaron aditivos como conservadores, no se tuvo un control sobre las reacciones de degradación que ocurren entre los distintos componentes de la mezcla. El tiempo de vida de anaquel estimado fue muy breve por lo que, se necesita la adición de dichas sustancias para poder extenderlo.

Cuadro 21. Tiempo de vida de anaquel (días) calculada para las formulaciones elaboradas en el laboratorio.

Tipo de lactosuero	Bovino			Caprino		
Pulpa de fruta	Mango	Guayaba	Durazno	Mango	Guayaba	Durazno
Vida de anaquel (días)	4.26	4.56	3.99	7.80	2.16	2.15
	3.07	3.81	1.45	6.37	2.46	3.88
	5.25	3.76	4.17	6.80	9.33	2.55
	6.54	6.26	3.60	3.89	2.55	3.82

En general se puede observar que los tiempos de vida de anaquel calculados, son mayores para las formulaciones a base de lactosuero de caprino, excepto en las que incluyeron pulpa de durazno. Los tiempos de vida de anaquel son más importantes para las bebidas formuladas con pulpa de mango, así como aquellas que contienen edulcorantes sintéticos. Las bebidas de mango y guayaba con sucralosa tuvieron un mayor tiempo de vida de anaquel, en el caso del lactosuero de bovino, mientras que la de mango con sacarosa y guayaba con estevioletos son las que tienen un tiempo de vida útil mayor en comparación con las que fueron elaboradas con lactosuero de caprino.

5.5.2 Cambios físicos y sensoriales.

Se observó que las bebidas de mango, tanto de lactosuero de bovino como de caprino, el color al principio de la evaluación de la vida de anaquel fue de 1235 U (escala Pantone), el cual fue el color “característico” de ambos dando un tono amarillo producto de la pulpa de mango, en las bebidas de pulpa de guayaba el color inicial fue de 134 U, mientras que el de las muestras con pulpa de durazno fue de 144 U. En el caso de las muestras almacenadas a temperatura de referencia (4° C), no se observó un cambio en el color, ya que no ocurrió alguna reacción que alterara debido a que las bebidas fueron almacenadas a baja temperatura, lo cual disminuye el crecimiento de microorganismos los cuales podrían producir las enzimas que lleven a cabo la descomposición de las sustancias presentes en el medio, y reacciones posteriores resultado de esta interacción.

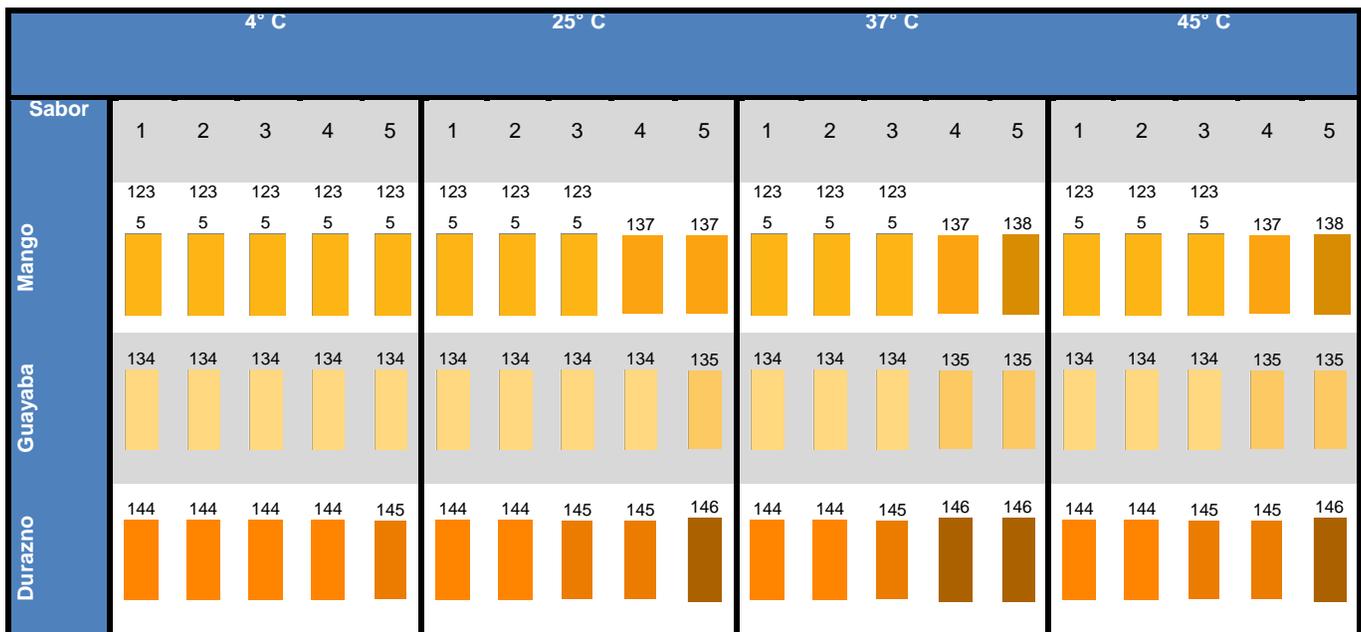
Para las bebidas que se almacenaron en temperatura ambiente (25° C) se comenzaron a observar cambios en el color de las muestras en días diferentes para cada tipo de pulpa. Por ejemplo, las muestras de mango se comenzaron a pardear a partir del tercer día, cambiando de un tono 1235 U a un tono 137 U, el cual es ligeramente más oscuro que el anterior. En el

caso de las muestras con guayaba las muestras no cambiaban mucho, partiendo del 134 U. Los que más cambios mostraban eran las muestras con pulpa de durazno. Casi al segundo o tercer día se notaba un cambio de coloración hasta un tono 145U a 146U.

Ya para las muestras almacenadas a 37 y 45° C el cambio era más que evidente. Las muestras cambiaban de color casi del segundo o tercer día en adelante, pardeándose cada vez más. Es obvio pensarlo dado que las bacterias mesófilas se reproducen mejor a valores de temperatura fisiológica (~37° C), y algunas a temperaturas un poco mayores, aunque son minoría. Cabe resaltar que las que más cambiaban de color eran aquellas muestras preparadas con miel como edulcorante, así como las de sacarosa, aunque éstas últimas en menor medida.

Se puede observar un ejemplo de los cambios de coloración en las bebidas elaboradas con lactosuero de bovino y diferentes pulpas de fruta, utilizando sacarosa como edulcorante. Para la revisión completa de los cambios de color y apariencia en las bebidas elaboradas en el presente trabajo, se pueden encontrar en los anexos B y C.

Cuadro 22. Cambios de color en bebidas a base de lactosuero de bovino con pulpa de mango, guayaba, y durazno, utilizando sacarosa como edulcorante.



En cuanto a los cambios en la apariencia, las muestras que se almacenaron en refrigeración casi no sufrían separación de las fases, aunque hay que señalar que el durazno como pulpa es difícil de manejar, debido a que desde un inicio no se logró homogenizar las bebidas con ésta pulpa, por lo que la separación de fases se daba de forma repentina hasta en estas muestras a partir del segundo día.

Las muestras almacenadas a las temperaturas mayores se comportaron de diferente manera. Las de duraznos desde el día uno se volvían heterogéneas, sin posibilidad de mezclarse de nuevo. Una vez más se pone de manifiesto la dificultad de mezclar esta pulpa, principalmente debido a que tiene una gran cantidad de fibra que la compone, por lo que no es sencillo manipularla. En cuanto a las pulpas de mango y guayaba, se notó que la más estable es esta última, ya que casi no sufría cambios en apariencia, sino hasta los días cuatro o cinco, y en temperaturas mayores, es decir, a partir de los 37° C, donde ya se notaba una separación de fases, principalmente en la parte superior.

Estos cambios, trajeron consigo también la formación de compuestos volátiles, los cuáles alteraban el aroma de las muestras, por lo que conforme pasaba el tiempo se notaba cada vez menos el aroma mismo de cada fruta, y en cambio se fortaleció el aroma de reacciones fermentativas como aldehídos y acetilos. De nuevo, esto fue menos apreciable a temperatura de refrigeración, pero sumamente marcado en las demás temperaturas. Estos cambios en cuanto a las propiedades sensoriales del producto pone en evidencia la importancia del manejo de la temperatura, ya que de ésta manera se asegurará que el consumidor no rechace el producto por motivos de un mal manejo del mismo, haciendo posible, tal vez, una aceptación más sencilla.

5.5.3 Cambios fisicoquímicos.

Para el estudio de vida de anaquel se decidió utilizar las mediciones de generación de ácido láctico (acidez titulable), debido a que se está trabajando con un producto que es un excelente medio para el desarrollo de bacterias, sobre todo del género *Lactobacillus*, las cuáles pueden ocasionar reacciones de fermentación por anaerobiosis. Uno de los productos importantes de estas reacciones es precisamente este compuesto. De la mano de éstas reacciones pueden observarse cambios importantes en el pH de los medios acuosos en los que se encuentran los diferentes componentes de la mezcla. Por ello también se hizo uso del potenciómetro para medir el pH de las muestras.

Conforme pasan los días se obtienen tendencias que serían las esperadas; un aumento marcado en la acidez del producto, cada una de las muestras sufre una subida en el contenido de ácido láctico, aunque no en la misma proporción. Es mucho menos apreciable el incremento en la cantidad de éste metabolito en muestras almacenadas a 4° C, que aquellas a mayor temperatura, resultado que se esperaba, dado que se ofrece un medio ambiente con una temperatura más hostil que las otras. Aunque se esperaría que entre más aumente la temperatura, mayor será el incremento de la acidez, esto no fue del todo cierto. Se observó que a 25° C, hay un incremento de acidez menor que a 37° C, pero mayor que a 45° C en la mayoría de los casos, y a su vez un incremento mucho mayor de acidez a 37° C que a 25 y 45°C. De nuevo, es sencillo entender esto, gracias a que se toma en cuenta el hecho de que la mayoría de los microorganismos que se encuentran en el medio de las bebidas son mesófilos, y a esa temperatura se tiene un crecimiento microbiano mucho mayor que a temperatura ambiente donde no todas las bacterias crecen, o a 45° C.

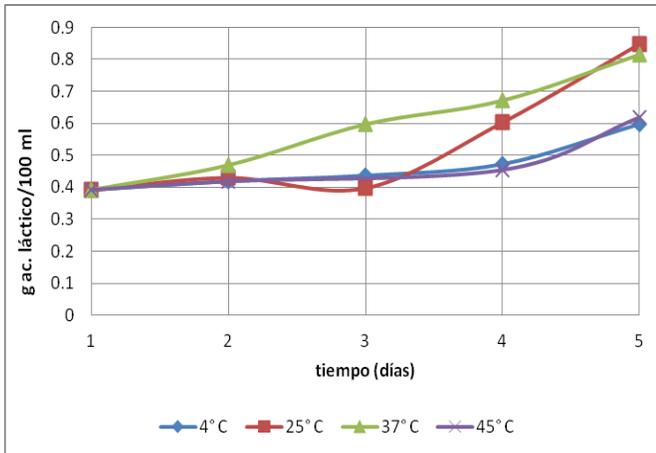
El comportamiento del pH es inversamente proporcional al de la acidez, mientras ésta aumenta, el pH sigue una curva descendente, la cual se comporta de manera similar entre las temperaturas de estudio. El pH casi no baja entre las muestras ubicadas en los 4° C, pero si varía entre las de temperaturas mayores. De nuevo, la que más cambia es aquella muestra almacenada a 37° C, en comparación a aquellas del mismo lactosuero y edulcorante a temperaturas mayores o menores.

Entre todas éstas tendencias se siguen destacando las formulaciones que contienen miel como edulcorante. Estas muestras tienen un aumento de acidez mayor conforme pasan los días que aquellas que tienen edulcorantes no calóricos, o la de sacarosa, aunque ésta última no está lejos de ese comportamiento. Esto es evidente, debido a que al ser edulcorantes compuestos principalmente por disacáridos, en el caso de la sacarosa, o de una mezcla de azúcares, entre mono, di, y polisacáridos, en el caso de la miel, se les otorga una gran fuente nutritiva a los microorganismos presentes en el medio, los cuales aprovechan estas fuentes de carbono para llevar a cabo la fermentación láctica, sin contar con los azúcares y proteínas que de por sí contiene el lactosuero, así como cada pulpa de fruta utilizada.

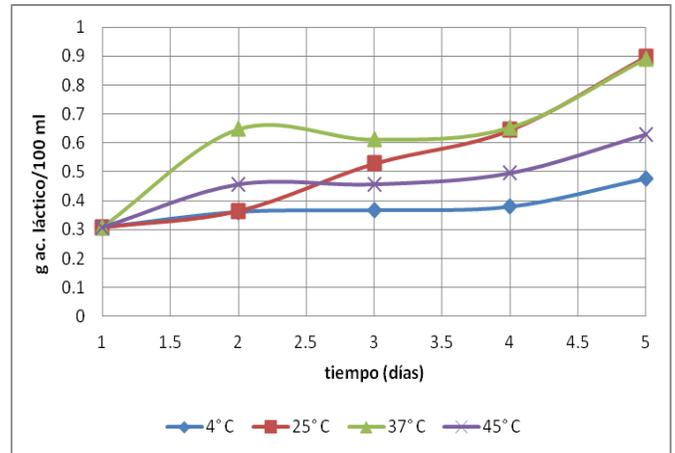
A continuación se presentan ejemplos de las gráficas obtenidas en el estudio de vida de anaquel por parte de las muestras elaboradas con lactosuero de bovino y pulpa de mango,

utilizando los distintos edulcorantes. Para la revisión completa de todas las bebidas se deberán revisar los anexos B, C, D y E.

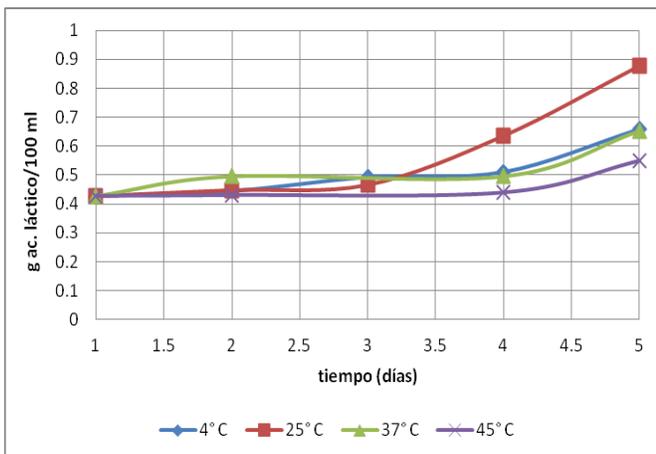
D1)



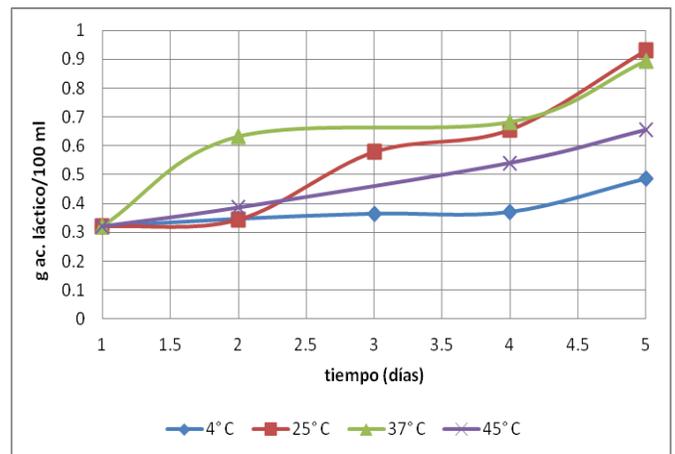
D3)



D2)

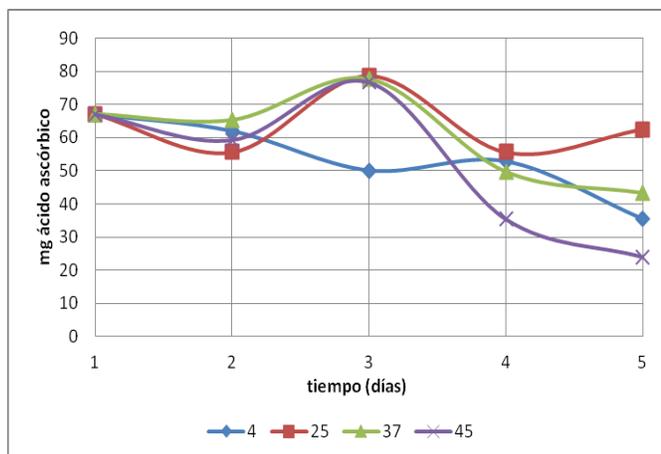


D4)

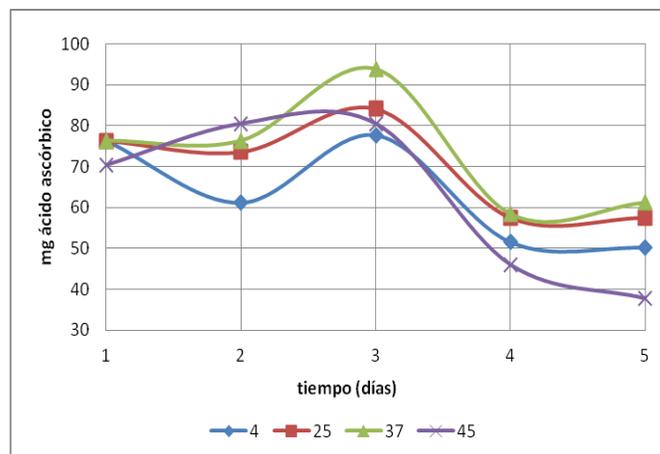


- ❖ **Contenido de ácido láctico en las formulaciones que contienen pulpa de mango, utilizando edulcorantes diferentes: D1) sacarosa; D2) miel; D3) esteviol; D4) sucralosa a diferentes temperaturas (4 °C, 25 °C, 37 °C, y 45 °C).**

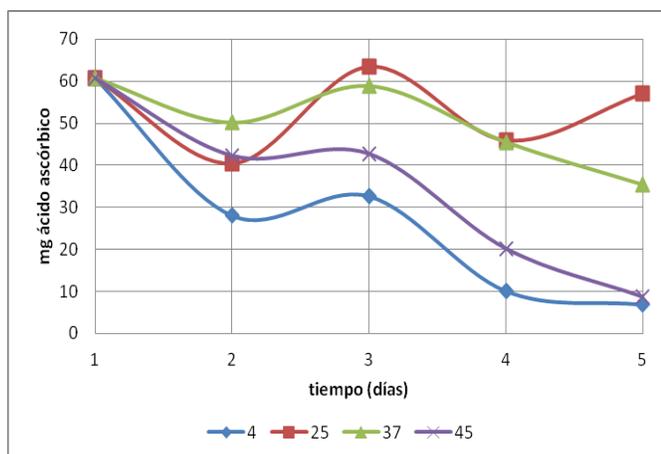
D5)



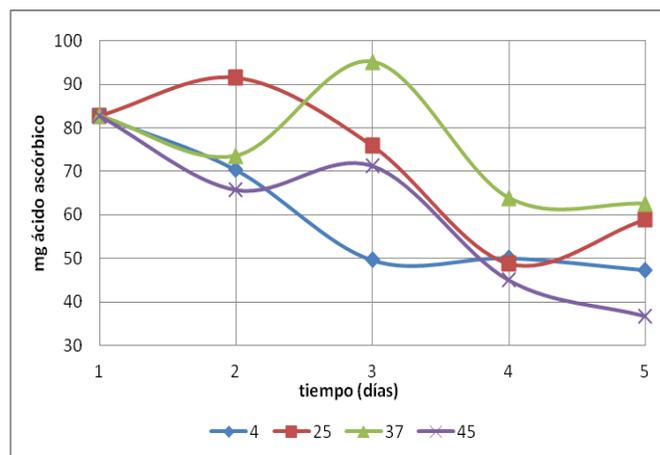
D7)



D6)

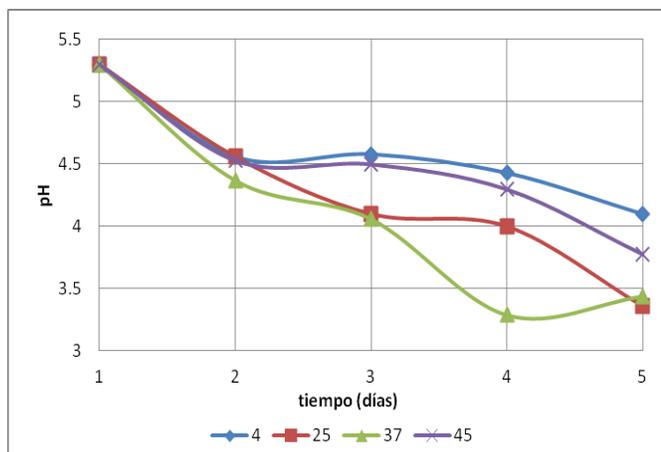


D8)

