



Universidad Nacional del Nordeste

Facultad de Ciencias Veterinarias

Corrientes- Argentina

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

-MÓDULO DE INTENSIFICACIÓN PRÁCTICA-

OPCIÓN: SALUD PÚBLICA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

TEMA: JUGOS FERMENTADOS UTILIZANDO SUERO DE YOGUR Y FRUTAS.

TUTOR INTERNO: M V Pino, Mariano

TUTOR EXTERNO: M. V. Obregón, Julia Beatriz.

RESIDENTE: Cantero, Ramona Victoria.

E-MAIL: victoria01123@outlook.com

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado especialmente para mis padres don Eduardo y doña Marina, quienes fueron los primeros que confiaron y me apoyaron para que siga esta maravillosa carrera.

A mis hermanas Dalma y Soledad que de alguna u otra manera siempre estuvieron presentes.

A mi gran amigo y compañero de vida, mi esposo Valdenir.

Y en especial a la luz de mi vida: mi hijo.

AGRADECIMIENTOS

- A la Cátedra de Tecnología de los Alimentos.
- A la Dra Gladis I. Rébak, profesora titular de la Cátedra.
- A todo el equipo docente.
- Y en especial a la MV Gladys Obregón por haberme confiado tan importante trabajo y ayudarme en cada etapa de su realización.

ÍNDICE

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	6
OBJETIVOS	19
MATERIALES Y MÉTODOS	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
CONCLUSIÓN	28
BIBLIOGRAFÍA	29

RESUMEN

El lactosuero es un líquido formado por parte de los componentes de la leche, que resulta de los procesos de elaboración de productos lácteos. Entre los productos que emergen con gran aceptación se encuentran las bebidas refrescantes que se obtienen a partir de la mezcla de suero con jugos y pulpa de frutas. En este trabajo determinamos pH, concentración de azúcares (en °Brix) y densidad a jugos de frutas de elaboración propia (sin conservantes ni colorantes) utilizando como materia prima suero de yogurt y frutas. Se realizaron 18 elaboraciones, agrupadas en G1: frutas cítricas (pomelo, naranja, mandarina) y G2 con frutas tropicales (guayaba, maracuyá, ananá y mango). Además, se realizó el análisis sensorial de dos bebidas elaboradas a partir de este suero (jugo de pomelo y jugo de maracuyá) con un panel no experto de degustación a través de una prueba hedónica de 9 puntos en la cual registraron su grado de aceptabilidad en aspectos de olor, color y sabor. También se dio lugar a la posibilidad de escribir algún comentario u opinión particular sobre las bebidas. Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente con Infostat® versión libre comparados por test de Tuckey con un nivel de significancia del 5%. Los valores promedios del análisis físico químico obtenidos antes del filtrado fueron: G1: pH 3,93; densidad 1048; °Brix 12,3; y del G2: pH 3,6; densidad 1038; °Brix 9,74. Los valores promedios obtenidos después del filtrado fueron: G1: pH 3,71; densidad 1050; °Brix 14,3; G2: pH 3,46; densidad 1043; °Brix 11. Comparativamente los datos registrados antes y después del filtrado tanto del G1 como del G2, sufrieron mínimas variaciones que no afectaron en las percepciones del producto final. Para la prueba hedónica se tomó una fruta de cada grupo y se realizaron jugos (jugo 1: pomelo y jugo 2: maracuyá). La valoración de los jugos fue buena, resultando el promedio general para el jugo 1: 7,23 ($\pm 0,84$) en hombres y 7,15 ($\pm 1,15$) en mujeres. En cuanto al jugo 2 resultó 6,56 ($\pm 1,36$) para hombres y 7,49 ($\pm 1,07$) en mujeres, habiendo diferencia significativa. El 56.6 y el 60% de los consumidores dieron valoraciones del 7 al 9 para jugo 1 y jugo 2 respectivamente. Ambas bebidas fueron evaluadas con buenos niveles de aceptación por parte de los consumidores participantes de la degustación.

INTRODUCCIÓN:

El Código Alimentario Argentino en el capítulo VIII define al producto que se obtiene luego de la separación de la fracción líquida de la leche denominada lactosuero: "Con la denominación de suero, suero de lechería o lactosuero, se entiende al líquido obtenido de la elaboración de quesos, ricota, manteca y/o caseína, que contiene componentes de alto valor nutricional propios de la leche" (C.A.A Artículo 582). Al ser un componente que conserva algunas propiedades nutricionales importantes, se ha buscado su utilización como fuente de otro tipo de alimentos o bebidas.

La definición de lactosuero establecida por el código se obtiene de la fabricación de queso. El lactosuero obtenido como subproducto de la elaboración de yogur tendría menos compuestos nutritivos ya que algunos de ellos permanecen en componente sólido, pero mantendría cierta cantidad de microorganismos útiles junto con restos de proteínas, glúcidos y lípidos. A pesar de esto, muchas veces el lactosuero es eliminado al ambiente sin ningún tratamiento térmico generando una importante fuente de contaminación por el alto contenido de materia orgánica con una alta DBO (demanda biológica de oxígeno).

Una de las alternativas para la utilización del lactosuero es la elaboración de productos de consumo humano como las bebidas refrescantes, fermentadas y alcohólicas ya que están entre los productos de más aceptación, por sus bajos costos de producción, alto valor nutricional, grado de calidad alimenticia y por su aceptable sabor, ya que estas bebidas usualmente son producto de la mezcla del lactosuero con el jugo de frutas cítricas, siendo compatibles con el sabor ácido del lactosuero (Parra, 2009). Las proteínas del lactosuero (a-lactoalbúmina y P-lactoglobulina) tienen la particularidad de ser proteínas solubles que representan el aproximadamente el 17% de las materias nitrogenadas de la leche (Alais, 1971).

Existen tres tipos distintos de lactosueros:

- lactosueros dulces procedentes de la fabricación de los quesos de pasta prensada, cocida o no cocida, y de los quesos de pasta blanda;
- los lactosueros ácidos procedentes de la elaboración de los quesos frescos y de las caseínas; (Figura 1)
- los microfiltrados de la leche.



Figura 1: Separación del queso del lactosuero. Fuente: alimentología.com

Las proteínas del lactosuero tienen a la vez excelentes propiedades funcionales y un gran valor nutritivo: su composición en aminoácidos esenciales (Cuadro 1), cubre todas las exigencias nutritivas del hombre. Por ello se consideran unas proteínas ideales para la dieta humana.

La concentración de proteínas del lactosuero por ultrafiltración es una práctica habitual en la industria lechera. Más del 80% de las membranas de ultrafiltración que se utilizan en la industria láctea en todo el mundo, se destina al tratamiento del lactosuero.

