

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias

Alimentarias



**EFFECTO DE DIFERENTES PORCENTAJES DE SUERO DE QUESO FRESCO EN LA
FORMULACIÓN Y ACEPTABILIDAD SENSORIAL DE UNA BEBIDA ISOTÓNICA**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTADO POR:

Bachiller: **ORDOÑEZ URTEAGA, ROSARIO ELIZABETH.**

ASESORES:

ING. SANGAY TERRONES, **Max Edwin.**

ING. CADENILLAS MARTÍNEZ, **Attilio Israel.**

CAJAMARCA – PERÚ

-2021-



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Fundada por Ley N° 14015 del 13 de febrero de 1,962

"Norte de la Universidad Peruana"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica

-----000-----

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los diez días del mes de junio del año dos mil veintiuno, se reunieron en la Plataforma Virtual de la Universidad Nacional de Cajamarca, a través del Google Meet, los miembros del Jurado, designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 139-2020-FCA-UNC, con el objeto de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: "**EFFECTO DE DIFERENTES PORCENTAJES DE SUERO DE QUESO FRESCO EN LA FORMULACIÓN Y ACEPTABILIDAD SENSORIAL DE UNA BEBIDA ISOTÓNICA**", ejecutado(a) por la Bachiller en Industrias Alimentarias, doña ROSARIO ELIZABETH ORDOÑEZ URTEAGA para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.

A las doce horas y diez minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando a la sustentante a exponer su trabajo de Tesis y, luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido el acto de sustentación, el Jurado procedió a deliberar, para asignarle la calificación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad con el calificativo de dieciocho (18); por tanto, la Bachiller queda expedito para que inicie los trámites y se le otorgue el Título Profesional de **Ingeniero en Industrias Alimentarias**.

A las trece horas y quince minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Ing. M. Sc. José Salhuana Granados
PRESIDENTE

Ing. M. Sc. Jorge de la Torre Araujo
SECRETARIO

Ing. M. Sc. Fanny Rimarachín Chávez
VOCAL

Ing. Mg. Max Edwin Sangay Terrones
ASESOR

Ing. Mg. Atilio Cadenillas Martínez
ASESOR

DEDICATORIA

Con todo mi amor a mi pequeña hija Belén, por ser el motor y motivo de mi vida. Hoy he logrado un sueño de tu mano y espero que te sientas orgullosa de mi.

A mis abuelitos Dolores Urteaga Vargas y Manuela Salazar Ruiz, quienes siempre están presentes en mi mente y corazón, un abrazo hasta el cielo.

AGRADECIMIENTO

Al Dios Todopoderoso, creador de los cielos y la tierra, todo es de Él, por Él y para ÉL.

Gracias por que hoy puedo ver una vez más como se cumplen tus promesas en mi vida.

A mis padres Marco Antonio Ordoñez Salazar y Guillermina Urteaga Romero, por sus oraciones, amor invaluable y apoyo incondicional en todo momento.

A mis hermanas Ruth y Paola, por estar conmigo en los días buenos y malos.

A José Luis Díaz Merino, por creer en mí más de lo que yo misma lo hago, por su amor, paciencia y apoyo.

ÍNDICE

Índice General	V
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
CAPÍTULO I	13
INTRODUCCIÓN	13
1.1. Problema de la investigación	15
1.2. Formulación del problema	16
1.3. Justificación de la investigación	16
1.4. Objetivos de la investigación	17
1.5. Hipótesis de la investigación	17
1.6. Variables	18
CAPÍTULO II	19
REVISIÓN DE LITERATURA	19
2.1. Antecedentes de la investigación	19
2.2. Fundamentación teórica	22
2.2.1. Origen y conceptualización del lactosuero	22
2.2.2. Tipos de lactosuero	23
2.2.3. Composición química del lactosuero	26
2.2.4. Propiedades nutritivas del lactosuero	27
2.2.5. Usos del lactosuero	39
2.2.6. Bebidas a base de lactosuero	41
2.2.7. Bebidas de reposición de líquidos	44
2.2.8. Pruebas sensoriales	51

