

UTILIZACIÓN DE LACTOSUERO DE QUESO FRESCO EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA CON ADICIÓN DE PULPA MARACUYÁ (*Passiflora edulis*) VARIEDAD PÚRPURA Y CARBÓXIMETIL CELULOSA (CMC), ENRIQUECIDA CON VITAMINAS A Y D

José Uriel Sepúlveda Valencia¹ ; Luis Eduardo Flórez Flórez² ;
Claudia Milena Peña Alvarez³

RESUMEN

*Se puede obtener una bebida con características especiales a partir de la fermentación de suero de queso fresco, en presencia de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, comparable con un yogur tradicional.*

*Se utilizaron 150 kg de lactosuero de queso fresco, a cada muestra de 50 kg se le aplicó un tratamiento con estabilizantes comerciales cuya base es carboximetilcelulosa (CMC 27 FG, CMC 28FG y CMC 29FG), cuya función es conferir viscosidad. La bebida que se desarrolló a partir del gel formado durante el proces, se saborizó con pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis* var. púrpura), y se enriqueció con vitaminas A y D. La bebida con el tratamiento CMC 28FG demostró las mejores características sensoriales, el producto se mantuvo homogéneo por 24 días de almacenamiento a una temperatura de 6°C, durante este tiempo no se presentaron fenómenos de histéresis, gomosidad o grumosidad al tacto, sin embargo se observó un aumento en la acidez y una disminución de la viscosidad en el tiempo, ambos aspectos no fueron ampliamente percibidos por los jueces hasta la cuarta semana.*

Palabras Claves: Suero, Bebidas fermentadas, Estabilizantes, Carboximetilcelulosa (CMC).

ABSTRACT

¹ Administrador, Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. A.A. 568. e-mail: jusepul@perseus.unalmed.edu.co

² Ingeniero Agrícola Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. e-mail: Luisedoflorezflorez@hotmail.com

³ Ingeniera de Alimentos. Universidad de Córdoba. e-mail: clauingal@latinmail.com

Use of lactoserum of fresh cheese in the elaboration of a fermented beverage with addition of maracuya pulp (*Passiflora edulis*) purple variety and carboxyl methyl cellulose (CMC), enriched with vitamins A and D.

*A drink with special characteristics from the fresh cheese serum fermentation can be obtained, in the presence of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus*, comparable with a traditional yogurt.*

*To achieve this essay 150 kg of lactoserum of fresh cheese were used, to each sample of 50 kg a treatment with a commercial mixture of stabilizers was applied whose base is the carboxyl methyl cellulose (CMC 27 FG, CMC 28FG and CMC 29FG), this stabilizer confers viscosity. The beverage was developed starting from the gel formed during the process, giving flavor with maracuyá pulp (*Passiflora edulis* purple variety), and enriched with vitamins A and D. The drink developed with the treatment CMC 28FG demonstrated the best sensorial characteristics, the product stayed homogeneous for 24 days of storage to 6°C, during this time hysteresis, gumminess or curd phenomenons were not presented to the tact, however an increase was observed in the acidity and a decrease of the viscosity in the time, both aspects were not largely perceived by the judges until the fourth week.*

Key words: *Serum, fermented Drinks, Stabilizers, Carboxyl Cellulose methyl (CCM).*

INTRODUCCIÓN

La fabricación de queso, tanto en sistemas tradicionales como modernos dan inevitablemente lugar a la producción de una cantidad de lactosuero de aproximadamente el 83% del total de leche empleada, generando un problema de importancia industrial y de salud pública. El lactosuero resulta ser un producto de alta calidad energética y nutricional, por lo que no se debería denominar subproducto, como es nombrado comúnmente (Scott, 1991). Para la alimentación humana éste es una fuente importante de carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales; el valor biológico del contenido de proteínas es destacable por contener todos los aminoácidos esenciales en las proporciones adecuadas, virtualmente cada aminoácido presente en el lactosuero dulce excede las recomendaciones de consumo nutricional de la Organización

de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de Salud, OMS (Glass y Hedrick, 1994; FAO/OMS, 1979).

La utilización de los componentes del lactosuero para la elaboración de bebidas de alto valor nutritivo, ha tenido mucho auge en la última década, constituyéndose en una importante solución para países que no poseen una desarrollada red de comercialización lechera. La industria láctea colombiana aunque destacada, no cuenta generalmente, con la infraestructura, el capital y la tecnología adecuada para optar por otras posibilidades de aprovechamiento del lactosuero, que requieren altos costos de inversión y funcionamiento.

Durante muchos años no se consideraron todas estas virtudes nutricionales de los componentes del

lactosuero. En la actualidad hay un sin número de posibilidades tecnológicas para su aprovechamiento. Frecuentemente la rentabilidad de las diferentes tecnologías depende de numerosos factores geográficos, económicos, políticos y comerciales.

En el departamento de Antioquia se producen aproximadamente 18'000.000 de litros de leche por día, y se destina el 14% para la elaboración de queso fresco (Secretaría de Agricultura de Antioquia, 1998). Sólo en el valle de Aburrá y en el oriente antioqueño existen alrededor de veintiocho empresas lácteas constituidas, que tienen dentro de sus líneas de producción la elaboración de queso fresco; 41 toneladas diarias de queso fresco y quesito bajo el sistema artesanal y 24 toneladas en plantas con tecnología moderna, lo cual representa una generación de 3'684.000 litros por día de lactosuero (Urrea y Sánchez, 1996).

El lactosuero es un subproducto de la transformación de la leche en queso, en algunos casos su valor económico se considera nulo, de otro lado, el costo de productos obtenidos a partir del lactosuero se deben mas a gastos de transformación que a los de la materia prima. Estas observaciones pueden incidir en el desarrollo de nuevas tecnologías para el aprovechamiento del lactosuero en bebidas alimenticias, considerando que la transformación de este subproducto es simple y económica.

Los procesos y tecnologías para la utilización total del lactosuero son conocidos, no obstante, la práctica

diaria demuestra que este residual no es aprovechado en su totalidad e integridad, en ocasiones, por el costo de inversión en nuevas tecnologías, por la falta de conciencia de su valor alimenticio y sus posibilidades reales de industrialización o por la insuficiente aplicación de los resultados de las investigaciones en este campo, aún cuando las tecnologías resulten sencillas y puedan aplicarse con las instalaciones industriales existentes. El valor nutricional del lactosuero, así como su gran poder contaminante, podría incentivar a la Industria de Alimentos a utilizarlo en múltiples formas, y la elaboración de bebidas.

Para la elaboración de bebidas a partir de lactosuero se hacen necesarios estabilizantes adecuados. Sin embargo las propiedades y funciones varían tanto, que se necesita de una mezcla de ellos para obtener el producto deseado. El Carbóximetil celulosa (CMC) es uno de los estabilizantes usados en la industria láctea y ha demostrado tener efectos interesantes sobre los alimentos, pues posee un gran poder ligante, espesante, emulgente y de suspensión (Hupphreys y Plunkett, 1969).

En esta investigación se desarrolló una bebida fermentada con el objetivo general de utilizar el lactosuero de queso fresco en la elaboración de una bebida fermentada, con adición de pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis* var. Púrpura) y diferentes mezclas de carbóximetilcelulosa (CMC), enriquecida con vitaminas A y D. Se evaluó el comportamiento de mezclas comerciales de CMC en función de las características fisicoquímicas y el perfil

sensorial desarrollado por cada caso en particular, las mezclas están referenciadas en el mercado como CMC 26FG, CMC 28FG y CMC 29FG, que difieren por la concentración de CMC.

Las características especiales de la bebida lograda son: sabor, olor, color y apariencia agradable, comparable con cualquier otra bebida láctea tradicional como el yogur. También se destaca por un importante aporte nutricional como consecuencia de un enriquecimiento en vitaminas A y D, atendiendo la recomendación de la (OMS,1992) y la FAO y UNICEF (1976) de utilizar productos lácteos como vehículos para el aporte de micro-nutrientes a la dieta diaria. Las dosis adicionadas están determinadas por las mismas entidades, como una medida para dar respuesta al problema de no-disponibilidad de nutrientes bases para la alimentación de la población en países subdesarrollados.

Los objetivos específicos por los que se desarrolló la bebida fueron: analizar las características fisicoquímicas (pH, acidez, sólidos solubles, proteína, grasa, humedad, sólidos totales, cenizas, lactosa y contenido en Ca, Na, K, y P) del lactosuero de queso fresco; analizar las características fisicoquímicas (pH, acidez, sólidos solubles, sólidos totales y azúcares reductores) de la pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*) variedad púrpura; evaluar la calidad fisicoquímica (pH, humedad, acidez, sólidos solubles, sólidos totales, viscosidad, proteína, grasa, cenizas, azúcares reductores y contenido en Ca, Na, K, y P) de las bebidas fermentadas enriquecidas y

saborizadas; describir el perfil sensorial de cada una de las bebidas fermentadas, enriquecidas y saborizadas, tratadas con las diferentes mezclas de estabilizantes (CMC 27FG, CMC 28FG y CMC 29FG.); establecer el nivel de preferencia, de las bebidas fermentadas, enriquecidas y saborizadas, tratadas con las diferentes mezclas de estabilizantes (CMC 27FG, CMC 28FG y CMC 29FG); evaluar el comportamiento de los estabilizantes adicionados (CMC 27FG, CMC 28FG y CMC 29FG.); valorar la calidad sensorial de la bebida fermentada, enriquecida y saborizada de mejores características fisicoquímicas y sensoriales a través de una prueba de satisfacción; determinar el aporte energético de la bebida fermentada, enriquecida y saborizada, de mayor nivel de preferencia; evaluar el comportamiento de la bebida fermentada, enriquecida y saborizada en el tiempo, mediante análisis fisicoquímicos (pH, acidez, sólidos solubles y viscosidad) y sensoriales.

METODOLOGÍA

Localización. La investigación tiene lugar en las instalaciones de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. La producción de suero y la elaboración de las bebidas, se realizaron en la Planta de Leches. Los análisis fisicoquímicos y sensoriales fueron llevados a cabo en los Laboratorios de Control y Calidad de la Leche, Laboratorio de Frutas y Laboratorio de Análisis Químico de Alimentos.

La temperatura promedio anual es de 21°C, humedad relativa del 76% y una altitud de 1740 m.s.n.m.

Procedimiento. La primera etapa del estudio incluyó la caracterización fisicoquímica de las materias primas (lactosuero y pulpa de maracuyá) y la selección de la mezcla adecuada de estabilizante (CMC), mediante la evaluación fisicoquímica, descripción del perfil sensorial y establecimiento del nivel de preferencia de cada una de las bebidas fermentadas, saborizadas y enriquecidas tratadas con las diferentes mezclas de estabilizantes (CMC 27 FG, CMC 28 FG, CMC 29 FG).

Caracterización del lactosuero de queso fresco. El lactosuero de queso fresco necesario para la investigación es producido en la planta de leches de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

En este primer paso del estudio, se realizaron determinaciones analíticas cuantitativas de características fisicoquímicas como:

- pH: Método AOAC 981.12/90 *
- Viscosidad: Método del Broodfield**
- Sólidos totales: Método AOAC 925.105/90 *
- Contenido proteico: Método AOAC 920.05/90 ***
- Materia grasa: Método AOAC 989.04/90, método de Babcock para leches descremadas (Jaramillo, Mejía y Sepúlveda, 1999) ***
- Cenizas: Método AOAC 945.05/90 (3)

- Lactosa: Método del reactivo de teles (Casado Cimano, 1992) ***
- Contenido en calcio, sodio y potasio: Método espectrofo-tométrico de absorción atómica (a a) (Jaramillo, Mejía y Sepúlveda, 1999) ***
- Contenido en fósforo: Método espectrofotométrico (Jaramillo, Mejía y Sepúlveda, 1999) ***.

* Laboratorio de Control y Calidad de la Leche.