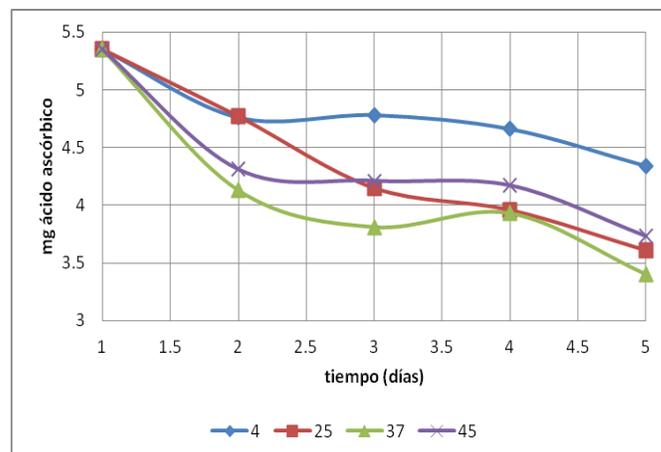


- ❖ **Contenido de ácido ascórbico (vitamina C) en las formulaciones que contienen pulpa de mango, utilizando edulcorantes diferentes: D5) sacarosa; D6) miel; D7) esteviol; D8) sucralosa a diferentes temperaturas (4 °C, 25 °C, 37 °C, y 45 °C).**

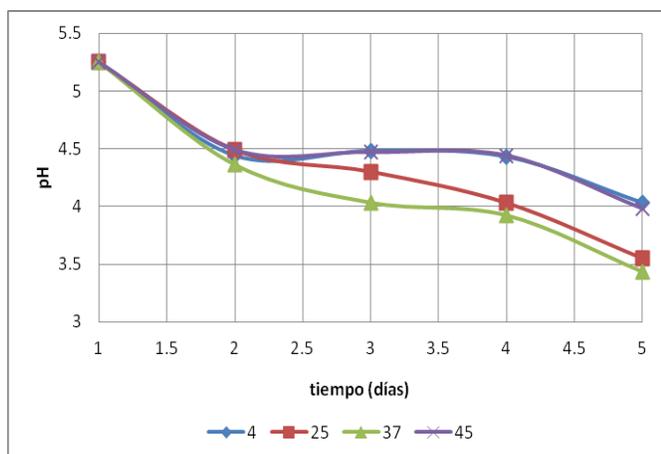
D9)



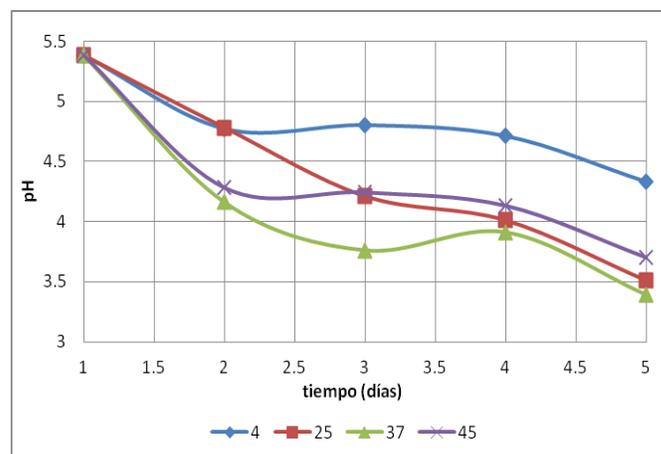
D11)



D10)



D12)



❖ **Cambio de pH en las formulaciones que contienen pulpa de mango, utilizando edulcorantes diferentes: D9) sacarosa; D10) miel; D11) esteviol; D12) sucralosa a diferentes temperaturas (4 °C, 25 °C, 37 °C, y 45 °C).**

Otro de los parámetro que se utilizaron para predecir la vida de anaquel del prototipo fue la determinación del contenido de vitamina C (ácido ascórbico), por medio del método de titulación con 2,6-dicloroindofenol (2,6-DI). Cabe mencionar que éste método de determinación es complicado al manejarse, debido a que se debe hacer una óptima preparación de la muestra con motivo de poder extraer correctamente la mayor cantidad

posible de vitamina C por medio de la adición de un medio ácido, en este caso ácido acético glacial al 5%. Con esto se asegura que la aproximación en el cálculo sea más precisa. Otro punto a tomar en cuenta es la composición de la muestra, ya que al ser una reacción tan específica, debe observarse que no exista una interferencia entre la interacción del reactivo que oxidará al ácido ascórbico a su forma como ácido dehidroascórbico por culpa de algún componente de la mezcla. Y por último, se debe manejar con cuidado el reactivo, ya que al momento de hacer la titulación se debe tener cuidado de tener reproducibilidad en los resultados, dado que al principio es una técnica difícil de manejar, dado que las muestras de por sí tienen una coloración propia, y el acertar al punto de vire puede complicarse, ya que no se busca que persista el cambio de color del azul del 2,6-DI a rosado por un periodo prolongado de tiempo, se debe tener realmente una buena percepción de cuando este cambio ocurra y contabilizar el tiempo que persista. El método indica que debe ser mayor a 5 segundos, por lo que debe cuidarse este tiempo, ya que si no se hace, se corre el riesgo de sobreestimar el resultado, o al contrario subestimarlo.

El contenido de ácido ascórbico dentro del lactosuero de bovino (15.5 a 27.5 mg/100 ml) es bajo, para los volúmenes que se manejan no se encuentra que sea muy representativo, y al momento de añadir las pulpas de fruta, las cuales tienen distintos contenidos de ésta vitamina, el contenido teórico no mejora demasiado. En el caso del mango, su contenido de vitamina C es de 30 mg/100 g, el de la guayaba entre 37 y 50, y el durazno es el que menos aporta, ya que solo contiene alrededor de 7 mg/100 g. Este contenido de la vitamina en cada caso es muy pequeño, lo que ocasiona que la determinación se dificulte, ya que el cambio en el color del sistema es poco visible, haciendo difícil observarlo. Es por eso que para llevarlo a cabo, el análisis tuvo que realizarse toda vez que la técnica se había trabajado y practicado con muestras previas.

Como ya se ha dicho el contenido de vitamina C es muy bajo, y los volúmenes que se registraron de 2,6-DI iban disminuyendo en relación al tiempo, pero estas variaciones en el gasto de reactivo impactan de manera significativa la medición, ya que al tratarse de cantidades tan pequeñas del compuesto, las variaciones del mismo son marcadas. De igual manera, como la técnica es complicada de usarse en un principio debido a todas las consideraciones previas, es notorio que hay cierto error inherente a las determinaciones, por lo que se llegan a observar ciertas desviaciones en las curvas de las determinaciones,

aunque si se llegan a observar tendencias claras del comportamiento de las mismas, siendo descendentes.

De nuevo es notorio que a temperaturas mayores la descomposición de la vitamina C es más marcada que a temperaturas de refrigeración. Las reacciones de oxidación reversible pueden volverse irreversibles desde la forma de ácido dehidroascórbico, para pasar a formar ácido dicetogulónico, o simplemente al fragmentarse y pasar a formar compuestos más sencillos. Obviamente al estar las muestras contenidas en envases traslúcidos están expuestas a la acción de los distintos tipos de radiación que componen la luz, por lo que muchas de estas reacciones también se encuentran influenciadas por estos componentes.

Lo que resulta en la rápida disminución del contenido de vitamina C, ya que al no existir un antioxidante en el medio es fácilmente atacado. Por lo observado en las mediciones, el contenido de ácido ascórbico es reducido al término del día 5 de estudio en el caso de las muestras que contienen pulpa de mango y guayaba, pero aún es medible y apreciable, para ambos tipos de lactosuero. Sin embargo, para las muestras que contienen pulpa de durazno es observable que la cantidad es casi nula desde un inicio, dando en algunos casos cantidades despreciables. De hecho en éstas muestras casi es seguro que en el segundo día ya no existe casi nada o nada de vitamina C, debido a la pequeña cantidad que aporta el durazno y la poca que tiene el lactosuero. Es por eso que casi no se alcanzó a medir, por lo que los resultados en los tiempos de vida de anaquel son muy cortos, yendo desde prácticamente horas a máximo 2 días. En cambio, las muestras de pulpa de mango pueden arrojar tiempos de vida de anaquel desde 1 día hasta aproximadamente 6 días, al igual que las muestras de guayaba que pueden arrojar hasta prácticamente 7 días de vida útil.

Dada la rápida desaparición de vitamina C que se recomienda hacer uso de aditivos que permitan que se preserve esta vitamina, como antioxidantes.

6. Conclusiones.

- La composición química de ambos lactosueros son muy similares (proteínas, lípidos, carbohidratos) por lo que el tratamiento de ambos fue similar para las formulaciones planteadas.
- El proceso de deslactosado fue satisfactorio ya que el contenido inicial fue de 3.9% de azúcares reductores totales, y al final del proceso se cuantificaron alrededor de 8.2%.
- Los distintos aditivos utilizados como sus mezclas no fueron efectivos para darle estabilidad a las bebidas. Sólo el uso de almidón modificado fue satisfactorio, ya que mostró buenos resultados en el proceso de pasteurización.
- Se requieren condiciones específicas de pasteurización (63° C, 30 min) y pH (6.3-6.7) para asegurar la estabilidad de los componentes en las mezclas formuladas.
- Las bebidas elaboradas en este trabajo no son totalmente comparables con algunas ya existente en el mercado, su contenido de proteínas le da un valor nutricional agregado ante productos como jugos y néctares de frutas.
- Las bebidas elaboradas en este trabajo no están bajo la normatividad de la NOM- 183-SCFI-2012 y será necesario adecuar su formulación para ser incluido como producto lácteo. Mientras que para la NOM-130-SSA1-1995 podría tomarse como un producto lácteo envasado en recipiente de cierre hermético y sometido a tratamiento térmico para asegurar su esterilidad comercial.
- El uso de edulcorantes como sucralosa y estevioles en lugar de sacarosa permite que la cantidad de azúcares añadidos a la bebida sea menor, por lo que el aporte calórico al consumidor disminuye.
- Estas bebidas son una forma de aprovechamiento de lactosuero, debido a que su preparación utiliza en su mayoría este desecho (alrededor del 54.5% del total del producto final).
- El tiempo de vida de anaquel calculada para esta bebida depende mucho de los componentes utilizados en la formulación, sobre todo de las pulpas de fruta utilizada y de los edulcorantes añadidos a la misma.
- Se requiere almacenar el producto a temperatura de refrigeración (0.0 a 4.0 °C), debido a su corto tiempo de vida útil y a la naturaleza de sus componentes.
- Las bebidas elaboradas con lactosuero de caprino adicionadas con estevioles y sucralosa, presentaron una mayor vida de anaquel (alrededor de seis a nueve días).

- Las bebidas elaboradas con lactosuero de bovino adicionadas con sucralosa presentaron una mayor vida de anaquel (alrededor de seis a siete días).
- Las bebidas elaboradas con pulpa de mango y guayaba conservadas en refrigeración (0 - 4° C) resultaron tener una vida de anaquel adecuada, así como una buena estabilidad de fases, y cambios organolépticos mínimos (olor, textura, apariencia).
- Las bebidas elaboradas con pulpa de durazno tuvieron una breve vida de anaquel (de uno a cuatro días), sus fases fueron inestables, además de cambios organolépticos desagradables (olor, textura, apariencia)

Recomendaciones.

Este trabajo genera perspectivas en el desarrollo de las bebidas, se debe continuar mejorando la fórmula. Para ello se recomienda:

- El uso de frutas de baja acidez para reducir la sensación de astringencia, así como el uso de pulpas de frutas más homogéneas, sin exceso de fibra no soluble.
- El uso de una mezcla de estabilizantes que produzcan un mejor resultado que el uso único del almidón modificado. Se sugiere el uso de pectina de alto metoxilo.
- El estudio de la adición de microorganismos para producir una bebida fermentada con el fin de alargar la vida de anaquel, así como mejorar sus propiedades organolépticas.
- El uso de aditivos (conservadores) que permitan prolongar el tiempo de vida de anaquel del producto los cuales retarden o eviten las reacciones de descomposición, así como los cambios físicos y sensoriales de las formulaciones, proporcionando una mejor presentación al producto.
- Evaluar el uso de antioxidantes que permitan la preservación de algunas vitaminas de interés como lo es la vitamina C.
- Sin embargo se requiere de una legislación que incluya este tipo de productos que favorezca y fomente la utilización del lactosuero tanto bovino como caprino.

8. Bibliografía.

- Ahmed, S. G., Wafaa, H. E., Gamal, F. M., Ahmed, F. S., 2013. *Utilization Whey in Production of Functional Healty Beverage “Whey Mango Beverages”*. American Journal of Food Technology, 8, 133-148.
- Alais, Ch., 1992. *Ciencia de la Leche. Principios de Técnica Lechera*. Cuarta edición. Barcelona, España, Editorial Reverté, S.A.
- Amiot, J., *Ciencia y Tecnología de la Leche. Principios y Aplicaciones*. Zaragoza, España, Editorial Acribia, S.A.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC), Inc., 2016. *Official Methods of Analysis*, 20th Edition. Arlington, Virginia, USA.
- Badui Dergal, S., 2006. *Química de los Alimentos*, cuarta edición. México, Pearson Educación.
- Berry-Ottaway, P., 2012. *The Technology of Vitamins in Food*, United States of America, Springer Science & Business Media.
- Baccouche, A., Ennouri, M., Felfoul, I., Attia, H., 2013. *A physical stability study of whey-based prickly beverages*, *El sevier Food Hydrocolloids*, 234-244.
- Cámara Nacional de Industriales de la Leche (CANILEC). Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), SAGARPA, 2013. Estadísticas, Producción de leche, Producción industrial. [En línea] (marzo 2013)
Disponible en: (http://www.canilec.org.mx/prod_leche.html) (Último acceso el 27 de mayo de 2015)
- Carvalho, F., Prazeres, A. R., Rivas, J., 2013. *Cheese whey wastewater: Characterization and treatment*. *Science of the Total Environment*, 445-446, 385-396.
- Cuellas, A. V., www.elportalechero.com, *Aprovechamiento industrial del suero de lechería. Obtención de una bebida energizante a partir del efluente*. [En línea] (10/11/2013)
Disponible en: (http://www.portalechero.com/innovaportal/v/3378/1/innova.front/aprovechamiento_industrial_del_suero_de_queseria_obtencion_de_una_bebida_energizante_a_partir_del_efluente.html) [Último acceso el 19 de enero de 2015]
- Diario Oficial de la Federación, 1995. Norma Oficial Mexicana NOM-130-SSA1-1995, Bienes y servicios. Alimentos envasados en recipientes de cierre hermético, y sometidos a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias. [En línea] (23/02/1996)
Disponible en: (<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/130ssa15.html>) (Último acceso el 26 de marzo de 2015)
- Diario Oficial de la Federación, 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-181-SCFI-2010, Yogurt-denominación, especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas, información comercial y métodos de prueba. [En línea] (16/11/2010)
Disponible en: (http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5167303&fecha=16/11/2010) (Último acceso el 26 de marzo de 2015)
- Diario Oficial de la Federación, 2012. Norma Oficial Mexicana NOM-183-SCFI-2012, Producto lácteo y producto lácteo combinado-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. [En línea] (15/03/2012)
Disponible en: (<http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4693/seeco1/seeco1.htm>) (Último acceso el 26 de marzo de 2015)

- Diario Oficial de la Federación, 2012. Norma Oficial Mexicana NOM-190-SCFI-2012, Mezcla de leche con grasa vegetal. Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. [En línea] (06/08/2012) Disponible en: (http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5266143&fecha=31/08/2012) (Último acceso el 10 de agosto de 2015)
- Englyst, H. N., Quigley, M. E., & Hudson, G. J., 1994. *Determination of dietary fiber as non-starch polysaccharides with gas-liquid chromatographic or spectrophotometric measurement of constituent sugar. Analyst*, 119, 1497-1509.
- Fennema, O.R., 2000. *Química de los alimentos*, 2da edición. Zaragoza, España, Acribia.
- García-Garibay, M., Quintero-Ramírez, R., López-Mungía Canales, A., 2004. *Biotechnología Alimentaria*, Ciudad de México, Limusa, Noriega Editores.
- Gerdes, S., 2007 *Why whey for clear beverages, Dairy foods*, 108 (8): 967.
- Gil, A., Ruíz-López, M. D., 2010. *Tratado de Nutrición: Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos, Vol. 2*, Segunda Edición, Madrid, España, Editorial Médica Panamericana.
- Girard, M., Turgeon, L. T., & Gauthier, S. F., 2002. Interbiopolymer complexing between β -lactoglobulin and low- and high-methylated pectin measured by potentiometric titration and ultrafiltration. *Food Hydrocolloids*, 16, 585-591.
- Rojas-Jacales, D.L., 2015. *Elaboración de una bebida a base de lactosuero dulce, deslactosado bovino y caprino adicionada con pulpa de fruta*. México, D.F., UNAM.
- Jelen, P., 1973. *Whipping studies with partially delactosed cheese whey*. Journal of Dairy Science, 56, 1505-1511.
- Jelen, P., 1992. *Whey cheeses and beverages*. Chapter 5 in *Whey Lactose Processing*, Zadow, J.G., Ed. Elsevier Applied Science, London, 157-193.
- Jumah, R. Y., Shaker, R. R., & Abu-Jdayil, B., 2001. *Effect of milk source on the rheological properties of yogurt during the gelation process. International Journal of Dairy Technology*, 54, 89-93.
- Lee, C.A., Vickers, Z.M., 2008. *The astringency of whey protein beverages is caused by their acidity*. International Dairy Journal, 18, 1153-1156.
- Leite-Gomes, J.J., Moraes-Duarte, A., Malveira-Batista, A. S., 2013. *Physicochemical and sensory properties of fermented dairy beverages made with goat's milk, cow's milk and a mixture of the two milks*. Food Science and Technology, 54, 18-24.
- Nielsen, S., 2003. *Food Analysis Laboratory Manual*, Nueva York, Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Novelo, A., 2006. *Mango Ataúlfo, fruto del Soconusco*. Revista INN Magazine, 12 (04/2006), 77.
- Organismo Nacional de Normalización del COFOCALEC. 2012. Proyecto de Norma Mexicana, PROY-NMX-7-721-COFOCALEC-2012. Sistema producto leche-alimentos-lácteos-suero de leche (líquido o en polvo)-especificaciones y métodos de prueba..
- Paquin, P., 2009. Whey based functional beverages. En: P. Jelen ed: *Functional and speciality beverage technology*. United States of America, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LL, 259-279.
- Pescuma, M., Hebert, E. M., Mozzi, F., & Font de Valdez, G., 2010. *Functional fermented whey-based beverage using lactic acid bacteria*. International Journal of Food Microbiology, 141, 73-81.

- Quattrocchi, U., 2000. CRC World Dictionary of Plants Names, United States of America, CRC Press, p. 2203.
- Swithers, S.E., Davidson, T.L., 2008. *A role for sweet taste: calorie predictive relations in energy regulation by rats*. Behav Neurosci, 122 (1), 161-173.
- Vargas, M., Chafer, M., Albors, A., Chiralt, A., & Gonzalez-Martinez, C., 2008. *Physicochemical and sensory characteristics of yogurt produced from mixtures of cow's and goat's milk*. International Dairy Journal, 18, 1146-1152.
- Vela-Gutiérrez, G., Castro Mundo, M., Caballero Roque, A., Ballinas Díaz, E. J. (2012), *Bebida probiótica de lactosuero adicionada con pulpa de mango y almendras sensorialmente aceptable por adultos mayores*, © ReCiTeLa, 11(2), 11.

ANEXOS.