2.3. Glosario de términos	54
CAPÍTULO III	58
MATERIALES Y MÉTODOS	58
3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación	58
3.2. Materiales	58
3.3. Metodología	60
3.3.1. Diseño experimental	60
3.3.2. Formulación de las bebidas	61
3.3.3. Obtención de la materia prima	62
3.3.4. Proceso de elaboración de la bebida isotónica.	65
3.3.5. Análisis fisicoquímico	68
3.3.6. Evaluación sensorial	70
3.3.7. Caracterización fisicoquímica de la formulación con mayor aceptabilidad	72
3.3.8. Cálculo de osmolaridad de la bebida desarrollada	73
3.3.9. Análisis estadístico	73
CAPÍTULO IV	74
RESULTADOS Y DISCUSIONES	74
4.1. Resultados de los análisis fisicoquímicos	74
4.1.1. Resultados del análisis de pH	76
4.1.2. Resultados del análisis de acidez titulable	77
4.1.3. Resultados del análisis de sólidos solubles	79
4.1.4. Resultados del análisis de densidad	80
4.2. Resultados de la evaluación sensorial	81
4.2.1. Resultados de la evaluación sensorial para el atributo de olor.	81
4.2.2. Resultados de la evaluación sensorial para el atributo de color.	83
4.2.3. Resultados de la evaluación sensorial para el atributo de sabor.	86
4.2.4. Resultados de la evaluación sensorial para el atributo de consistencia.	88
4.3. Formulación de la bebida	91
4.4. Resultados de la caracterización fisicoquímica de la formulación con mayor aceptabilidad	92

4.4.1. Resultado de los carbohidratos presentes en la bebida	94
4.4.2. Resultado del contenido de sodio presente en la bebida	96
4.5. Resultado de osmolaridad de la bebida	99
CAPÍTULO V	101
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
5.1. Conclusiones	101
5.2. Recomendaciones	102
REFERENCIAS	103
ANEXOS	120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición de lactosuero dulce y ácido	27
Tabla 2. Minerales en el lactosuero	28
Tabla 3. Vitaminas en el lactosuero	29
Tabla 4. Funciones biológicas de las proteínas del suero de leche	35
Tabla 5. Beneficio nutricional del lactosuero en relación al aporte de aminoácidos esenciales	38
Tabla 6. Algunas aplicaciones y beneficios del lactosuero en alimentos	40
Tabla 7. Comparación de bebidas comerciales isotónicas	45
Tabla 8. Requisitos fisicoquímicos de una bebida hidratante par la actividad física y el deporte	46
Tabla 9. Composición porcentual de insumos por tratamiento	62
Tabla 10. Ensayos fisicoquímicos realizados a la bebida de mayor aceptabilidad	72
Tabla 11. Resultados de los análisis fisicoquímicos de las formulaciones	74
Tabla 12. Análisis de varianza (ANOVA) de los resultados de la evaluación sensorial para el atributo de olor	81
Tabla 13. Prueba de comparación múltiple de Tukey (olor)	82
Tabla 14. Análisis de varianza (ANOVA) para el atributo de color de las formulaciones	83
Tabla 15. Prueba de comparación múltiple de Tukey (color)	84
Tabla 16. Análisis de varianza (ANOVA) para el atributo de sabor de las formulaciones	86
Tabla 17. Prueba de comparación múltiple de Tukey (sabor)	86
Tabla 18. Análisis de varianza (ANOVA) para el atributo de consistencia de las formulaciones	88
Tabla 19. Prueba de comparación múltiple de Tukey (consistencia)	89
Tabla 20. Formulación de la bebida isotónica a base de lactosuero	91
Tabla 21. Resultados del análisis químico proximal de la bebida con 10% de suero	92
Tabla 22. Resultado del ensayo fisicoquímico para la concentración de sodio en la bebida con 10% de suero	96
Tabla 23. Osmolaridad de la bebida que contiene 10% suero	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de diseño experimental	61
Figura 2. Diagrama de flujo de elaboración de queso fresco para la obtención de lactosuero	63
Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de una bebida isotónica a base de lactosuero	66
Figura 4. Gráfico del valor de pH de las formulaciones.	76
Figura 5. Gráfico del porcentaje de acidez de las formulaciones	77
Figura 6. Gráfico del contenido de sólidos solubles (°Brix) de las formulaciones	79
Figura 7. Gráfico de densidad de las formulaciones	80
Figura 8. Diferencias de las medias para el atributo sensorial de olor.	83
Figura 9. Diferencias de las medias para el atributo sensorial de color	85
Figura 10. Diferencias de las medias para el atributo sensorial de sabor.	88
Figura 11. Diferencias de las medias para el atributo sensorial de consistencia.	90
Figura 12. Proceso de elaboración de queso fresco	123
Figura 13. Desuerado	123
Figura 14. Recepción de suero	124
Figura 15. Lactosuero dulce	124
Figura 16. Filtrado de lactosuero	125
Figura 17. Descremado de lactosuero	125
Figura 18. Pesado de insumos	126
Figura 19. Adición de insumos	126
Figura 20. Pasteurización de la bebida	127
Figura 21. Envasado de la bebida	127
Figura 22. Enfriado de la bebida	128
Figura 23. Almacenado de la bebida	128
Figura 24. Determinación de pH	129
Figura 25. Determinación de acidez titulable	129
Figura 26. Determinación de sólidos solubles	130
Figura 27. Determinación de densidad	130