** Laboratorio de Frutas y Hortalizas

*** Laboratorio de Análisis de Alimentos.

Cada uno de estos análisis se realizó por triplicado a tres diferentes muestras de lactosuero dulce de queso fresco, obtenido bajo iguales condiciones de producción.

Caracterización de la pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis* var. **púrpura).** Para la caracterización de la pulpa de maracuyá se manejaron tres muestras procesadas por triplicado, determinando así los siguientes aspectos:

- pH: Método AOAC 981.12/90 (adaptado Bernal, 1993)**
- Sólidos solubles: Método OAC 932.12/90 (adaptado Bernal, 1993)**
- Acidez: Método 942.05/90 (adaptado Bernal, 1993)**
- Sólidos totales: Método AOAC 930.15/90 (adaptado Bernal, 1993)***

- Azúcares reductores: Método del ácido 3-amino-5nitrosalicílico (Miller, 1956)***

Estos análisis se realizaron para identificar la materia prima que entró a proceso y estimar como pueden intervenir los diferentes componentes en las características del producto final.

En la segunda etapa se determinó el aporte energético, y el comportamiento de variables fisicoquímicas (pH, acidez, sólidos solubles y viscosidad) en el tiempo.

Caracterización sensorial de las diferentes bebidas elaboradas.

El estudio estuvo dirigido a valorar la calidad sensorial de la bebida seleccionada a través de una prueba de satisfacción. Con el fin de describir el **perfil sensorial** (color, olor, sabor y apariencia) de las bebidas elaboradas con diferentes mezclas de CMC, se conformó un panel de degustación constituido por once panelistas semientrenados. Al igual que los análisis fisicoquímicos, cada uno de los análisis sensoriales se realizaron por triplicado a cada tratamiento incluyendo el testigo, aplicando para medir cada una de las variables sensoriales una prueba descriptiva con escala estructurada que incluye un estándar establecido (Yogurt con 7% en pulpa de macacuyá ,14°Brix y 264 cPoise), con referencia a él se determinaron los niveles de diferencia significativa. (Anzaldúa, 1994).

Cada una de las bebidas fermentadas, saborizadas y enriquecidas fueron sometidas entre sí a una **evaluación de preferencia** para distinguir entre los tres tratamientos

cual presentó mayor preferencia. Esta prueba de carácter afectivo fue aplicada a 33 catadores.

El tratamiento con la mezcla de CMC que registró los mejores resultados en función de las variables fisicoquímicas y sensoriales, y que además reflejó ser el de mayor nivel de preferencia, fue sometido a una **prueba de satisfacción** bajo el juicio de un grupo de 250 panelistas consumidores, quienes evaluaron dentro de una escala hedónica de siete puntos la calidad sensorial total de la bebida fermentada, saborizada y enriquecida.

Un seguimiento posterior al producto terminado, permitió evaluar la estabilidad de las bebidas en condiciones adecuadas de almacenamiento bajo refrigeración (4-6°C), determinando así el comportamiento de variables fisicoquímicas como el pH, la viscosidad, el porcentaje de acidez y el contenido en sólidos solubles en el tiempo, además se realizaron determinaciones sensoriales de color, olor, sabor y apariencia que ayudaron a establecer el período de vida útil de los tratamientos seleccionados.

Esta evaluación se llevó a cabo en los 28 días siguientes al envasado de la bebida y los análisis se hicieron por triplicado con una frecuencia semanal, garantizando la repetición estricta de los métodos de evaluación bajo las mismas condiciones experimentales.

Elaboración de una bebida fermentada a partir de lactosuero enriquecida con vitaminas y con sabor a maracuyá (*Passiflora edulis* var. púrpura). Se utilizaron tres

unidades experimentales de 50 Kg de lactosuero cada una. Cada unidad se trató con los estabilizantes comerciales CMC 27 FG, CMC 28 FG, CMC 29 FG, respectivamente, en una proporción de 0.1% de cada uno, con el fin de lograr el mejor comportamiento y estabilidad de los componentes del producto y tratando de mantener la viscosidad y cuerpo de la bebida, sin evidencia de separación de fases. Para el análisis estadístico se utilizó un diseño completamente al azar. La diferencia existente entre las mezclas de CMC radica en la concentración del estabilizante. La concentración aumenta en el mismo sentido en que crecen las cifras FG del nombre del producto.

El lactosuero obtenido luego del corte de la cuajada fue filtrado para evitar el arrastre de finos de caseína y se depositó en un tanque agitador de doble chaqueta, para posteriormente realizar un tratamiento térmico. El lactosuero se estandarizó hasta un 1% en contenido graso, adicionando la cantidad de crema de leche requerida.

Cada uno de las muestras experimentales se trató con la misma cantidad predeterminada de estabilizante, incluyendo en el estudio un testigo (sin estabilizante) que luego fue tomado como punto de comparación. La cantidad de edulcorante adicionado a la bebida se determinó por una formulación elaborada con base en la caracterización de las diferentes materias primas (pulpa de maracuyá y lactosuero); la bebida resultante debía tener 14°Brix. El nivel de dulzura al que se llevó la bebida, fue aportado en

un 70% por sacarosa y en 30% por azúcar invertido. Toda esta mezcla se sometió a un proceso de pasteurización a 75°C por 30 minutos y luego a un proceso de homogenización a 1500 psi.

El lactosuero pasteurizado y homogenizado se enfrió hasta 42°C para ser inoculado por un cultivo ácido-láctico tradicional, a una relación 1:1 de *S. thermophilus* y *L. bulgaricus*. La mezcla se incubó de 2 a 3 horas, manteniendo la temperatura hasta alcanzar un pH de 4,6, acidez en la cual hay formación apreciable de coágulo. En este punto se generan dos fases: una del gel, y otra que en adelante se denominará suero. Durante este tiempo se hizo seguimiento estricto del pH y la temperatura de incubación.

La fermentación se detiene con un enfriamiento rápido de 4°C-8°C, buscando con ello disminuir la formación de ácido láctico y un mejor desarrollo del cuáguo. Posteriormente se hace una separación de fases donde se extrae el cuáguo y por medio de un mezclador adecuado se agitó suavemente, cuidando de no romper demasiado el coágulo, de este mismo modo se verificó que el 7% del total de la mezcla, representada en pulpa de maracuyá, quedara bien incorporado junto con las dosis de vitaminas A y D recomendadas por la OMS y la UNICEF para enriquecimiento de productos lácteos. La bebida fermentada, saborizada y enriquecida fue envasada y dispuesta para realizar todos los análisis físicoquímicos y sensoriales de estudio:

- pH: Método AOAC 981.12/90 *

- Acidez: Método AOAC 947.05/90. *
- Sólidos solubles: Método AOAC 932.12/90. *
- Sólidos totales: Método AOAC 925.105/90. *
- Viscosidad: Método del viscosímetro de Broodfield **. *
- Cenizas: Método AOAC 945.05/90. ***
- Azúcares reductores: Método del ácido 3-amino-5-nitrosalicílico (Miller, 1956). ***
- Grasa: Método AOAC 989.04/90, método de babcock modificado para la determinación de grasa en yogurt (Jaramillo, Mejía y Sepúlveda, 1999). *
- Proteína: Método AOAC 920.05/90. ***
- Contenido de calcio, potasio y sodio: Método espectrofotométrico de absorción atómica (a a) (Jaramillo, Mejía y Sepúlveda, 1999). ***
- Contenido de fósforo: Método espectrofotométrico (Jaramillo, Mejía y Sepúlveda, 1999). ***

Todas estas determinaciones se aplicaron a cada uno de los tratamientos por triplicado, bajo un diseño estadístico completamente aleatorio.

DISEÑO ESTADÍSTICO

Este trabajo fue realizado bajo el marco de un diseño experimental totalmente aleatorio. Los resultados

obtenidos de la caracterización de las materias primas están expresados en intervalos de confianza del 95%.

Para el procesamiento de los resultados de los análisis físico-químicos se aplicó un diseño totalmente al azar con cuatro tratamientos (CMC 27FG, CMC 28FG, CMC 29FG, y Testigo (T)) y tres repeticiones. Todas las variables fueron medidas en razón cualitativa, relacionadas mediante un análisis de varianza y comparadas estadísticamente a través del método D.M.S. (Diferencia mínima significativa) a nivel del 5% utilizando el software estadístico S.A.S (System Analysis Statistic 1998).

El análisis de la información registrada de las pruebas descriptivas y afectivas aplicadas a 11 panelistas semientrenados por triplicado para la estimación del perfil sensorial y el nivel de preferencia de cada tratamiento, se hizo a través del cálculo de la frecuencia de los datos para cada componente del análisis sensorial. Los valores obtenidos están en un rango que va de -3 a +3, donde ± 3 significa <<Mucha diferencia con el estándar>>, ± 2 significa <<Diferencia moderada con el estándar>>; ± 1 es <<Diferencia ligera entre la muestra y el estándar>>, y 0 es cuando <<No hay diferencia con el estándar>> (Anzaldúa, 1994).

Por otro lado para la evaluación del comportamiento de las variables físicoquímicas (pH, acidez, sólidos solubles y viscosidad) en el tiempo (28 días), se aplicó análisis de regresión lineal simple y se calcularon los

coeficientes de correlación de cada variable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Caracterización del lactosuero de queso fresco. En la Tabla 1 se observan las medias de las variables descritas para estimar la composición química del lactosuero de queso fresco, así como sus respectivos intervalos de confianza al 95% y en la Tabla 2 los promedios y rangos para las características fisicoquímicas.

Al comparar los intervalos de composición obtenidos con los datos

reportados por Amiot (1991), Scott (1991), Posati y Orr (1987) y Morales (1992), se observan similitudes con las medias descritas en la Tabla 1 para el caso de sólidos totales y el contenido en lactosa y proteína; bajo estos niveles de composición se garantiza un sustrato para la fermentación y formación del gel, influyendo favorablemente en el rendimiento del proceso de elaboración de bebidas.

Tabla 1. Composición fisicoquímica del Lactosuero de queso fresco.^a

Análisis	Promedio ^b	Intervalo de confianza ^c
Humedad (g/100g)	93,27	93,22 - 93,32
Proteína (g/100g)	0,83	0,80 - 0,85
Grasa (g/100g)	0,15	0,01 - 0,30
Cenizas (g/100g)	0,39	0,33 - 0,44
Calcio (mg/100g)	45,6	29,5 - 61,8
Sodio (mg/100g)	59	50,0 - 67,9
Fósforo (mg/100g)	36,3	32,54 - 40,1
Potasio (mg/100g)	44,2	35,79 - 52,21
Sólidos totales (g/100g)	6,73	6,68 - 6,78
Lactosa(g/100g)	4,69	4,57 - 4,81

a.: Datos en base Húmeda

b.: Media aritmética

..c.: Nivel de confianza al 95%

Tabla 2. Características fisicoquímicas del Lactosuero de queso fresco.

Análisis	Promedio ^a	Intervalo de confianza ^b
pH	6,711	6,6274 - 6,7946
Acidez (g/100g A. cítrico)	0,093	0,0789 - 0,1076
Sólidos solubles °Brix	6,633	6,2538 - 7,0128

a.: Media aritmética

b.: Nivel de confianza al 95%

El contenido graso en el lactosuero está directamente vinculado con las condiciones de fabricación del queso, la homogenización favorece la retención de la grasa en la cuajada. Sin embargo los bajos niveles de grasa en el lactosuero está directamente relacionada con la eficiencia del descremado de la leche.

Las muestras de lactosuero procesadas para este estudio fueron producto de un proceso en el que la eficiencia del descremado fue del 95% y la homogenización se realizó a 900 psi; la eficiencia del descremado del lactosuero explica porque la media obtenida resulta ser muy inferior a los valores de 0.36% y 0.3% reportados por Posati y Orr (1987) y Amiot (1991). Así mismo Scott, 1991 resulta ser más amplio en sus datos; menciona que para lactosueros dulces el contenido fluctúa entre 0.2 % y 0.7%, los límites de este rango exceden significativamente lo expuesto en la Tabla 1.