A) Modelo de degradación cinética para el cálculo de la vida de anaquel en alimentos.

$$\frac{d[D]}{dt} = -k[D]^n \quad (1)$$

[D]= valor cuantitativo del factor de calidad o de la reacción de deterioro

k= reacción a tasa constante

n= orden de reacción

Las reacciones de deterioro en alimentos generalmente siguen un orden de reacción igual a uno ($n=1$). Se integra la ecuación anterior:

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

Esta ecuación se puede expresar de la siguiente manera:

$$\text{Ln} D_t = -kt + \text{Ln}[D]_0 \quad (3)$$

Interrelación entre la temperatura y la tasa de reacción (relación de Arrhenius):

$$k = (k_0) \left(e^{-\frac{E_a}{RT}} \right) \quad (4)$$

E_a = energía de activación (cal/mol)

R = constante universal de los gases (1.987 cal/mol·K)

T = temperatura (Kelvin)

K_0 = constante de Arrhenius

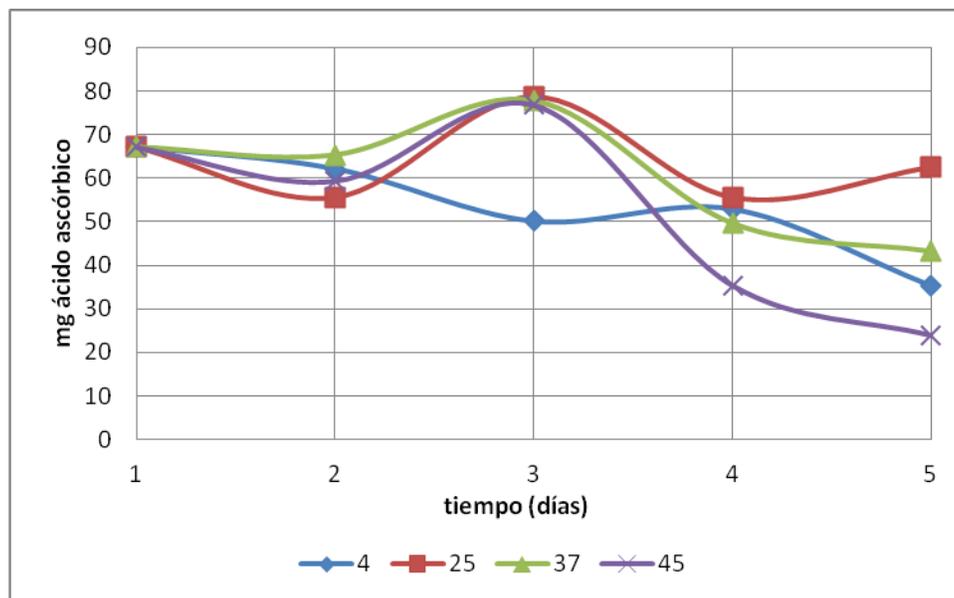
Para el siguiente ejemplo de cálculo se utilizarán los datos de la muestra de bebida de lactosuero de bovino con pulpa de mango y sacarosa como edulcorante para la reacción de descomposición del ácido ascórbico.

Cuadro A1. Cambio en el contenido de ácido ascórbico (mg/100 ml) en la bebida de lactosuero de bovino adicionada con pulpa de mango y sacarosa con respecto al tiempo (días) a las temperaturas de estudio (4° C, 25° C, 37° C, y 45° C).

mg vit C/100 ml	Temperatura (°C)			
Tiempo (días)	4	25	37	45
1	67.1264368	67.1264368	67.1264368	67.1264368
2	62.0689655	55.6321839	65.2873563	59.3103448
3	50.1149425	78.6206897	77.7011494	76.7816092
4	52.8735632	55.6321839	49.6551724	35.4022989
5	35.4022989	62.5287356	43.2183908	23.908046

Se construyó la gráfica del cambio en el contenido de ácido ascórbico con respecto a los días evaluados.

Gráfica A1. Cambio en el contenido de ácido ascórbico (mg/100 ml) en la bebida de lactosuero de bovino adicionada con pulpa de mango y sacarosa con respecto al tiempo (días) a las temperaturas de estudio (4° C, 25° C, 37° C, y 45° C).



Se expresan los resultados de contenido de ácido ascórbico en moles por cada mililitro de bebida con respecto al tiempo expresado en minutos. Estos datos corresponden a [D] (valor cuantitativo de calidad).

Cuadro A2. Cambio en el contenido de ácido ascórbico (mol/ml) en la bebida de lactosuero de bovino adicionada con pulpa de mango y sacarosa con respecto al tiempo (min) a las temperaturas de estudio (4° C, 25° C, 37° C, y 45° C).

mol ácido ascórbico/ml	Temperatura (°C)			
Tiempo (min)	4	25	37	45
1440	3.814E-06	3.814E-06	3.814E-06	3.814E-06
2880	3.526E-06	3.161E-06	3.709E-06	3.369E-06
4320	2.847E-06	4.467E-06	4.414E-06	4.362E-06
5760	3.004E-06	3.161E-06	2.821E-06	2.011E-06
7200	2.011E-06	3.552E-06	2.455E-06	1.358E-06

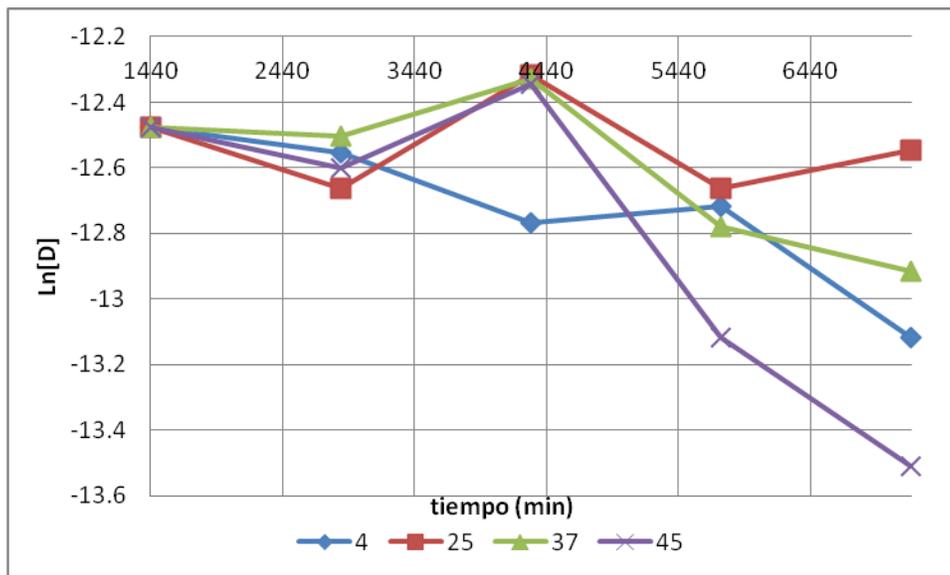
Se calcula el Ln del contenido de ácido ascórbico o $[D]$.

Cuadro A3. Cálculo de logaritmo natural en el contenido de ácido ascórbico (Ln[D]) en la bebida de lactosuero de bovino adicionada con pulpa de mango y sacarosa con respecto al tiempo (min) a las temperaturas de estudio (4° C, 25° C, 37° C, y 45° C).

Ln[D]	Temperatura (°C)			
Tiempo (min)	4	25	37	45
1440	-12.476	-12.476	-12.476	-12.476
2880	-12.555	-12.664	-12.504	-12.600
4320	-12.769	-12.318	-12.330	-12.342
5760	-12.715	-12.664	-12.778	-13.116
7200	-13.116	-12.547	-12.917	-13.509

Se construye la gráfica de Ln[D] con respecto al tiempo expresado en minutos, y se calcula la regresión lineal para cada una de las temperaturas estudiadas.

Gráfica A2. Logaritmo natural en el contenido de ácido ascórbico (Ln[D]) en la bebida de lactosuero de bovino adicionada con pulpa de mango y sacarosa con respecto al tiempo (días) a las temperaturas de estudio (4° C, 25° C, 37° C, y 45° C).



Cuadro A4. Regresión lineal de cada recta correspondiente a Ln[D] de las temperaturas en estudio (4° C, 25° C, 37° C, y 45° C).

Temperatura (° C)	Ln[D]	-k	t	Ln[D] ₀
4	y	-0.0001	x	-12.295
25	y	-0.00001	x	-12.492
37	y	-0.00008	x	-12.255
45	y	-0.0002	x	-12.035

La regresión lineal de cada temperatura corresponde a la ecuación $LnD_t = -kt + Ln[D]_0$, por lo que el valor de la pendiente es $m = -k$.

Se construye la tabla con los valores de k para cada temperatura y se calculó el logaritmo natural de este valor.

Cuadro A5. Valores de k y su logaritmo natural (Lnk) para cada una de las temperaturas en estudio (4° C, 25° C, 37° C, y 45° C).

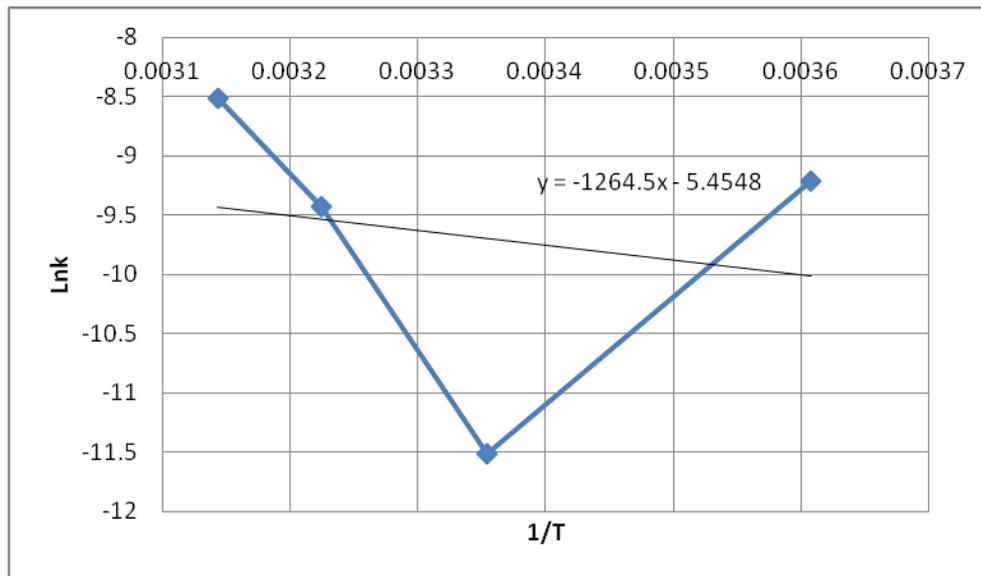
Temperatura (°C)	K	1/T	k	Lnk
4	277.15	0.00360815	0.0001	-9.21034037
25	298.15	0.00335402	0.00001	-11.5129255
37	310.15	0.00322425	0.00008	-9.43348392
45	318.15	0.00314317	0.0002	-8.51719319

El valor de k corresponde a la ecuación $k = (k_0) \left(e^{-\left(\frac{E_a}{RT}\right)} \right)$, que se puede expresar como:

$$\text{Ln}k = -\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T} \right) + \text{Ln}k_0 \quad (5)$$

Se construyó la gráfica de $1/T$ contra $\text{Ln}k$ y se calculó la regresión lineal con su ecuación correspondiente.

Gráfica A3. Recta del logaritmo natural de k ($\text{Ln}k$) con respecto al inverso de la temperatura expresada en Kelvin ($1/T$), con su línea de tendencia y la ecuación de la misma.



Se calcula la energía de activación (E_a) y la constante de Arrhenius.

Lnk	(-)Ea/R	1/T	Lnk0
y	-1264.5	x	-5.4548

$$y = -1264.5x - 5.4548 \text{ lo que es igual a } \text{Ln}k = -1264.5 \left(\frac{1}{T} \right) - 5.4548$$

$$m = -\frac{E_a}{R}, \text{ despejando } E_a = -(-1264.5 \times 1.987) = 2512.56 \text{ cal/mol}$$

De la ecuación (5) $\text{Ln}k = -\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T} \right) + \text{Ln}k_0$

$$\text{Ln}k_0 = -5.4548, \text{ despejando } k_0 = e^{-5.4548}, \text{ por lo que } k_0 = 4.27 \times 10^{-3}.$$

Con los valores de E_a y k_0 , se calcula el tiempo de vida de anaquel. Se sustituye el valor de k_0 en la ecuación $k = (k_0) \left(e^{-\left(\frac{E_a}{RT}\right)} \right)$ y se determinó k para las cuatro temperaturas utilizadas. Con los valores de k y considerando el contenido promedio de $[D]$ a tiempo cero ($[D]_0$) y al tiempo final ($[D]_t$), se utiliza la ecuación $\text{Ln} \frac{[D]_0}{[D]_t} = kt$ para calcular la vida de anaquel.

$$k = (k_0) \left(e^{-\left(\frac{E_a}{RT}\right)} \right) = (4.27 \times 10^{-3}) \left(e^{-\left(\frac{251256 \text{ cal/mol}}{\left(1.987 \frac{\text{cal}}{\text{mol K}}\right)(277.15 \text{ K})}\right)} \right) = 4.462 \times 10^{-5}$$

De la ecuación $\text{Ln} \frac{[D]_0}{[D]_t} = kt$, se despejó $k = \frac{\text{Ln} \frac{[D]_0}{[D]_t}}{t}$

$$k = \frac{\text{Ln} \frac{[D]_0}{[D]_t}}{t} = \frac{\text{Ln} \frac{(3.814 \times 10^{-6} \text{ mol/ml})}{(2.344 \times 10^{-6} \text{ mol/ml})}}{4.462 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1}} = 10904.8387 \text{ min}$$

Como el resultado se obtiene en minutos, se convierte el resultado a días:

1 día = 1440 min

Tiempo de vida de anaquel: $10904.8387 \text{ min} / 1440 \text{ min} = 7.572 \text{ días}$

B) Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en las formulaciones a base de lactosuero de bovino.

Cuadro B1. Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en la bebida de lactosuero de bovino con pulpa de mango y sacarosa como edulcorante.

Muestra		Temperaturas																			
Mango con sacarosa		4° C					25° C					37° C					45° C				
Días		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
		Físicos y sensoriales																			
Color*		1235	1235	1235	1235	1235	1235	1235	1235	137	137	1235	1235	1235	137	138	1235	1235	1235	137	138
Apariencia		Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Sep	Sep	Sep	Hom	Sep	Sep	Sep	Sep
Aparición de gases									x	x	x			x	x	x			x	x	x
		Fisicoquímicos																			
pH		5.3	4.56	4.58	4.43	4.1	5.3	4.56	4.1	4	3.36	5.3	4.37	4.06	3.29	3.44	5.3	4.53	4.5	4.3	3.78
Acidez titulable (%)		0.39	0.42	0.39	0.35	0.47	0.39	0.43	0.39	0.6	0.84	0.39	0.46	0.59	0.67	0.81	0.39	0.41	0.43	0.45	0.61
Ácido ascórbico (vit C) (mg/100 ml)		67.12	62.07	50.11	52.87	35.4	67.12	55.63	78.62	55.63	62.52	67.12	65.28	77.7	49.65	43.21	67.12	59.31	76.78	35.4	23.9

Cuadro B2. Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en la bebida de lactosuero de bovino con pulpa de mango y miel como edulcorante.

Muestra		Temperaturas																			
Mango con miel		4° C					25° C					37° C					45° C				
Días		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
		Físicos y sensoriales																			
Color*		1235	1235	1235	1235	1235	1235	1235	1235	137	137	1235	1235	137	137	138	1235	1235	137	137	138
Apariencia		Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Sep	Sep	Hom	Hom	Sep	Sep	Sep	Hom	Sep	Sep	Sep	Sep
Aparición de gases									x	x	x			x	x	x			x	x	x
		Fisicoquímicos																			
pH		5.25	4.44	4.48	4.43	4.03	5.25	4.49	4.3	4.03	3.55	5.25	4.36	4.03	3.92	3.43	5.25	4.49	4.47	4.44	3.98
Acidez titulable (%)		0.43	0.44	0.49	0.51	0.66	0.42	0.44	0.46	0.63	0.88	0.43	0.49	0.49	0.65	0.89	0.43	0.43	0.44	0.44	0.55
Ácido ascórbico (vit C) (mg/100 ml)		60.69	28.04	32.64	10.11	6.89	60.69	40.46	63.45	45.98	57.01	60.69	50.11	58.85	45.51	35.40	60.69	42.30	42.76	20.23	8.73

Cuadro B3. Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en la bebida de lactosuero de bovino con pulpa de mango y esteviol como edulcorante.

Muestra		Temperaturas																			
Mango con esteviol		4° C					25° C					37° C					45° C				
Días		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
		Físicos y sensoriales																			
Color*		1235	1235	1235	1235	1235	1235	1235	1235	137	137	1235	1235	1235	137	137	1235	1235	1235	137	137
Apariencia		Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Sep	Sep	Sep	Hom	Sep	Sep	Sep	Sep
Aparición de gases										x	x				x	x			x	x	x
		Fisicoquímicos																			
pH		5.35	4.76	4.78	4.66	4.34	5.35	4.77	4.15	3.96	3.61	5.35	4.13	3.81	3.93	3.40	5.35	4.31	4.21	4.17	3.73
Acidez titulable (%)		0.31	0.36	0.37	0.38	0.47	0.31	0.36	0.53	0.64	0.89	0.31	0.64	0.61	0.65	0.89	0.31	0.46	0.46	0.49	0.63
Ácido ascórbico (vit C) (mg/100 ml)		76.32	61.15	77.70	51.50	50.15	76.32	73.56	84.13	54.47	54.47	76.32	76.32	93.79	58.39	61.15	70.34	80.46	80.46	45.97	37.70

Cuadro B4. Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en la bebida de lactosuero de bovino con pulpa de mango y sucralosa como edulcorante.

Muestra		Temperaturas																			
Mango con sucralosa		4° C					25° C					37° C					45° C				
Días		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
		Físicos y sensoriales																			
Color*		1235	1235	1235	1235	1235	1235	1235	1235	1235	137	1235	1235	1235	137	137	1235	1235	1235	137	137
Apariencia		Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Sep	Sep	Hom	Hom	Sep	Sep	Sep	Hom	Sep	Sep	Sep	Sep
Aparición de gases									x	x	x			x	x	x			x	x	x
		Fisicoquímicos																			
pH		5.38	4.77	4.8	4.71	4.33	5.38	4.78	4.21	4.01	3.51	5.38	4.16	3.76	3.91	3.39	5.38	4.28	4.24	4.13	3.7
Acidez titulable (%)		0.32	0.34	0.36	0.37	0.48	0.32	0.34	0.58	0.65	0.93	0.32	0.63	0.55	0.68	0.89	0.32	0.38	0.44	0.54	0.65
Ácido ascórbico (vit C) (mg/100 ml)		82.75	70.34	49.65	50.11	47.35	82.75	91.49	75.86	48.73	58.85	82.75	73.56	95.17	63.90	62.52	82.75	65.74	71.26	45.05	36.78

Cuadro B5. Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en la bebida de lactosuero de bovino con pulpa de guayaba y sacarosa como edulcorante.

Muestra		Temperaturas																			
Guayaba con sacarosa		4° C					25° C					37° C					45° C				
Días		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
		Físicos y sensoriales																			
Color*		134	134	134	134	134	134	134	134	134	135	134	134	134	135	135	134	134	134	135	135
Apariencia		Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Sep	Sep	Hom	Hom	Sep	Sep	Sep	Hom	Hom	Hom	Sep	Sep
Aparición de gases											x				x	x				x	x
		Fisicoquímicos																			
pH		4.23	4.08	3.69	3.32	4.18	4.23	4.04	3.60	3.54	3.56	4.23	3.28	3.09	3.00	2.93	4.23	4.14	3.63	3.56	3.03
Acidez titulable (%)		0.31	0.34	0.34	0.36	0.45	0.31	0.36	0.29	0.45	0.79	0.31	0.31	0.41	0.50	0.68	0.31	0.32	0.29	0.32	0.40
Ácido ascórbico (vit C) (mg/100 ml)		163.6	153.5	138.8	130.1	73.56	157.2	154.4	153.5	178.8	74.02	160.0	149.8	148.0	133.8	77.7	169.6	158.6	108.9	86.43	34.02

Cuadro B6. Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en la bebida de lactosuero de bovino con pulpa de guayaba y miel como edulcorante.

Muestra		Temperaturas																			
Guayaba con miel		4° C					25° C					37° C					45° C				
Días		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
		Físicos y sensoriales																			
Color*		134	134	134	134	134	134	134	134	135	135	134	134	135	135	1335	134	134	135	135	1335
Apariencia		Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Sep	Sep	Hom	Hom	Sep	Sep	Sep	Hom	Hom	Hom	Sep	Sep
Aparición de gases											x				x	x				x	x
		Fisicoquímicos																			
pH		5.06	4.13	4.11	3.73	3.65	4.99	3.34	2.95	2.56	2.34	5.15	3.00	3.1	3.2	3.5	5.15	3.85	3.60	3.25	3.01
Acidez titulable (%)		0.27	0.32	0.32	0.33	0.34	0.27	0.35	0.59	0.62	0.67	0.27	0.63	0.60	0.59	0.66	0.27	0.36	0.43	0.45	0.48
Ácido ascórbico (vit C) (mg/100 ml)		84.59	58.39	57.93	11.95	2.29	111.7	144.3	148.5	81.37	65.74	136.1	166.4	127.3	88.73	90.11	103.4	128.2	116.3	76.32	41.38

Cuadro B7. Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en la bebida de lactosuero de bovino con pulpa de guayaba y esteviol como edulcorante.