Figura 28. Formulaciones elaboradas para la evaluación sensorial	131
Figura 29. Materiales para la evaluación sensorial	131
Figura 30. Evaluación sensorial de las cinco formulaciones	132

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de diferentes porcentajes de suero de queso fresco en la formulación y aceptabilidad sensorial de una bebida isotónica. El estudio se desarrolló a partir de cinco tratamientos, donde los porcentajes de suero y agua fueron: tratamiento 1, 10% lactosuero y 90% agua; tratamiento 2, 15% lactosuero y 85% agua; tratamiento 3, 20% lactosuero y 80% agua; tratamiento 4, 25% lactosuero y 75% agua; tratamiento 5, 30% lactosuero y 70% agua; cada uno con sacarosa (2.4%), glucosa (1.5%), pectina (0.3%), ácido cítrico (0.2%), sorbato de potasio (0.05%), sal (0.006%) y esencia naranja turbio (0.1%). En estos tratamientos, los parámetros fisicoquímicos evaluados fueron: pH, acidez, sólidos solubles y densidad. Para identificar cuál es la formulación que más agradó al consumidor se realizó una prueba hedónica. Los resultados del análisis fisicoquímico y sensorial se analizaron mediante el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba TUKEY, tomando como modelo el diseño experimental completamente al azar. La mayor aceptación la obtuvo el tratamiento 1, siendo 10%, el porcentaje de suero que se empleará en la formulación de la bebida isotónica. La bebida desarrollada presentó la siguiente caracterización fisicoquímica: pH (3.77), acidez (0.29%), sólidos solubles (4°Brix), densidad (1.0176g/mL); proximal: carbohidratos (4.26%), ceniza (0.52%), grasa (0.56%), humedad (92.50%), proteínas (2.16%), energía total (307.2 kcal/L); y mineral: sodio (315 mg/L); además presentó una osmolaridad de 221.28 mOsm/L, cumpliendo con los requisitos establecidos en la NTP 103.001:2018 y NTC 3837 para ser considerada una bebida isotónica.