Abd *et al* (1991) consideró que la presencia de lípidos residuales en el lactosuero puede influir en la

consistencia del gel, debido a que las proteínas de la membrana del glóbulo graso son hidrofóbicas, siendo la hidrofobicidad un factor determinante en la formación del gel. No obstante es importante indicar que un contenido graso alto en el lactosuero conduce al desarrollo de olores y sabores desagradables, sobre todo cuando se encuentran en sistemas ácidos porque los triglicéridos sufren hidrólisis, liberando algunos radicales que conducen a defectos por rancidez (Badui, 1999).

El contenido de ceniza del 0.39% es inferior al valor expuesto por Spreer (1991) quien ubica el contenido de ceniza en el rango entre 0.5%-0.7%. Esto se debe posiblemente a que la composición de minerales en el lactosuero varía notablemente en función del pH y la técnica de coagulación empleada (Spreer, 1991).

Se observa para el caso del contenido en calcio una gran similitud entre la media propuesta y los datos de 43mg/100g reportado por Amiot (1991) y 47 mg/100g por Posati y Orr (1987).

El intervalo de composición para el sodio incluye los valores reportados por Amiot (1991) y por Posati y Orr (1987) para el mismo mineral. Mientras que el contenido en fósforo y potasio fue inferior, este último presentó una muy marcada diferencia, lo que explica el bajo porcentaje en ceniza calculado, no obstante se podría adjudicar estos bajos niveles a causas como deficiencia de los mismos en la alimentación del animal. (Abd *et al*, 1991)

El 50% del fósforo de la leche está vinculado a las fosfoserinas de la caseína, y otro importante porcentaje se encuentra formando uniones de fosfato con el calcio. Este complejo permite que después de una coagulación enzimática gran parte de este mineral se retire con la cuajada, limitando su concentración en el lactosuero (Badui, 1999).

Es de anotar que las β -lactoglobulinas corresponden al 50% del total de las proteínas del suero y su solubilidad varía con la fuerza iónica, ésta propiedad mantiene una relación directamente proporcional con el contenido en sales en la fase acuosa, al disminuir la solubilidad se favorece la formación de gel en presencia de un estabilizante (Badui, 1999). Por su parte, muchos autores proponen procesos como la ultrafiltración, electrodiálisis o intercambio iónico, con el fin de desmineralizar el lactosuero utilizado en la sustitución de leche para la elaboración de yogur, ya que se tiene evidencia de que altas concentraciones en sales, afectan las características organolépticas del producto generando defectos en el sabor (Morales, 1992).

El pH obtenido para el lactosuero de queso fresco inmediatamente después de la elaboración del queso a 32°C resultó ser ligeramente más alto al reportado por Spreer (1991) y coincide con Luquet y Sottiez (1993) cuando se refieren a lactosueros suaves.

Spreer (1991) reporta una acidez expresada en 0.1% de ácido láctico, este dato está incluido en el intervalo de confianza que se expone en la Tabla 2. Es importante destacar que estos análisis se realizaron a muestras de lactosuero fresco, en el cual su acidez inicial no se ha modificado por la acción de microorganismos.

Arango y Restrepo (1994) reportan datos de la composición del lactosuero semejantes a los porcentajes de ácido láctico, encontrado en las muestras procesadas para este estudio, no obstante el contenido proteico encontrado aquí, está ligeramente por encima de lo reportados por estos autores. Por el contrario la media calculada para el contenido en grasa y sólidos en esta investigación, resultaron ser menores a las obtenidas por Arango y Restrepo, 1994.

Los grados Brix reportados por Arango y Restrepo (1994) (7°Brix), superan el valor medio de °Brix encontrados en este estudio; sin embargo el intervalo propuesto cubre estas diferencias (Tabla 2).

Caracterización de la pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis* var. púrpura). En la Tabla 3 se encuentra las medias y los intervalos de confianza de las características físico-químicas de la pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis* var.

púrpura). La acidez del maracuyá tiende a aumentar con el crecimiento del fruto y disminuir con la maduración del mismo. La media de acidez expresada como porcentaje de ácido cítrico, resultante en este ensayo, se considera alta al compararla con el 3.4% obtenido por Haendle (1965) y el 4% reportado por Camacho (1997) (Tabla 3).

La relación entre los datos de pH encontrados con los reportados es muy similar. Este aspecto se considera benéfico cuando se trata de conservar la

Tabla 3. Características fisicoquímicas de la pulpa de Maracuyá (*Passiflora edulis* var. púrpura).

Análisis	Promedio	Intervalo de confianza
pH	2,96	2,94 - 2,97
Acidez (g/100g A. cítrico)	5,03	4,9386 - 5,1134
Sólidos solubles °Brix	12,83	12,12 - 13,55
Sólidos totales (g/100g)	17,33	15,91 - 18,77
Azúcares reductores(g/100g)	4,99	3,52 - 6,48

La media obtenida para azúcares reductores esta por debajo del valor reportado por Haedle (1965), sin embargo este último se encuentra incluido dentro del intervalo de confianza calculado. En gran parte los azúcares reductores de la Maracuyá están constituidos por fructosa y glucosa. Entre los carbohidratos solubles en la pulpa, la sacarosa

pulpa, ya que disminuye la susceptibilidad de este producto al ataque de los microorganismos; sin embargo esta ventaja no se aplica al momento de realizar formulaciones; pues el porcentaje de sólidos solubles encontrado es considerablemente bajo al compararlo con el valor de 17,3 y 14°Brix expuesto por Haendle (1965) y Camacho (1997) respectivamente. Lo que indica un mayor consumo de edulcorante para alcanzar los niveles de dulzura deseado en la bebida que se va a elaborar.

constituye el 25% del total de los azúcares (Philip, 1978).

CARACTERÍSTICAS DE LAS BEBIDAS ELABORADAS TRATADAS CON DIFERENTES MEZCLAS DE CMC

Algunos autores han estudiado la adición de lactosuero o concentrados de sueros en la fabricación de yogur, han conseguido buenos resultados,

obteniendo yogures adicionados con sueros que poseen las mismas propiedades y características que los fabricados solamente con leche. (Tamine y Robinson, 1991; Arango y Restrepo, 1994).

Este estudio se orientó al desarrollo de una bebida fermentada con características similares a un yogur tradicional sustituyendo por completo la adición de leche y cumpliendo con los supuestos de aleatoriedad, normalidad, homo-geneidad y con coeficientes de variación inferiores al 16,35%, se puede inferir que el análisis de varianza aplicado a las variables fisicoquímicas es aceptable para explicar las diferencias encontradas entre tratamientos (Tabla 4).

pH y Acidez: las variables pH y acidez de una bebida fermentada están en función de las características de la materia prima, la temperatura y el tiempo de incubación, así como de la cantidad y calidad del inóculo utilizado.

El análisis de varianza (Tabla 4) demostró que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos para la variable pH, y diferencias estadísticamente significativas para la acidez. Estas diferencias se deben a posibles variaciones en el pH y a la acidez inicial del lactosuero. Aunque todos los tratamientos fueron procesados a partir de una misma materia prima, entre los procesos hay espacios de tiempo que pudieron dar lugar a una caída de pH no muy notable por efecto de la acción de los microorganismos produciendo ácido láctico.

Por otro lado hay que mencionar que la calidad del cultivo utilizado en los diferentes tratamientos no pudo ser la misma, por la no disponibilidad de suficientes cultivos nuevos o de primeras réplicas; lo que posiblemente indique que los inóculos no se encontraban en igual capacidad fermentativa, y por consiguiente requirieron más tiempo para alcanzar el pH de 4,6 deseado.

De otro lado el pH inicial de 6,0, propio de lactosuero, tiene efecto estimulante sobre *S. thermophilus*, pues el lactosuero es rico en pequeños péptidos y suple así la escasa capacidad proteolítica de este microorganismo; si el pH del lactosuero no se controla, se retrasa el crecimiento del microorganismo, dada la susceptibilidad de este al pH bajo y a variaciones de equilibrio iónico (Morales, 1992). Abd *et al* (1991) reitera este efecto y lo hace extensivo al *L. bulgaricus* que es el directo responsable del desarrollo de acidez (Tamine y Robinson, 1991).

Morales (1992) fija un límite de pH, como factor determinante para el suero previo a la adición por sustitución en la fabricación de yogures desnatados, no inferior a 6,0-6,5 con el fin de evitar la coagulación espontánea. Como se había mencionado antes, la temperatura y el tiempo de incubación son variables críticas en la elaboración de bebidas fermentadas.

Tabla 4. Análisis de varianza de las variables fisicoquímicas de la bebida.

F.V	G.L	pH	Sólidos solubles	Grasa	Acidez	Proteína	Sólidos totales	Humedad	Cenizas	Viscosidad	Azúcares reductores	Aporte Calórico
Cuadrado de medias	3	0,0154***	0,5311***	4,8801***	0,0453**	0,2587***	40,976***	40,977***	0,0199***	134719,43***	0,3918**	1220,65***
Error	8	0,0009	0,024	0,0525	0,0046	0,0059	0,4971	0,4971	0,0004	21,51	0,0491	9,2791
%C.V.		0,8328	1,1459	8,6736	11,4135	5,9854	3,6700	0,8727	4,7983	2,0734	4,6471	3,5329
R ²		0,8611	0,8918	0,9722	0,7870	0,942571	0,9687	0,9687	0,9482	0,9996	0,7497	0,9801
Media		3,6683	13,5667	2,6417	0,5940	1,2846	19,2092	80,7908	0,0199	223,6833	4,7658	86,2223
Aleatoriedad		-2,5 ^{NS}	1,5 ^{NS}	-3,5 ^{NS}	-3,0 ^{NS}	5 ^{NS}	-6 ^{NS}	6 ^{NS}	-2 ^{NS}	0 ^{NS}	-4 ^{NS}	-4 ^{NS}
Normalidad		0,9183 ^{NS}	0,8225	0,9279 ^{NS}	0,8898 ^{NS}	0,8144	0,8781 ^{NS}	0,8782 ^{NS}	0,9298 ^{NS}	0,7997	0,9305 ^{NS}	0,9181 ^{NS}
Homogeneidad		5,2129 ^{NS}	1,189 ^{NS}	0,0422 ^{NS}	2,3405 ^{NS}	12,0928	13,716	13,713	0,3471 ^{NS}	14,116	8,446	3,8436 ^{NS}

* Los tratamientos presentan diferencia estadística significativa al nivel de confianza del 95%

** Los tratamientos presentan diferencia estadística significativa al nivel de confianza del 99%

*** Los tratamientos presentan diferencia estadística significativa al nivel de confianza del 99.9%

Durante la realización de este estudio, hubo estricto control del pH y la temperatura de incubación, realizando verificaciones continuas, el período de incubación fue diferente en cada caso, este tiempo se limitó con un pH de 4,6, que indicó el término de la fermentación. La refrigeración inmediata a 4°C inhibió la actividad de los microorganismos.

La media de pH entre los tratamientos fue de 3,67 (Tabla 4) valor que se encuentra entre los niveles de pH recomendados para yogures tradicionales que va desde 3,2- 4,6 (Tamime y Robinson 1991).

Para hablar de la acidez en el proceso de elaboración de yogur, esta va desde 0,9% a 1,2% de ácido láctico. La acidez en el lactosuero tiende a ser menor, debido a que las proteínas de este contienen menos aminoácidos ácidos que la caseína; gran parte de la acidez que se logró desarrollar en la bebida se debe a la fermentación de la lactosa (Anon, 1975).

Las medias de pH (3.67%) y acidez (0.5940) obtenidas en este estudio, no solo son atribuibles a la actividad ácido láctica inducida en la etapa de fermentación, sino también resultado de la adición de una pulpa cuya acidez es muy alta (5,26%). La hidrólisis de los triglicéridos por efecto de la acidez da lugar a la formación de glicerol y ácidos grasos que entrarían a contribuir en el aumento de la acidez (Badui, 1999).