Cuadro 1. Composición en aminoácidos esenciales de las diferentes proteínas (en g 100 g⁻¹ de proteína). Fuente “Productos lácteos industriales” Mahat, 2011.

Aminoácidos esenciales	Proteínas del lactosuero	Albúmina de huevo	Caseínas	Proteínas totales de la leche de vaca	Proteína de soja
Isoleucina	6,55	6,45	5,80	6,10	5,15
Leucina	14	8,30	9,50	10	7,85
Lisina	10,90	7,05	7,60	7,90	6,20
Metionina	2,35	3,40	2,95	2,60	1,35
Cistina	3,15	2,25	0,40	1	1,35
Fenilalanina	4,05	5,80	5,40	4,80	5,10
Tirosina	4,80	4,05	5,70	5,20	3,40
Treonina	6,70	5,15	4	4,70	4,10
Triptófano	3,20	1,50	1,30	1,50	1,25
Valina	6,85	7,15	6,80	6,80	5,30

Para la industria alimentaria, el lactosuero constituye una fuente económica de proteínas que otorga múltiples propiedades en una amplia gama de alimentos. Los productos del lactosuero, incluyendo la lactosa, mejoran la textura, realzan el sabor y color, emulsifican y estabilizan, mejoran las propiedades funcionales que aumentan la calidad de los productos alimenticios (Parra, 2009).

Numerosas publicaciones mencionan las ventajas nutricionales del consumo de lactosuero. Entre ellos, Ewan H.A. y Zemel (Cuadro 2) hacen un listado de ventajas según el rango etario, sexo y actividad física de los consumidores destacando efectos beneficiosos para el desarrollo del sistema inmunológico, protección del aparato digestivo, aporte energético, de antioxidantes, y fortalecimiento de los huesos.

Cuadro 2. Ventajas de consumir lactosuero. Fuente: Ewan H.A. y Zemel (2003)

ETAPAS	VENTAJAS
Niños	Contribuye a un excelente desarrollo físico y mental, fortalece las defensas a enfermedades, estimula una microbiota saludable, protegiendo su aparato digestivo de lo agresivo de otros productos menos nutritivos.
Jóvenes	Brinda la energía natural que les permite cubrir su acelerado ritmo de vida, también les proporciona los nutrientes que les permite tener un excelente desarrollo intelectual.
Deportistas	Ayuda a preservar la elasticidad de los tejidos, promueve la producción de masa muscular de forma natural, gracias a sus antioxidantes, combate los radicales libres causados por el exceso de ejercicio y fortalece los huesos gracias a su contenido de calcio.
Mujeres	Mejora el rendimiento y da energía para realizar sus actividades, proporciona nutrientes indispensables para cubrir las necesidades del organismo durante el embarazo y aligera los trastornos hormonales ocasionados por la menopausia
Hombres	Incrementa la energía para responder a las necesidades que le exige su ritmo de vida, reduce el cansancio, la tensión y el estrés, además de proporcionar

	nutrientes de calidad que contrarrestan las deficiencias de su alimentación, promueve a través del selenio y el zinc una mejor vida sexual.
Personas Mayores	Mejoran la agudeza mental mientras que su contenido de calcio fortalece huesos y dientes, estimula el sentido del gusto y mejora la digestión, además incrementa la inmunidad contra enfermedades, reduce la fatiga y el estrés permitiéndoles disfrutar esta etapa de su vida.

Beneficios y propiedades del lactosuero:

El lactosuero es rico en proteínas de alto valor biológico, contiene dos principales proteínas (lactoalbúmina y lactoglobulina), satisfaciendo los requerimientos de los aminoácidos esenciales, destacando por su contenido en leucina un aminoácido muy eficaz para estimular el crecimiento en seres humanos. Los beneficios de las proteínas del lactosuero son: su fácil digestión, el organismo la absorbe mucho más rápido que cualquier otra proteína, aumenta la masa muscular, reduce la presión arterial, disminuye los niveles de colesterol, saciar el apetito, contribuye a la pérdida de peso y cuida la flora intestinal (Echeverri, 2017).

Además, contiene concentraciones de vitaminas y minerales con propiedades y beneficios a la salud humana. Las vitaminas del tipo B (B1, B6 y B12) las cuales son muy consumidas en el mundo del deporte, que son esenciales para un correcto desarrollo y funcionamiento del organismo, también ayuda a sintetizar los carbohidratos para convertirlos después en energía y ayuda en la creación de células nuevas. Además, contiene vitaminas A, C, D y E, que ayudan a fortalecer el sistema inmunitario para evitar enfermedades como el resfriado, al desarrollo celular, a mantener la salud de la piel, a cuidar la salud de dientes y huesos (Toro, 2018). Comprende una gran fuente de minerales como el fósforo, calcio, manganeso, hierro, zinc, cobre, potasio, sodio y magnesio, los cuales son esenciales para que nuestro organismo funcione adecuadamente: el fósforo favorece la concentración y refuerza la memoria y el sistema nervioso; el hierro, zinc y cobre, además de favorecer una buena digestión, actúan juntos como antioxidantes; el calcio ayuda a reforzar huesos y dientes, pero también interviene en los procesos de coagulación de la sangre y favorece el correcto funcionamiento de músculos y nervios; el magnesio ayuda a asimilar mejor el calcio y contribuye al correcto funcionamiento del músculo cardíaco (Toro, 2018).

El lactosuero es un subproducto que se obtiene por la separación de la fracción líquida de la materia seca, en la elaboración de productos como el queso o yogurt (Figura 2).



Figura 2: Separación del lactosuero del yogurt. Fuente: mundolácteo.es

En la elaboración de yogurt se realizan cultivos con bacterias proto-simbióticas cuya fermentación contribuye a la determinación de las características propias del producto terminado. Entre las bacterias utilizadas en forma de starters destacan *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*. La filtración del yogurt natural genera un producto más consistente que es el yogurt estilo griego, de sabor más ácido, utilizado para consumo directo o distintas preparaciones culinarias.

El yogurt concentrado estilo griego es una variedad común en el Medio Oriente que se ha difundido en los países de Europa, y que goza de popularidad en los EEUU, México, y otros países latinoamericanos (Miranda-Miranda *etal*, 2016).

Origen del yogurt griego.

La elaboración del yogurt griego se remonta a Oriente Medio, donde los nómadas ya elaboraban yogurt tradicional en recipientes de piel de animal. Después de la producción, el yogurt se dejaba en estos recipientes y el suero de yogurt era absorbido por el recipiente (piel) y evaporado (temperatura del desierto). El producto final tuvo una mejor conservación, debido a la mejor concentración de ácido láctico (Tamime y Robinson, 2007).