Muestra		Temperaturas																			
Guayaba con esteviol		4° C					25° C					37° C					45° C				
Días		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Físicos y sensoriales																					
Color*		134	134	134	134	134	134	134	134	134	135	134	134	134	135	135	134	134	134	135	135
Apariencia		Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Sep	Sep	Hom	Hom	Sep	Sep	Sep	Hom	Hom	Hom	Sep	Sep
Aparición de gases											x				x	x				x	x
Fisicoquímicos																					
pH		5.18	4.2	3.85	3.65	3.1	5.07	3.28	3.03	2.52	2.09	5.12	4.65	4.23	3.93	3.55	5.23	4.36	3.81	3.52	3.14
Acidez titulable (%)		0.29	0.36	0.35	0.36	0.37	0.29	0.58	0.68	0.69	0.82	0.29	0.61	0.54	0.60	0.63	0.29	0.43	0.44	0.44	0.45
Ácido ascórbico (vit C) (mg/100 ml)		209.2	153.5	138.9	130.1	73.56	233.1	162.7	149.0	83.68	35.40	285.0	148.5	133.3	97.47	50.57	239.1	168.3	90.57	77.24	43.22

Cuadro B8. Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en la bebida de lactosuero de bovino con pulpa de guayaba y sucralosa como edulcorante.

Muestra		Temperaturas																				
Guayaba con sucralosa		4° C					25° C					37° C					45° C					
Días		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Físicos y sensoriales																						
Color*		134	134	134	134	134	134	134	134	135	135	134	134	135	135	1335	134	134	135	135	1335	
Apariencia		Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Sep	Sep	Hom	Hom	Sep	Sep	Sep	Hom	Hom	Hom	Sep	Sep	
Aparición de gases											x				x	x	x				x	x
Fisicoquímicos																						
pH		5.13	4.09	3.72	3.42	3.07	5.10	4.02	3.73	3.54	3.53	4.92	3.80	3.29	3.03	2.55	4.35	3.90	3.72	3.36	3.06	
Acidez titulable (%)		0.31	0.34	0.34	0.36	0.48	0.31	0.37	0.30	0.59	0.90	0.31	0.31	0.49	0.48	0.66	0.31	0.31	0.40	0.39	0.50	
Ácido ascórbico (vit C) (mg/100 ml)		157.2	146.6	152.2	113.1	71.72	172.9	165.0	149.4	72.64	119.1	166.0	152.64	132.87	88.73	68.50	144.8	134.7	97.01	80.92	32.64	

Cuadro B9. Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en la bebida de lactosuero de bovino con pulpa de durazno y sacarosa como edulcorante.

Muestra		Temperaturas																			
Durazno con sacarosa		4° C					25° C					37° C					45° C				
Días		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Físicos y sensoriales																					
Color*																					
Apariencia		Hom	Hom	Sep	Sep	Sep	Hom	Sep	Sep	Sep	Sep	Hom	Sep	Sep	Sep	Sep	Hom	Sep	Sep	Sep	Sep
Aparición de gases						x		x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x
Fisicoquímicos																					
pH		4.71	4.37	4.44	4.39	4.12	4.71	4.45	4.34	3.97	3.55	4.71	4.42	4.37	4.01	3.62	4.71	4.38	4.42	4.30	3.73
Acidez titulable (%)		0.30	0.34	0.35	0.37	0.45	0.30	0.34	0.36	0.51	0.69	0.30	0.31	0.37	0.40	0.53	0.30	0.30	0.32	0.36	0.44
Ácido ascórbico (vit C) (mg/100 ml)		4.59	3.21	0.45	0.00	0.00	4.59	2.29	0.00	0.00	0.00	4.59	2.29	0.00	0.00	0.00	4.59	1.84	0.00	0.00	0.00

Cuadro B10. Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en la bebida de lactosuero de bovino con pulpa de durazno y miel como edulcorante.

Muestra		Temperaturas																				
Durazno con miel		4° C					25° C					37° C					45° C					
Días		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Físicos y sensoriales																						
Color*																						
Apariencia		Hom	Sep	Sep	Sep	Sep	Hom	Sep	Sep	Sep	Sep	Hom	Sep	Sep	Sep	Sep	Hom	Sep	Sep	Sep	Sep	
Aparición de gases					x	x				x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x
Fisicoquímicos																						
pH		4.72	4.34	4.33	4.35	4.05	4.72	4.36	4.40	3.98	3.51	4.72	4.37	4.17	4.00	3.26	4.72	4.31	4.20	4.22	3.76	
Acidez titulable (%)		0.34	0.36	0.42	0.43	0.53	0.34	0.40	0.33	0.49	0.79	0.34	0.33	0.35	0.41	0.95	0.34	0.32	0.34	0.35	0.46	
Ácido ascórbico (vit C) (mg/100 ml)		8.73	4.13	2.29	0.00	0.00	8.73	2.75	0.00	0.00	0.00	8.73	2.29	0.00	0.00	0.00	8.73	4.59	0.00	0.00	0.00	

Cuadro B11. Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en la bebida de lactosuero de bovino con pulpa de durazno y esteviol como edulcorante.

Muestra		Temperaturas																			
Durazno con esteviol		4° C					25° C					37° C					45° C				
Días		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Físicos y sensoriales																					
Color*		144	144	144	144	145	144	144	144	145	145	144	144	144	145	145	144	144	145	145	146
Apariencia		Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep
Aparición de gases										x				x	x					x	x
Fisicoquímicos																					
pH		4.70	5.06	5.09	5.03	4.25	4.70	4.06	3.84	3.78	3.47	4.70	3.38	3.60	3.53	3.16	4.70	4.30	3.70	3.60	3.26
Acidez titulable (%)		0.18	0.26	0.28	0.30	0.37	0.18	0.37	0.56	0.58	0.80	0.18	0.42	0.81	0.91	1.07	0.18	0.37	0.92	0.95	1.28
Ácido ascórbico (vit C) (mg/100 ml)		8.73	2.75	2.29	0.00	0.00	8.73	2.29	2.29	0.00	0.00	8.73	7.81	5.05	0.00	0.00	8.73	3.21	3.67	0.00	0.00

Cuadro B12. Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en la bebida de lactosuero de bovino con pulpa de durazno y sucralosa como edulcorante.

Muestra		Temperaturas																			
Durazno con sucralosa		4° C					25° C					37° C					45° C				
Días		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Físicos y sensoriales																					
Color*		144	144	144	144	145	144	144	144	145	145	144	144	145	145	145	144	144	145	145	146
Apariencia		Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep	Sep
Aparición de gases										x				x	x	x				x	x
Fisicoquímicos																					
pH		4.90	4.47	4.57	4.53	4.30	4.90	4.03	3.96	3.89	3.34	4.90	4.03	4.05	4.02	3.08	4.90	4.63	4.47	4.4	3.12
Acidez titulable (%)		0.30	0.34	0.47	0.51	0.62	0.34	0.43	0.45	0.49	0.63	0.33	0.44	0.49	0.50	0.66	0.33	0.42	0.46	0.51	0.64
Ácido ascórbico (vit C) (mg/100 ml)		2.75	1.83	0.00	0.00	0.00	2.75	2.29	0.00	0.00	0.00	2.75	0.91	0.00	0.00	0.00	2.75	0.45	0.00	0.00	0.00

C) Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en las formulaciones a base de lactosuero de caprino.

Cuadro C1. Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en la bebida de lactosuero de caprino con pulpa de mango y sacarosa como edulcorante.

Muestra		Temperaturas																			
Mango con sacarosa		4° C					25° C					37° C					45° C				
Días		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
		Físicos y sensoriales																			
Color*		1235	1235	1235	1235	137	1235	1235	137	137	137	1235	1235	137	138	138	1235	1235	137	137	138
Apariencia		Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Sep	Sep	Sep	Hom	Sep	Sep	Sep	Sep
Aparición de gases									x	x	x			x	x	x			x	x	x
		Fisicoquímicos																			
pH		4.94	4.90	4.82	4.30	4.37	4.94	4.40	3.80	3.70	3.62	4.94	3.70	3.55	3.43	3.35	4.94	4.05	3.85	3.83	3.84
Acidez titulable (%)		0.24	0.20	0.27	0.34	0.33	0.24	0.28	0.86	0.87	0.87	0.24	0.72	1.00	1.03	1.44	0.24	0.61	0.66	0.69	0.71
Ácido ascórbico (vit C) (mg/100 ml)		18.85	13.33	11.95	8.73	9.19	18.85	13.79	13.33	7.81	8.27	18.85	7.81	2.75	0.00	0.00	18.85	7.35	5.97	3.21	0.00

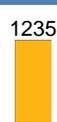
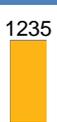
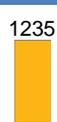
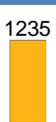
Cuadro C2. Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en la bebida de lactosuero de caprino con pulpa de mango y miel como edulcorante.

Muestra		Temperaturas																			
Mango con miel		4° C					25° C					37° C					45° C				
Días		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
		Físicos y sensoriales																			
Color*		1235	1235	1235	1235	137	1235	1235	137	137	138	1235	1235	137	138	138	1235	1235	137	138	138
Apariencia		Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Sep	Sep	Sep	Hom	Sep	Sep	Sep	Sep
Aparición de gases									x	x	x			x	x	x				x	x
		Fisicoquímicos																			
pH		4.84	4.78	4.77	4.65	4.68	4.84	4.23	3.7	3.68	3.58	4.84	3.85	3.65	3.60	3.32	4.84	4.32	3.77	3.76	3.75
Acidez titulable (%)		0.27	0.28	0.27	0.29	0.31	0.27	0.56	0.71	0.80	0.81	0.27	0.73	0.74	0.85	0.99	0.27	0.63	0.71	0.71	0.73
Ácido ascórbico (vit C) (mg/100 ml)		15.63	15.17	5.97	5.51	4.59	15.63	13.79	13.79	7.81	0.00	15.63	5.05	2.29	0.00	0.00	15.63	9.19	8.73	3.67	0.00

Cuadro C3. Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en la bebida de lactosuero de caprino con pulpa de mango y esteviol como edulcorante.

Muestra		Temperaturas																			
Mango con esteviol		4° C					25° C					37° C					45° C				
Días		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
		Físicos y sensoriales																			
Color*																					
Apariencia		Hom	Hom	Hom	Hom	Sep	Sep	Sep	Hom	Sep	Sep	Sep	Sep								
Aparición de gases										x	x			x	x	x				x	x
		Fisicoquímicos																			
pH		4.94	4.90	4.40	4.39	4.49	4.94	4.20	3.77	3.72	3.72	4.94	3.97	3.70	3.67	3.61	4.94	4.31	3.80	3.81	3.82
Acidez titulable (%)		0.22	0.25	0.26	0.32	0.40	0.22	0.53	0.77	0.82	0.81	0.22	0.75	0.79	0.81	0.82	0.22	0.69	0.66	0.70	0.75
Ácido ascórbico (vit C) (mg/100 ml)		11.03	9.19	6.43	5.05	5.97	11.03	10.11	9.65	8.27	5.97	11.03	5.97	2.75	0.00	0.00	11.03	9.19	8.27	4.13	0.00

Cuadro C4. Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en la bebida de lactosuero de caprino con pulpa de mango y sucralosa como edulcorante.

Muestra		Temperaturas																				
Mango con sucralosa		4° C					25° C					37° C					45° C					
Días		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
		Físicos y sensoriales																				
Color*																						
Apariencia		Hom	Hom	Hom	Hom	Sep	Sep	Sep	Hom	Sep	Sep	Sep	Sep									
Aparición de gases										x	x	x			x	x	x			x	x	x
		Fisicoquímicos																				
pH		4.95	4.92	4.88	4.41	4.56	4.95	4.32	3.80	3.78	3.71	4.95	3.98	3.65	3.63	3.65	4.95	4.27	3.79	3.80	3.78	
Acidez titulable (%)		0.20	0.28	0.28	0.33	0.35	0.20	0.28	0.28	0.33	0.35	0.20	0.75	0.84	0.91	0.99	0.20	0.65	0.69	0.70	0.75	
Ácido ascórbico (vit C) (mg/100 ml)		11.03	7.81	6.43	5.97	5.97	11.03	11.03	11.49	7.81	7.35	11.03	5.05	4.13	0.00	0.00	11.03	7.81	6.43	4.13	0.00	

Cuadro C5. Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en la bebida de lactosuero de caprino con pulpa de guayaba y sacarosa como edulcorante.

Muestra		Temperaturas																			
Guayaba con sacarosa		4° C					25° C					37° C					45° C				
Días		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
		Físicos y sensoriales																			
Color*		134	134	134	134	134	134	134	135	1135	135	134	134	135	135	1335	134	135	135	135	1335
Apariencia		Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Sep	Sep	Hom	Hom	Sep	Sep	Sep	Hom	Hom	Hom	Sep	Sep
Aparición de gases											x				x	x				x	x
		Fisicoquímicos																			
pH		4.70	4.11	4.28	4.26	4.09	4.70	3.63	3.60	3.19	3.29	4.70	3.65	3.80	3.71	3.58	4.70	4.23	4.47	3.93	3.63
Acidez titulable (%)		0.25	0.26	0.28	0.33	0.35	0.25	0.33	0.49	0.54	0.57	0.25	0.42	0.44	0.35	0.45	0.25	0.29	0.29	0.54	0.63
Ácido ascórbico (vit C) (mg/100 ml)		102.9	92.87	86.43	41.83	23.44	102.9	84.13	70.80	56.09	48.27	102.9	79.54	68.96	51.95	51.03	102.9	76.78	60.22	34.94	34.02

Cuadro C6. Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en la bebida de lactosuero de caprino con pulpa de guayaba y miel como edulcorante.

Muestra		Temperaturas																				
Guayaba con miel		4° C					25° C					37° C					45° C					
Días		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
		Físicos y sensoriales																				
Color*		134	134	134	134	135	134	135	135	135	135	134	134	135	135	1355	134	135	135	135	1335	
Apariencia		Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Sep	Sep	Hom	Hom	Sep	Sep	Sep	Hom	Hom	Hom	Sep	Sep	
Aparición de gases											x				x	x	x				x	x
		Fisicoquímicos																				
pH		4.63	4.06	4.28	3.61	4.05	4.63	3.65	3.40	3.03	3.06	4.63	3.65	3.31	3.20	3.06	4.63	4.08	4.23	4.22	4.07	
Acidez titulable (%)		0.24	0.25	0.25	0.24	0.28	0.24	0.31	0.43	0.59	0.65	0.24	0.43	0.50	1.30	1.61	0.24	0.27	0.34	0.41	0.41	
Ácido ascórbico (vit C) (m/100 ml)		128.2	114.0	85.05	85.05	37.70	128.2	102.5	67.12	47.35	43.21	128.2	109.8	78.62	78.62	45.05	128.2	95.17	52.87	34.94	28.04	

Cuadro C7. Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en la bebida de lactosuero de caprino con pulpa de guayaba y esteviol como edulcorante.

Muestra		Temperaturas																			
Guayaba con esteviol		4° C					25° C					37° C					45° C				
Días		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
		Físicos y sensoriales																			
Color*		134	134	134	134	134	134	134	134	135	135	134	134	135	1335	1335	134	135	135	135	135
Apariencia		Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Sep	Sep	Hom	Hom	Sep	Sep	Sep	Hom	Hom	Hom	Sep	Sep
Aparición de gases											x				x	x				x	x
		Fisicoquímicos																			
pH		4.70	4.41	4.22	4.13	3.86	4.70	3.86	3.51	3.29	3.26	4.70	3.86	3.83	3.71	3.24	4.70	4.20	4.33	4.32	4.22
Acidez titulable (%)		0.24	0.26	0.23	0.25	0.29	0.24	0.27	0.41	0.54	0.55	0.24	0.41	0.42	0.48	0.75	0.24	0.27	0.29	0.27	0.29
Ácido ascórbico (vit C) (mg/100 ml)		123.2	104.8	78.62	36.32	13.33	123.2	95.17	64.36	47.81	44.59	123.2	107.1	66.20	36.78	33.10	123.2	85.05	45.51	32.64	22.52

Cuadro C8. Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en la bebida de lactosuero de caprino con pulpa de guayaba y sucralosa como edulcorante.

Muestra		Temperaturas																				
Guayaba con sucralosa		4° C					25° C					37° C					45° C					
Días		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
		Físicos y sensoriales																				
Color*		134	134	134	134	134	134	134	135	135	135	134	134	135	135	1335	134	134	135	135	1335	
Apariencia		Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Sep	Sep	Hom	Hom	Sep	Sep	Sep	Hom	Hom	Hom	Sep	Sep	
Aparición de gases											x				x	x	x				x	x
		Fisicoquímicos																				
pH		4.68	4.13	4.43	3.94	4.16	4.68	4.09	3.54	3.30	3.30	4.68	4.15	3.85	3.83	3.59	4.68	4.16	4.36	4.36	4.21	
Acidez titulable (%)		0.25	0.26	0.28	0.33	0.38	0.25	0.26	0.54	0.55	0.56	0.25	0.29	0.41	0.51	0.59	0.25	0.27	0.26	0.28	0.36	
Ácido ascórbico (vit C) (mg/100 ml)		121.8	88.73	76.78	48.73	41.83	121.8	104.8	87.81	34.94	34.48	121.8	87.81	64.82	37.70	28.96	121.8	101.6	40.91	37.24	17.93	

Cuadro C9. Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en la bebida de lactosuero de caprino con pulpa de durazno y sacarosa como edulcorante.

Muestra		Temperaturas																			
Durazno con sacarosa		4° C					25° C					37° C					45° C				
Días		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Físicos y sensoriales																					
Color*																					
Apariencia		Hom	Hom	Sep	Sep	Sep	Hom	Sep	Sep	Sep	Sep	Hom	Sep	Sep	Sep	Sep	Hom	Sep	Sep	Sep	Sep
Aparición de gases						x		x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x
Fisicoquímicos																					
pH		4.71	4.37	4.44	4.39	4.12	4.71	4.45	4.34	3.97	3.55	4.71	4.42	4.37	4.01	3.62	4.71	4.38	4.42	4.30	3.73
Acidez titulable (%)		0.30	0.34	0.35	0.37	0.45	0.30	0.34	0.36	0.51	0.69	0.30	0.31	0.37	0.40	0.53	0.30	0.30	0.33	0.36	0.44
Ácido ascórbico (vit C) (mg/100 ml)		4.59	3.21	0.45	0.00	0.00	4.59	2.29	0.00	0.00	0.00	4.59	2.29	0.00	0.00	0.00	4.59	1.84	0.00	0.00	0.00

Cuadro C10. Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en la bebida de lactosuero de caprino con pulpa de durazno y miel como edulcorante.

Muestra		Temperaturas																			
Durazno con miel		4° C					25° C					37° C					45° C				
Días		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Físicos y sensoriales																					
Color*																					
Apariencia		Hom	Sep	Sep	Sep	Sep	Hom	Sep	Sep	Sep	Sep	Hom	Sep	Sep	Sep	Sep	Hom	Sep	Sep	Sep	Sep
Aparición de gases					x	x			x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x
Fisicoquímicos																					
pH		4.72	4.34	4.33	4.35	4.05	4.72	4.36	4.40	3.98	3.51	4.72	4.37	4.17	4.00	3.26	4.72	4.31	4.20	4.22	3.76
Acidez titulable (%)		0.34	0.36	0.42	0.43	0.53	0.34	0.40	0.33	0.49	0.79	0.34	0.33	0.35	0.41	0.95	0.34	0.32	0.34	0.35	0.46
Ácido ascórbico (vit C) (mg/100 ml)		8.73	4.13	2.29	0.00	0.00	8.73	2.75	0.00	0.00	0.00	8.73	2.29	0.00	0.00	0.00	8.73	4.59	0.00	0.00	0.00

Cuadro C11. Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en la bebida de lactosuero de caprino con pulpa de durazno y esteviol como edulcorante.