Un estudio aplicado a la caracterización fisicoquímica de una bebida fermentada refrescante y nutritiva (Columina Aspuro M. 2000) muestra intervalos de confianza al 95% que van desde 0,45%-0,55% de acidez expresado como ácido láctico y pH entre 3,79- 4,13.

En la Tabla 5 se observa la comparación de medias de tratamientos realizados a través de una prueba DMS (Diferencias Mínimas Significativas) al nivel del 5%. En el que se observa que las unidades con tratamientos CMC 29FG y CMC 28FG no mostraron diferencias significativas con respecto al testigo para la variable pH; mientras que la unidad con el tratamiento CMC 27FG mostró diferencia significativa con el testigo; el tratamiento CMC 27FG presentó el pH más alto y el CMC 28FG obtuvo la media más baja. Los 3 tratamientos se diferenciaron entre sí, estas diferencias son la consecuencia de los factores anteriormente explicados.

El proceso de fermentación del lactosuero en presencia del CMC da como resultado la formación del coágulo, base sobre la cual se elabora la bebida, quedando atrás el suero, que fue analizado para cada tratamiento; en la Tabla 6 se observan los resultados del análisis de varianza aplicado a las variables fisicoquímicas de los sueros resultados de cada tratamiento.

Tabla 5. Comparación de medias entre tratamientos para las variables fisicoquímicas de las bebidas.

	pH	Sólidos solubles %	Grasa %	Acidez % A. Láctico	Proteína %	Sólidos totales %	Humedad %	Cenizas %	Viscosidad cPoise	Azúcares reductores (g/100g)	Aporte Calórico (Kcal/100g)
29FG	3,6867 ^b	13,8 ^a	3,567 ^a	0,662 ^a	1,551 ^a	22,9370 ^a	77,0631 ^c	0,3245 ^c	499,33 ^a	4,710 ^b	105,63 ^a
28FG	3,5867 ^c	13,9 ^a	3,733 ^a	0,726 ^a	1,521 ^a	21,6464 ^a	78,3534 ^c	0,4171 ^b	274,67 ^b	4,767 ^b	100,68 ^a
27FG	3,7567 ^a	13,0 ^c	2,267 ^b	0,534 ^b	1,086 ^b	17,1600 ^b	82,8400 ^b	0,5240 ^a	97,73 ^c	5,233 ^a	74,82 ^b
TESTIGO	3,6433 ^{cb}	13,5 ^b	1,000 ^c	0,454 ^b	0,981 ^b	15,093 ^c	84,9067 ^a	0,4194 ^b	23,00 ^d	4,353 ^b	63,76 ^c

Prueba DMS al 5%: Las medias de cada variable para cada tratamiento con la misma letra no son significativamente diferentes. % P/P (g/100 g).

Las medias entre los tratamientos expresada en los análisis de varianza de las variables pH y la acidez resultaron similares tanto en las bebidas como en el suero (Tabla 4 y Tabla 6), lo que indica que el tratamiento no ejerce influencia sobre estas variables, pues el CMC no influye sobre el pH del sistema sino sobre una propiedad química de la proteína.

Sólidos solubles (°Brix). la formulación se estableció para obtener 14°Brix en el producto, el análisis de varianza revela una diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos.

En los tratamientos CMC 29FG y CMC 28FG no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, con respecto a esta variable, en todos los tratamientos se encontraron diferencias estadísticamente significativas con respecto al testigo (Tabla 5).

El tratamiento CMC 28FG registró la media más alta de 13,9 °Brix (Cuadro 5); un valor ligeramente por debajo de lo esperado. En las bebidas las medias de los °Brix para cada tratamiento son similares entre sí. No se detectaron efectos apreciables sobre el contenido de sólidos solubles por la aplicación de los tratamientos, a pesar de destacar la naturaleza soluble del CMC atribuibles a la presencia de grupos carboxilos en la estructura (Fennema, 1985).

Los sólidos solubles no se consideraron una variable en el suero, dentro del análisis estadístico, debido a que siempre mostró los mismo 14° Brix, que fue la condición propuesta en este estudio desde la metodología.

Contenido en grasa y proteínas. En el análisis de varianza aplicado a la bebida se describen diferencias altamente significativas entre los tratamientos para ambas variables. No obstante en la comparación de medias, se observa igualdad estadística de los tratamientos CMC 29FG y CMC 28FG, tanto para el contenido graso como para el de proteína.

La fase viscosa obtenida a partir de la formación del complejo entre carboximetil y β -lactoglobulina, logró concentrar la grasa y la proteína alcanzando niveles muy apreciables. Para la bebida, la media obtenida entre los tratamientos de 2,64% para la grasa y el 1,2846% para la proteína superan el nivel del 1% de materia grasa al que se estandarizó el lactosuero y su contenido inicial en péptidos. De igual manera exceden las medias indicadas para estas variables en el análisis de varianza del suero (Tabla 6).

En los resultados del tratamiento CMC 27FG se muestran las medias más bajas para el contenido en grasa y proteína; no existiendo diferencia estadística con el testigo para el caso de esta última.

Tabla 6. Análisis de varianza de las variables fisicoquímicas del suero como producto de la aplicación de los tratamientos con CMC.

F. V	G.L	pH	Sólidos solubles	Grasa	Acidez	Proteína	Sólidos totales	Humedad	Cenizas	Viscosidad	Azúcares reductores	Aporte Calórico
Cuadrado de medias	2	0,071***	1,000***	0,0062*	0,0025*	0,0015*	4,5338**	4,5327	0,0102**	6,5644***	0,3553**	82,3758**
Error	6	0,00026	0	0,0025	0,00126	0,0002	0,3017	0,30016	0,00063	0,0800	0,01766	5,1568
%C.V.		0,4353	0	5,7052	6,2184	2,8527	3,2007	0,6629	5,2554	1,1597	2,7347	3,2925
R ²		0,9788	1,000	0,4484	0,3955	0,7112	0,8336	0,8439	0,8439	0,9647	0,8703	0,8418
Media		3,6722	13,6667	0,8822	0,5717	0,4927	17,1612	82,8389	0,4762	24,3889	4,8589	68,9713
Aleatoriedad		2,5 ^{NS}	-10,5	-1,0 ^{NS}	-1,5 ^{NS}	3,5 ^{NS}	-2,5 ^{NS}	2,5 ^{NS}	-0,5 ^{NS}	-0,5 ^{NS}	-0,5 ^{NS}	-2,5 ^{NS}
Normalidad		0,8880 ^{NS}	0,6210	0,9430 ^{NS}	0,8351 ^{NS}	0,9296 ^{NS}	0,9283 ^{NS}	0,9282 ^{NS}	0,9381 ^{NS}	0,9535 ^{NS}	0,9548 ^{NS}	0,9336 ^{NS}
Homogeneidad		2,2066 ^{NS}	0	1,4661 ^{NS}	0,0345 ^{NS}	3,6432 ^{NS}	2,1746 ^{NS}	2,1757 ^{NS}	0,8388 ^{NS}	1,0557 ^{NS}	3,6875 ^{NS}	3,1675 ^{NS}

* Los tratamientos presentan diferencia estadística significativa al nivel confianza del 95%

** Los tratamientos presentan diferencia estadística significativa al nivel de confianza del 99%

*** Los tratamientos presentan diferencia estadística significativa al nivel de confianza del 99.9%

La presencia de los microorganismos ácido lácticos cuya población se incrementó durante la etapa de incubación, puede ser considerada como una fuente importante de grasa y proteína en la bebida. La concentración de compuestos nitrogenados solubles liberados por el *L. bulgaricus* es de unos 90 mg/l y el *S. thermophilus* es de 320 mg/l durante el proceso de fermentación (Tamine y Robinson, 1991).

Todo esto conduce a establecer una relación entre la aplicación de los tratamientos y la composición final en grasa y proteína en la bebida, ya que las proteínas del lactosuero en especial la β -lactoglobulina, en complejo con el carboximetilcelulosa es capaz de establecer asociaciones con los

carbohidratos, las vitaminas y los lípidos bajo el efecto de altas temperaturas y pH cercanos a su punto isoeléctrico donde se disminuye su solubilidad, y tiende a desarrollar fuerzas de atracción con moléculas de la misma especie hasta lograr formarse otra fase (Badui, 1999).

Se puede inferir que los tratamientos CMC 29FG y CMC 28FG son los mejores en función de estas variables, no obstante puede existir otro factor que para analizar: el rendimiento en peso para cada tratamiento (La Figura 1 ilustra claramente las diferencias). El tratamiento CMC 29 FG presentó el más bajo rendimiento (21%); mientras que el CMC 27FG alcanzó un rendimiento tres veces mayor, aunque sus niveles en grasa y proteína, son bajos.

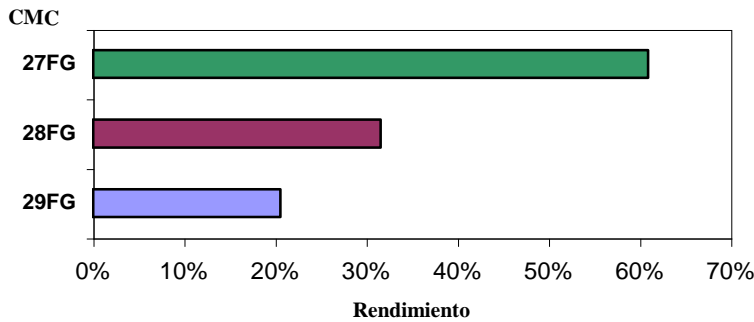


Figura 1. Rendimientos en peso de cada tratamiento.

Porcentaje en sólidos totales y humedad. Estas variables están especialmente relacionadas. El análisis de varianza de la bebida mostró diferencias estadísticamente significativas (Tabla 4), sin embargo, como ha sucedido para las otras variables analizadas, la comparación de medias revela igualdad estadística entre los tratamientos CMC 29FG y CMC 28FG.

El tratamiento CMC 27FG mantuvo diferencias estadísticamente significativas con respecto a los otros tratamientos, incluyendo al testigo.

Las medias para los tratamientos CMC 29 FG y CMC 28FG resultaron ser las más altas para la variable sólidos totales, lo que indica que los valores medios de humedad disminuyen en estos tratamientos (Tabla 5).

En los tratamientos el contenido en sólidos totales para la bebida (19,21%) (Tabla 4); fue superior a la media calculada mediante análisis de varianza (17,16%) aplicado al suero en los tres tratamientos (Tabla 6).

El límite de saturación para el complejo β lactoglobulina-carboximetilcelulosa en cada tratamiento determinó el porcentaje de humedad en las bebidas. La bebida está constituida por un gel creado por la red continua de macromoléculas (proteínas, lípidos y carbohidratos) interconectadas en una estructura

tridimensional en la que se queda atrapada la fase continua de agua. Todas estas macromoléculas interactúan con el complejo que se considera el esqueleto de la estructura que sirve de soporte y que mediante los grupos polares de la proteína y los grupos carboxilos se logran establecer uniones con los hidroxilos de la molécula de agua a través de puentes de hidrógeno, logrando así la retención del líquido hasta el nivel de saturación (Badui, 1999).

Cenizas y composición mineral. En la Tabla 4 se presenta el análisis de varianza de la composición en cenizas y en la Tabla 7 el análisis de varianza de la composición de minerales (Ca, Na, K y P) para la bebida.

En la Tabla 5 la variable ceniza presenta una diferencia estadística altamente significativa, entre los tratamientos. El tratamiento CMC 29FG manifestó ser diferente estadísticamente de los otros y del testigo presentando la media más baja del contenido de ceniza entre todos los tratamientos. El tratamiento CMC 28FG muestra igualdad estadística con el testigo y diferencias con el resto de tratamientos (Tabla 5).

Todos los elementos analizados revelaron diferencias estadísticamente significativas, con excepción del sodio (Tabla 7) que presentó diferencia estadísticamente significativa.

Tabla 7. Análisis de varianza de la composición mineral de las bebidas.