Aunque lleve el nombre de griego, este tipo de yogurt no es exactamente originario de Grecia ni con receta griega y la denominación más correcta debería ser

yogur estilo griego. Se estima que su origen se puede situar en el área de los Balcanes y en el tiempo podría remontarse al 5000 a. de C.

En Grecia se denomina straggisto, que significa yogur filtrado, o strained yogurt, como es conocido en gran parte del mundo. Cuando este tipo de yogur se extendió por Estados Unidos decidieron añadir en su nombre la palabra “greek” para hacerlo más atractivo para los consumidores que querían probar un alimento extranjero. De esta forma el yogur filtrado se convirtió en yogur griego como nombre común y se popularizó y comercializó (Figura 3) así por productores de todo el mundo.



Figura 3: yogur griego comercial. Fuente: distribuidoracunia.com

El yogur griego tiene una amplia tradición de producción casera en las cocinas levantina, griega, turca y otras del Medio Oriente, de Asia central y del sur de Asia donde se usa a menudo para cocinar, ya que se cuaja con menos facilidad cuando se cocina. En Grecia hay múltiples recetas con este tipo de yogur que no sólo se utiliza en postres o preparaciones dulces sino en otros platos salados como complemento (Mundo lácteo, 2021).

Consumo;

El consumidor cada vez busca más productos de origen natural sin el agregado de aditivos, colorantes y conservantes que pueden dañar la salud. En los últimos años está creciendo el consumo de bebidas fermentadas, reflejo de esto es la incorporación en el mes de mayo del 2022 al CAA de una bebida fermentada llamada Kombucha Artículo 1084 bis: “Se entiende por Kombucha a la bebida fermentada analcohólica y gasificada, obtenida a través de la respiración aeróbica y fermentación anaeróbica de un mosto compuesto de infusión de *Camellia sinensis* L. y azúcares”.

Entre los alimentos considerados saludables, los consumidores argentinos valoran al yogur y, desde los '90 con la incorporación de probióticos como un beneficio agregado. Un panel de especialistas internacionales convocados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) se reunieron en 2001 en Córdoba con el objetivo discutir la evidencia científica que había en ese momento sobre ciertos microorganismos y su efecto en la salud. Es así que nació la definición de probióticos, que fue adoptada progresivamente por investigadores, la industria de alimentos y los entes regulatorios como el ANMAT en la Argentina o la ANVISA en Brasil. Los probióticos fueron entonces definidos como “microorganismos vivos que cuando son administrados en cantidades adecuadas ejercen un efecto benéfico sobre la salud”. En Argentina, el Instituto Nacional de Alimentos (INAL), dependiente del ANMAT, la incorporó en el Código Alimentario Argentino en 2011. Los microorganismos más comúnmente empleados como probióticos son bacterias como *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus reuteri*, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium bifidum*, bacterias esponjantes como *Bacillus clausii* o *B. coagulans*, o levaduras de la especie *Saccharomyces boulardii*. Estos microorganismos pueden encontrarse en forma de cultivos deshidratados en suplementos alimenticios, o en ciertos alimentos. En Argentina los encontramos mayoritariamente en yogures o, en sentido más amplio, en las leches fermentadas. Si bien el mercado de alimentos probióticos está fuertemente representado por los productos lácteos, yogures en particular, la industria alimentaria internacional ha desarrollado otros alimentos con probióticos, como quesos, jugos de frutas, smoothies o bebidas basadas en suero de queso, o alimentos en base a cereales como la avena (Ferrari *et al.*, 2020).

Bacterias ácido-lácticas:

Las bacterias ácido lácticas (BAL) son microorganismos que tienen diversas aplicaciones, siendo una de las principales la fermentación de alimentos como la leche, carne y vegetales para obtener productos como el yogur, quesos, encurtidos, embutidos, ensilados, etc. Asimismo, las BAL son de gran utilidad en la producción de otros productos como vinos y cervezas.

Las BAL, además de contribuir en la biopreservación de los alimentos, mejoran las características sensoriales como el sabor, olor, textura y aumentan su calidad nutritiva. Además, los probióticos son cultivos puros, o mezcla de cultivos de microorganismos vivos, que al ser consumidos por el hombre y los animales en cantidades adecuadas mejoran la salud. En ese sentido, la mayoría de los probióticos pertenecen a las BAL y son usadas por la industria alimentaria en la elaboración de productos fermentados y como complementos alimenticios con la finalidad de promover la salud; también en el área pecuaria son utilizados para mejorar la producción animal. (Ramirez-Ramirez *et al*, 2011).

Estructura de los nutrientes que utilizan los microorganismos en los procesos de fermentación:

Lactosa:

La lactosa es el único glúcido libre que existe en cantidades importantes en todas las leches, es también el componente más abundante, el más simple y el más constante en proporción. Suele encontrarse en concentraciones comprendidas entre 45-50 g por litro.

Químicamente la lactosa es un disacárido formado por un resto de D-glucosa y otro de D-galactosa unidos por un enlace glicosídico (Figura 4).

La lactosa aparece en dos formas isométricas: α y β lactosa que difieren en sus propiedades (rotación específica, punto de fusión, higroscopicidad y poder edulcorante fundamentalmente) (Ordoñez Pereda, 1998).

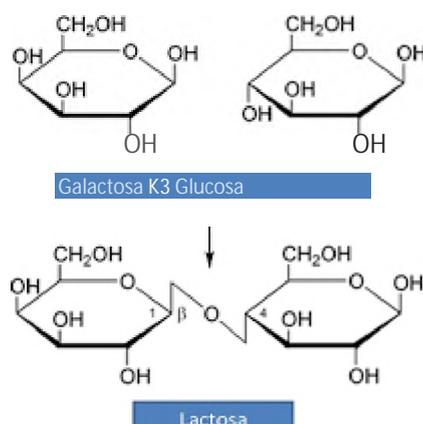


Figura 4. Estructura de la lactosa

Sacarosa:

Es el azúcar habitualmente utilizado como edulcorante en la alimentación. Se obtiene de caña de azúcar y remolacha. Está formada por glucosa y fructosa, unidas por un enlace doblemente glucosídico, ya que participa el carbono 1 de α -glucosa y el carbono 2 de β -fructosa (Figura 5). Ambos grupos, aldehído y cetona potenciales; están bloqueados y el disacárido no tiene la capacidad reductora.

La sacarosa es dextrógira, si se la somete a hidrólisis, resulta una mezcla equimolecular de glucosa y fructosa, en la cual predomina la acción levorrotatoria de fructosa sobre la dextrógira de glucosa.