Muestra		Temperaturas																				
Durazno con esteviol		4° C					25° C					37° C					45° C					
Días		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Físicos y sensoriales																						
Color*		144	144	144	144	144	144	144	144	145	145	144	144	145	145	146	144	144	145	145	146	
Apariencia			Sep	Sep	Sep	Sep		Sep	Sep	Sep	Sep		Sep	Sep	Sep	Sep		Sep	Sep	Sep	Sep	
Aparición de gases											x				x	x					x	x
Fisicoquímicos																						
pH		4.70	5.06	5.09	5.03	4.25	4.70	4.06	3.84	3.78	3.47	4.70	3.38	3.60	3.53	3.16	4.70	4.30	3.70	3.60	3.26	
Acidez titulable (%)		0.18	0.26	0.28	0.30	0.37	0.18	0.37	0.56	0.58	0.80	0.18	0.42	0.81	0.91	1.07	0.18	0.37	0.92	0.95	1.28	
Ácido ascórbico (vit C) (mg/100 ml)		8.73	2.75	2.29	0.00	0.00	8.73	2.29	2.29	0.00	0.00	8.73	7.81	5.05	0.00	0.00	8.73	3.21	3.67	0.00	0.00	

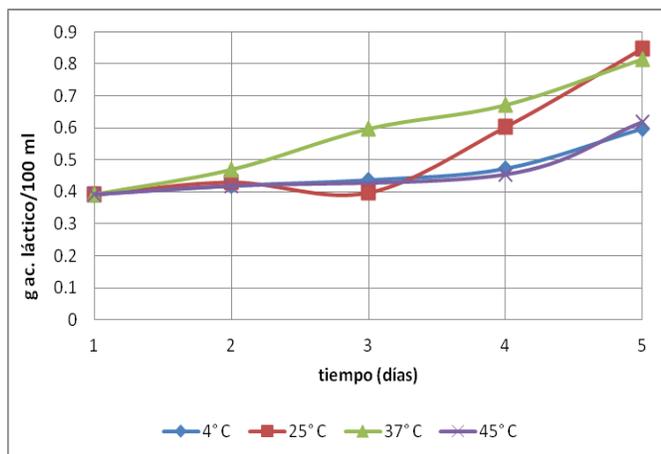
Cuadro C12. Cambios observados durante el estudio de vida de anaquel en la bebida de lactosuero de caprino con pulpa de durazno y sucralosa como edulcorante.

Muestra		Temperaturas																					
Durazno con sucralosa		4° C					25° C					37° C					45° C						
Días		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
Físicos y sensoriales																							
Color*		144	144	144	144	144	144	144	144	144	145	144	144	144	145	145	144	144	145	145	146		
Apariencia			Sep	Sep	Sep	Sep		Sep	Sep	Sep	Sep		Sep	Sep	Sep	Sep		Sep	Sep	Sep	Sep		
Aparición de gases											x				x	x	x					x	x
Fisicoquímicos																							
pH		4.90	4.47	4.57	4.53	4.30	4.90	4.03	3.96	3.89	3.34	4.90	4.03	4.05	4.02	3.08	4.9	4.63	4.47	4.40	3.12		
Acidez titulable (%)		0.30	0.34	0.47	0.51	0.62	0.34	0.43	0.45	0.49	0.63	0.33	0.44	0.49	0.50	0.66	0.33	0.42	0.46	0.51	0.64		
Ácido ascórbico (vit C) (mg/100 ml)		2.75	1.83	0.00	0.00	0.00	2.75	2.29	0.00	0.00	0.00	2.75	0.91	0.00	0.00	0.00	2.75	0.45	0.00	0.00	0.00		

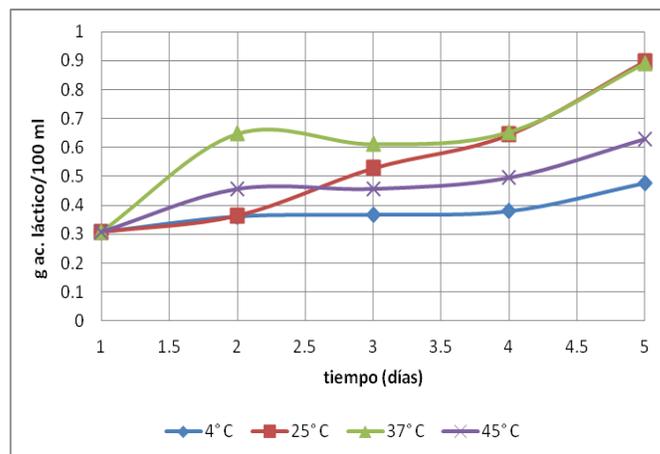
D) Gráficas de los cambios observados en el estudio de vida de anaquel en las bebidas elaboradas a base de lactosuero de bovino.

MANGO

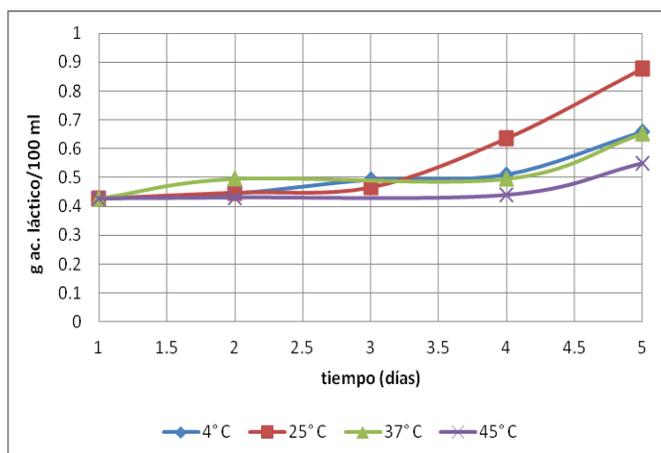
D1)



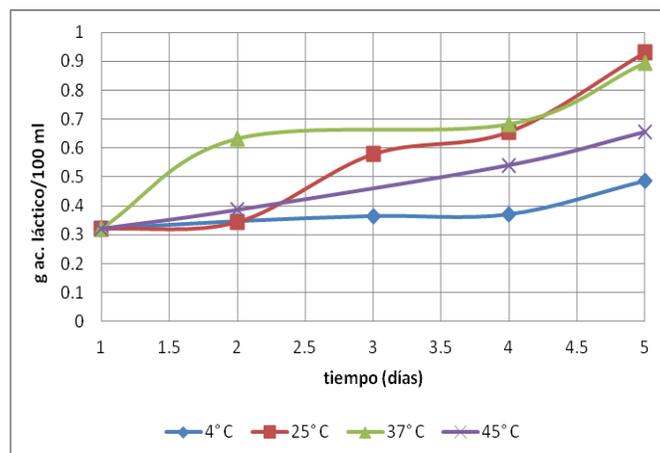
D3)



D2)

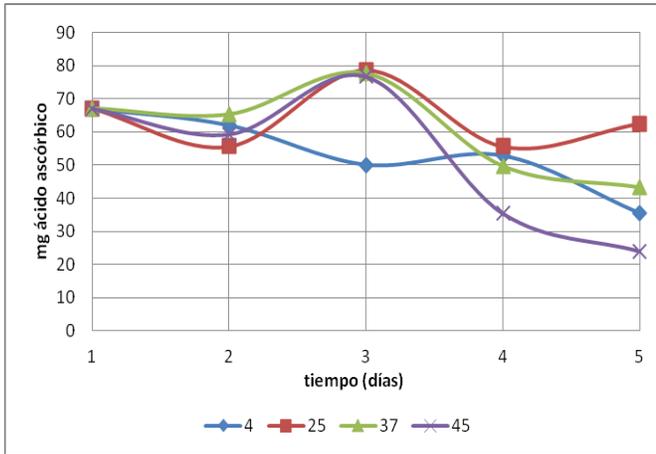


D4)

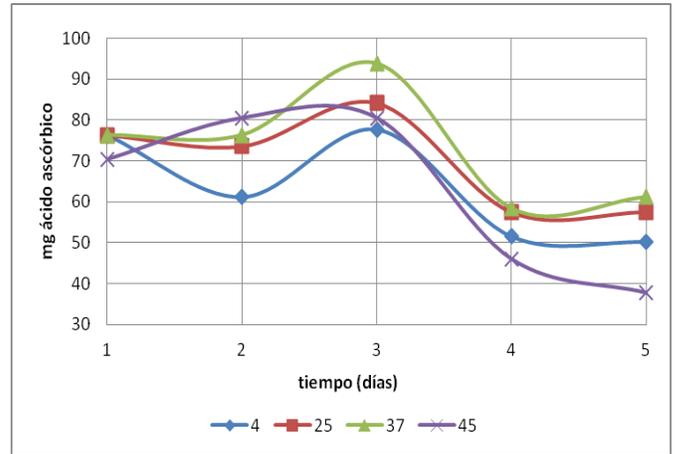


- ❖ **Contenido de ácido láctico en las formulaciones que contienen pulpa de mango, utilizando edulcorantes diferentes: D1) sacarosa; D2) miel; D3) esteviol; D4) sucralosa a diferentes temperaturas (4 °C, 25 °C, 37 °C, y 45 °C).**

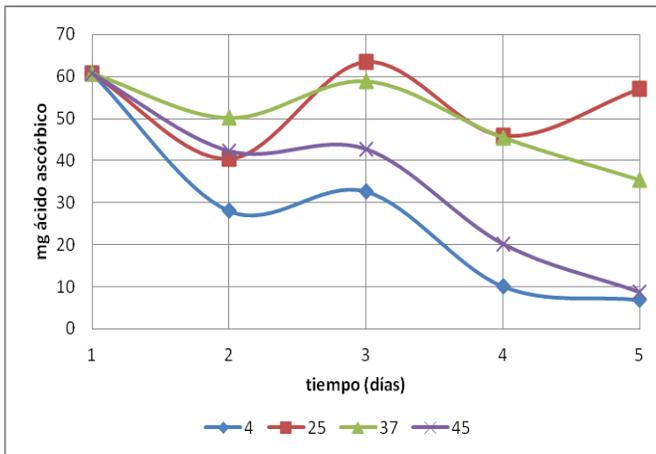
D5)



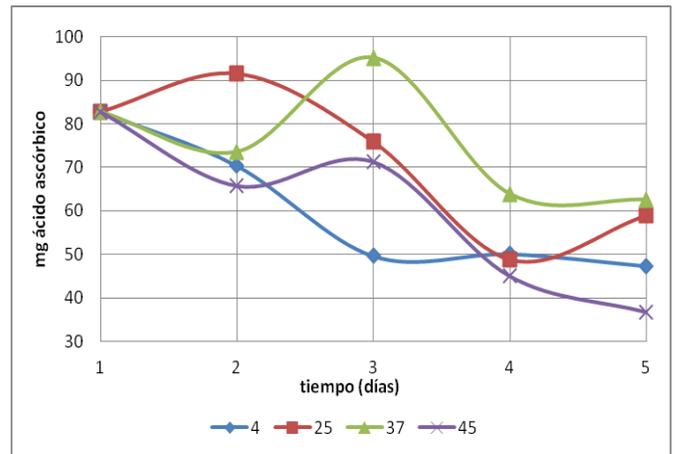
D7)



D6)

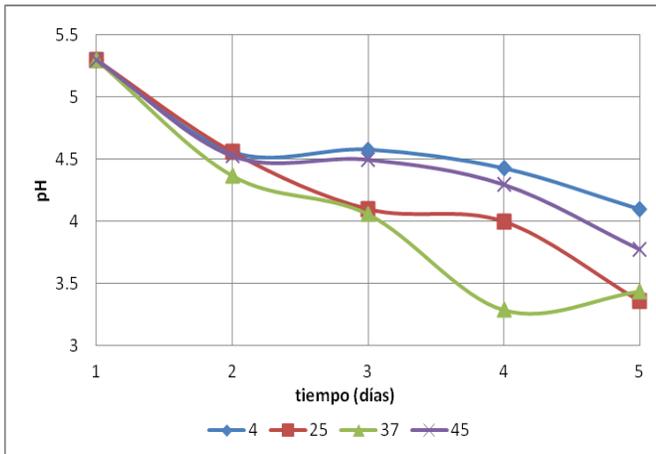


D8)

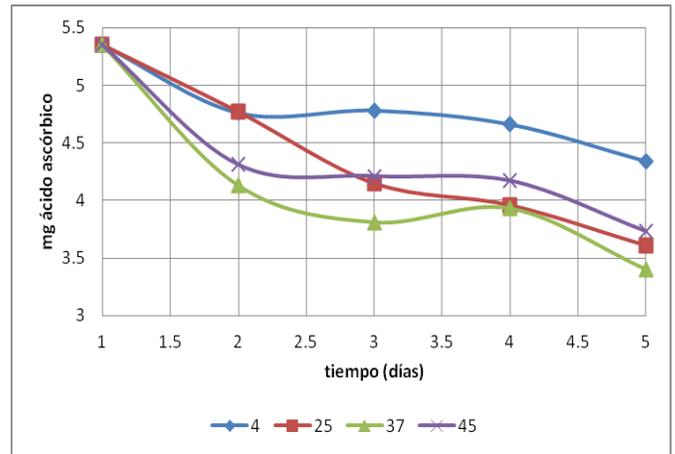


- ❖ **Contenido de ácido ascórbico (vitamina C) en las formulaciones que contienen pulpa de mango, utilizando edulcorantes diferentes: D5) sacarosa; D6) miel; D7) esteviol; D8) sucralosa a diferentes temperaturas (4 °C, 25 °C, 37 °C, y 45 °C).**

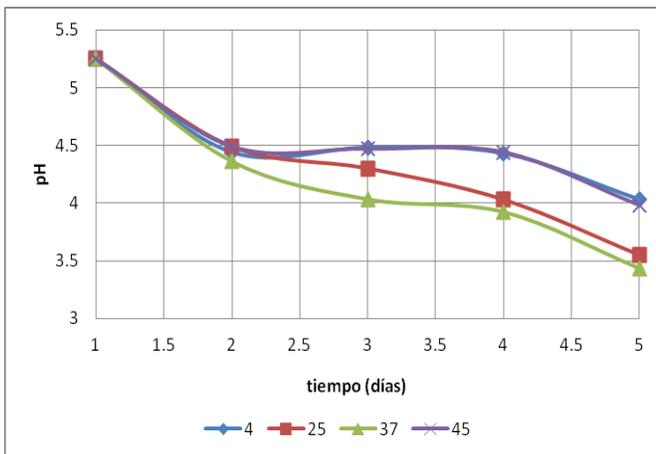
D9)



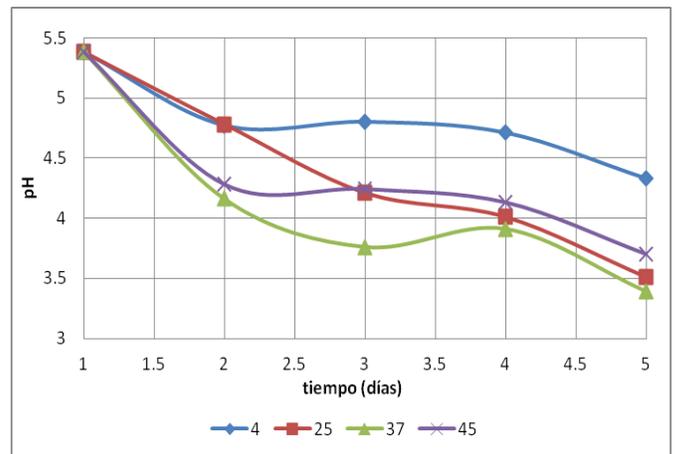
D11)



D10)



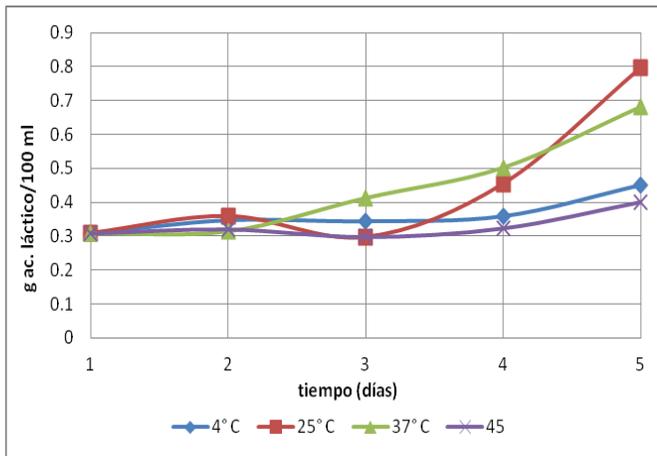
D12)



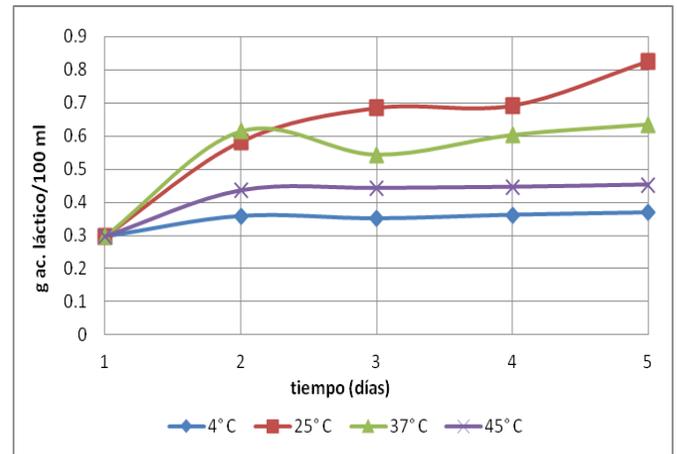
❖ Cambio de pH en las formulaciones que contienen pulpa de mango, utilizando edulcorantes diferentes: D9) sacarosa; D10) miel; D11) esteviol; D12) sucralosa a diferentes temperaturas (4 °C, 25 °C, 37 °C, y 45 °C).

GUAYABA

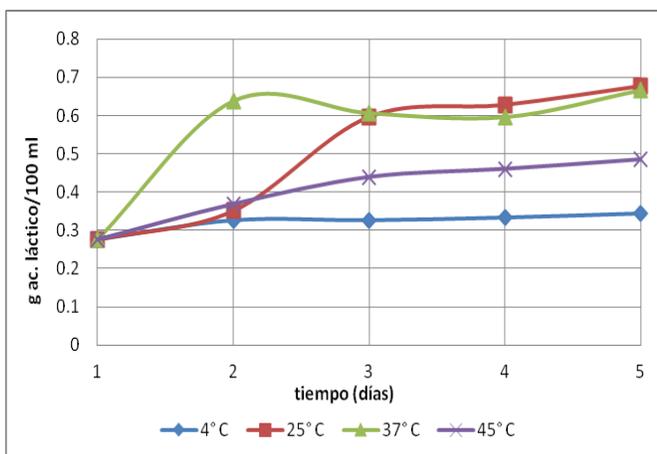
D13)



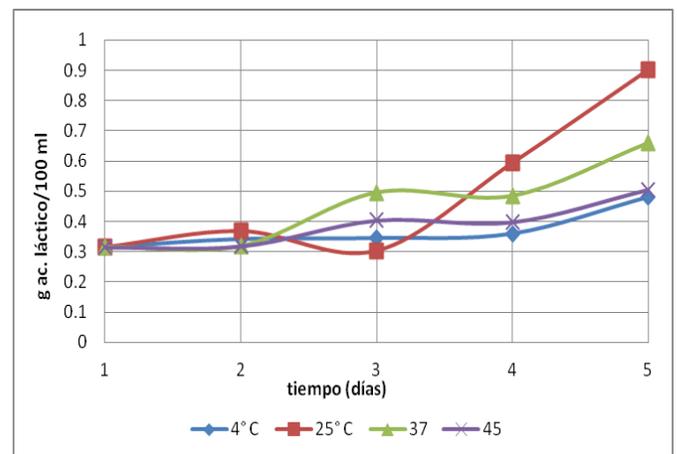
D15)



D14)

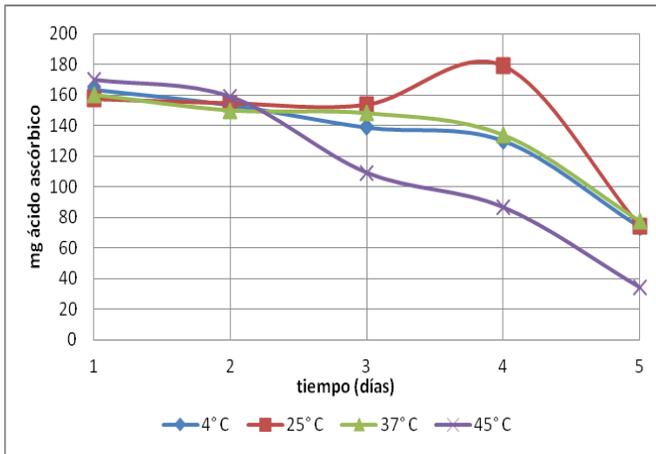


D16)

