

EVALUACIÓN SENSORIAL DE BEBIDAS PROBIÓTICAS FERMENTADAS A BASE DE LACTOSUERO

Sensory Evaluation of Probiotic Fermented Beverages Based on Whey

Mónica Sofía Molero-Méndez ¹, Carolina Flores-Rondón ², Merlis Leal-Ramírez ³ y Wilfredo José Briñez-Zambrano ⁴

¹Departamento de Física, Ciclo Básico, Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia. ²Unidad de Investigación de Tecnología de Alimentos (UDICTA), Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia. ³Unidad de Investigación de Tecnología de Alimentos (UDICTA), Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia. ⁴Unidad de Investigación de Tecnología de Alimentos (UDICTA), Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia. *Teléfono: 0414-6426638. E-mail: mmolero@fing.luz.edu.ve.

RESUMEN

El lactosuero es un subproducto que resulta de la elaboración del queso. Está compuesto por 5% de lactosa, 93% de agua, 0,85% de proteína, 0,53% de minerales, y 0,36% de grasa. Con la finalidad de disminuir la contaminación ambiental que es generada cuando el lactosuero es descartado a los afluentes, se han realizado numerosos esfuerzos para promover la utilización de este subproducto. Entre los productos de mayor aceptación debido a su grado de calidad alimenticia y agradable sabor, se encuentran las bebidas refrescantes y bebidas fermentadas. El objetivo principal de esta investigación fue realizar una evaluación sensorial a bebidas fermentadas a base de lactosuero, inoculadas con microorganismos probióticos. Cuatro tratamientos fueron desarrollados utilizando combinaciones de dos estabilizantes, Carboximetil celulosa (CMC) y gelatina (GSS) y dos cultivos iniciadores *Lactobacillus acidophilus* y cultivo mixto con fermentos del yogurt mas *Lactobacillus acidophilus*. Para éstos se diseñó una evaluación sensorial en tres fases. En una primera fase se realizó una prueba de aceptabilidad a un panel no entrenado de 30 personas para escoger la esencia de frutas que mejor se adaptara a la bebida. En segundo lugar se realizó una prueba de preferencia con tres concentraciones de azúcar, aplicada a un panel de 30 personas. En una tercera fase se evaluaron olor, sabor, aceptación general y consistencia de los cuatro tratamientos, empleando una prueba de medición del grado de satisfacción con escala hedónica de cinco puntos a un panel no entrenado de 100 personas. La esencia de fruta mayormente aceptada por los panelistas fue la de coco. La concentración de azúcar preferida por los panelistas fue 6%. Los tratamientos mejor evaluados en cuanto a consistencia y aceptación general fueron aquellos que tenían CMC como estabilizante. La bebida mejor evaluada en referencia al sabor fue aquella que contenía CMC y *L. acidophilus*. Las cuatro bebidas fueron igualmente calificadas en relación al olor.

Palabras clave: Lactosuero; bebida fermentada; probiótico; características organolépticas.

ABSTRACT

Whey is a by-product resulting from cheesemaking. It consists of 5% lactose, 93% water, 0.85% protein, 0.53% minerals, and 0.36% fat. In order to reduce environmental pollution that is generated when the whey is discarded to the tributaries, there have been numerous efforts to promote the use of this product. Among the products most widely accepted due to its degree of food quality and palatability, there are soft drinks and fermented beverages. The main objective of this research was to conduct a sensory evaluation of fermented whey-based drinks, inoculated with probiotic microorganisms. Four treatments were developed using combinations of two stabilizers, carboxymethyl cellulose (CMC) and gelatin (GSS) and two starter cultures *Lactobacillus acidophilus* and a mixed culture with *Lactobacillus acidophilus* and yogurt microorganisms. For these, a sensory evaluation in three phases was designed. In a first phase test acceptance-rejection was applied to an untrained 30 people in order to select the essence of fruits that best suited to drinks. In second place, preference test was performed with three concentrations of sugar, applied to 30 people panel. In a third phase smell, taste, overall acceptance and consistency of the four treatments were evaluated using an acceptance degree test with 5-point hedonic scale to an untrained panel of 100 people. Fruit essence largely accepted by the panelists was the coconut. The preferred concentration of sugar by the panelists was 6%. Better treatments evaluated for consistency and general acceptance were those who had CMC as a stabilizer. The best drink evaluated in reference to the taste was that containing CMC and *L. acidophilus*. The four drinks were equally qualified in relation to the smell.

Key words: Whey; fermented beverage; probiotic; organoleptic characteristics.

INTRODUCCIÓN

El lactosuero LS es un subproducto que resulta de la elaboración del queso[6]. Está compuesto por 5% de lactosa, 93% de agua, 0,85% de proteína, 0,53% de minerales, y 0,36% de grasa[9]. Las proteínas del lactosuero tienen un valor biológico superior a las proteínas del huevo, soya (*Glycine max*) y caseínas de la leche debido principalmente a su larga cadena de aminoácidos[2].