F.V	G.L	Calcio	Sodio	Fósforo	Potasio
Cuadrado de medias	3	0,0087***	0,0109*	0,0126***	0,0879***
Error	6	0,000093	0,0018	0,00008	0,00106
%C.V.		2,5386	10,2516	2,7584	16,3212
R²		0,9791	0,7534	0,9879	0,9765
Media		37,93	41,29	31,92	19,95
Aleatoriedad		1 ^{NS}	-5 ^{NS}	1,5 ^{NS}	3,5 ^{NS}
Normalidad		0,9771 ^{NS}	0,8491 ^{NS}	0,9577 ^{NS}	0,89012 ^{NS}
Homogeneidad		5,6775 ^{NS}	10,1632	1,6591 ^{NS}	5,5015 ^{NS}

* Los tratamientos presentan diferencia estadística significativa al nivel de confianza del 95%

*** Los tratamientos presentan diferencia estadística significativa al nivel de confianza del 99.9%

En la Tabla 8 se observa que los tratamientos CMC 29FG y CMC28 FG no indicaron diferencias estadísticas para ninguno de estos elementos. El tratamiento CMC 27FG presentó diferencias estadísticamente significativas con los otros tratamientos incluyendo el testigo. Para el sodio los tratamientos mostraron igualdad estadística entre sí, y diferencias significativas con el testigo, no obstante el tratamiento CMC 27FG fue igual estadísticamente a los otros tratamientos y al testigo.

La pulpa de maracuyá aporta 12,1 mg/100g de calcio y 30,1 mg/100g de Fósforo (Haendler, 1965). La mezcla comercial de CMC incluye un destacado porcentaje de sodio, pues este mineral acelera la gelificación de polímeros (Badui, 1999). En la Tabla 9, el análisis de varianza para la composición mineral en el suero, indica que no existen diferencias estadísticamente significativas para el sodio y el potasio entre los tratamientos, mientras que el fósforo

destaca diferencias estadísticas altamente significativas.

Lo interesante consiste en comparar la media entre los tratamientos obtenida en el análisis de varianza aplicado a la composición mineral de la bebida (Tabla 7) y la media registrada para el suero (Tabla 9 y Tabla 10), donde se distingue que para la bebida el contenido en calcio, sodio y potasio fue inferior al establecido para el suero. Esta misma relación no se mantiene para el caso del fósforo que presentó mayor concentración en la bebida, es decir en la fase viscosa; esta

característica está vinculada con el hecho que gran parte del fósforo presente se encuentra en estado coloidal en las proteosomas peptonas, que corresponden al 23% de las proteínas del lactosuero, este mineral se encuentra incluido en un grupo heterogéneo de fosfoglucoproteínas y en forma de fosfolípidos residuales del lactosuero ambos tipos de moléculas intervienen en las asociaciones que tienen lugar por efecto del complejo carboximetilcelulosa- β -lactoglobulina para la formación del gel (Abd *et al*, 1991).

Tabla 8. Comparación de medias entre los tratamientos para la composición mineral de la bebida.

TRATAMIENTOS	Calcio (mg/100g)	Sodio (mg/100g)	Fósforo (mg/100g)	Potasio (mg/100g)
29FG	42,08 ^a	34,97 ^b	32,90 ^b	7,23 ^c
28FG	42,02 ^a	38,08 ^b	32,33 ^b	5,00 ^c
27FG	38,98 ^b	43,42 ^{ab}	41,74 ^a	18,30 ^b
TESTIGO	30,34 ^c	48,70 ^a	24,11 ^c	43,74 ^a

Prueba DMS a un nivel de confianza del 95%; Las medias de cada variable para cada tratamiento con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tabla 9. Análisis de varianza de la composición mineral para el suero.

F. V	G. L	Calcio	Sodio	Fósforo	Potasio
Cuadrado de medias	2	0,00043*	0,0003	0,0023***	0,00013
Error	5	0,00012	0,0001	0,00001	00,00028
% C.V.		2,0929	4,4640	1,3119	12,7975
R ²		0,5816	0,1034	0,9870	0,1579
Media		52,99	72,31	26,78	41,59
Aleatoriedad		-2,5 ^{NS}	2,5 ^{NS}	0,5 ^{NS}	-1,5 ^{NS}
Normalidad		0,8974 ^{NS}	0,8914 ^{NS}	0,9051 ^{NS}	0,9115 ^{NS}
Homogeneidad		0,8177 ^{NS}	4,9978 ^{NS}	0,0520 ^{NS}	1,8263 ^{NS}

Los tratamientos no presentan diferencias estadísticamente significativas

* Los tratamientos presentan diferencia estadística significativa al nivel de confianza del 95%

*** Los tratamientos presentan diferencia estadística significativa al nivel de confianza del 99.9%

Tabla 10. Comparación de medias de la composición mineral en el suero.

TRATAMIENTOS	Calcio (mg/100g)	Sodio (mg/100g)	Fósforo (mg/100g)	Potasio (mg/100g)
29FG	53,40 ^a	71,80 ^a	24,10 ^c	41,65 ^a
28FG	54,42 ^{ab}	71,1425 ^a	26,46 ^b	38,730 ^a
27FG	51,80 ^b	73,41 ^a	29,68 ^a	43,43 ^a

Prueba DMS a un nivel de confianza de 95%; Las medias de cada variable para cada tratamiento con la misma letra no son significativamente diferentes.

Viscosidad. Esta es la variable determinante en el proceso de selección del estabilizante. El análisis de varianza indica diferencias altamente significativas que se distinguen claramente en la Tabla 5. Donde los tres tratamientos y el testigo mostraron diferencia estadística en la prueba DMS a un nivel de confianza del 95%

El tratamiento CMC 29FG desarrolló los valores más altos de viscosidad (499,33 cP), coincidiendo con lo establecido en la ficha técnica, sin embargo a este nivel la bebida se encuentra por encima de lo establecido para un yogur tradicional (200-350 cP) (Tamine y Robinson, 1991). El CMC

27FG registró menor capacidad para impartir firmeza y viscosidad a la bebida, no obstante coincide también con el rango propuesto en la ficha técnica. Es evidente que los 97,63 cP no son aceptables para que esta bebida sea comparada con un yogur tradicional.

Este aspecto y las otras características antes analizadas conducen a considerar al tratamiento CMC 28FG como el más adecuado. En la Figura 2 se evidencian las diferencias entre los niveles de viscosidad desarrollado para cada tratamiento en comparación con el testigo.

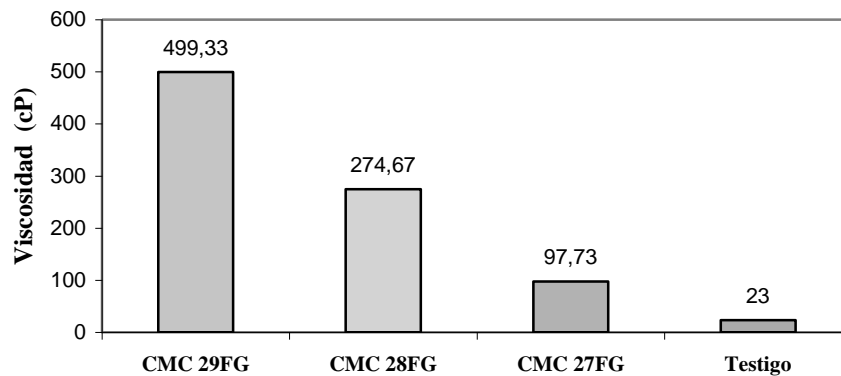


Figura 2. Comparación de los niveles de viscosidad desarrollados en cada tratamiento.

Azúcares reductores. El análisis de varianza indica que el tratamiento CMC 27FG presenta diferencia estadística con los otros tratamientos y el testigo. (Tabla 5). Esta diferencia se podría adjudicar a una posible hidrólisis de la sacarosa, aumentando así los niveles de azúcar invertido en casos como el CMC 27FG.

Para el resto de los tratamientos el nivel de azúcares reductores presentes guardan relación lógica con los valores de sólidos solubles. Los azúcares reductores calculados en la bebida están representados por el contenido de azúcar invertido adicionado en la formulación, lactosa no fermentada, glucosa producto de la hidrólisis de otros azúcares y los 4,99g/100g de azúcares reductores aportados por la pulpa de maracuyá, que corresponden en gran parte a la fructosa.

Perfil sensorial. Los resultados alcanzados por el cálculo de frecuencia determinaron para cada tratamiento el comportamiento de los diferentes componentes del perfil sensorial frente al estándar.

El tipo de prueba aplicada para estimar el comportamiento sensorial de cada uno de los tratamientos, es de carácter descriptivo y tiene como fundamento realizar una descripción minuciosa de cada una de las características que conforman cada perfil sensorial, estableciendo una comparación con un estándar que

representa las características idealizadas desde la percepción organoléptica del producto que se desea elaborar.

Los resultados fueron representados en forma gráfica para obtener una idea cualitativa y cuantitativa del espectro o configuración de los diferentes atributos sensoriales.

Perfil de sabor. Los tratamientos revelaron diferencias notables con respecto al estándar en especial el CMC 27FG. La Figura 3 esquematiza estas diferencias.

Los catadores coincidieron en afirmar que los tratamientos CMC 28 FG y CMC 29FG presentaron las mismas características referidas al perfil de sabor, ambos tenían un sabor a maracuyá y ácido ligeramente menor al estándar. Para el resto de los componentes evaluados, estos tratamientos no mostraron diferencia alguna con el estándar. Esto es consecuencia de dos factores evaluados en los análisis fisicoquímicos, el primero de ellos es; el índice de madurez de la pulpa de maracuyá utilizada en el proceso era bastante bajo, lo que indica que la presencia de los compuestos volátiles responsables del sabor y el aroma del producto no alcanzaron su mayor concentración y segundo, la naturaleza más ácida del yogur permitió acentuar mejor el sabor a fruta en el estándar.

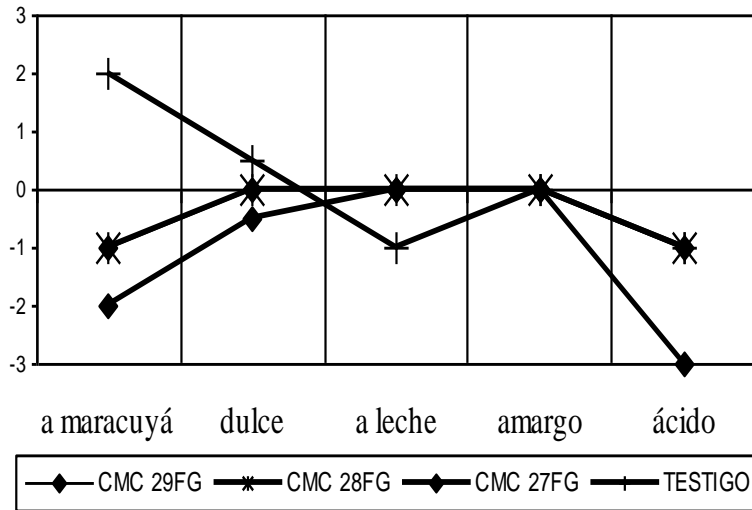


Figura 3. Comparación de perfil de sabor

Como se puede observar el testigo fue muy diferente al yogur de referencia. En ninguno de los tratamientos se evidenció sabor amargo en las bebidas incluyendo al testigo.

Perfil de apariencia. En la Figura 4 se destaca el comportamiento del tratamiento CMC 28FG que manifestó ser igual al estándar en cada uno de los componentes del perfil de apariencia. Lo que coincide con lo establecido en el análisis de la variable viscosidad. El

CMC 28 FG logra niveles de viscosidad agradable, permitiendo una fácil ingestión de la bebida sin producir un esfuerzo adicional.

Ningún tratamiento resultó ser granuloso o pegajoso; el uso de carboximetilcelulosa aun en concentraciones diferentes permitió alcanzar un buen nivel de uniformidad, no se presentó problemas de filantosis en ningún caso.