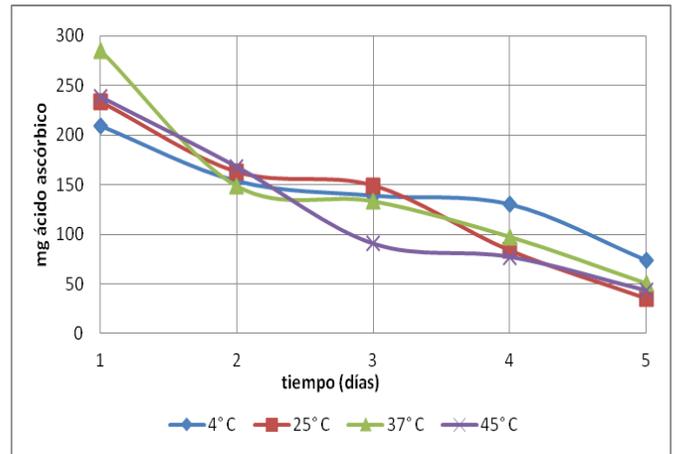


- ❖ **Contenido de ácido láctico en las formulaciones que contienen pulpa de guayaba, utilizando edulcorantes diferentes: D13) sacarosa; D14) miel; D15) esteviol; D16) sucralosa a diferentes temperaturas (4 °C, 25 °C, 37 °C, y 45 °C).**

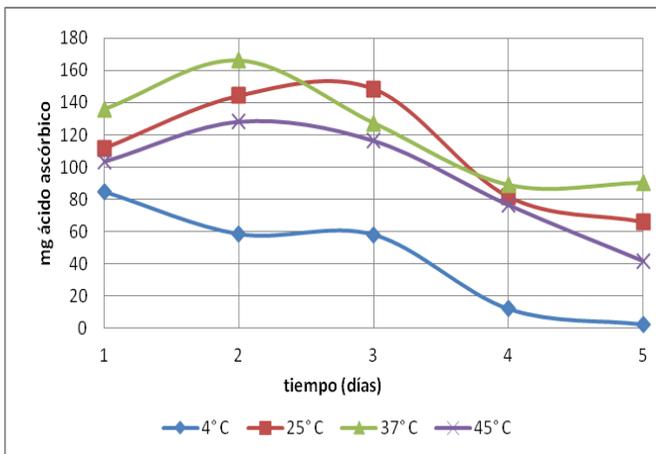
D17)



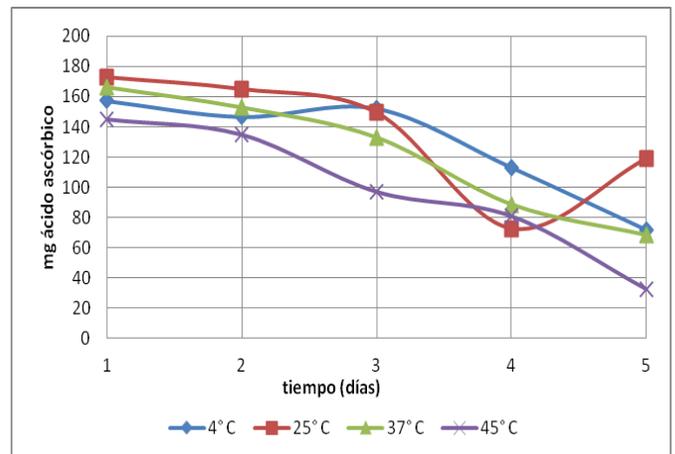
D19)



D18)

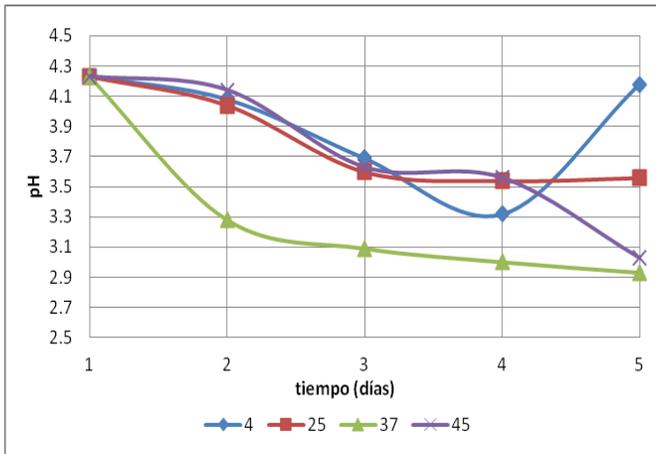


D20)

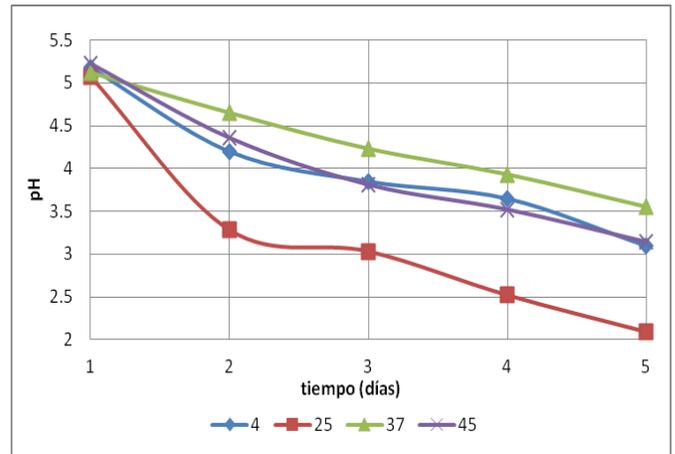


- ❖ Contenido de ácido ascórbico (vitamina C) en las formulaciones que contienen pulpa de guayaba, utilizando edulcorantes diferentes: D17) sacarosa; D18) miel; D19) esteviol; D20) sucralosa a diferentes temperaturas (4 °C, 25 °C, 37 °C, y 45 °C).

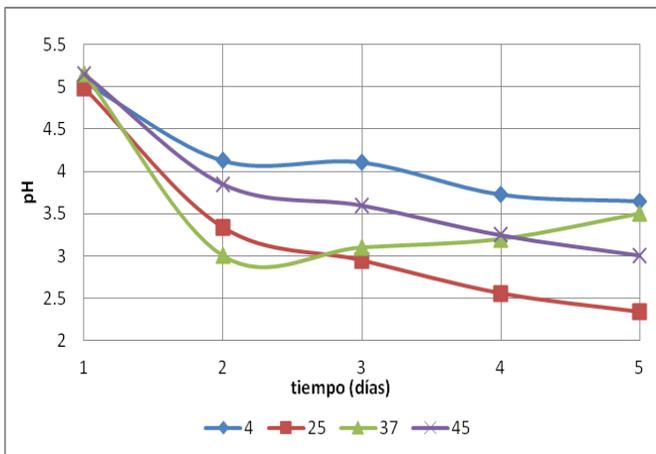
D21)



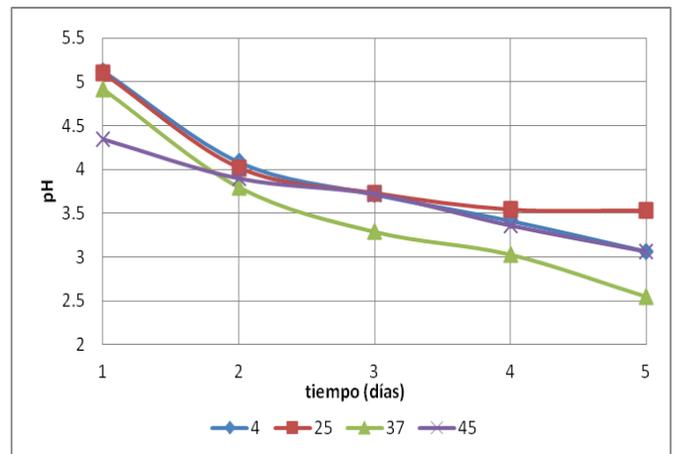
D23)



D22)



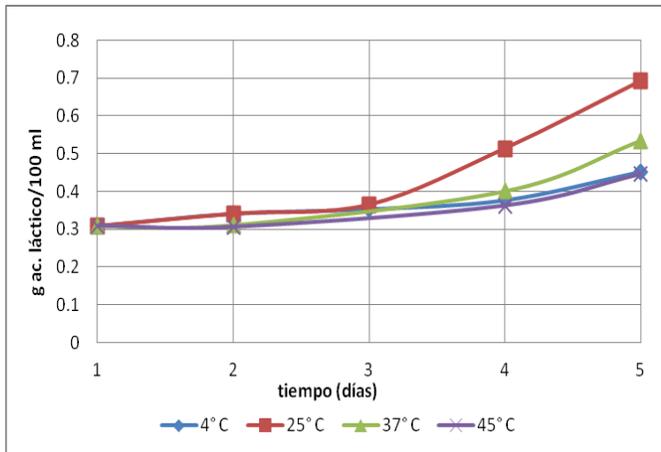
D24)



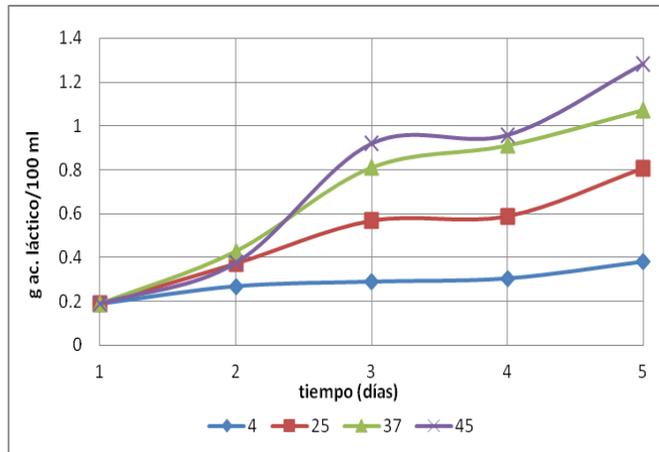
❖ Cambio de pH en las formulaciones que contienen pulpa de guayaba, utilizando edulcorantes diferentes: D21) sacarosa; D22) miel; D23) esteviol; D24) sucralosa a diferentes temperaturas (4 °C, 25 °C, 37 °C, y 45 °C).

DURAZNO

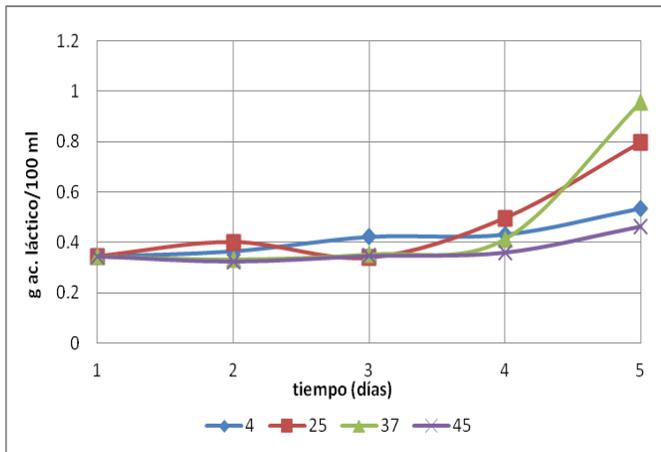
D25)



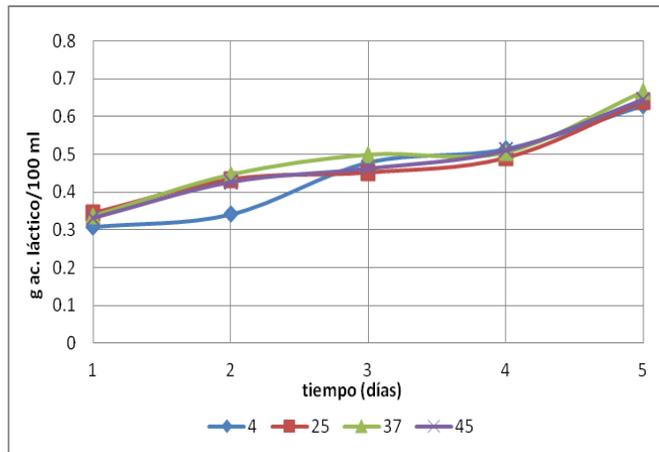
D27)



D26)

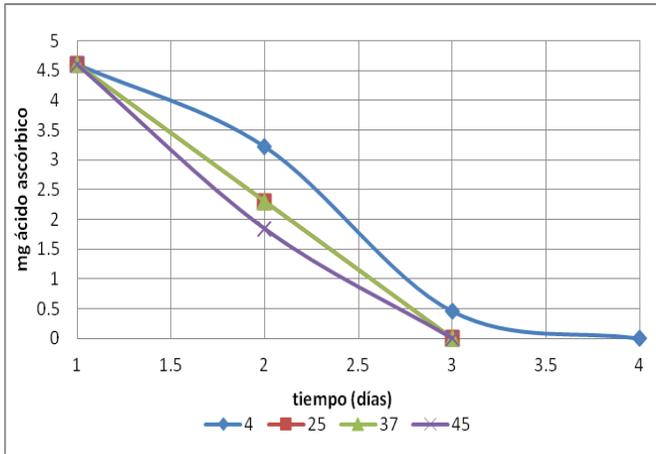


D28)

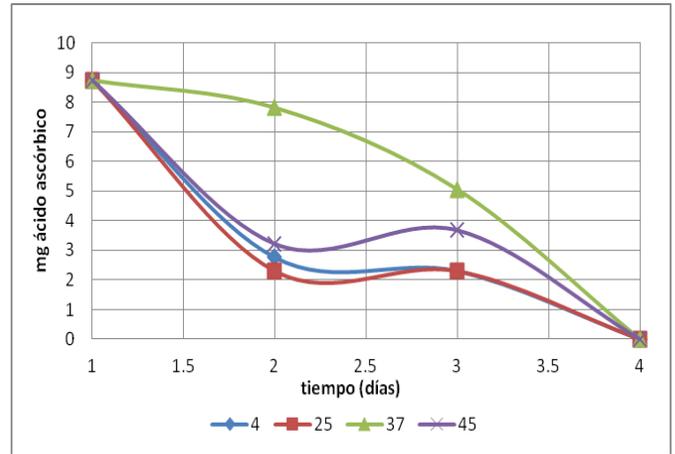


❖ Contenido de ácido láctico en las formulaciones que contienen pulpa de durazno, utilizando edulcorantes diferentes: D25) sacarosa; D26) miel; D27) esteviol; D28) sucralosa a diferentes temperaturas (4 °C, 25 °C, 37 °C, y 45 °C).

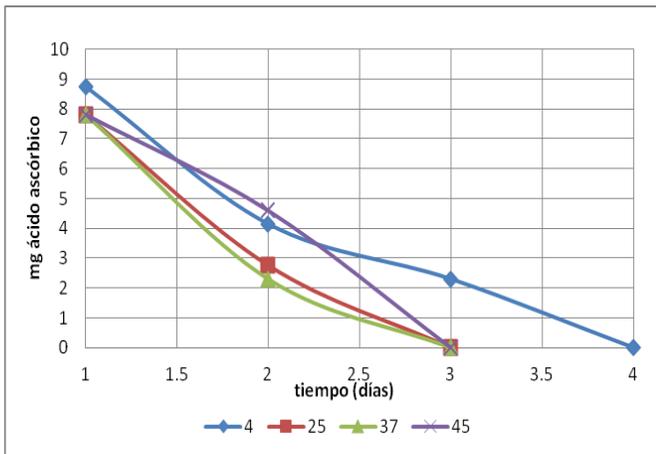
D29)



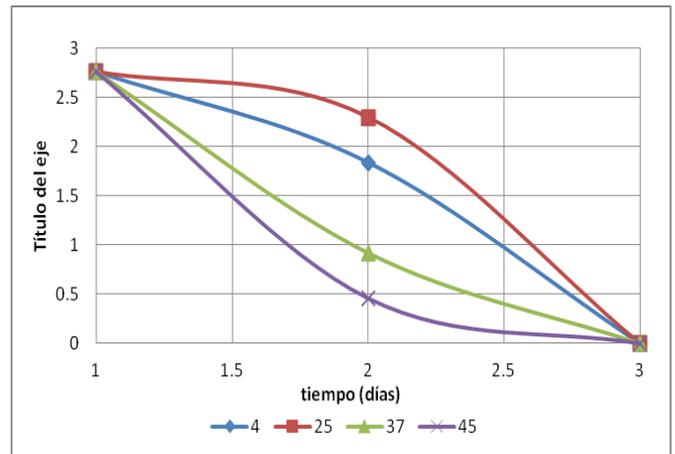
31)



30)

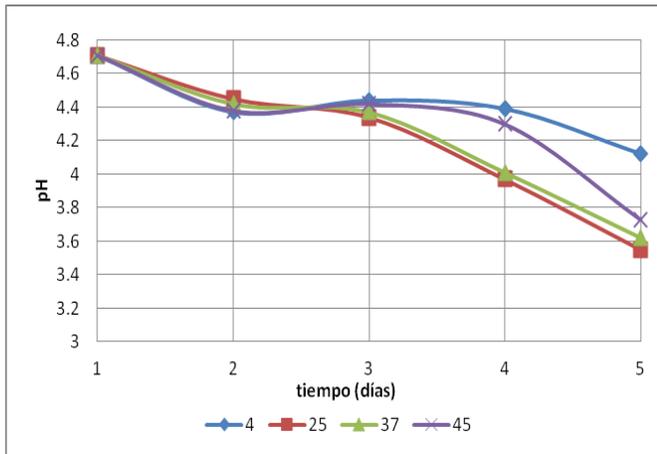


32)

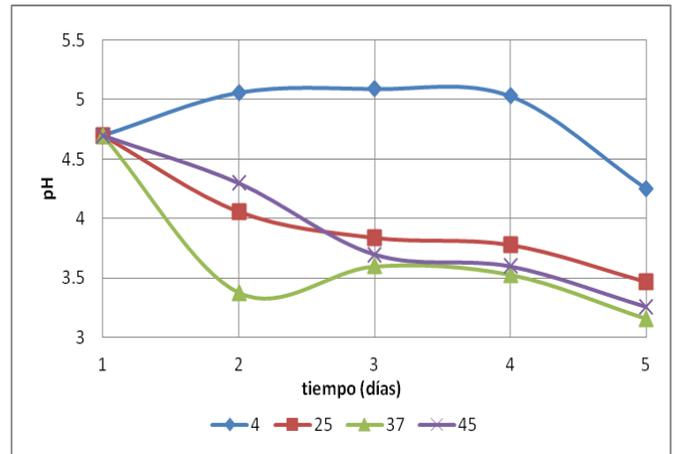


❖ **Contenido de ácido ascórbico (vitamina C) en las formulaciones que contienen pulpa de durazno, utilizando edulcorantes diferentes: D29) sacarosa; D30) miel; D31) esteviol; D32) sucralosa a diferentes temperaturas (4 °C, 25 °C, 37 °C, y 45 °C).**

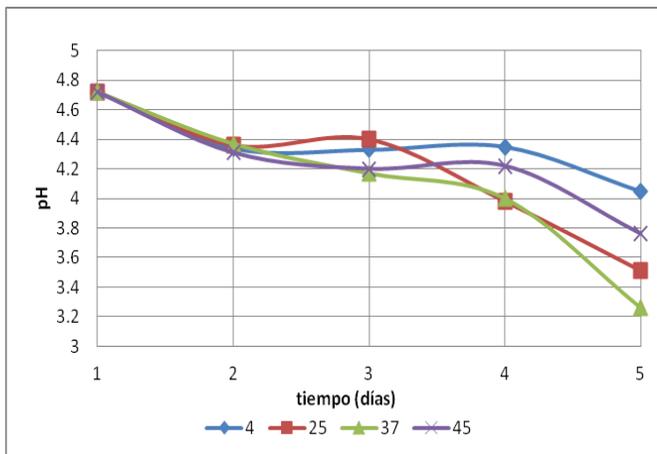
D33)



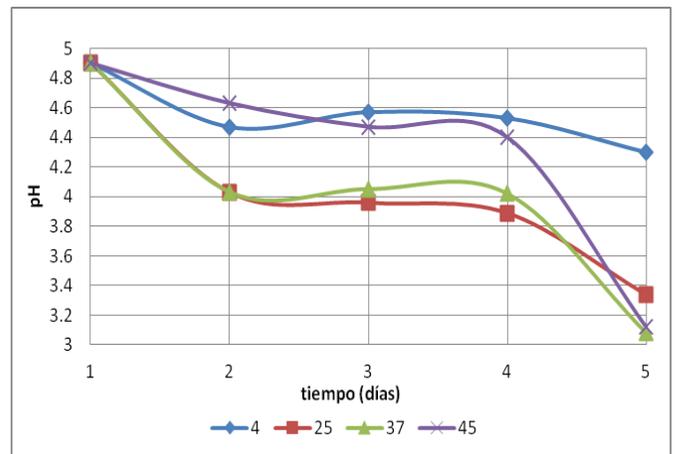
D35)



D34)



D36)

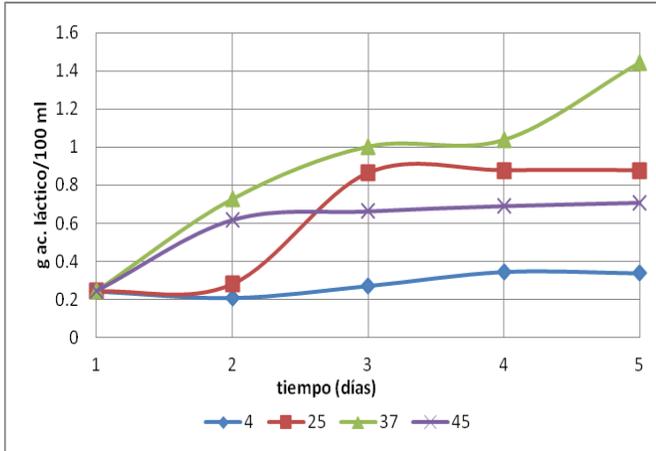


Cambio de pH en las formulaciones que contienen pulpa de durazno, utilizando edulcorantes diferentes: D33) sacarosa; D34) miel; D35) esteviol; D36) sucralosa a diferentes temperaturas (4 °C, 25 °C, 37 °C, y 45 °C).