Con objeto de disminuir la contaminación ambiental que es generada cuando el lactosuero es descartado a los afluentes, se han realizado numerosos esfuerzos para promover la utilización de este subproducto. Entre los productos de mayor aceptación debido a sus bajos costos de producción, grado de calidad alimenticia y agradable sabor, se encuentran las bebidas refrescantes, bebidas fermentadas y alcohólicas, concentrados de proteínas, entre otros [3].

Los productos del lactosuero, mejoran la textura, realzan el sabor y color, emulsifican y estabilizan, mejoran las propiedades de flujo y muestran muchas otras propiedades funcionales que aumentan la calidad de los productos alimenticios[8]. El lactosuero desproteneizado o completo puede ser fermentado para producir una gama de bebidas. La principal ventaja ofrecida por el lactosuero como sustrato, es que tiene un gran valor nutritivo, rehidrata y posee características organolépticas importantes[5].

El marcado interés surgido en la actualidad, por parte de los consumidores, por alimentos de alto valor nutritivo, saludables y de poco aporte calórico, ha hecho posible el desarrollo de una gama de productos obtenidos a partir de algunas cepas de microorganismos intestinales, como las bacterias ácido lácticas (BAL), algunas de las cuales colonizan el tracto gastrointestinal TGI por su compatibilidad con este ambiente [5].

Por lo anteriormente expuesto, se ha diseñado una investigación con la finalidad de realizar una evaluación sensorial (ES) a bebidas probióticas fermentadas, formuladas a partir de lactosuero, con el objeto de determinar el nivel de agrado y aceptabilidad de consumidores potenciales, promoviendo el uso del lactosuero como un subproducto lácteo útil en la elaboración de alimentos de alta calidad organoléptica.

MATERIALES Y MÉTODOS

La ES fue realizada sobre distintas formulaciones de bebidas probióticas. Cuatro tratamientos fueron evaluados basándose en la aceptabilidad de los principales atributos sensoriales. Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

TRATAMIENTO 1: Bebida fermentada a base de lactosuero, Carboximetil celulosa (CMC) y cultivo de *L. acidophilus*.

TRATAMIENTO 2: Bebida fermentada a base de lactosuero, CMC y cultivo mixto de *L. acidophilus* y cultivo comercial para yogurt.

TRATAMIENTO 3: Bebida fermentada a base de lactosuero, gelatina sin sabor (GSS) y un cultivo de *L. acidophilus*.

TRATAMIENTO 4: Bebida fermentada a base de lactosuero, GSS y un cultivo mixto de *L. acidophilus* y cultivo comercial para yogurt.

Con el fin de mejorar la palatabilidad de las bebidas formuladas se realizaron previamente ES pilotos para la selección de la esencia y grado de dulzor.

SELECCIÓN DE LA ESENCIA

Se realizó una prueba de aceptabilidad con un panel no entrenado de 30 personas, con el objeto de seleccionar la esencia de fruta que fuera de mayor agrado por parte de los consumidores. Se empleó para la prueba una sola de las formulaciones ensayadas (Tratamiento 2). A partir de esta formulación fueron preparadas seis muestras, adicionando esencias comerciales de frutas diferentes (Azoaroma, Venezuela), con sus respectivos colorantes: fresa (*Fragaria*), mango (*Mangifera indica*), coco (*Cocos nucifera*), guayaba (*Psidium guajava*), guanábana (*Annona muricata*) y frutas tropicales. Estas esencias fueron adicionadas en la dosis de 0,2% para la esencia y 0,05% para el colorante de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

GRADO DE DULZOR

Para esta ES, se realizó una prueba de preferencia con un panel no entrenado de 30 personas. Con el objetivo de seleccionar el porcentaje de azúcar, se le indicó al panelistas ordenar las muestras en orden descendente de acuerdo a su preferencia, siendo "1" la de mayor preferencia y "3" la de menor preferencia. Se empleó para la prueba nuevamente el tratamiento 2, al cual se le adicionó la esencia que fue favorecida en la etapa previa. A partir de ésta, fueron elaboradas 3 muestras: la formulación con la esencia y 2% de azúcar, una segunda muestra con 4% de azúcar y una tercera muestra con 6% de azúcar.

EVALUACIÓN DE LAS BEBIDAS

A los cuatro tratamientos descritos anteriormente, se les adicionó la esencia de fruta y el porcentaje de azúcar que fueron favorecidos en las etapas previas. Se llevó a cabo una prueba de medición del grado de satisfacción con un panel no entrenado de 100 personas, empleándose una escala hedónica estructurada de cinco puntos (me gusta mucho, me gusta moderadamente, ni me gusta ni me disgusta, me disgusta moderadamente, me disgusta mucho). Se recogió la impresión de los jueces para cada una de los atributos evaluados: olor, sabor, apariencia y aceptación general. Las muestras se presentaron aleatoriamente a cada panelista, advirtiéndole que se trataba de una bebida láctea fermentada.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados sensoriales de la evaluación de la esencia y grado de dulzor fueron llevados a análisis de frecuencia para su interpretación empleando la herramienta estadística de Microsoft Excel.