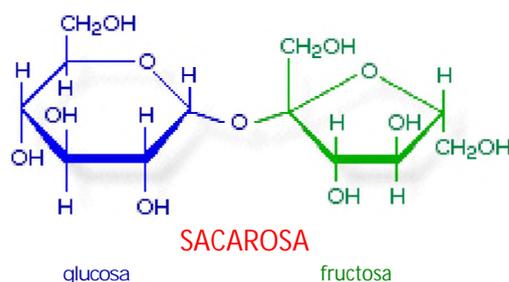


Figura 5. Sacarosa

Descripción de los microorganismos

Streptococcus thermophilus. Se trata de formas cocáceas de menos de 1 μ m de diámetro que forman cadenas. Son Gram positivos, homofermentadores, microaerófilos, producen L (+) lactato, acetaldehído y diacetilo a partir de la lactosa en la leche y algunas cepas producen exopolisacáridos. No crecen a 15°C pero la mayor parte de las cepas puede hacerlo a 50°C. Su temperatura óptima de crecimiento es 37° C. Requieren vitaminas del grupo **B** y algunos aminoácidos como estimulantes de su crecimiento.

Lactobacillus delbruekii subsp. *bulgaricus*. Esta bacteria es de forma bacilar, de 0,5-0,8 x 2-9 μ m; aparecen en forma de cadenas cortas o de forma individualizada. Produce **D** (+) lactato y acetaldehído a partir de la lactosa en la leche, a diferencia de las otras subespecies, *delbruekii* y *lactis*, que solo producen lactato. Algunas cepas producen exopolisacáridos. Crecen muy despacio por debajo de 10°C y la mayoría de las cepas pueden crecer a 50-55°C.

Aunque tiempo atrás se ensayaron diversas bacterias lácticas para la fabricación de yogur, pronto quedaron restringidas a dos: *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbruekii* subsp. *bulgaricus*. Estas dos bacterias crecen simbióticamente.

El resultado del crecimiento conjunto es que se acelera el metabolismo y se logra la misma concentración de ácido láctico y de otros metabolitos en un tiempo menor que si ambos crecieran por separado. De esta forma, el tiempo de incubación necesario para obtener yogur se reduce a unas 4 horas a 42° C. En la actualidad, este desarrollo simbiótico está bien documentado. *Lb. delbruekii* subsp. *bulgaricus* libera, a partir de las proteínas lácteas, diversos aminoácidos (entre ellos, valina, ácido glutámico, triptófano y metionina) y algunos péptidos que estimulan el crecimiento de *St. thermophilus*. A su vez, esta bacteria produce formiato durante el metabolismo de la lactosa y CO₂ a partir de la urea presente en la leche. Ambos metabolitos estimulan el desarrollo del lactobacilo. La generación del aroma del yogurt es igualmente más pronunciada en el cultivo mixto, siendo *Lb. delbruekii* subsp. *bulgaricus* la especie fundamentalmente implicada en la liberación de acetaldehído.

Los principales productos metabólicos de los microorganismos iniciadores son ácido láctico, compuesto del aroma (acetaldehído y diacetilo) y a veces exopolisacáridos. Cada cepa tiene una fisiología determinada, que la hará más o menos aromática, más productora de exopolisacáridos., etc. Por tanto, el industrial tiene la potestad de elegir qué iniciador es más conveniente para su yogurt, aunque parece ser que el consumidor prefiere los yogures elaborados con iniciadores más aromáticos sobre los que originan un producto más viscoso.

Lactobacillus

Lactobacillus acidophilus. Crece muy despacio en leche. Se trata de una bacteria originaria del intestino humano. Se ha utilizado en leche acidófila, leche acidófila dulce y en los productos denominados AB (junto a *Bifidobacterium spp.*) Las cepas utilizadas son de origen humano y teniendo en cuenta la finalidad terapéutica o profiláctica de su empleo, son cepas que deben sobrevivir al estómago y colonizar la parte distal del intestino delgado. Además, la concentración de viables en el producto terminado debe ser al menos, 1 millón por ml. De otra manera serían demasiado pocas las células que alcanzan el intestino y no manifestaron su efecto.

Lactobacillus casei. Se utiliza en algunas leches fermentadas con la misma finalidad que el anterior.

Fermentación

Son muchos los microorganismos que metabolizan la lactosa como sustrato y la utilizan, dando lugar a compuestos de menor masa molecular. Las fermentaciones que producen ácido láctico son las más importantes para la industria láctea, pero hay otras fermentaciones (propiónica y butírica) que tienen también una importancia considerable.

La fermentación láctica se produce por la acción de las bacterias lácticas homo y hetero fermentativas y conlleva la formación de ácido láctico.

La fermentación propiónica se lleva a cabo por la acción de las bacterias del género *Propionibacterium*, que fermentan el ácido láctico a ácido propiónico, ácido acético, CO² y agua.

La fermentación butírica se produce a partir de la lactosa o del ácido láctico con formación de ácido butírico y gas (Ordoñez Pereda, 1998).

Fermentación láctica

Las bacterias lácticas de los productos derivados de la leche (Lactococos, Lactobacillus, Leuconostoc y Bifidobacterias) pueden fermentar los carbohidratos mediante dos vías: la homo y la heterofermentativa.

A) Fermentación homoláctica

Lactococcus spp., *Lactobacillus delbruekii subsp. Bulgaricus*, *Lb. acidophilus* y *Streptococcus thermophilus* fermentan la lactosa homofermentativamente, aunque existe una diferencia. Algunas cepas de *Lb. Acidophilus* y los lactococos son capaces de metabolizar la galactosa y la glucosa a la vez, mientras que el resto de microorganismos solo metabolizan la glucosa. Las dos vías de degradación convergen en el mismo compuesto, el gliceraldehido 3-fosfato. Este compuesto puede oxidarse rindiendo 3- y 2- fosfoglicerato, y después fosfoenolpiruvato, que se transforma en piruvato merced a la acción de la enzima piruvato quinasa. Finalmente, el piruvato se transforma en lactato en una reacción catalizada por lactato deshidrogenasa y mediante la oxidación del NADH, que se transforma en NAD.

Lb. delbruekii subsp. bulgaricus, *Lb. Acidophilus* y *S. thermophilus* solo utilizan la vía de glucólisis. La lactosa entra en la célula mediante el sistema permeasa, por lo que se encuentra fosforilada. La P-D-galactosidasa divide la lactosa en galactosa y glucosa. Esta última se cataboliza hasta lactato y la galactosa se excreta de la célula. Cuando se ha utilizado toda la glucosa disponible, *St thermophilus* y *Lb. delbruekii subsp. acidophilus* pueden fermentar la galactosa por vía Leloir.