Palabras clave: Lactosuero, bebida isotónica, osmolaridad, electrolitos, carbohidratos.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to determine the effect of different percentages of fresh cheese whey on the formulation and sensory acceptability of an isotonic drink. The study was developed from five treatments, where the percentages of serum and water were: treatment 1, 10% whey and 90% water; treatment 2, 15% whey and 85% water; treatment 3, 20% whey and 80% water; treatment 4, 25% whey and 75% water; treatment 5, 30% whey and 70% water; each with sucrose (2.4%), glucose (1.5%), pectin (0.3%), citric acid (0.2%), potassium sorbate (0.05%), salt (0.006%) and cloudy orange essence (0.1%). In these treatments, the physicochemical parameters evaluated were: pH, acidity, soluble solids and density. A hedonic test was carried out to identify the formulation that most pleased the consumer. The results of the physicochemical and sensory analysis were analyzed using the analysis of variance (ANOVA) and the TUKEY test, using the completely randomized experimental design as a model. The highest acceptance was obtained by treatment 1, with 10% being the percentage of serum that will be used in the formulation of the isotonic drink. The developed drink presented the following physicochemical characterization: pH (3.77), acidity (0.29%), soluble solids (4 ° Brix), density (1.0176g / mL); proximal: carbohydrates (4.26%), ash (0.52%), fat (0.56%), moisture (92.50%), proteins (2.16%), total energy (307.2 kcal/L); and mineral: sodium (315 mg/L); it also presented an osmolarity of 221.28 mOsm/L, complying with the requirements established in NTP 103.001: 2018 and NTC 3837 to be considered an isotonic drink.

Keywords: Whey, isotonic drink, osmolarity, electrolytes, carbohydrates.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La industria láctea es uno de los sectores más importantes de la economía de países industrializados y en desarrollo. Aproximadamente 90% del total de la leche utilizada en la industria quesera es eliminada como lactosuero, el cual retiene cerca de 55% del total de componentes de la leche como la lactosa, proteínas solubles, lípidos y sales minerales. Algunas posibilidades para la utilización de este residuo han sido propuestas, pero las estadísticas indican que una importante porción de éste es descartada como efluente y constituye un serio problema ambiental. (Aider *et al.* 2009; Fernandes *et al.* 2009), debido a que afecta física y químicamente la estructura del suelo, disminuyendo el rendimiento de cultivos agrícolas; además, de reducir la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, necesario para sostener la vida de organismos acuáticos.

La contaminación por el desecho de suero de queso no solamente tiene una connotación nacional o regional, sino mundial. Según Almécija (2007), la distribución de la producción de lactosuero en el mundo en el año 2005 fue: Europa 53 %, América del Norte y central 28 %, Asia 6 %, África 5 %, Oceanía 4 %, América del Sur 4 %, anualmente estos porcentajes representan 110-115 millones de toneladas métricas de lactosuero producidas a nivel mundial a través de la elaboración de queso (Briczinski y Roberts 2002, Londoño 2008), de este valor, el 45 % se desecha en ríos, lagos y otros centros de aguas residuales, o en el suelo, lo que representa una pérdida significativa de nutrientes, ocasionando serios problemas de contaminación (Londoño 2008). El porcentaje restante es tratado y transformado en varios productos alimenticios, de los cuales cerca del 45 % es usado

directamente en forma líquida, 30 % en polvo, 15 % como lactosa y subproductos, y el resto como concentrados de proteína de lactosuero (Panesar, *et al.* 2007)

El suero de leche recién obtenido de la elaboración del queso contiene propiedades nutrimentales que ayudan al buen funcionamiento del organismo humano. El suero de leche es el medio más suave y al mismo tiempo eficaz para mejorar el flujo libre de la bilis, la evacuación de las deposiciones y la orina. Entre las propiedades terapéuticas más importantes se pueden mencionar la regeneración de la flora intestinal, estimulación y desintoxicación del hígado y la activación de la eliminación de toxinas por los riñones.

Según el Ministerio de Agricultura y Riego (2019) en el año 2018 la producción de leche fresca de vaca en el Perú fue de 2 067 143 toneladas y 367 092 toneladas corresponden a la producción de leche en el departamento de Cajamarca. Cajamarca aporta el 17.76 % en la producción nacional, seguida por Arequipa (17.61 %) y Lima (17.52 %); ocupando el primer lugar, a nivel nacional, en producción de leche.