Para la interpretación estadística de los resultados de la ES de las bebidas se aplicó un análisis de varianza no paramétrico de Friedman ($P \leq 0,05$), para los cuatro atributos sensoriales evaluados: aceptación general, olor, sabor y consistencia. Para su correcta interpretación la escala hedónica fue codificada siendo 1: me gusta mucho; 2: me gusta moderadamente; 3: ni me gusta ni me disgusta; 4: me disgusta moderadamente; 5: me disgusta mucho. Para los casos donde existieron diferencias significativas se aplicó la prueba de Comparación Múltiple Z. El paquete estadístico utilizado fue el PASW Statistics 18 [7].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Selección de la esencia

La FIG. 1 muestra el estudio de frecuencias realizado para evaluar el olor de las esencias de frutas. Se observa que la esencia de coco fue la más aceptada en referencia a este atributo con un 91% de aceptación. En segundo lugar estuvo la esencia de fresa con un 63% de aceptación. En tercer lugar estuvieron igualmente aceptadas las esencias de mango y frutas tropicales con un 59% de aceptación. En cuarto lugar la esencia de guanábana con un 53% de aceptación y por último la esencia de guayaba con un 34% de aceptación.

En la evaluación del sabor de las esencias de frutas (FIG. 2), la esencia de coco obtuvo mayor aceptación con un 78% de "me gusta". En segundo lugar estuvo la esencia de fresa con un 69% de aceptación. En tercer lugar estuvo la esencia de futas tropicales con un 53% de aceptación. Y en los últimos tres lugares quedaron las esencias de guanábana, mango y guayaba con bajos niveles de aceptación del 28; 19 y 16%, respectivamente.