B) Fermentación heteroláctica

Con *Leuconostoc spp.* se producen mazada fermentada y otras leches fermentadas, además de algunos quesos de cuajada eminentemente láctica. Estas bacterias fermentan la lactosa y la glucosa por una vía heterofermentativa. Utiliza el sistema permeasa para introducir la lactosa en el interior de la célula y allí la desdobla en glucosa y galactosa mediante la P-D galactosidasa. La glucosa 6-fosfato se oxida a fosfogluconato, que después sufre una descarboxilación y la pentosa resultante escinde en un compuesto de 2 carbonos (acetil-fosfato) en otro de 3 (gliceraldehído 3-fosfato). Esta escisión está catalizada por una fosfoacetolasa que da nombre a la vía. El gliceraldehído 3-fosfato sigue el mismo destino que en la vía de la glucosa. El acetil fosfato es un compuesto rico en energía que puede convertirse en acetato o en acetil CoA, que a su vez puede reducirse y formar acetaldehído que, tras otra reducción, se transforma en etanol. En estas últimas transformaciones se liberan moléculas de NAD, que pueden reingresar en el metabolismo oxidando moléculas de glucosa. Otra posibilidad es que el acetil fosfato se transforme en acetato, aunque esto no es lo más habitual, ya que la célula necesita las moléculas de NAD generadas en las reducciones que rinden etanol. En resumen, los leuconostoc generan ácido láctico, CO₂ y etanol.

Las bifidobacterias son también heterofermentativas y catabolizan la glucosa rindiendo una mezcla de acetato y lactato en la proporción 3:2, respectivamente. En este caso no se libera CO₂ porque no se produce la descarboxilación como en el caso anterior, las bifidobacterias transforman la fructosa 6-fosfato en eritrosa 4-fosfato y acetil fosfato y este último puede transformarse en acetato con la formación de una molécula de ATP. Por otra parte, las moléculas de eritrosa 4-fosfato sufren una reordenación y se transforman en heptosa-fosfato y triosa-fosfato, que a su vez se transforman en acetil fosfato y gliceraldehído 3-fosfato que pueden, finalmente rendir acetato y lactato respectivamente, con la concomitante formación de ATP (Ordoñez Pereda, 1998).

Frutas regionales.

Se entiende como valor agregado, al producido por cada nuevo eslabón de la cadena agroalimentaria, desde el campo hasta la góndola, sobre el valor que el bien, en este caso la fruta o los productos de su transformación, poseía antes de la acción

específica de ese eslabón. Si el valor se agrega localmente los recursos generados circulan dentro del territorio, generando en las comunidades un efecto multiplicador de las inversiones y del consumo (Cuadro 3). El consumo de frutas en Argentina está por debajo de los niveles recomendados, habiendo mayores deficiencias en personas jóvenes, sin estudios, con menor actividad física y con bajos recursos económicos (Adrogué y Orlicki, 2019). Los valores más bajos de consumo se dan justamente en el Norte del país (Noreste y Noroeste).

Cuadro 3. Especies que forman la Colección de frutos no tradicionales de la EEA INTA Bella Vista. Características principales, procedencia, ubicación y valor alimenticio. Fuente: INTA 2007-

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	NOMBRE CIENTÍFICO	VALOR ALIMENTICIO
<i>Anacardiaceae</i>	Mango	India y Ceilán	<i>Mangifera indica</i> L.	Aporta 58 cal/100 g Minerales: Ca 15 mg/100 g, Fe 0.6 mg/100 g y P 22 mg/100 g. Vitaminas: Vit. A: 30 U.I., B1: 0.05 mg/100 g, B2:0.02 mg/100 g, B3: 0.7 mg/100 g y C: 5 mg/100 g.
<i>Myrtaceae</i>	Guayaba	Centro América	<i>Psidium guajava</i> L.	Aporta 50 Cal/100 g. Minerales: Na 3 mg/100 g, Ca20 mg/100 g, Fe 0.7 mg/100 g, P 35 mg/100 g, K 25 mg/100 g, Vitaminas: Vit. A: 280 U.I., B1: 0.03 mg/100 g, B2: 0.05 mg/100 g, B3: 1 mg/100 g, C: 75 mg/100 g..
<i>Passifloraceae</i>	Maracuyá	Brasil	<i>Passiflora edulis</i> Sims.	Aporta 68 kcal/100 gr Proteínas y lípidos: 2gr/100gr Hidratos de Carbono: 12 gr/ 100 gr Fibras: 1,1 gr/ 100 gr Vit: A,C Y complejo B(B1 y B5). Minerales:Ca 44,51 mg/100 gr; Na 53,24 mg/100 gr; Mg 24,52 mg/100 gr; K 178,4 mg/100 gr.
<i>Rutaceae</i>	Pomelo	Américas, Pacífico Sur	<i>Citrus paradisi</i>	Aporta 39 kcal Minerales: Na 2mg/100gr, K 198 mg/100g; Ca 17 mg/100gr; Mg 10 mg/100gr. Vitaminas: Vit A 80 UI, B1 0,04 mg, B2 0,02 mg, B6 0,02 mg; C 40 mg/100g
<i>Rutaceae</i>	Naranja	Sudeste de China	<i>Citrus sinensis</i>	Aporta 49 kcal Minerales: K 179 mg/100gr, Ca 40 mg/100g, Mg 10 mg/100g. Vit: A 230 UI, B1 0,087 mg, B2 0,040mg, Vitamina B3 0.27 mg, B5 0.250 mg, B6 0.063 mg, B9 39 mcg, B12 0.0 mcg
<i>Rutaceae</i>	Mandarina	Probablemente en Indochina y sur de China	<i>Citrus deliciosa Tenore</i>	Aporta 53 kcal Minerales: K 166mg/100gr, Ca 37 mg, Mg 12 mg. Vit: A 34 ug, B1 0.058 mg, B2 0.036 mg, B3 0.376 mg,

				B6 0.078 mg, B9 16pg, B12 0pg
<i>Bromeliáceas</i>	Ananá	Zona tropical de Brasil. Argentina y Paraguay	<i>Ananas comosus</i>	Aporta 50 kcal Minerales: K 109 mg/100g, Ca 10 mg/100g. Mg 12 mg/100g. Vit: A , B1 0,079mg, B2 0.032mg. B3 0.5mg. B5 0,213mg, B6 0,112mg. B9 18ug, C 47.8 mg

OBJETIVOS:

Generales:

- Elaborar jugo fermentado con frutas utilizando suero de yogur.
- Evaluar las características físico-químicas y el grado de aceptación del jugo elaborado.

Particulares:

- Diseñar un flujograma del proceso de elaboración del jugo según las condiciones del Laboratorio de Tecnología de los Alimentos.
- Analizar las características físicas (pH y densidad), y químicas (Concentración de azúcar) del jugo fermentado.
- Confeccionar planilla de evaluación y un panel de degustación.