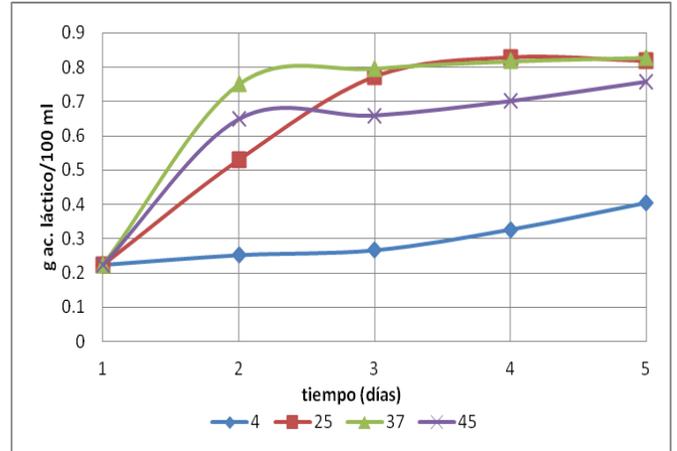
E) Gráficas de los cambios observados en el estudio de vida de anaquel en las bebidas elaboradas a base de lactosuero de caprino.

MANGO

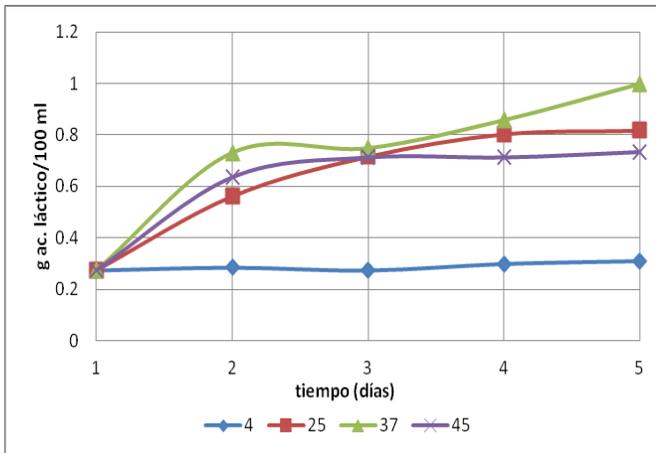
E1)



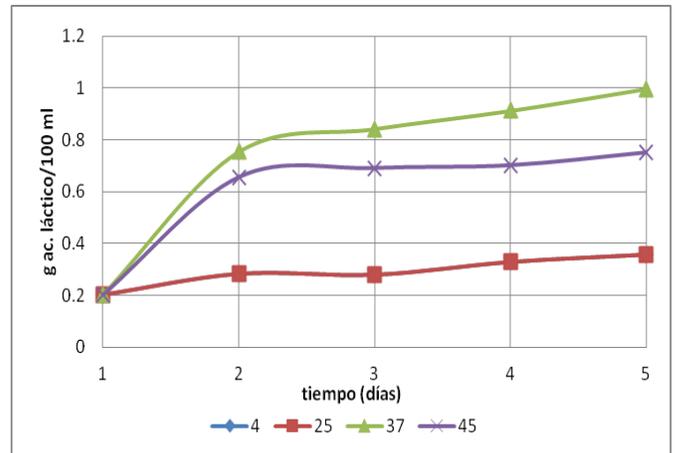
E3)



E2)

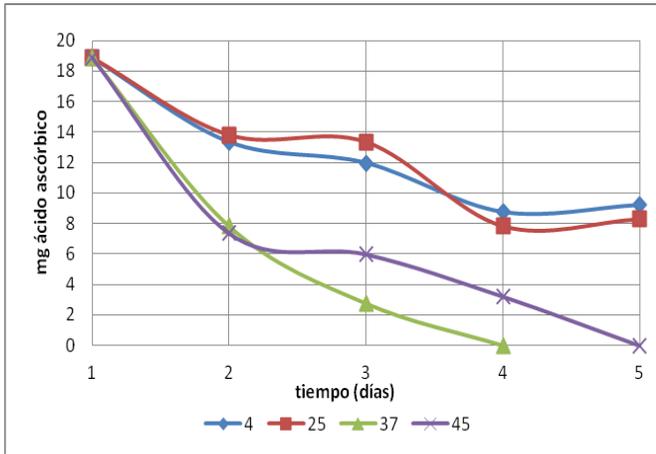


E4)

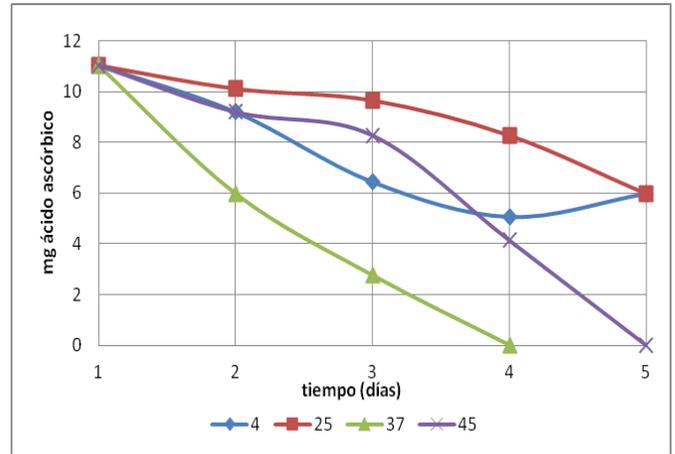


- ❖ Contenido de ácido láctico en las formulaciones que contienen pulpa de mango, utilizando edulcorantes diferentes: E1) sacarosa; E2) miel; E3) esteviol; E4) sucralosa a diferentes temperaturas (4 °C, 25 °C, 37 °C, y 45 °C).

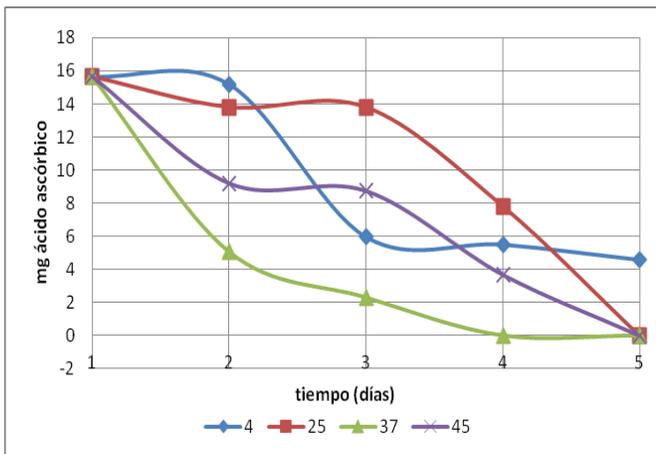
E5)



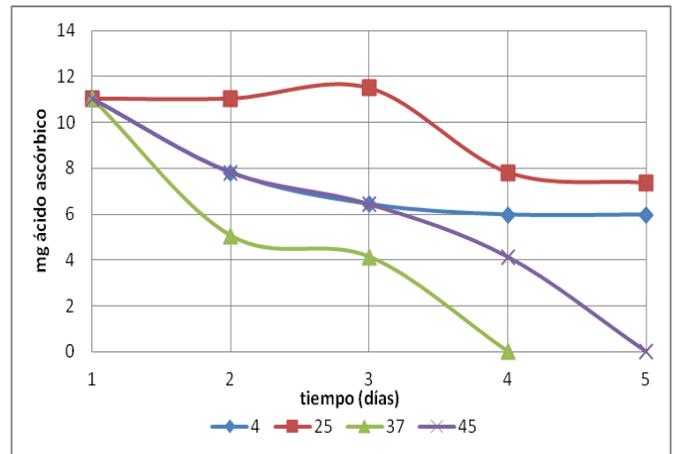
E7)



E6)

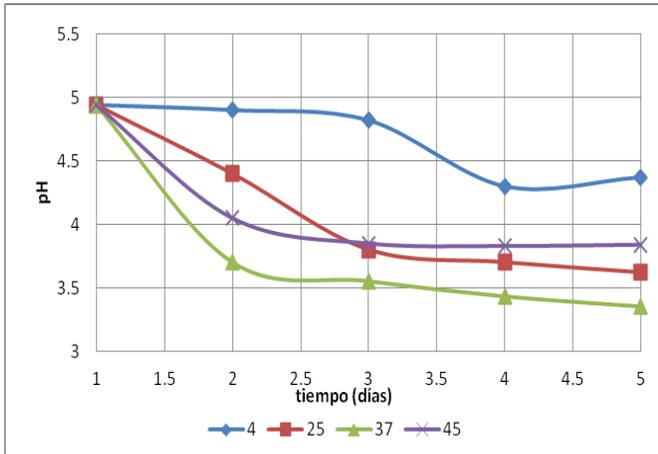


E8)

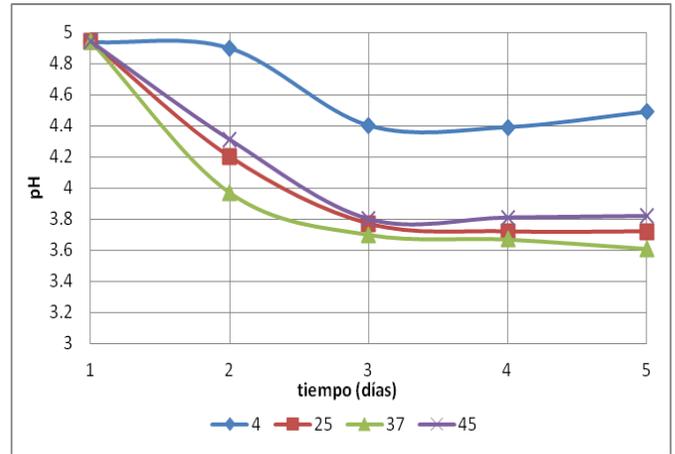


❖ **Contenido de ácido ascórbico (vitamina C) en las formulaciones que contienen pulpa de mango, utilizando edulcorantes diferentes: E5) sacarosa; E6) miel; E7) esteviol; E8) sucralosa a diferentes temperaturas (4 °C, 25 °C, 37 °C, y 45 °C).**

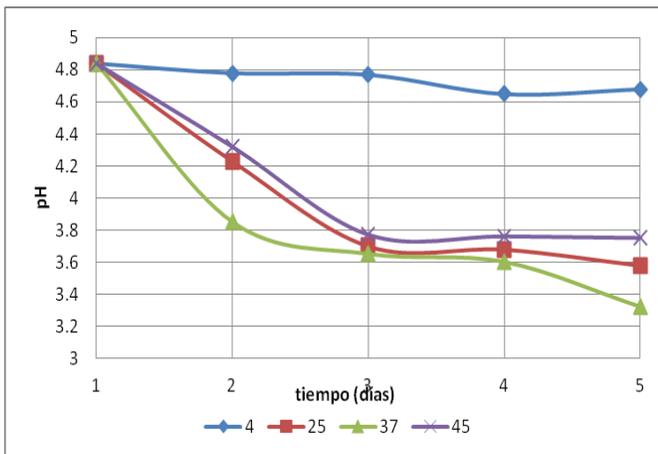
E9)



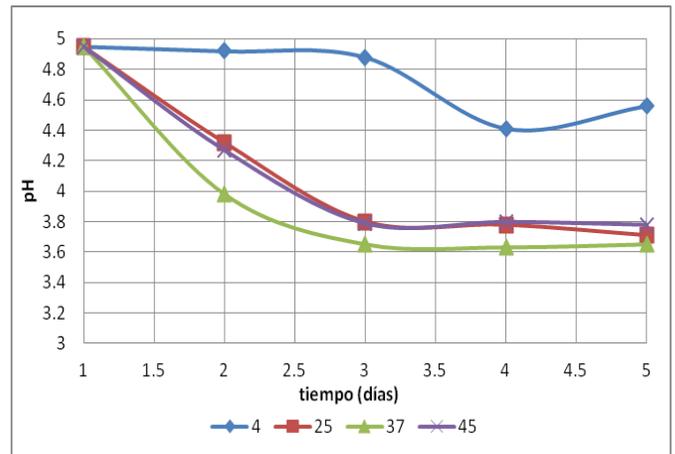
E11)



E10)



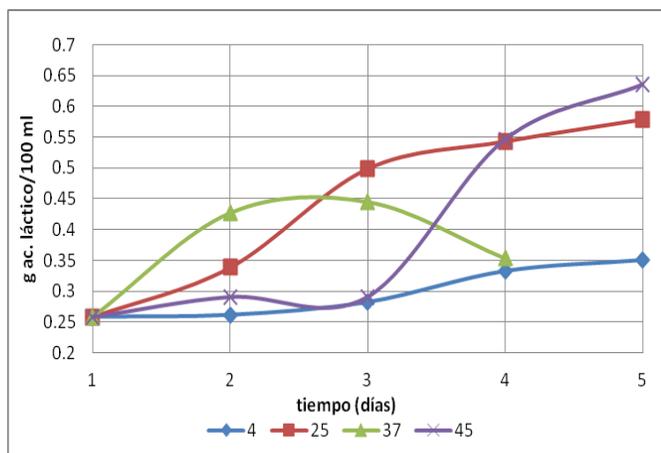
E12)



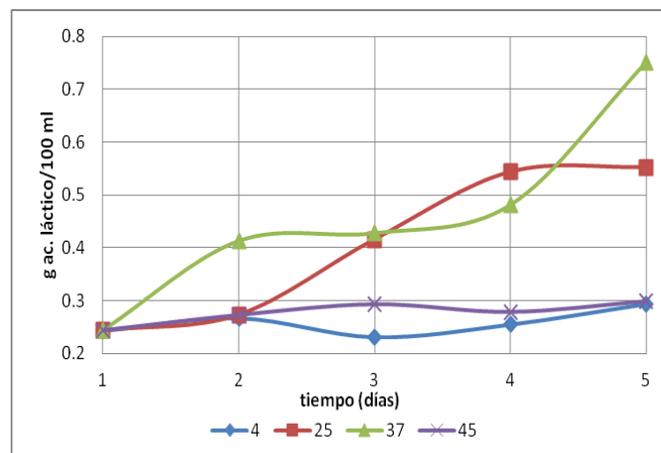
❖ Cambio de pH en las formulaciones que contienen pulpa de mango, utilizando edulcorantes diferentes: E9) sacarosa; E10) miel; E11) esteviol; E12) sucralosa a diferentes temperaturas (4 °C, 25 °C, 37 °C, y 45 °C).

GUAYABA

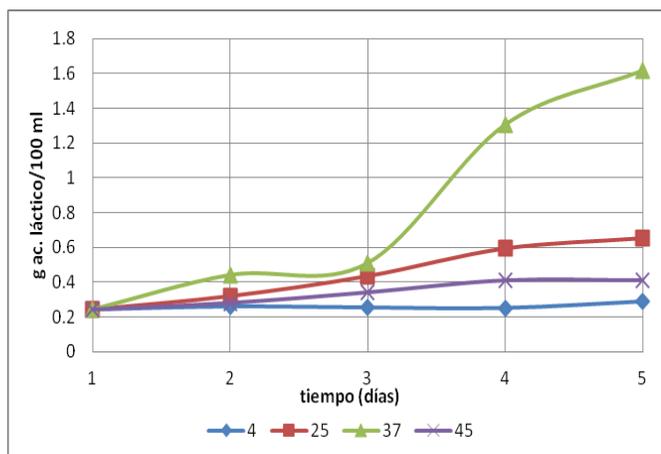
E13)



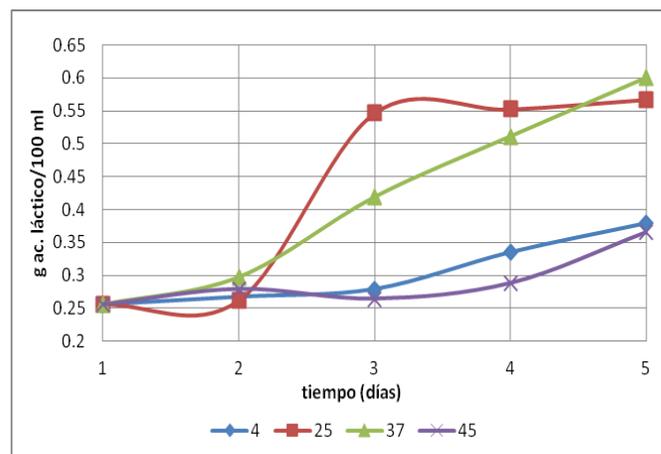
E15)



E14)

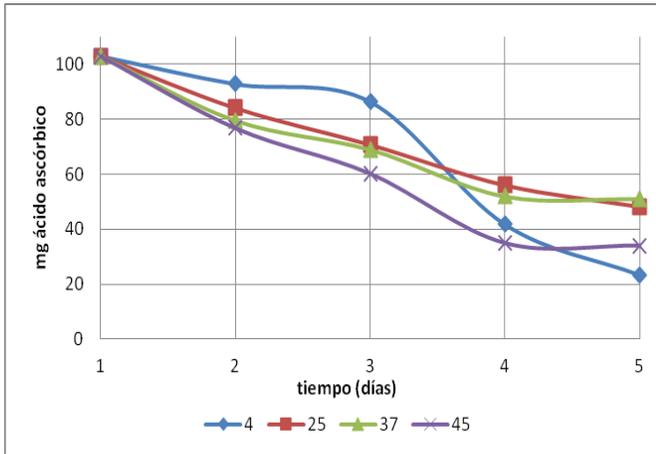


E16)

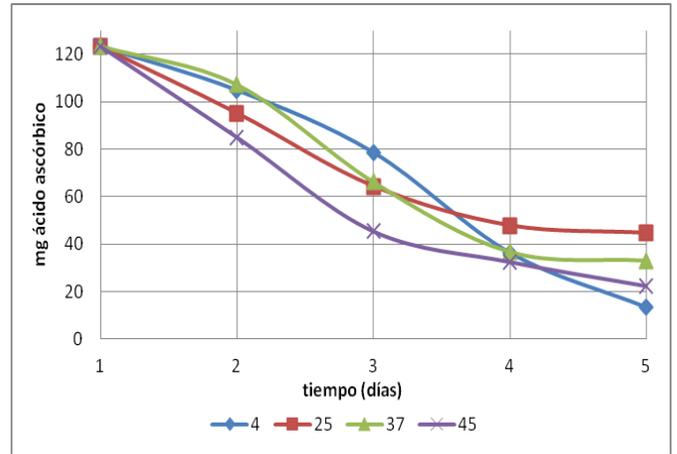


- ❖ Contenido de ácido láctico en las formulaciones que contienen pulpa de guayaba, utilizando edulcorantes diferentes: E13) sacarosa; E14) miel; E15) esteviol; E16) sucralosa a diferentes temperaturas (4 °C, 25 °C, 37 °C, y 45 °C).