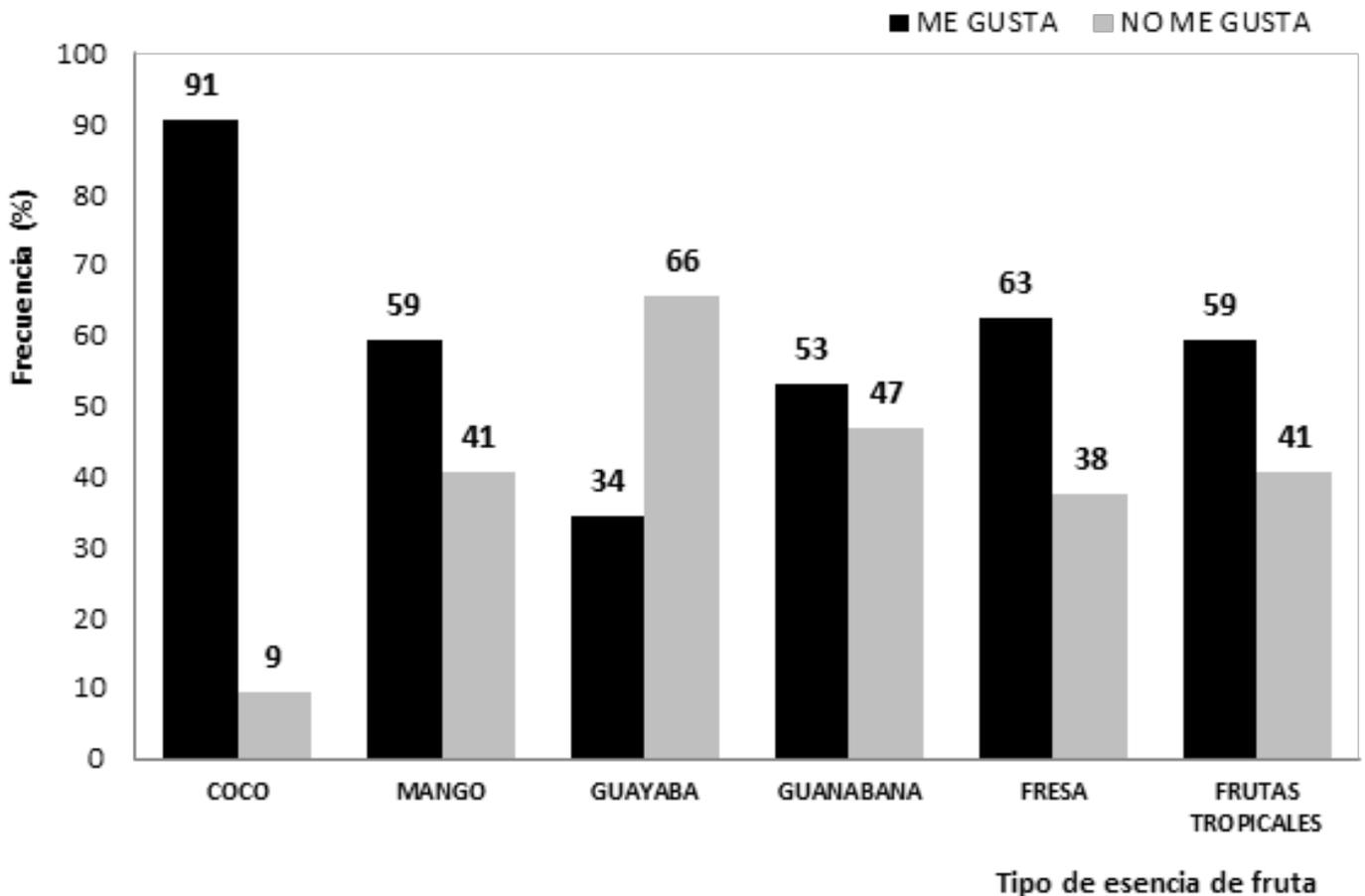


FIGURA 1. ANÁLISIS DE FRECUENCIA PARA OLOR DE LAS ESENCIAS DE FRUTAS

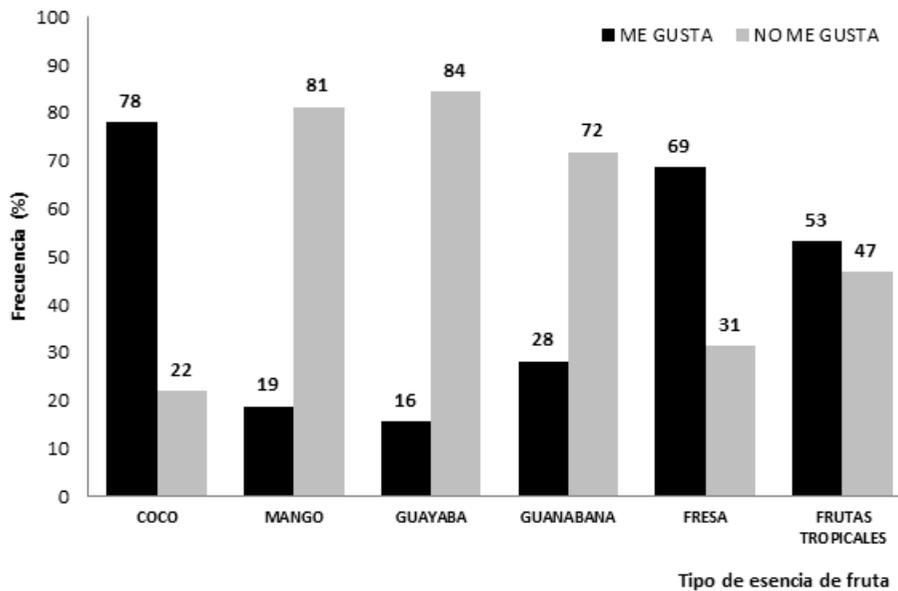


FIGURA 2. ANÁLISIS DE FRECUENCIA DEL SABOR DE LAS ESENCIAS DE FRUTAS

De acuerdo a los resultados de esta prueba ES, se seleccionó la esencia de coco como saborizante de las bebidas fermentadas.

Grado de dulzor

En la FIG. 3 se exponen los niveles de preferencia para tres porcentajes de azúcar adicionados con objeto de mejorar las características organolépticas (palatabilidad) de las bebidas fermentadas. Los resultados muestran en el primer lugar de preferencia, un 57% para la formulación con 6% de azúcar, 18%

para la formulación con 4% de azúcar y 25% para la formulación con 2% de azúcar. Así mismo se evidencia que la más baja posición la obtuvo la formulación con 2% de azúcar, al observar que un 61% de los panelistas la ubicó como tercera opción dentro de las preferencias.

De acuerdo a estos resultados, la formulación mayormente preferida es con 6% de azúcar adicionado, dejando claro que ese porcentaje fue adicionado después de la fermentación y mejora las características sensoriales de las bebidas fermentadas.

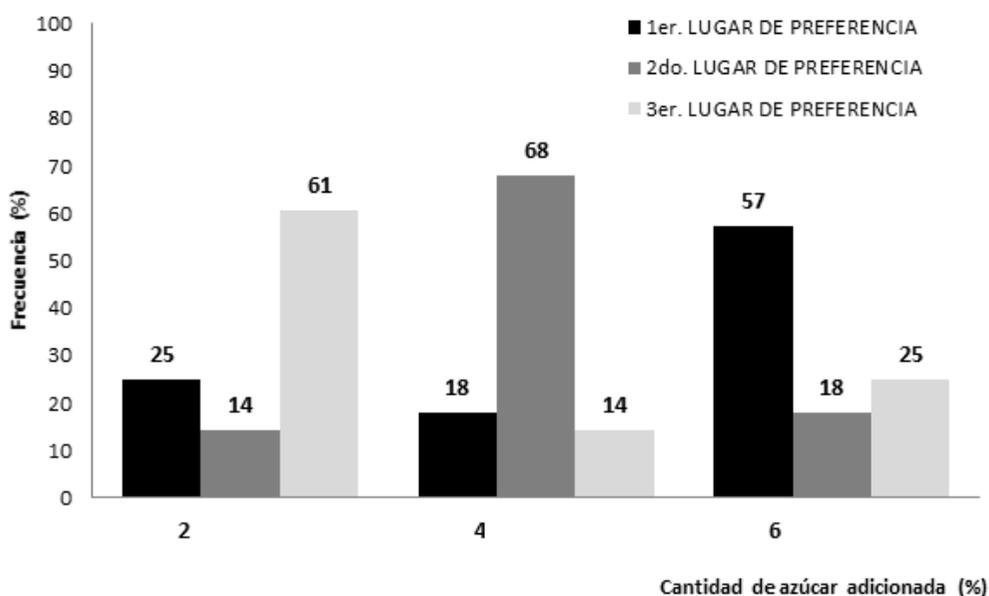


FIGURA 3. ANÁLISIS DE FRECUENCIAS DEL SABOR ASOCIADA A DIFERENTES PORCENTAJES DE AZÚCAR

Evaluación de las bebidas

La FIG. 4 muestra las diferencias entre la probabilidad de error

(Valor P) de la prueba Friedman versus el nivel de significancia de 5% ($\alpha=0,05$).