Lugar y periodo de trabajo: La elaboración de las bebidas se llevó a cabo en el Laboratorio de Tecnología de los Alimentos en la Facultad de Ciencias Veterinaria (UNNE), ubicada en calle Sargento Cabral 2139 de la ciudad de Corrientes desde el mes de septiembre a diciembre de 2020.

2-MATERIALES Y MÉTODOS

Se obtuvo el lactosuero a partir del filtrado del yogurt natural para la elaboración de yogurt griego. Se realizó la elaboración de jugos fermentados en 18 oportunidades utilizando un total de 7 frutas, divididas en:

G1: jugo de frutas cítricas (pomelo, naranja, mandarina) y;

G2: pulpa de frutas tropicales (guayaba, maracuyá, ananá y mango).

2.I-Materias primas:

LACTOSUERO:

El lactosuero se obtuvo por un filtrado por pasaje a través de un lienzo. El producto resultante se dejó reposar durante 24 horas en la cámara de refrigeración, luego del cual se obtuvieron: yogurt estilo griego y suero lácteo. Este último fue empleado como materia prima para el desarrollo del producto tratado en este trabajo.

El suero puede ser empleado de manera inmediata o conservado a temperatura de congelación (-18°C) para su posterior utilización (Figuras 6 y 7).



Figura 6: Suero líquido. Fuente: propia



Figura 7: Suero congelado. Fuente: propia

FRUTAS:

Para la elaboración del jugo fermentado se eligieron frutas de estación de buena calidad teniendo en cuenta el aspecto externo, color, forma, tamaño y textura; como así también el grado de maduración.

Se utilizaron frutas de estación como pomelo, naranja, mandarina, guayaba, mango, maracuyá y ananá (figuras 8 y 9).



Figura 8 y 9: Frutas. Fuente propia

AGUA:

Para la realización del jugo fermentado se utilizó agua filtrada (figuras 10 y 11), ya que a través de este método se puede eliminar el cloro que es uno de los productos químicos utilizados para la potabilización del agua, el cual tiene actividad bactericida, componente que debe ser eliminado para proceder en la elaboración del producto.



Figura 10 y 11: Agua filtrada. Fuente: propia

AZÚCAR:

Para la elaboración del jugo se utilizó azúcar común tipo A (Figura 12), la cual es utilizada como alimento por las bacterias produciendo ácido láctico como producto final de la fermentación. Además, proporciona la energía que nuestro organismo necesita para el funcionamiento de los diferentes órganos, como el cerebro y los músculos, funcionalidad esencial a lo largo de la vida y situaciones fisiológicas. (Partearroyo *et al*, 2013).



Figura 12: Azúcar. Fuente: propia

2.2- Elaboración jugo fermentado:

Primeramente se deben separar y pesar todos los ingredientes necesarios (Figura 13). Para la elaboración de los jugos fermentados se utilizaron 300 ml de jugo o 300 gr de pulpa de frutas, las cuales fueron debidamente lavadas, peladas y cortadas y/o exprimidas, 90 ml suero de yogurt, 120 g de azúcar y 1 l de agua filtrada, los cuales se colocaron en un recipiente (Figura 14). Luego se dejó fermentar a temperatura ambiente durante 48 h.



Figura 13: Ingredientes para elaborar el jugo. Fuente: propia



Figura 14: Secuencia de elaboración del jugo. Fuente: propia

Transcurrido ese tiempo se procedió al filtrado utilizando un colador de plástico en el cual quedan retenidas las partes sólidas (en el caso que se utilice la pulpa) pasando

solamente la parte líquida (se separan unos mililitros para realizar la medición de pH, densidad y ° Brix) (Figuras 15, 16 y 17. Fuente: propia).



Figura 15: Filtrado del jugo



Figura 16: Medición de pH

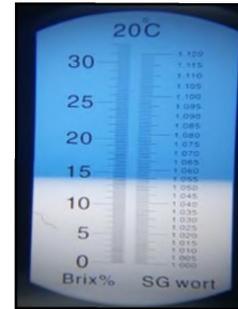


Figura 17: °Brix y p

Determinaciones:

- A. Determinación de pH: (grado de acidez o alcalinidad de una sustancia) se utilizó un pechímetro para líquidos Checker by HANNA®, (Figura 18) el cual se mide en una escala que va del 0 al 14, siendo 7 el punto neutro. Se midió el pH del jugo antes y después de la fermentación.
- B. Determinación de densidad “p” (relación entre masa y volumen de una sustancia) y concentración de azúcar: se utilizó un refractómetro (Figura 19), el cual se mide en °Brix.



Figura 18: Pechímetro. Fuente: propia



Figura 19: Refractómetro. Fuente: propia

Por último, el jugo recientemente elaborado, se envasó en frascos de vidrio correctamente esterilizados y se llevó a la heladera por 48 horas más para obtener un jugo levemente gasificado, de sabor y aroma agradable listo para su consumo (Figura 20).



Figura 20: Jugo envasado. Fuente: propia

2.3- Análisis sensorial:

Para lograr un mejor desempeño en la investigación y desarrollo de nuevos productos alimenticios el conocimiento científico y objetivo del consumidor es un referente obligado, éste se logra aplicando técnicas combinadas de investigación de mercados mediante métodos (análisis múltiple) y análisis sensorial, que permiten un estudio más en profundidad del consumidor (Mora *et al.*, 2006).

El análisis sensorial es la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (Lawless & Heymann, 2010). Esta disciplina comprende un conjunto de técnicas para la medida precisa de las respuestas humanas a los alimentos e intenta aislar las propiedades sensoriales y aportar información útil para el desarrollo de productos, control durante la elaboración, vigilancia durante el almacenamiento, entre otras. (Ramírez-Navas, 2012).

Prueba Hedónica (escala de nueve puntos)

Para realizar el análisis sensorial se eligió la escala hedónica de 9 puntos, ya que es la prueba recomendada para determinar si existen diferencias entre los productos en la aceptación del consumidor.

Para la realización de la misma se contó con la participación de 30 adultos entre 20 y 35 años (13 hombres y 17 mujeres) a quienes se les pidió evaluar cada producto (Figura 21) indicando cuánto les agrada cada muestra y su grado de aceptabilidad en aspectos de olor, color y sabor en una escala, que va desde 1 al 4: me disgusta “extremadamente”, “mucho”, “moderadamente”, “levemente”); el 5 “no me gusta, ni

me disgusta”; y del 6 al 9 me gusta “levemente”, “moderadamente”, “mucho” y “extremadamente”. (Cuadro 4)



Figura 21: Prueba de degustación. Fuente: propia

Cuadro 4. Escala hedónica. Ramírez-Navas,2012

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
1	me disgusta extremadamente	6	me gusta levemente
2	me disgusta mucho	7	me gusta moderadamente
3	me disgusta moderadamente	8	me gusta mucho
4	me disgusta levemente	9	me gusta extremadamente
5	no me gusta ni me disgusta		

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Se realizó el flujograma de elaboración (Figura 22) para estas bebidas fermentadas naturalmente teniendo en cuenta los insumos e instalaciones del Laboratorio de Tecnología de los Alimentos.