En Cajamarca se destaca la producción de 3 tipos de quesos: el andino tipo suizo (o Cajamarquino) producido en Hualgayoc, Chota, Cajamarca, San Miguel y Celendín; el mantecoso, elaborado en Hualgayoc, Cajamarca, Chota, Celendín y San Miguel y el fresco, cuya producción está localizada principalmente en Hualgayoc (Infolactea 2014).

MINAGRI (2018) señala que la producción de queso fresco en el Perú en el año 2017 fue de 12 844 toneladas y 3 868 toneladas corresponden al departamento de Cajamarca. Liu *et al.* (2005), sostienen que “por cada kilogramo de queso se producen 9 kilogramos de lactosuero, que representa cerca del 85-90 % del volumen de la leche”; por ello es importante explorar nuevas alternativas para la utilización del lactosuero, creando de esta

forma una nueva fuente de ingreso para el procesador y una menor contaminación ambiental; por lo que, el desarrollo de una bebida isotónica se presenta como una alternativa para el uso de este subproducto de la industria quesera que de otra manera sería descartado.

1.1. Problema de la investigación

El lactosuero es uno de los mayores contaminantes que existe en la industria alimentaria, ya que por cada 1000 litros de lactosuero se generan cerca de 35 kg de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y cerca de 68 kg de demanda química de oxígeno (DQO), esta fuerza contaminante es equivalente a las aguas negras producidas en un día por 450 personas (Inda 2001). Al verter el suero en un cuerpo de agua los microorganismos necesitan una gran cantidad de oxígeno para degradarlo y como consecuencia disminuye la concentración de oxígeno disuelto, provocando la muerte de la fauna presente en estos ecosistemas (Aider *et al.* 2009).

Londoño, et al. (2008) postulan que el vertido de un litro de suero en corrientes de agua, causaría la muerte de todos los peces contenidos en 10 toneladas de esta agua. Por esta razón debería ser responsabilidad del productor la gestión del suero que produce; sin embargo, el tratamiento del suero supone un problema desde el punto de vista económico, pues el alto contenido de agua del suero (~95%) encarece el proceso de concentración, secado o fraccionamiento, siendo necesario realizar una inversión sustancial para llevar a cabo el tratamiento de este efluente y la mayoría de queserías, principalmente las pequeñas, carecen de los medios y tecnología necesaria para un adecuado aprovechamiento del lactosuero. Entonces, teniendo en cuenta las limitaciones

tecnológicas y económicas para el tratamiento del lactosuero, se deben explorar nuevas alternativas para el aprovechamiento de este subproducto.

En la fabricación de quesos, por lo menos el 50 % en peso de los nutrientes de la leche se quedan en el lactosuero, lo que implica que 1000 litros de lactosuero contienen más de 9 kg de proteína de alto valor biológico, 50 kg de lactosa y 3 kg de grasa de leche. Esto es equivalente a los requerimientos diarios de proteína de cerca de 130 personas y a los requerimientos diarios de energía de más de 100 personas. Entre los usos convencionales de lactosuero para las empresas pequeñas y medianas está el empleo como fertilizante y complemento alimenticio para cerdos y becerros, mientras que las empresas grandes pueden fabricar suero en polvo y jarabes edulcorantes concentrados para la industria de bebidas refrescantes (Inda 2001).

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de diferentes porcentajes de suero de queso fresco en la formulación y aceptabilidad sensorial de una bebida isotónica?

1.3. Justificación de la investigación

En Cajamarca el suero es considerado como un producto de desecho de la manufactura de queso, destinado a la alimentación de cerdos, esparcido en los campos o vertido directamente en los drenajes; debido a que muchas personas desconocen el valioso valor biológico del remanente de proteínas que el suero contiene, las cuales a través de una bebida representarían una forma de consumo más sencilla y agradable, una nueva alternativa a la utilización del lactosuero y reducción de la contaminación ambiental.