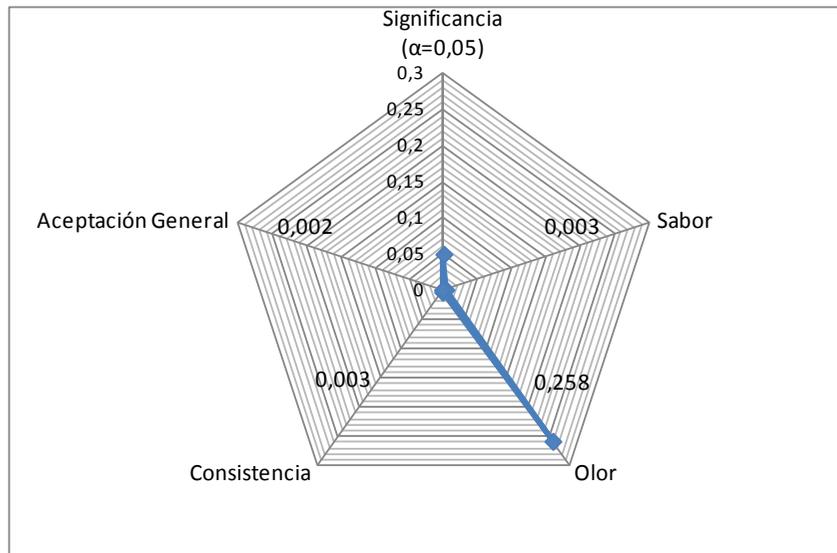


FIGURA 4. VALOR P POR ATRIBUTO SENSORIAL VERSUS SIGNIFICANCIA DE 5% (PRUEBA FRIEDMAN; $\alpha=0,05$)

En la FIG. 4 se puede apreciar como el valor P para los atributos aceptación general, sabor y consistencia obtenidos del ANOVA no paramétrico de Friedman, refleja que existen diferencias estadísticamente significativas entre los cuatro tratamientos. Sin embargo, para el atributo olor, el valor P evidenció que no existen diferencias significativas entre tratamientos.

atributos sensoriales evaluados. Se observa que para los atributos Consistencia y Aceptación General no hubo diferencias significativas en cuanto al nivel de agrado entre los tratamientos 1 y 2 y entre los tratamientos 3 y 4; resultando mejor evaluados los dos primeros de acuerdo al dato de rango promedio, observándose valores más bajo en estos casos, lo cual representa un mayor grado de aceptación por parte de los panelistas.

En la TABLA I se muestran los Rangos Promedio obtenidos de la prueba de medición del grado de satisfacción para los

**TABLA I
RANGOS PROMEDIO (FRIEDMAN) DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE BEBIDAS FERMENTADAS A BASE DE LACTOSUERO**

	Tratamiento 1*	Tratamiento 2*	Tratamiento 3*	Tratamiento 4*
Olor	2,38 ^a	2,51 ^a	2,49 ^a	2,67 ^a
Sabor	2,21 ^a	2,54 ^{ab}	2,40 ^{ab}	2,77 ^b
Consistencia	1,99 ^a	2,26 ^a	2,78 ^b	2,87 ^b
Aceptación General	2,01 ^a	2,22 ^a	2,94 ^b	2,84 ^b

*Diferentes letras en la misma fila indica diferencias significativas entre tratamientos ($P \leq 0,05$) para la prueba de comparaciones múltiples.

En referencia al olor, no hubo diferencias significativas entre tratamientos, indicando que las cuatro bebidas obtuvieron el mismo nivel de aceptación en referencia a este atributo, estando en la escala entre "me gusta moderadamente" y "ni me gusta ni me disgusta", de acuerdo con el rango promedio.

mixto de *L. acidophilus* y cultivo comercial para yogurt en el tratamiento 4), lo que podría ocasionar que éstos hayan afectado el nivel de agrado en referencia al sabor, evidenciándose una marcada aceptabilidad por tratamiento 1.

En cuanto al sabor, únicamente se encontraron diferencias significativas entre los tratamiento 1 y 4, esto podría deberse a que existen diferencias sustanciales en su formulación de las bebidas, basadas en el uso de diferentes estabilizantes y cultivos microbianos (CMC, *L. acidophilus* el tratamiento 1 y GSS, cultivo

Las proporciones obtenidas en cuanto a la evaluación del sabor se aprecian en la FIG. 5. De los cuatro tratamientos evaluados en referencia al nivel "me gusta mucho", el tratamiento 1 obtuvo primer lugar con 23%, los tratamientos 2 y 3 tuvieron 16 y 15%, respectivamente, y el tratamiento 4 obtuvo 7%.