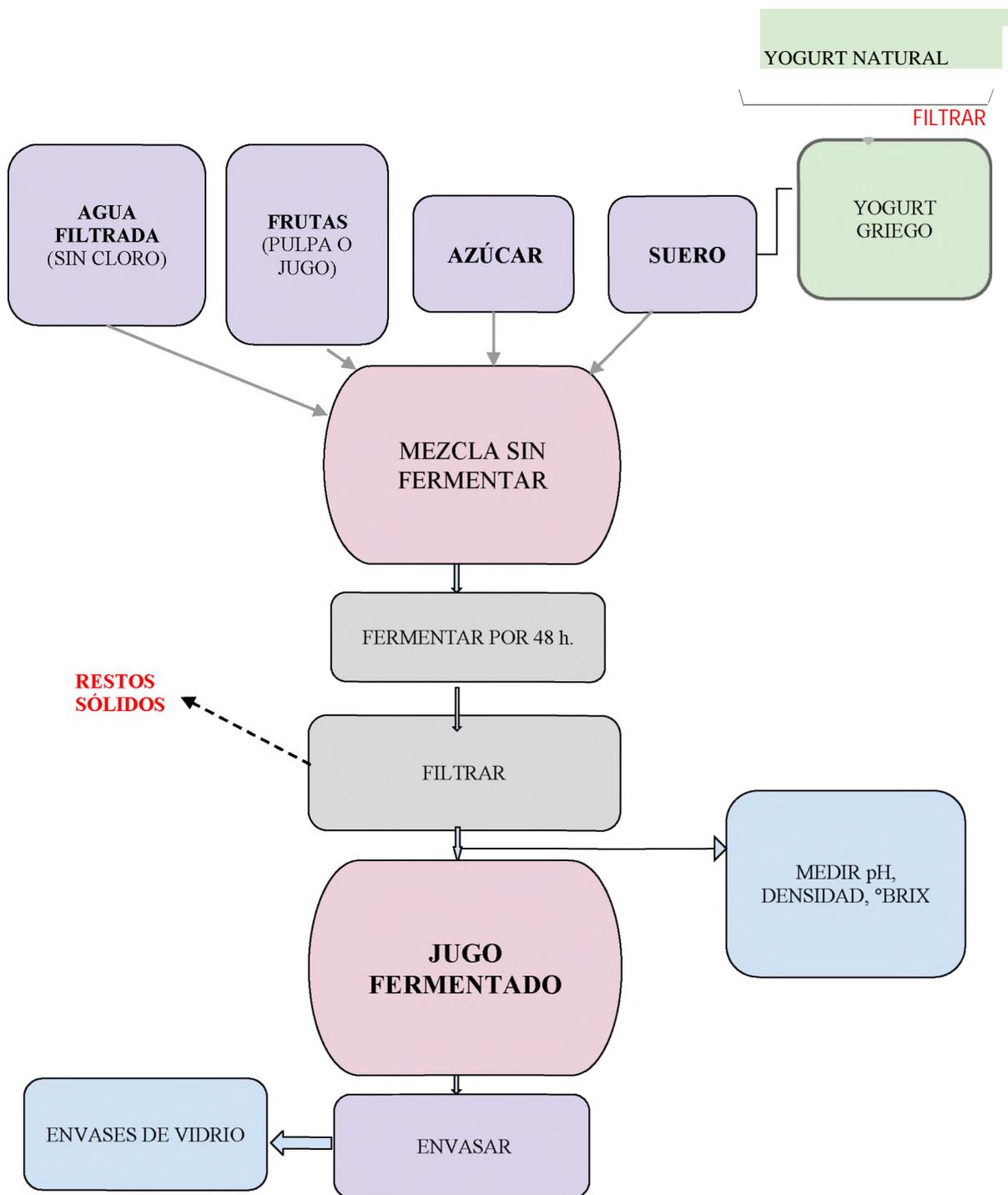


Figura 22: Flujograma de elaboración.

Los resultados del análisis físico-químico se resumen en el cuadro 5. Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente con Infostat® versión libre comparados por test de Tuckey con un nivel de significancia del 5%.

Cuadro 5: Resultados del análisis físico-químico

Variables	Grupo 1 (n:9)	Grupo 2 (n:9)
pH	3,93 ($\pm 0,36$) a	3,6 ($\pm 0,35$) a
pH 2	3,71 ($\pm 0,28$) a	3,46 ($\pm 0,22$) a
°Brix	12,3 ($\pm 3,5$) a	9,74 ($\pm 3,28$) a
°Brix 2	14,3 ($\pm 2,24$) a	11 ($\pm 3,17$) b
Densidad	1048 ($\pm 12,55$) a	1038 ($\pm 11,54$) a
Densidad 2	1050 ($\pm 8,55$) a	1043 ($\pm 12,62$) b

Grupo 1: frutas cítricas; Grupo 2: frutas tropicales

pH, °Brix, Densidad: tomados antes del filtrado.

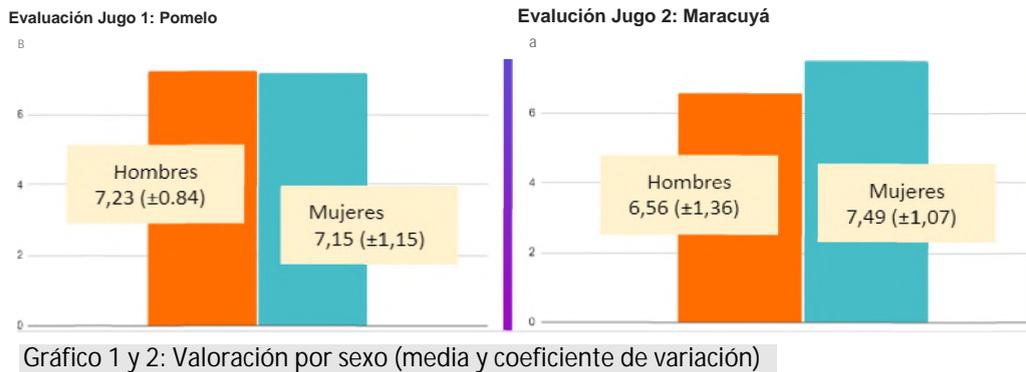
pH 2, °Brix 2, Densidad 2: tomados luego del filtrado.