Entre los deportistas se ha vuelto muy popular el consumo de bebidas isotónicas, ricas en electrolitos y carbohidratos, que ayudan a rehidratarlos mientras hacen deporte e incluso mejoran sus rendimientos durante la práctica de los mismos. En cuanto al consumo nacional de bebidas isotónicas en el año 2014, éste fue de 155 124.20 millones de litros (Ministerio de Producción 2015); por tanto, el desarrollo de una bebida isotónica a partir de suero se presenta como una alternativa que dará valor agregado a este subproducto.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Determinar el efecto de diferentes porcentajes de suero de queso fresco en la formulación y aceptabilidad sensorial de una bebida isotónica.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar parámetros fisicoquímicos de las cinco formulaciones.
- Determinar el porcentaje de suero que se empleará en la formulación de la bebida isotónica mediante evaluación sensorial.
- Evaluar la caracterización fisicoquímica de la formulación con mayor aceptabilidad sensorial.
- Evaluar la cantidad de sodio presente en la formulación con mayor aceptabilidad.
- Calcular la concentración osmótica de la formulación más aceptada.

1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1. Hipótesis Nula (H_0).

A mayor porcentaje de suero de queso fresco en la formulación de una bebida isotónica, mayor es su aceptabilidad.

1.5.2. Hipótesis Alternativa (H_a).

A mayor porcentaje de suero de queso fresco en la formulación de una bebida isotónica, menor es su aceptabilidad.

1.6. Variables

a) Variable independiente:

- Porcentaje de suero de queso fresco
- Porcentaje de agua

b) Variable dependiente:

- Aceptabilidad sensorial (olor, color, sabor y consistencia)
- Características fisicoquímicas (pH, acidez, sólidos solubles y densidad)

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

Considerables esfuerzos han sido realizados para explorar nuevas alternativas para la utilización de lactosuero y reducción de la contaminación ambiental (Koutinas *et al.* 2009).

Entre los productos de exitosa aceptación debido a sus bajos costos de producción, grado de calidad alimenticia y aceptable sabor, se encuentran las bebidas refrescantes (Londoño *et al.* 2008). Un ejemplo bien conocido de bebida refrescante es “Rivella” producida en Suiza desde 1950 y hoy en día consumida en Canadá y Holanda. Rivella es una bebida de lactosuero pasterizada, carbonatada, con un sabor de fruta agridulce y un pH de 3.7 (Parra 2009).

Salazar *et al.* (2016), en su investigación “Reutilización del lactosuero ácido y dulce de las queserías de Cajamarca en la elaboración de una bebida con sabor a poro poro (*Passiflora mollisima*) y sauco (*Sambucus peruviana*)”, desarrollaron una bebida a partir de lactosuero-poro poro y lactosuero-saucu. Este trabajo de investigación fue desarrollado a partir de 8 tratamientos; cuatro tratamientos para la bebida elaborada a base de lactosuero ácido y zumo de poro poro y cuatro tratamientos para la bebida elaborada con lactosuero dulce y zumo de sauco, donde los porcentajes de suero y zumo fueron: muestra cero, 0 % lactosuero, 80 % zumo y 20 % agua; tratamiento 1, 70 % lactosuero y 30 % zumo; tratamiento 2, 50 % lactosuero y 50 % zumo; tratamiento 3, 30 % lactosuero, 70 % zumo. Los tratamientos con mayor aceptación

y más parecidos a la muestra cero fueron los tratamientos T3 para ambas frutas, cuyas formulaciones fueron: 70 % zumo de fruta, 30 % lactosuero, 10 % azúcar, y 0,1 % de benzoato de sodio.

En Brasil, Bátavo, la marca láctea de Brasil Foods, desarrolló una bebida llamada “Hidra”, un batido de suero de leche y zumo de frutas, en los sabores de maracuyá, uva y durazno con un contenido de suero de leche de 88% y un 12% de jugo concentrado (Brunel 2015).

En el Centro INTI-Lácteos (Buenos Aires-Argentina), en el año 2014, se desarrolló una bebida láctea fermentada adicionada con fibra alimentaria y *Lactobacillus casei*, como probiótico. Esta bebida desarrollada a partir de suero de quesería líquido tiene una textura y consistencia similar a las de las bebidas comerciales a base a soja, pero contiene todas las proteínas del suero lácteo. Para su elaboración se utilizó alrededor de un 85 % de suero y los sabores más aceptados fueron el natural y manzana (INTI 2014).