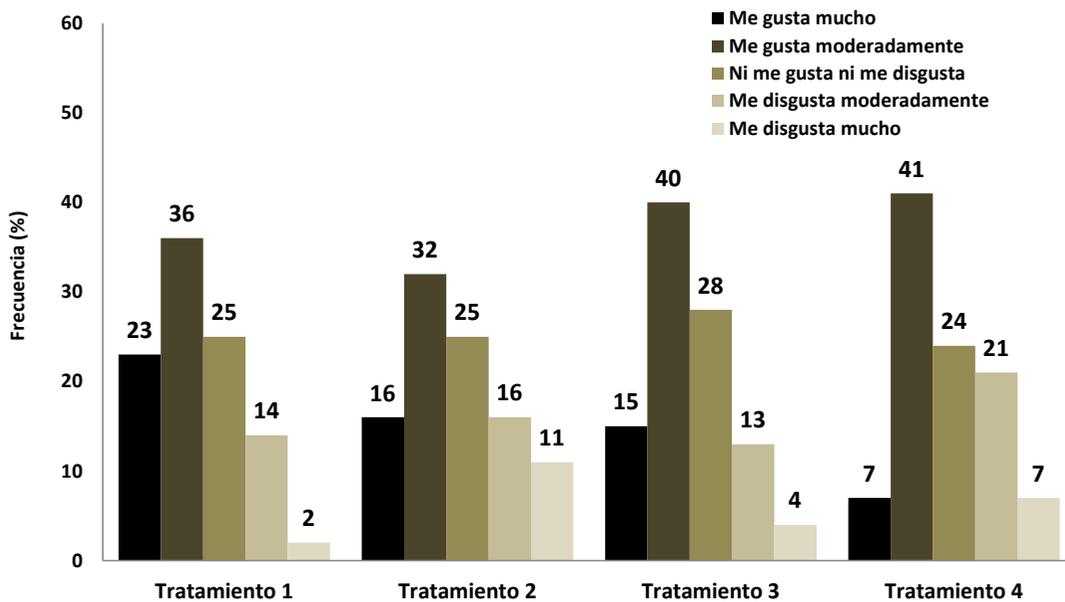


FIGURA 5. PROPORCIONES DE RESPUESTA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL REFERENTE AL SABOR DE LAS BEBIDAS FERMENTADAS

En el siguiente nivel de aceptación denominado “me gusta moderadamente”, los porcentajes obtenidos evidencian porcentajes muy similares para los cuatro tratamientos, siendo 36% para el tratamiento 1, 32% para el tratamiento 2, 40% para el tratamiento 3 y 41% para el tratamiento 4. Un efecto similar en las respuestas se observa en el siguiente nivel de aceptación “ni me gusta ni me disgusta”, y en los dos últimos niveles se aprecian porcentajes considerablemente menores.

En la FIG. 6 se observan las proporciones obtenidas en cuanto a la evaluación de la consistencia de los cuatro tratamientos evaluados. Los tratamientos 1 y 2 obtuvieron los más altos porcentajes para los dos primeros niveles de agrado.

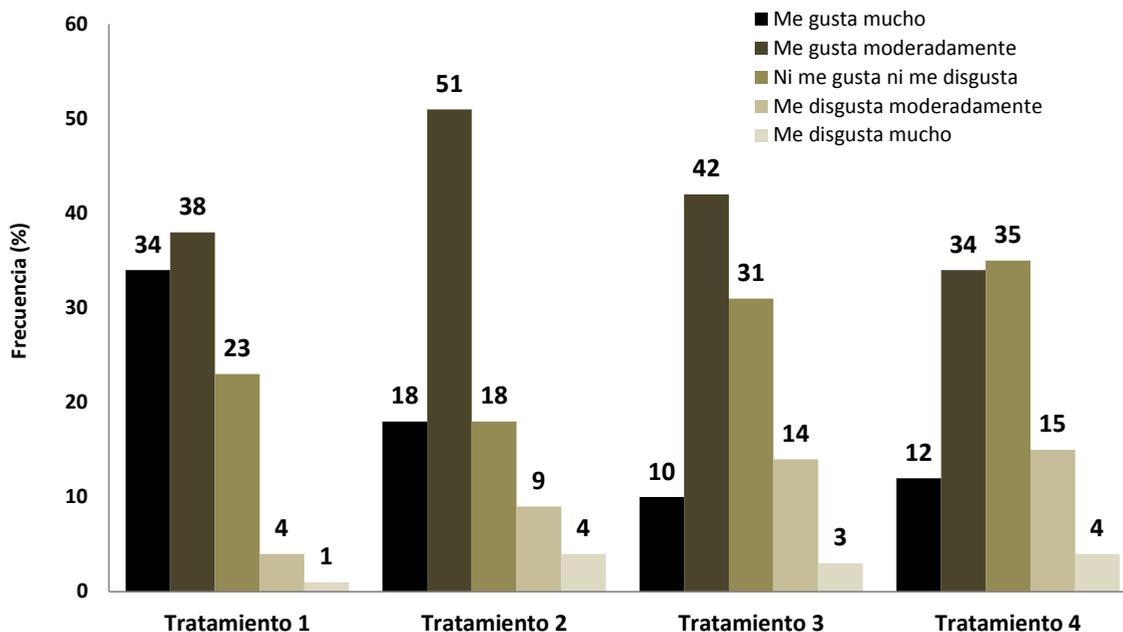


FIGURA 6. PROPORCIONES DE RESPUESTA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL REFERENTE A LA CONSISTENCIA DE LAS BEBIDAS FERMENTADAS