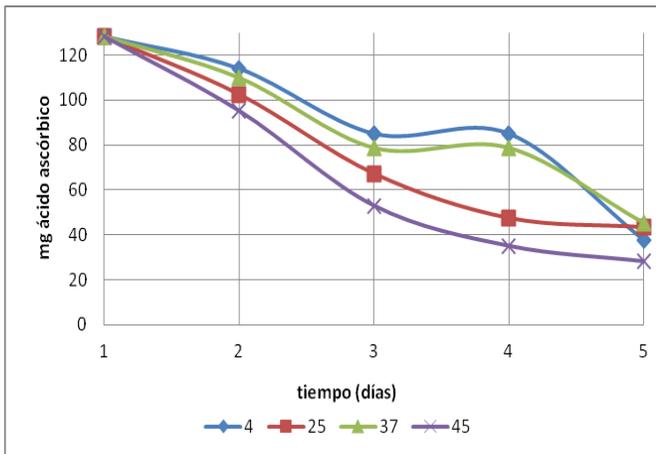
E17)



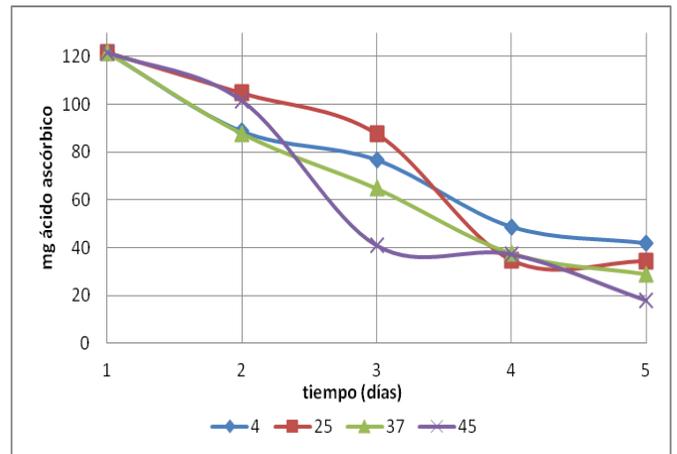
E19)



E18)

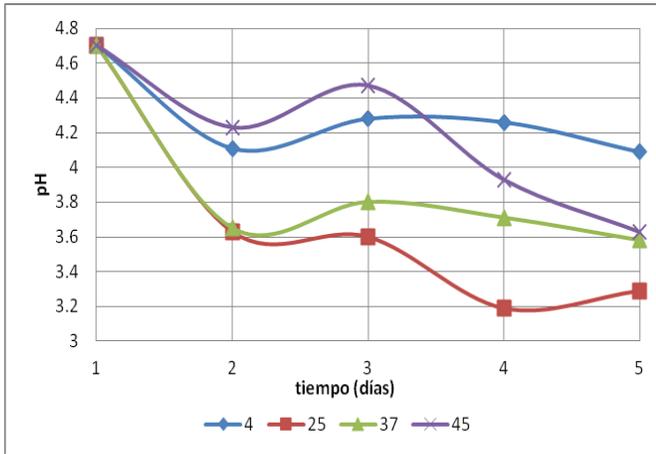


E20)

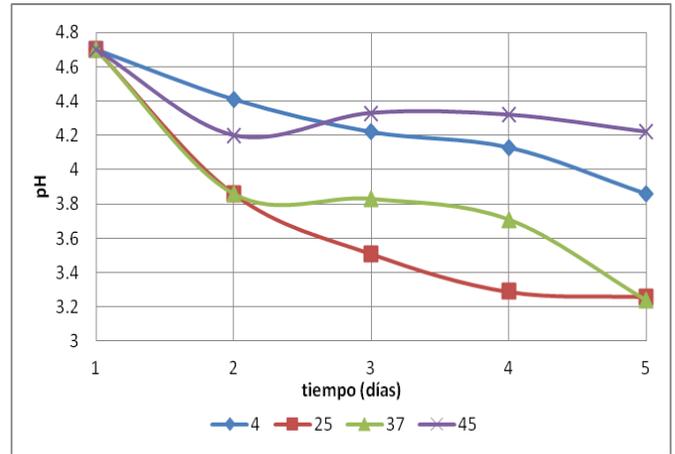


❖ **Contenido de ácido ascórbico (vitamina C) en las formulaciones que contienen pulpa de guayaba, utilizando edulcorantes diferentes: E17) sacarosa; E18) miel; E19) esteviol; E20) sucralosa a diferentes temperaturas (4 °C, 25 °C, 37 °C, y 45 °C).**

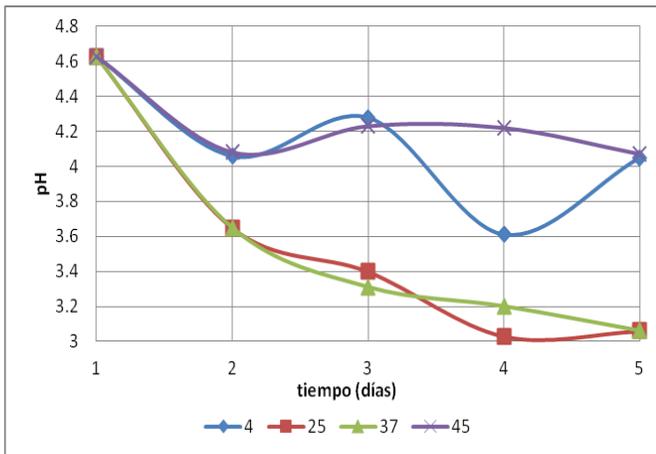
E21)



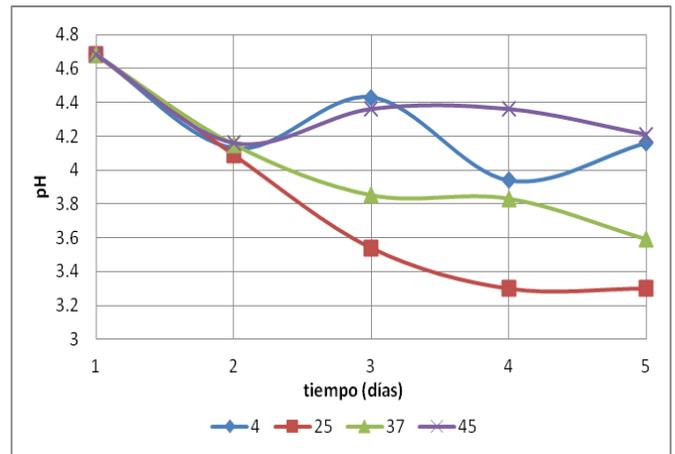
E23)



E22)



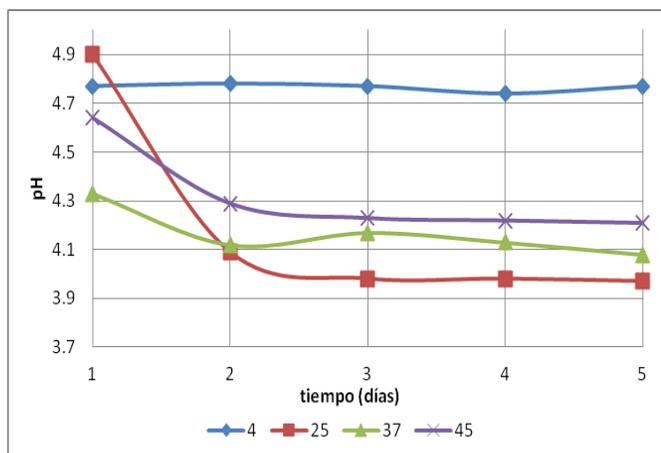
E24)



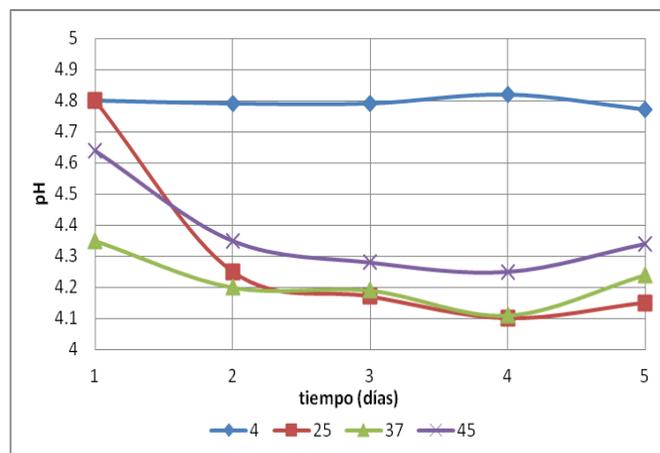
❖ Cambio de pH en las formulaciones que contienen pulpa de guayaba, utilizando edulcorantes diferentes: E21) sacarosa; E22) miel; E23) esteviol; E24) sucralosa a diferentes temperaturas (4 °C, 25 °C, 37 °C, y 45 °C).

DURAZNO

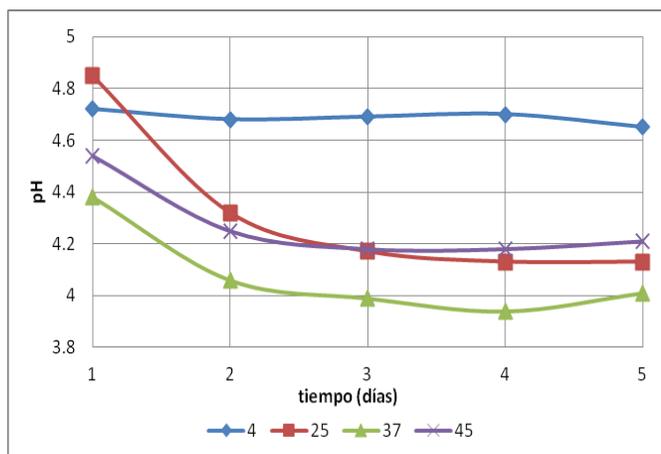
E25)



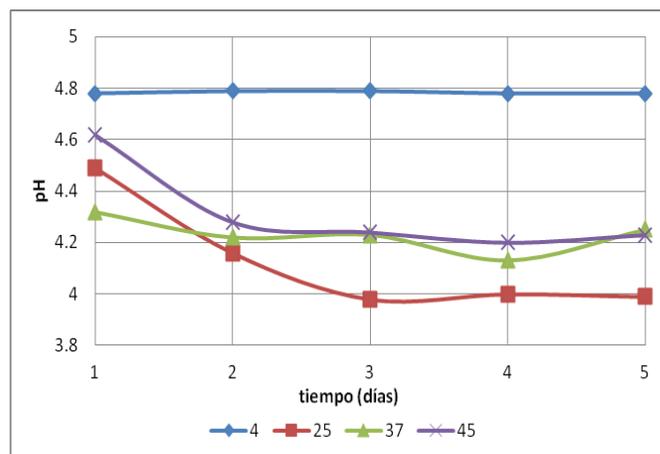
E27)



E26)

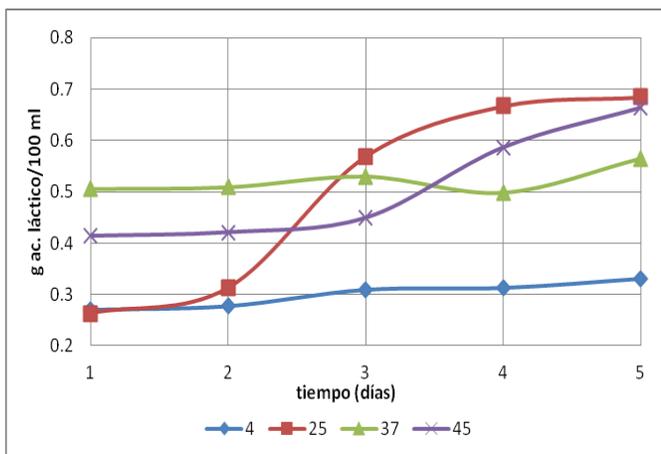


E28)

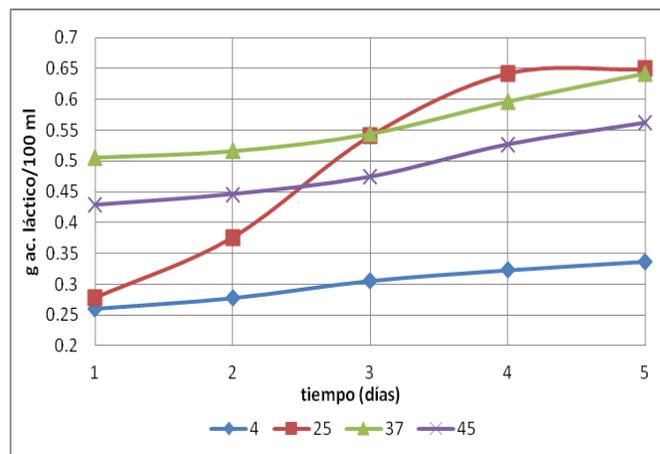


- ❖ **Contenido de ácido láctico en las formulaciones que contienen pulpa de durazno, utilizando edulcorantes diferentes: E25) sacarosa; E26) miel; E27) esteviol; E28) sucralosa a diferentes temperaturas (4 °C, 25 °C, 37 °C, y 45 °C).**

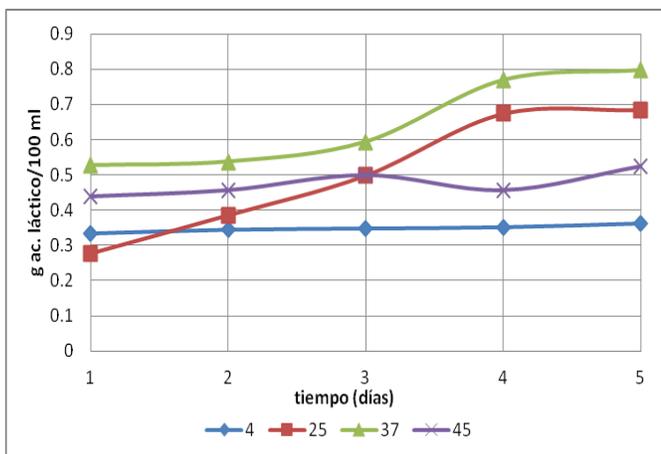
E29)



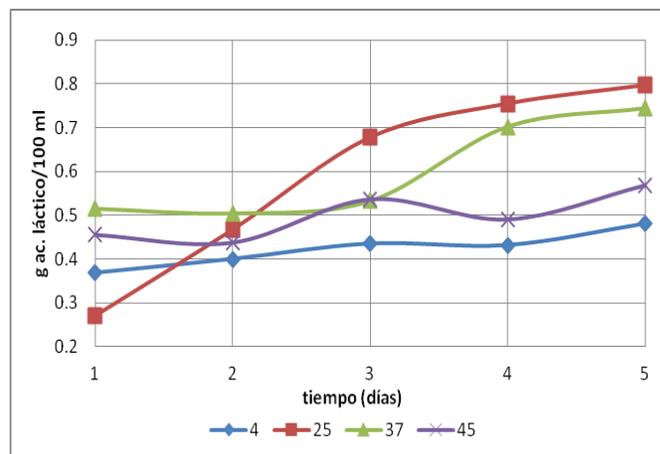
E31)



E30)

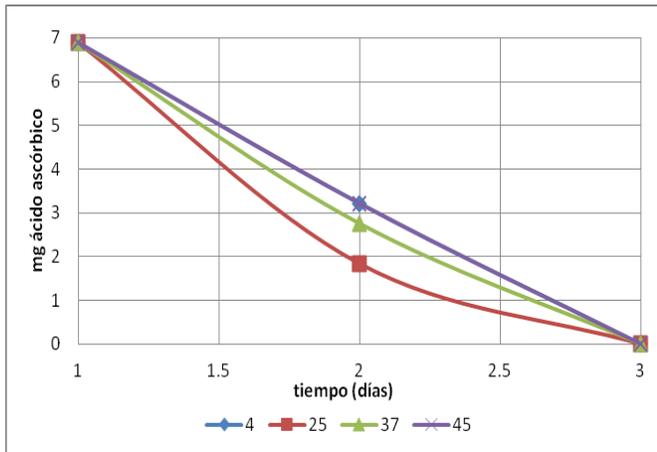


E32)

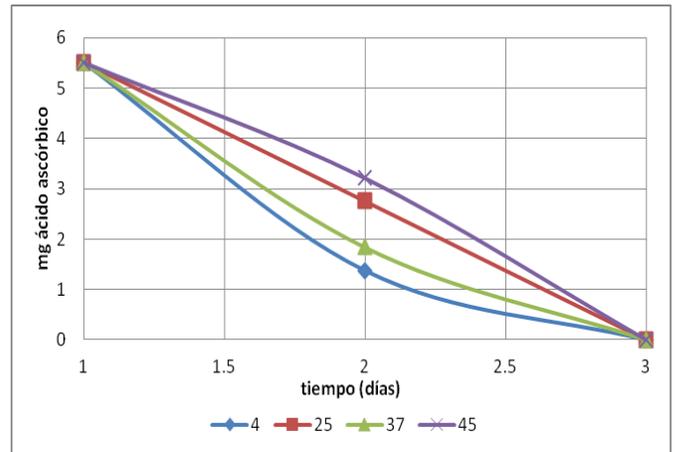


❖ Contenido de ácido ascórbico (vitamina C) en las formulaciones que contienen pulpa de durazno, utilizando edulcorantes diferentes: E29) sacarosa; E30) miel; E31) esteviol; E32) sucralosa a diferentes temperaturas (4 °C, 25 °C, 37 °C, y 45 °C).

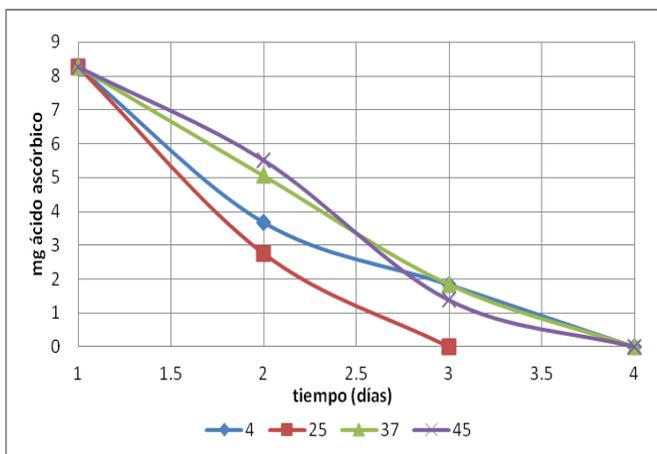
E33)



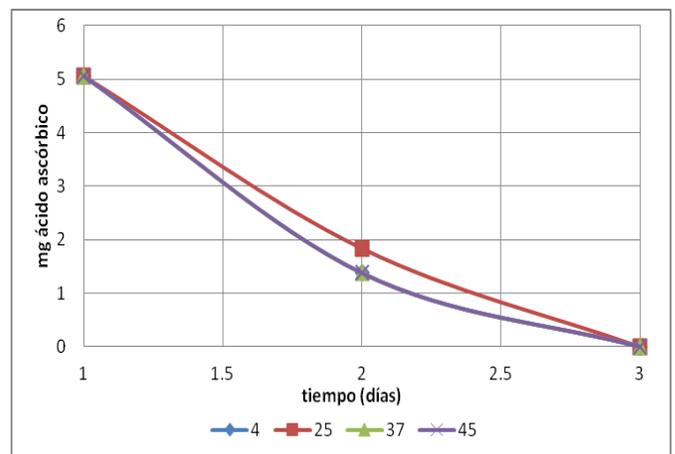
E35)



E34)



E36)



- ❖ Cambio de pH en las formulaciones que contienen pulpa de durazno, utilizando edulcorantes diferentes: E33) sacarosa; E34) miel; E35) esteviol; E36) sucralosa a diferentes temperaturas (4 °C, 25 °C, 37 °C, y 45 °C).

F) Participación en la LI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria (RNIP) Toluca 2015, el 25 de noviembre del 2015. Modalidad cartel.



LI Reunión Nacional de INVESTIGACIÓN PECUARIA



Registro CONSERVET: GEN 040/15

El Comité Organizador de la
LI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria
otorga la presente

CONSTANCIA

a

Medina CG, Ramírez-Pérez AH, Ramírez OJC, Talamantes GJM.

Por su ponencia en formato CARTEL con título:

DESARROLLO DE BEBIDAS A BASE DE LACTOSUERO UTILIZANDO
EDULCORANTES NATURALES Y SINTÉTICOS.

Toluca 2015
ESTADO DE MÉXICO
25- 27 de noviembre de 2015
Toluca de Lerdo, Estado de México

[Signature]
Dr. Luis Fernando Flores Lui
Presidente del Comité Organizador

[Signature]
Dr. en D. Jorge Olvera García
Vicepresidente del Comité Organizador

Innovación sustentable para el sector pecuario