Chóez *et al*, (2010) en su investigación titulada “Elaboración de una bebida hidratante a base de lactosuero y enriquecida con vitaminas”, concluyó que se puede emplear hasta un 12% de lactosuero en la bebida, sin causar diferencias significativas en sus propiedades organolépticas, ni incumplir con la norma empleada en dicho estudio (INCONTEC 2009).

En Honduras, la universidad de Zamorano, ha realizado pruebas sobre el uso de suero en la elaboración de bebidas, las que han sido una mezcla de suero dulce de queso con jugo de cítricos y azúcar. En la investigación titulada “Formulación y elaboración

de dos bebidas refrescantes a base de suero dulce de queso fresco y sabores de frutas”, desarrollada por Williams (2002), en la planta de lácteos de Zamorano, a partir de tres formulaciones, cada una con suero al 75, 65 y 50 %, agua, sorbato de potasio, azúcar, ácido cítrico y sabores a naranja y uva, las cuales se optimizaron a través de una prueba de aceptación y se analizaron a través de un ANDEVA, una prueba DUNCAN y a través de pruebas de Diferencias Críticas Absolutas de la Sumas de Rangos, se determinó que el tratamiento con mayor aceptación fue el que contenía 50 % de lactosuero.

Endara (2002) en su investigación titulada “Elaboración de una bebida a partir del suero de queso y leche descremada con sabor a mango”, desarrolló una bebida combinando suero dulce de queso, leche descremada, azúcar y esencia de sabor a mango. Los tratamientos fueron: 75 % de leche descremada y 25 % de lactosuero, 50 % de leche descremada y 50 % de lactosuero, 25% de leche descremada y 75 % de lactosuero y 100 % de lactosuero, de éstos el que tuvo mayor preferencia fue el de 75 % de leche descremada y 25 % de lactosuero. La composición promedio de la bebida fue: 2.47 % de proteína, 11.4 % de carbohidratos totales, 0.08 % de grasa y 0.15 % de acidez titulable.

También se han desarrollado estudios sobre la aplicación del método de ultrafiltración del suero para obtener aislados proteicos y desarrollar bebidas nutritivas. En la investigación presentada por Torres (2001), titulada “Utilización del ultrafiltrado de suero pasteurizado del queso para el desarrollo de una bebida isotónica”, los porcentajes de ultrafiltrado de suero y agua, empleados en la formulación final, fueron 10 % y 83.750 %. La bebida isotónica resultante tuvo un pH de 3.16, 8.20 % de

carbohidratos y 0.12 % de minerales; pero el contenido de grasa y proteína fue prácticamente nulo.

Todas las investigaciones mencionadas buscan aprovechar las propiedades nutricionales que ofrece el lactosuero para la elaboración de una bebida a base del mismo.

2.2. Fundamentación teórica

2.2.1. Origen y conceptualización del lactosuero

La leche es la materia prima con la cual se elabora el queso. La producción de quesos demanda gran cantidad de leche. Para producir un kilogramo de este producto lácteo fresco con leche de una raza como la Holstein, se necesitan aproximadamente 9 o 10 litros de leche y se generan 8 o 9 litros de lactosuero como subproducto. Con respecto a la raza Jersey, se requieren cerca de 7 litros para hacer un kilogramo de queso. (Contexto Ganadero 2017).

La Comisión del Codex Alimentarius (2011) define al suero como el producto lácteo líquido obtenido durante la elaboración del queso, la caseína o productos similares, mediante la separación de la cuajada, después de la coagulación de la leche y/o los productos derivados de la leche. La coagulación se obtiene mediante la acción de, principalmente, enzimas del tipo del cuajo.