Para el tratamiento 1, un 72% de las respuestas se concentraron entre el nivel "me gusta mucho" (34%) y "me gusta moderadamente" (38%). Para el tratamiento 2, un 69% de las respuestas se ubicaron igualmente entre los dos primeros niveles, obteniendo 18% para el nivel "me gusta mucho" y un 51% para el nivel "me gusta moderadamente".

Los tratamientos 3 y 4 mostraron porcentajes más bajos para los primeros niveles de la escala hedónica en referencia al atributo consistencia, obteniendo 10 y 12% para el primer nivel de aceptación "me gusta mucho", y 42 y 34% para el segundo nivel "me gusta moderadamente".

Estos resultados están acordes con los obtenidos por el ANOVA de Friedman, en el cual los rangos promedio de los dos primeros tratamientos son inferiores a los obtenidos por los tratamientos 3 y 4. De acuerdo a estos resultados, los tratamientos 1 y 2 obtuvieron las mejores calificaciones en cuanto al atributo consistencia.

En la FIG. 7 se aprecian las proporciones obtenidas en cuanto a la evaluación de la aceptación general de los cuatro tratamientos evaluados. Se aprecia que los tratamientos 1 y 2 obtuvieron los más altos porcentajes entre los dos primeros niveles de aceptación. El tratamiento 1 obtuvo 30% para "me gusta mucho" y 48% para "me gusta moderadamente". De forma similar, el tratamiento 2 obtuvo 25% para "me gusta mucho" y 46% para "me gusta moderadamente". Los tratamientos 3 y 4 obtuvieron porcentajes más bajos para el primer nivel de la escala (9 y 6% para "me gusta mucho" respectivamente). Los porcentajes de estos dos tratamientos se concentraron en su mayoría entre los niveles "me gusta moderadamente" y "ni me gusta ni me disgusta", obteniendo 34 y 31%, respectivamente para el tratamiento 3; 46 y 32%, para el tratamiento 4.

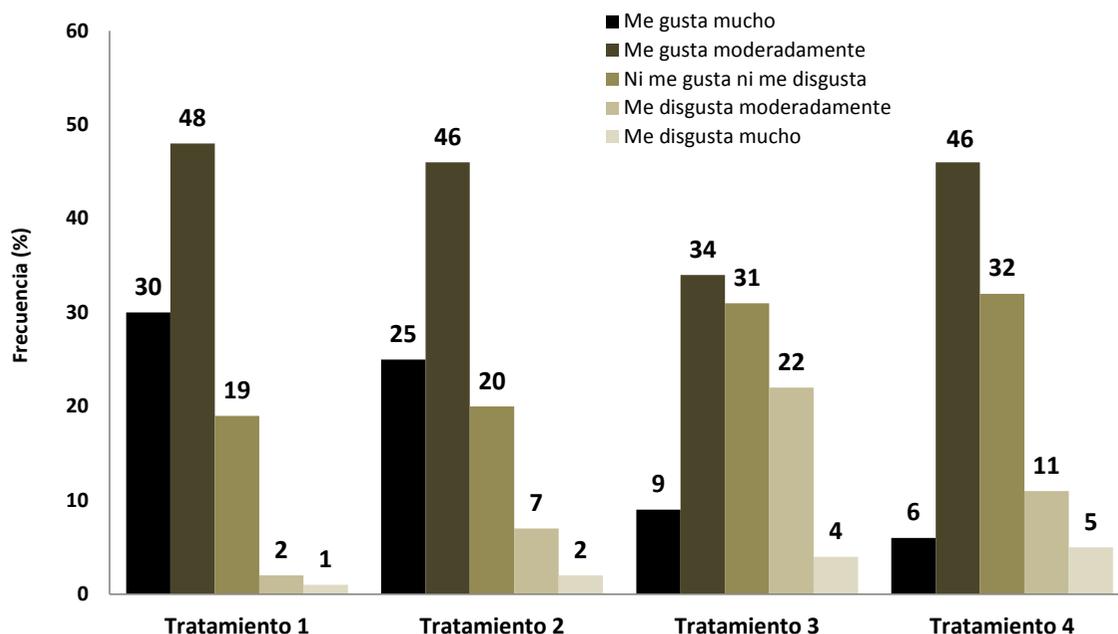


FIGURA 7. PROPORCIONES DE RESPUESTA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL REFERENTE A LA ACEPTACIÓN GENERAL DE LAS BEBIDAS FERMENTADAS

Lo anteriormente explicado concuerda con los datos obtenidos del ANOVA de Friedman, en el cual los dos primeros tratamientos obtuvieron los rangos promedio más bajos. De acuerdo a estos resultados, los tratamientos 1 y 2 fueron los que obtuvieron las mejores calificaciones en cuanto al atributo consistencia.