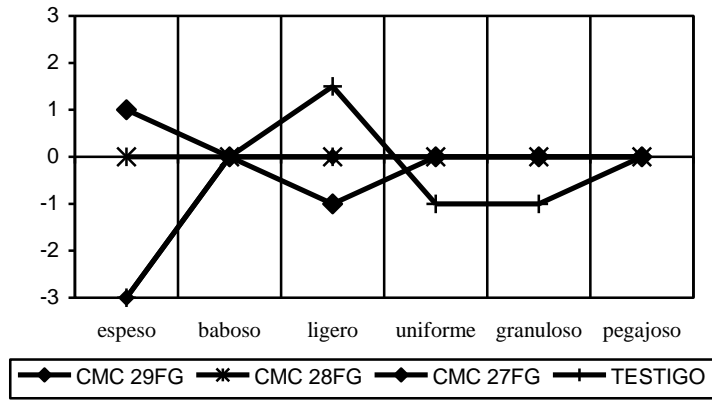


Figura 4. Perfil de apariencia.

Perfil de color. Según la evaluación de los jueces semientrenados que ejecutaron esta prueba, para el perfil de color no se presentó diferencia alguna entre el tratamiento CMC 28FG y el estándar.

color de la referencia y el perfil del testigo y los tratamientos CMC 29 y 27FG. La diferencia se reflejó en la intensidad del tono blanco en las bebidas que en todos los casos fue menor al estándar en niveles distintos.

En la Figura 5 se ilustra claramente las diferencias visibles entre el perfil de

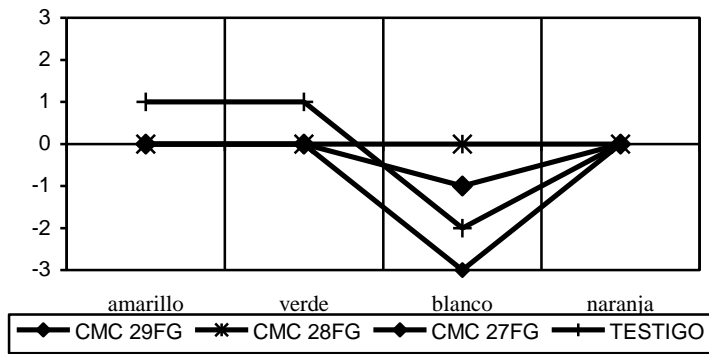


Figura 5. Perfil de color.

Perfil de olor. Las frecuencias calculadas para cada tratamiento permiten diseñar el perfil de olor de las bebidas, en la Figura 6 se identifican las similitudes o diferencias que se presentaron en todos los casos.

Nuevamente se observa una igualdad entre el CMC 28FG y el estándar. Para el resto de los casos se presentó una ligera diferencia que ubica el sabor a ácido por debajo al percibido en la referencia.

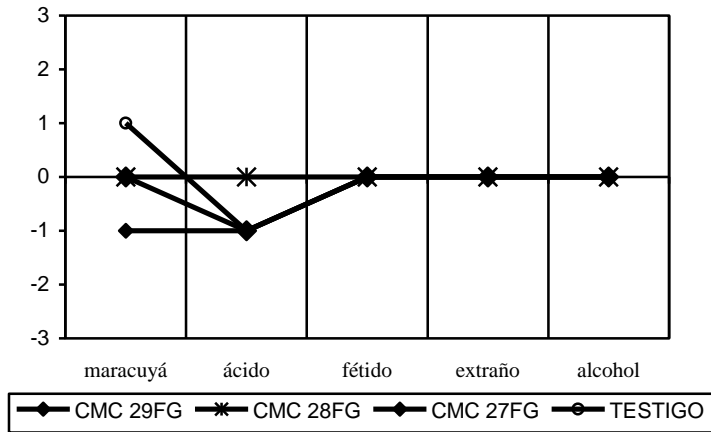


Figura 6. Perfil de olor.

Nivel de preferencia. La prueba de preferencia tiene una naturaleza afectiva, hecho que la convierte en una herramienta vital en el desarrollo de nuevos productos pues ayuda a prever la reacción del posible consumidor.

Los 33 catadores, probaron las tres bebidas, resultado de la aplicación de los tratamientos, y expresaron su preferencia, estos datos reportaron que el tratamiento CMC 28FG alcanzó el mayor nivel, mientras que el 24% de

los encuestados se refirieron al tratamiento CMC 29FG como el de su preferencia. Las características que presenta el tratamiento CMC 27FG no resultaron ser del agrado de la mayoría (Figura 7).

Quizás la similitud que alcanzó el perfil sensorial de la bebida elaborada con CMC 28FG con el estándar de este estudio, sea la razón que explica el impacto alcanzado en el gusto y la preferencia de los jueces.

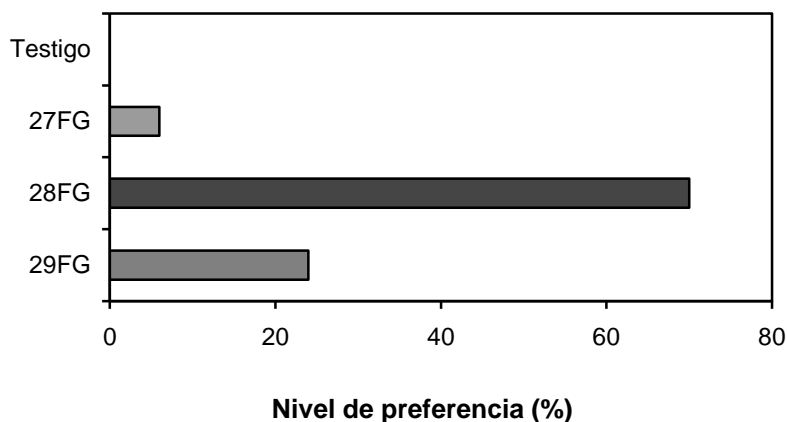


Figura 7. Nivel de preferencia establecido para cada tratamiento.

Calidad sensorial del tratamiento CMC 28FG.

La encuesta de satisfacción aplicada a 250 personas de diferente edad, sexo, y condición social, indicó que el 78,8 % mostró afectividad por la bebida, la gran mayoría atribuía su gusto al sabor que le confiere la pulpa de maracuyá, destacaban cualidades como homogeneidad en el color, sabor no hostigante, buen cuerpo entre otras. Por su parte la Figura 8 indica la distribución porcentual en una escala hedónica de siete puntos.

Aporte calórico. La cantidad de kilocalorías presentes en la bebida está directamente relacionada con la concentración de carbohidratos, grasas y proteínas. El análisis de varianza reveló diferencias estadísticamente significativas. (Tabla 4).

La comparación de medias entre tratamientos para esta variable establece que los tratamientos CMC 29FG y 28FG (Tabla 5) no presentan diferencias estadísticamente significativas, esto coincide con lo indicado en las prueba DMS, para las variables proteína, grasa, sólidos solubles y azúcares reductores, componentes son los principales aportadores de calorías a las bebidas. En los tratamientos CMC 29FG y 28FG se presentaron las mayores concentraciones de proteína y grasa, que determinan las diferencias en aporte energético para cada una de las bebidas.

En la Figura 9 se muestran las diferencias entre los tratamientos, también se comparan las Kcal/100g

aportadas por el suero, con las bebidas de cada tratamiento.

Los tratamientos CMC 28FG y CMC 29FG presentaron el mayor aporte en Kcal/100g, para los otros tratamientos analizados, el nivel energético fue similar. El tratamiento CMC 27FG se destacó por presentar el aporte calórico mas bajo entre los tratamientos. Los sueros, por su parte se caracterizaron por niveles alrededor de 70 a 80 Kcalorías /100g; esto puede debera a los bajos niveles de grasa y proteína que estos presentan.

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS EN EL TIEMPO

Esta evaluación se realizó en los 28 días posteriores al montaje de los

tratamientos. Periódicamente se supervisaban variables fisicoquímicas que se consideraron críticas para definir la estabilidad y calidad del producto en el tiempo.

Teóricamente se espera que durante un tiempo razonable, el producto logre mantener las características que lo definen, de modo que se pueda garantizar una calidad única al consumidor. No obstante en la mayoría de los procesos que incluyen una fermentación hay lugar a cambios metabólicos aún después del envasado, sin embargo hay que prever y controlar que estos cambios que se pueden dar, como un aumento en la acidez, o una variación en el cuerpo o apariencia del producto, no alcancen niveles que sean perceptibles por el consumidor.

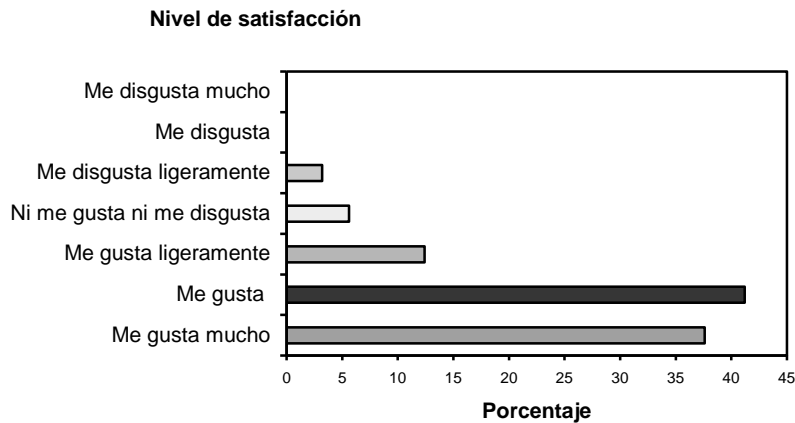


Figura 8. Nivel de satisfacción alcanzado por la bebida desarrollada a partir de la aplicación del tratamiento CMC 28FG.

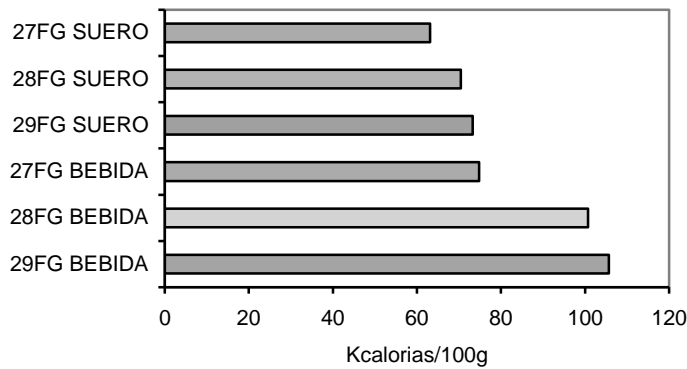


Figura 9. Aporte calórico.

Para garantizar este criterio en el estudio se aplicaron pruebas descriptivas de perfil a cada uno de los tratamientos en cinco fechas diferentes, con una frecuencia semanal.

A continuación se presenta y analizan los resultados obtenidos para las variables fisicoquímicas en el tiempo.

VARIABLES FISICOQUÍMICAS

pH. En la Figura 10 se muestra el comportamiento del pH en el tiempo para cada tratamiento incluyendo al testigo. Mediante un análisis de regresión lineal simple se establecieron las ecuaciones que mejor describe la relación pH vs tiempo para cada tratamiento, lo que puede corroborarse con coeficientes de correlación muy cercanos a la unidad.

A continuación se expresa la ecuación que se ajusta al

comportamiento del pH en el tiempo para una bebida elaborada a partir de lactosuero de queso fresco, saborizada con pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*) variedad púrpura, con adición de 0,1% de CMC 28FG .