Letras diferentes demuestran diferencias significativas entre grupos.

Los valores de pH fueron similares a los obtenidos por Arpi Sarmiento y colaboradores (2007), quienes midieron el pH al inicio (3,35) y luego de 30 días de fermentación (3,33). Con respecto a la densidad, no se encontraron trabajos en que se mida este parámetro en las bebidas fermentadas. Miranda Miranda (2016) registró valores de densidad de 1025 en suero de yogur estilo griego.

Para el análisis sensorial se tuvo en cuenta el grado de aceptación del jugo de pomelo (jugo 1) y jugo de maracuyá (jugo 2) en varones y mujeres. La valoración general de los jugos fue buena, resultando el promedio para el jugo 1: 7,23 ($\pm 0,84$) en hombres y 7,15 ($\pm 1,15$) en mujeres. En cuanto al jugo 2 resultó 6,56 ($\pm 1,36$) para hombres y 7,49 ($\pm 1,07$) en mujeres, habiendo diferencia significativa. El 56.6 y el 60% de los consumidores dieron valoraciones del 7 al 9 para jugo 1 y jugo 2 respectivamente. Ambas bebidas fueron evaluadas con buenos niveles de aceptación por parte de los consumidores participantes de la degustación. Entre las opiniones vertidas como positivas se destacan el “fino gasificado” y “color suave”; y como negativo un participante mencionó la “falta de intensidad en el sabor” del jugo 1. Algunos de los participantes destacaron que era la primera vez que consumían maracuyá. Quienes sí lo habían consumido lo habían hecho como fruta fresca, dulce o jugo comercial en polvo, pero nunca como jugo fresco fermentado.

Prueba Hedónica con panel no experto de degustación.



4. CONCLUSIÓN:

El lactosuero junto con las frutas es una fuente de nutrientes de alta calidad para ser incluidas en la alimentación humana como ser proteínas, minerales, vitaminas. El aprovechamiento de fuentes alternativas de proteínas que de otra manera se eliminarían al ambiente generando una importante fuente de contaminación ambiental, genera un doble beneficio. De las frutas utilizadas para este trabajo, muchas son regionales y el consumo de algunas de ellas no está completamente generalizado. Entre las ventajas asociadas a la elaboración y consumo de jugos fermentados se destaca la mejora en la nutrición de la población y la posibilidad de darle valor agregado a un producto no siempre aprovechado de producción local. Conocer los cambios que se producen en el proceso de fermentación por parte de las bacterias lácticas desde la elaboración hasta el consumo permitiría adecuar las condiciones del proceso para poder obtener un producto de mejor calidad. Por otra parte, realizar estudios de aceptación sobre estos productos permitiría conocer el gusto local y poder adaptarlo a las condiciones regionales y los distintos estratos de los posibles consumidores según rango etario, sexo, costumbres de consumo, etc. Se debería continuar con esta línea de investigación a futuro por las posibilidades que se presentan para mejorar el desarrollo local y regional.

BIBLIOGRAFÍA:

- Adrogué, C., y Orlicki, M E. (2019). Factores relacionados al consumo de frutas y verduras en base a la Encuesta Nacional de Factores de Riesgo en Argentina. *Revista Pilquen*, 22(3), 70-82. Recuperado en 02 de noviembre de 2022, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-31232019000300006&lng=es&tlng=es.
- Arpi Sarmiento, J. P., y Araujo Guerrero, M. M. (2007). *Estudio para la producción y comercialización de una bebida láctea fermentada enriquecida con lactosuero* [Tesis de Ingeniería de Alimentos, Universidad del Azuay, Ecuador],
- Blanco, A., & Blanco, G. (2011). *Química biológica*. El Ateneo.
- Campos Bautista, Y. (2019). *formulación y elaboración de una bebida nutritiva a base de lactosuero con jugo de naranja (Citrus sinensis)* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú],
- Cecotto, J., Taiariol, D., Cáceres, S. (2007). Colección de frutos tropicales de la EEA INTA Bella Vista. Publicación EEA Bella Vista. Serie Técnica N° 21. 2007. 17 pp.
- Código Alimentario Argentino CAA. (1969). Ley N 18.284. Buenos Aires (Argentina).
- Ferrari, A., Vinderola, G., Weill, R. (2020). Alimentos fermentados: microbiología, nutrición, salud y cultura. Iº ed . - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Instituto Danone del Cono Sur, 2020.
- Ha, E., & Zemel, M. B. (2003). Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people. *The Journal of nutritional biochemistry*, 14(5), 251-258.
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). *Sensory evaluation of food: principles and practices* (Vol. 2). New York: Springer.
- Michel Mahaut ,R.J., Pierre Schuck,G.B. (2003). *Productos lácteos industriales*. Ed. Acibia.
- Miranda, O. M., Ramírez, E. N. E, y Palma, I. P. (2016). Caracterización físico-química y nutricional del suero resultante del proceso de obtención del yogurt griego. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 26(1), 172-174.

Mundo Lácteo. ¿Qué es el yogur griego? <https://mundolacteo.es/vogur/que-es-vogur-griego-propi edades-benefici os>

Ordoñez Pereda, J. A. (1998). *Tecnología de los alimentos. Vol II: alimentos de origen animal*. Síntesis.

Parra Huertas, R. A. (2009). Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. *Revista facultad nacional de agronomía Medellín*, 62(1), 4967-4982.

Partearroyo, T., Sánchez Campayo, E., y Varela Moreiras, G. (2013). El azúcar en los distintos ciclos de la vida: desde la infancia hasta la vejez. *Nutrición Hospitalaria*, 28(Supl. 4), 40-47. Recuperado en 10 de octubre de 2022, de <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci arttext&pid=:S0212-16112013001000005&lng=es&tlng=es>.

Ramírez-Ramírez, J. C., Rosas Ulloa, P. E. T. R. A., Velázquez González, M. Y., Ulloa, J. A., y Arce Romero, F. (2011). Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. *Revista Fuente* año 2 N°7. CONACYT.

Ramírez-Navas, J. S. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *Revista ReCiTeLA*.

Tamime, A. Y., y Robinson, R. K. (2007). *Tamime and Robinson'syoghurt: Science and technology*. Woodhead Publishing.

Vázquez, D. E., y Polenta, G. A. (2012). Agregando valor a las frutas argentinas- Programas Nacional Frutales-Proyecto Integrado de Poscosecha e Industrialización de fruta. In Congreso de Valor Agregado en Origen. Manfredi, Córdoba. Argentina.