Los resultados de esta ES, concuerdan con los indicados por Martínez y col. [6], quienes evaluaron la calidad general de bebidas a base de lactosuero, empleando CMC como estabilizante, con cultivo para yogurt y *Lactococcus lactis sub. lactis* y pulpa de Maracuyá. Las bebidas obtuvieron excelente calificación, y fueron catalogadas como novedosas.

Resultados similares obtuvieron Linares y col. [4], quienes evaluaron sensorialmente el sabor de bebidas fermentadas a base de lactosuero, empleando (*L. bulgaricus*) y (*L. casei*), obteniendo una calificación de "me gusta".

Igualmente De Castro y col. [1] evaluaron la aceptación general de bebidas fermentadas a base de lactosuero, empleando (*L. acidophilus*) y (*S. thermophilus*). Las bebidas obtuvieron una calificación de "me gusta".

De forma similar, Londoño y col.[5] realizaron una evaluación sensorial de una bebida fermentada elaborada a partir de suero

de queso fresco, utilizando como inóculo (*L. casei*) y cultivo de yogur comercial de (*L. bulgaricus*) y (*S. thermophilus*). La bebida obtuvo una calificación de “me gusta”.

Los resultados obtenidos de esta evaluación sensorial, dejan clara evidencia de la aceptación por parte de los consumidores de bebidas probióticas fermentadas en las que se emplea el lactosuero como sustrato, siendo esto de gran aporte tanto para la comunidad científica como para la población, ya que el desarrollo de este tipo de alimentos es inédito en Venezuela, resaltando con esto el gran aporte de esta investigación.

CONCLUSIONES

Se evaluaron desde el punto de vista organoléptico cuatro bebidas fermentadas a base de lactosuero. La esencia de frutas mayormente aceptada por los consumidores fue la esencia de coco. La concentración de azúcar de más aceptación por parte de los panelistas fue 6%. No se encontraron diferencias significativas para los atributos aceptación general y consistencia entre los cuatro tratamientos evaluados. Las bebidas mejor evaluadas en referencia a los atributos aceptación general y consistencia fueron aquellas que tenían CMC como estabilizante. Las bebida mejor evaluada en referencia al sabor es la bebida que contiene CMC como estabilizante y *L. acidophilus* como cultivo iniciador. Las cuatro bebidas fueron igualmente calificadas en cuanto al atributo olor.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento a la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia, específicamente al laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Leche por permitir la realización de los ensayos pertinentes a esta investigación. También al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico CONDES por el apoyo y financiamiento parcial otorgado (proyecto CC-0640-13) en la consecución de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] DE CASTRO, F.; CUNHA, T.; BARRETO, P.; AMBONI, R.; PRUDENCIO, E. Effect of oligofructose incorporation on the properties of fermented probiotic lactic beverages. **Intern. J. Dairy Technol.** 62(1): 68-74. 2009.
- [2] KATSANOS, C.; KOBAYASHI, H.; SHEFFIELD-MOORE, M.; AARSLAND, A.; WOLFE, R. A high proportion of leucine is required for optimal stimulation of the rate of muscle protein synthesis by essential amino acids in the elderly. **Am. J. Physiol-Endocrinol. Metabol.** 291(2): 381-387.2006.
- [3] KOURKOUTAS, Y.; PSARIANOS, C.; KOUTINAS, A.; KANELLAKI, M.; BANAT, I.; MARCHANT, R. Continuous whey fermentation using kefir yeast immobilized on delignified cellulosic material. **J Agric. Food Chemistr.** 50(9): 2543-2547. 2002.
- [4] LINARES, G.; DÍAZ, L.; HARO, R.; PUELLES, J.; ARANA, L.; RETTO, P.; RICCE, C. Efecto de las diferentes proporciones de pulpa de frutas cítricas en la aceptabilidad sensorial de una bebida fermentada y proteica elaborada a partir de lactosuero residual. **Agroindustr. Sci.** 4(2): 65-73. 2015.
- [5] LONDOÑO, M.; SEPÚLVEDA J. HERNÁNDEZ A.; PARRA J. Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*. **BEVERAGE Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín.** 61(1): 4409-4421. 2008.
- [6] MARTÍNEZ A.; DE PAULA C.; SIMANCA M. Fermented milk drink from cheese whey with added passion fruit pulp. **Rev Tec. Univ. Zulia.** 3: 202-209. 2013.
- [7] NORUSIS, M. PASW Statistics 18 guide to data analysis. Prentice Hall Press. 2010.
- [8] PARRA-HUERTAS, R. Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. **Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín.** 62(1): 4967-4982. 2009.
- [9] SMITHERS, G. Whey and whey proteins—from ‘gutter-to-gold’. **Intern. Dairy J.** 18(7): 695-704. 2008.