En la ecuación se aprecia una pendiente decreciente que indica la caída del pH en la medida que avanza el tiempo, partiendo de un pH de 3,68 hasta bajar a 3,42. Estos niveles de pH se ajustan aun en el rango establecido para yogures tradicionales (3,2- 4,6) (Tamine y Robinson, 1991).

$$\text{pH} = 3,700365354 - 8,445121951 \times 10^{-3} T$$

Coefficiente de correlación: - 0,9445364962

Coefficiente crítico: 0,8937149114

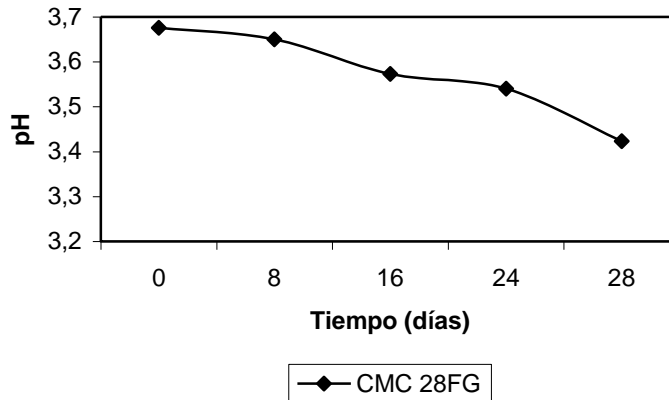


Figura 10. Comportamiento del pH en el tiempo de la bebida fermentada a partir de lactosuero de queso fresco tratada con CMC 28FG.

Acidez. El comportamiento que asume esta variable en el tiempo se presenta en forma inversa al anterior. La pendiente de la curva indica un aumento de la acidez en el tiempo, siendo el rango de crecimiento de la acidez superior a descenso del pH.

En la Figura 11 se ilustra el incremento de la acidez de 0,66% hasta 1,8% de ácido láctico. Los niveles de acidez establecidos para bebidas fermentadas, van desde 0,9%-1,2% para yogures naturales y batidos, 0,9%-1,6% para yogures saborizados con frutas ácidas, kumis y kefir (Kabus, 1980). A partir del día 24 se presentan porcentajes de ácido láctico superiores a los establecidos. Esto indica un término en la vida útil del producto. La gran mayoría de bebidas lácteas

fermentadas comerciales ofrecen sólo 20-25 días de período de vida útil, la fecha de vencimiento se otorga días antes de producirse cambios drásticos en las características bioquímicas de los productos. Este tiempo es vigente siempre y cuando se garanticen las condiciones adecuadas de proceso y almacenamiento, manteniendo la cadena de frío (4°C-6°C) y aplicación de buenas prácticas de manufactura.

La ecuación que describe el comportamiento de la acidez en el tiempo de este producto es:

$$\text{Acidez} = 0,5006158537 + 0,04336737805 T$$

Coefficiente de correlación: 0,9616969282

Coefficiente crítico: 0,9248609818.

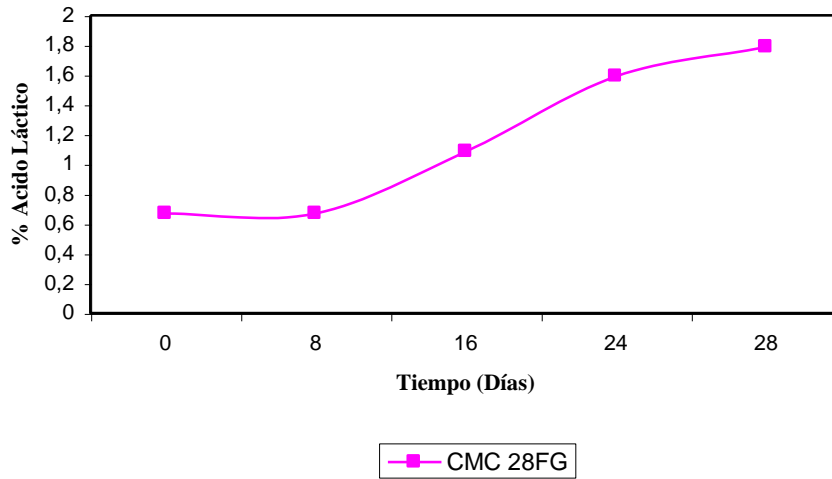


Figura 11. Comportamiento de la acidez en el tiempo de la bebida fermentada a partir de lactosuero de queso fresco tratada con CMC 28FG.

La acción de los microorganismos y las reacciones metabólicas que tienen lugar en el producto pueden ser la causa principal de los cambios fisicoquímicos y sensoriales. Los sólidos solubles corresponden en su mayor proporción al contenido en azúcares y estos a su vez constituyen el sustrato sobre el cual actúan los microorganismos para la producción de ácidos, sin embargo se pueden exponer otras posibles causas como la hidrólisis de los lípidos.

Sólidos solubles. El seguimiento a la bebida saborizada, fermentada y enriquecida, produjo datos que fueron analizados mediante regresión lineal

permitiendo establecer la ecuación que mejor describe el comportamiento del contenido de sólidos solubles en el tiempo.

$$S.S.= 13,98237805 - 0,02989329268 T$$

Coefficiente de correlación: - 0,9946675748

Coefficiente crítico: 0,983404579

En la medida que avanzó el tiempo de almacenamiento, la evaluación de la bebida reveló una disminución de los sólidos solubles, con una reducción alrededor de 1°Brix en 28 días (Figura 12).

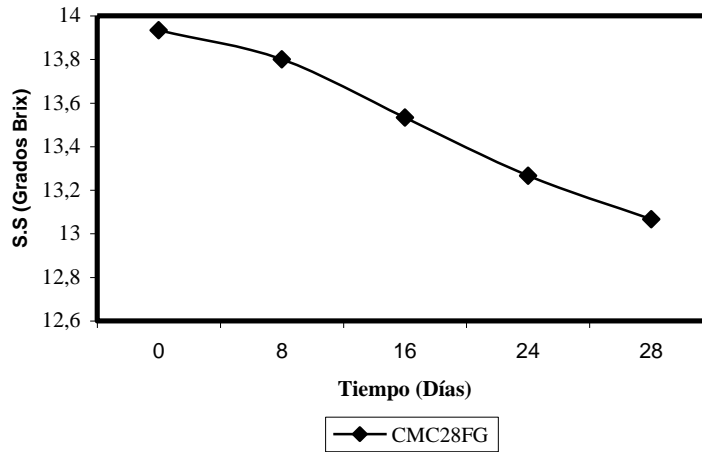


Figura 12. Comportamiento de los sólidos solubles en el tiempo para bebida fermentada a partir de lactosuero de queso fresco tratada con CMC 28FG.

Como se mencionó anteriormente, los sólidos solubles son en su mayoría azúcares fermentables, cuyo catabolismo genera la producción de otros compuestos orgánicos que en algunos casos, como el de la lactosa, tienen naturaleza ácida.

Viscosidad. Es importante mantener las características que tipifican un producto en el tiempo, y una de estas es la viscosidad. La apariencia es la primera percepción que tiene un consumidor de un producto; para este caso en particular se desea que la bebida fermentada que se está desarrollando, conserve las propiedades referidas al cuerpo y la textura que la hacen comparable con un yogur tradicional.

La bebida desarrollada a partir de lactosuero de queso fresco, saborizada con pulpa de maracuyá, fermentada y enriquecida con vitaminas A y D obtenida bajo la acción del estabilizante comercial CMC 28FG, manifestó el siguiente comportamiento: los datos muestran que en las dos primeras semanas de almacenamiento se presentó una disminución gradual alrededor de 35cP por semana, este es el resultado de un reajuste en la estructura como consecuencia de las variaciones de pH y muy posiblemente de los cambios en el equilibrio iónico del gel.

La viscosidad mostró menores grados de disminución en las semanas siguientes hasta alcanzar un nivel casi estable en las fechas cercanas al día 28.

La acción de microorganismos sobre las moléculas de proteína dá lugar a un debilitamiento de la estructura y en muchos casos generar fenómenos de histéresis. En la Figura 13 se explica el comportamiento en el tiempo de la viscosidad, para mayor interpretación se estableció por regresión lineal la ecuación que define la relación viscosidad vs. tiempo en la bebida desarrollada.

Viscosidad = 269,0243902 - 3,646341463 T

Coefficiente de correlación: -0,9879285262

Coefficiente crítico: 0,976002773

La temperatura de almacenamiento tiene efecto inverso sobre la viscosidad, y directo sobre la actividad enzimática, por lo que se podría considerar bajar un grado centígrado la temperatura de almacenamiento del producto y así reducir efectos biológicos y químicos que conducen a una variación de las características que definen el producto. Visto de otro modo, lo que se desea es garantizar una temperatura de refrigeración de 4°C continua.

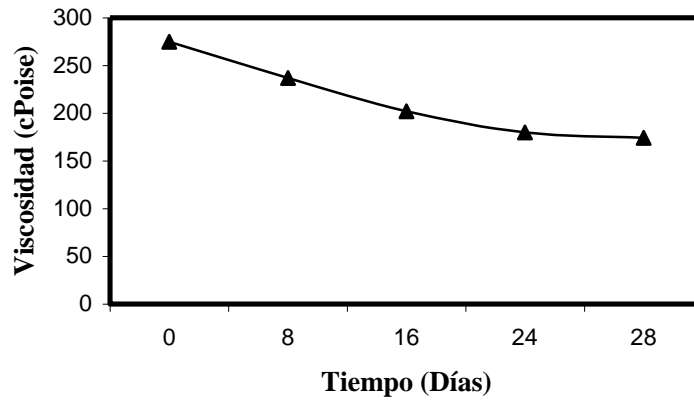


Figura 13. Comportamiento de la viscosidad en el tiempo para bebidas fermentadas a partir de lactosuero de queso fresco tratadas con CMC 28FG.

Cambios en el perfil sensorial de la bebida fermentada a partir de lactosuero de queso fresco tratadas con CMC 28FG en el tiempo. La evaluación de las características sensoriales de la bebida en el tiempo se realizó, aplicando el mismo test utilizado para definir el perfil sensorial de la bebida con respecto a un estándar. En la Figura 14 se evidencian los cambios organolépticos que tuvieron lugar en la medida que el tiempo de almacenamiento avanzó.

Inicialmente el perfil sensorial del producto, definía la bebida con un sabor a maracuyá y ácido ligeramente por debajo de lo establecido en el

estándar, no obstante con el paso de los días la percepción del sabor a ácido tendió a igualar al patrón. Para el día 24 el producto marcaba un sabor ácido ligeramente superior y una disminución poco notable en el sabor a dulce de la bebida, esto coincide con lo afirmado en el análisis fisicoquímico que describe una tendencia creciente de la variable acidez a niveles perceptibles y la disminución en el contenido de sólidos solubles (Figura 14).

Aún cuando los cambios sensoriales se evidenciaron como consecuencia de las variaciones químicas y físicas que se generan en la bebida, no pasaron de ser ligeramente diferentes del estándar.

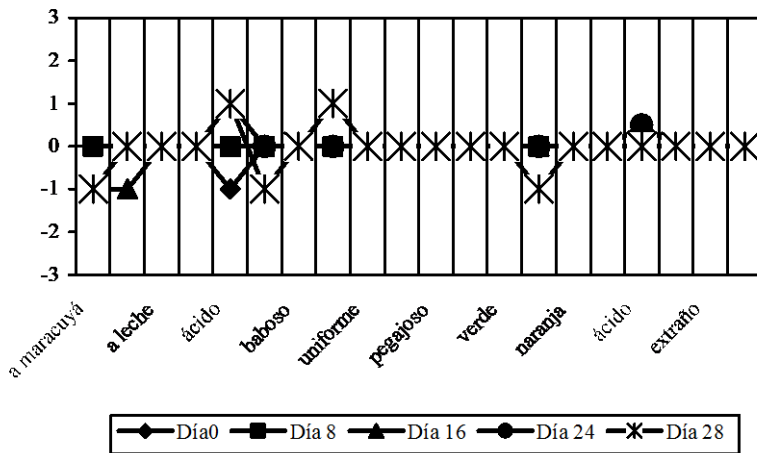


Figura 14. Comportamiento de los componentes del perfil sensorial en el tiempo para bebida fermentada a partir de lactosuero de queso fresco tratada con CMC 28 FG.

Una característica que se mantuvo en el tiempo y que es importante mencionar es la intensidad de sabor a maracuyá, que en la mayoría de los casos fue ligeramente inferior a la presentada por el estándar (Figura 14). Los compuestos volátiles responsables del aroma y el sabor de la fruta, lograron ser más intensos al combinarse con el sabor y aroma del ácido láctico y el diácetilo que se encuentran en mayor proporción en el yogur.

Durante las tres primeras semanas se mantuvo un perfil de apariencia de la bebida que no presentó diferencia con respecto al estándar (Figura 14). En el análisis fisicoquímico se registró un descenso en el nivel de viscosidad de la bebida, que aparentemente no fue detectado.

En la prueba realizada para el día 28 se destaca una diferencia ligeramente inferior en el componente espeso. Aún con el paso del tiempo no se detectaron casos en que se desarrollaran defectos por olores y sabores extraños, la bebida no presentó problemas por segregación de líquidos y como se esquematiza se mantuvo en el tiempo la uniformidad de la fase, en la bebida no se percibió granulosidad, pegajosidad o filantosis al tacto.

Un estudio reportado por Columina Aspuro A, 2000, indica que las características sensoriales evaluadas por catadores de una bebida preparada con maracuyá y microorganismos termófilos, obtuvo la calificación máxima en color, la percepción del aroma el sabor a fruta fue muy débil, la nota indicada para este aspecto fue un

poco más de la mitad del máximo puntaje (9), esto coincide con el caso presentado en este estudio, donde el perfil de sabor a maracuyá se mantuvo ligeramente inferior a la intensidad en el aroma desarrollado por el yogur, aunque los tipos de evaluación sensorial aplicados a estos dos estudios sean diferentes, los resultados son técnicamente comparables. Por ejemplo en la literatura reportada reporta un nivel de acidez muy cercano al esperado, en forma análoga este estudio indica una leve diferencia entre la acidez de la bebida y el estándar en las primeras fechas. Por otro lado si se observa el calificativo otorgado al cuerpo y la consistencia es posible notar que los jueces otorgaron un valor muy cercano al máximo, en el caso de la bebida CMC 28FG, la apariencia no mostró diferencia en ninguno de sus componentes antes de la tercera semana de almacenamiento.

CONCLUSIONES

La adición de CMC confirió estabilidad a las bebidas, no se presentaron uniformidad en el cuerpo. No se manifestó presencia de fenómenos como la sinéresis pues las bebidas se mantuvieron en una sola fase.

El tratamiento CMC 29FG alcanzó un porcentaje de rendimiento muy bajo, lo que lo hace económicamente no viable, aunque haya presentado gran similitud entre su perfil sensorial y el del estándar.

El tratamiento CMC 27FG se caracterizó por alcanzar rendimientos muy buenos, sin embargo las características fisicoquímicas y

sensoriales no eran las esperadas, mientras que el tratamiento CMC 28FG mostró el mejor comportamiento, presentando un perfil sensorial muy similar al estándar, una viscosidad intermedia que se encuentra dentro del rango establecido para las bebidas lácteas tradicionales y buenas características fisicoquímicas; el pH desarrollado fue el más bajo y esta característica es fundamental para la conservación del producto, el asentamiento del sabor y el aroma de la bebida.

De los 50 kg de suero de queso necesarios para la elaboración de la bebida CMC 28FG, se obtuvo un rendimiento del 32% (16 kg), que corresponden al gel (bebida), porcentaje que duplica el rendimiento obtenido en la mayoría de los procesos de quesería.

El tratamiento CMC 28FG alcanzó el mayor nivel de preferencia con un 70%, seguido por el tratamiento CMC 29FG. Las características que presenta el tratamiento CMC 27FG no resultaron ser del agrado de la mayoría.

La encuesta de satisfacción aplicada a 250 personas de diferente edad, sexo y condición social, indicó que el 78,8% mostró afectividad por la bebida, la gran mayoría atribuía su gusto al sabor que le confiere la pulpa de maracuyá, destacaban cualidades como homogeneidad en el color, sabor no hostigante, buen cuerpo entre otras.

Los tratamientos CMC 28FG y CMC 29FG presentaron el mayor aporte en Kcal/100 g. Mientras que para los otros casos analizados, el nivel energético fue similar, el tratamiento

27FG se destacó por presentar el nivel más bajo entre los tratamientos. Los sueros por su parte se caracterizaron por niveles alrededor de 70 a 80 kcalorías/100 g y esto es consecuencia clara de los bajos niveles que presentan en grasa y proteína.

La bebida desarrollada a partir de la aplicación del tratamiento CMC 28FG logró conservarse durante 24 días a 6°C, con algunas variaciones en el nivel de acidez y viscosidad que aparentemente no fueron percibidas por los jueces sólo hasta la cuarta semana.

Se propone 21 días como el término de la vida útil de la bebida, pues aunque no demostró ser desagradable en el día 28, los cambios en las características que definían la bebida en un principio eran notorios.

BIBLIOGRAFÍA

ABD-EL SALAM *et al.* Preparation of whey protein concentrated from salted whey and its use in yoghurt. *En: Journal of Dairy Research.* No 1001(1991); p 503-510.

AMIOT, Jean. Ciencia y tecnología de la leche: principios y aplicaciones. Zaragoza. España: Acribia, 1991. p.376-393

ANON, A. "Aminoacids profile of selected proteins". *En: Food Process* (1975); p. 20-26.

ANTIOQUIA SECRETARÍA DE AGRICULTURA. Anuario estadístico del sector agropecuario. Medellín: La Secretaria, 1998.

ANZALDÚA, Antonio. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la

práctica. Zaragoza. España: Acribia, 1994. p.79-90.

ARANGO, J y RESTREPO, A. Elaboración de una bebida refrescante a partir de suero lácteo y extractos cítricos. Medellín, 1994, 180 p. Trabajo de grado (Ingenieros de Alimentos). Corporación Universitaria La Sallista. Facultad de Alimentos.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 16ed. Washington: AOAC, 1990. 1360 p.

BADUI DERGAL, Salvador. Química de alimentos. 3ed. México: Alambra Mexicana, 1999. 648 p.

BERNAL DE RAMIREZ, Inés. Análisis de alimentos. Bogotá: Guadalupe, 1993 -1994. p.104-107. (Colección Julio Carrizosa Valenzuela; No. 2).

CAMACHO, Guillermo. Conservación y procesado mínimo de frutas y hortalizas. *En: CURSO INTERNACIONAL SOBRE CONSERVACIÓN Y PROCESADO MÍNIMO DE FRUTAS Y HORTALIZAS.* (1997: Bogotá). Memorias del Curso Internacional sobre Conservación y Procesado Mínimo de Frutas y Hortalizas. Bogotá : El Curso. 1997.

CARRASQUILLA, A.V. y LÓPEZ, N.O.. Suero en polvo como fuente de sólidos no grasos en la elaboración de helados. Medellín. 1983, Trabajo de grado (Zootecnistas). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía.

CASADO CIMANO, Pedro. Guía para el análisis químico de la leche y los derivados lácteos. Madrid: Ediciones Ayala, 1992. 701p.

FENNEMA, Owen. Química de los alimentos. Zaragoza España: Acribia, 1985. 1095 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS and UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND. Vitamin enrichment of dried skim milk. Roma: FAO, 1976. 229p.

GLASS, L. and HEDRICK, T.I. Nutritional composition of sweet and acid tipe dry wheys major factor including aminoacids. *En: Journal of Dairy Science.* Vol. 77 (1994). p.185-189.

HAENDLE, L. La passiflora sa composition chimiqué et ses possibilites de transformation. *En : Fruit.* No. 20 (1965); p 65-72.

HUPPHREYS, C.L y PLUNKETT M. Yogur: review of its manufacture. Original no consultado: resumen. *En: Dairy Science. Abstracts.* Vol.31, No.10 (1969); p.607-622.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Kumis. *En: Normas Técnicas Colombianas.* No. 777 (1976).

_____. Productos lácteos: leche con sabores (leche saborizada). *En: Normas Técnicas Colombianas.* No. 1419 (1977).

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Yogur. *En: Normas Técnicas Colombianas.* No. 805 (1976).

JARAMILLO, M.; MEJÍA, L. y SEPÚLVEDA, J. La leche y su control. Medellín : Los Autores. 1999, 158 p. Trabajo de Investigación. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Ingeniería Agrícola.

_____; _____ y _____. Principios del procesamiento y control de la calidad de leches. Medellín : Los Autores, 1997, 133p. Trabajo de Investigación.

- Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Ingeniería Agrícola.
- JELLEN, P. and SCHIMIDT, T. Alkaline solubilization of heat precipitate cheese whey proteins. *En: Canadian Institute of Food Science and Technologic Journal* Vol.2, No.2. (1976); p. 61-65.
- JIMÉNEZ, L. A. y RESTREPO, L.F. Cultivo e industrialización del maracuyá. *En: SEMINARIO CULTIVO E INDUSTRIALIZACIÓN DEL MARACUYÁ.* (1969: Medellín). Memorias del Seminario Cultivo e Industrialización del Maracuyá. Medellín : El Seminario, 1969. 69 p.
- KABUS, M. Fabricación de productos lácteos. Zaragoza España: Acribia, 1980. p. 310-315.
- KNIPSCHILDT, M.E. Utilization of whey to avoid pollution and to recovery abalugle food products. *En: American Dairy Review.* Vol.39, No. 7 (Jul : 1977); p 52b – 52f.
- KRAUSE, M. V e MAHAN, L. K. Alimentos nutrição y dietòrerapia. s.l.: Roca, 1985. p.168- 198.
- LAURENS, Andrew. Natural gums edible purpuse. s.l. : Noyes Data Corporation, 1976. 340 p.
- LUQUET y SOTTIEZ, P Subproductos derivados de la elaboración de los quesos. Zaragoza España: Acribia, 1993. v-2. p.287-317.
- MILLER, Gail Lorenz. Use of Acid Reagent for determination of reducing sugar. *En: Analytical Chemistry.* Vol.31, No.3 (Mar.1956); p.426-428.
- MORALES, Nava. El suero de quesería en la industria alimentaria. *En: Alimentación: Equipos y Tecnología.* Vol. 28 (Ago.1992).
- PHILIP, E. N. et al. Fruit vegetable juice processing tecnology. 3ed. Connecticut: Avi Publishing, 1978. 1028p.
- POSATI, L.P and ORR, M.L. Composition of food dairy and age products agriculture. Washington: USDA, 1987. 158 p.
- SCOTT, R. Fabricación de Queso. 2ed. Zaragoza España: Acribia, 1991. p.313-319.
- SOTTIEZ, P. Subproductos derivados de la elaboración de los quesos. *En: LUQUET, Francois, M. Leche y productos lácteos: vaca, oveja, cabra.* Zaragoza, España: Acribia, 1993. v.2, p.287-317.
- SPREER, Edgar. Lactología industrial. Zaragoza España: Acribia, 1991. p.452-461.
- TAMINE, A. y ROBINSON, R. K. Yogur ciencia y tecnología. Zaragoza España: Acribia, 1991. p.22-34.
- TATEO, F y JULIA, M. A. El Zumo de maracuyá colombiana, características analíticas e indicaciones sobre la tecnología de obtención de concentrado. *En : Revista Agroquímica y Tecnológica de Alimentos.* (1972); p.45-60.
- URREA, J. y SÁNCHEZ A. Producción y comercialización de leche en el Departamento de Antioquia. Medellín: Secretaría de Agricultura de Antioquia, 1996. p. 325 -326
- WORLD HEALTH ORGANITATION. Handbook of human nutritional requeriments. Genova Switzerland: Word Health Organitation, 1965. 200p.
- ZALL, R. Trends in whey fractionation and utilization. . a global perspective. *En: Journal of Dairy Science.* Vol.67 (1984); p. 2.621-2.629.

Aprobado para su publicación: Octubre 2 de 2002.