El lactosuero o suero de leche se obtiene mediante la acción ácida o de enzimas del tipo del cuajo (renina y pepsina, enzimas digestivas de los rumiantes) que rompen el sistema coloidal de la leche en dos fracciones:

1. Una fracción sólida, compuesta principalmente por proteínas insolubles y lípidos, las cuales en su proceso de precipitación arrastran y atrapan minoritariamente algunos de los constituyentes hidrosolubles.
2. Una fracción líquida, correspondiente al lactosuero en cuyo interior se encuentran suspendidos todos los otros componentes nutricionales que no fueron integrados a la coagulación de la caseína. De esta forma, se encuentran en el lactosuero partículas suspendidas solubles y no solubles (González *et al.* 2008).

El suero es un líquido de apariencia opaca y de coloración amarillo-verdoso, turbio, de sabor fresco, débilmente dulce, de característica ácida, obtenido por medio de acidificación, aplicación de calor o coagulación enzimática. Presenta una viscosidad de 1.14 centipoise muy cercana a la del agua y una densidad de 1.025 g/mL (Astiasarán & Martínez 2003).

2.2.2. Tipos de lactosuero

Técnicamente se pueden distinguir dos tipos de suero de queso según cuál sea el proceso que se lleve a cabo en la elaboración dependiendo principalmente de cómo se obtenga la cuajada: suero dulce o suero ácido (Parra 2009).

Una de las diferencias principales entre ellos es su composición, que depende no solamente de la composición de la leche para quesería y del contenido de humedad del queso sino, de manera muy significativa, del pH al que el lactosuero se separa de la cuajada, así como de la tecnología de elaboración del queso, el tratamiento de calor

del lactosuero, el almacenamiento del lactosuero y el tipo de queso a procesar. (Elpidia, 2013)

El suero ácido obtenido por acidificación ay el suero dulce resultado de la adición de cuajo (acción enzimática) que contiene más lactosa. Habrá también entre ambos, una variación importante en el contenido de calcio y de otras sustancias minerales (Franchi 2010).

Dado que no todos los lactosueros son iguales, los productos que se pueden obtener de él también varían mucho. A continuación, se describe cada uno de los tipos de lactosuero:

A. Lactosuero dulce

Se obtiene como subproducto de los quesos duros, semiduros y frescos. Es procedente de fabricaciones de coagulación enzimática por uso de cuajo. Es decir, es el resultado de la acción proteolítica de enzimas coagulantes sobre las micelas de caseína (CN) de la leche, las cuales catalizan la ruptura del enlace peptídico de la κ -CN entre los aminoácidos fenilalanina en la posición 105 y metionina en la posición 106, provocando la precipitación de las CN para obtener el queso (Pérez 2012).

El suero dulce es el más empleado por la industria y tiene una composición química más estable, lo que permite estimar los valores medios de composición, posee mejores aptitudes para el procesamiento y obtención de subproductos con valor agregado (Revilla 2000).

“El suero dulce contiene baja concentración de calcio ya que éste queda unido al complejo de caseína (paracaseína cálcica y proteína sérica) que se coagula” (Keating, 2002). “El potencial de hidrógeno (pH) es mayor a 5.8, próximo al de la leche inicial (6.3)” (Badui Dergal 2006).

B. Lactosuero ácido

Resulta al producir el queso de pasta blanda, utilizando en el proceso de fermentación ácidos orgánicos o ácidos minerales para coagular la caseína, es decir existe una coagulación ácida o láctica de las micelas de CN a nivel de su punto isoeléctrico (pH 4.6), lo cual conlleva la desmineralización y la pérdida de su estructura micelar (gel muy frágil). El suero ácido es muy mineralizado tiene un alto contenido de calcio, debido a que el ácido láctico formado en la fermentación reacciona con el calcio iónico presente y progresivamente produce la desmineralización de las micelas de caseína. Este suero contiene más del 80% de los minerales de la leche de partida, por lo que para la mayoría de sus aplicaciones debe neutralizarse, además su contenido en lactosa se ve reducido a causa de la fermentación láctica (Jiménez y Sarmiento 2006).

En realidad, muchas de las cuajadas de quesería se obtienen por acción simultánea del cuajo y del ácido láctico proveniente de la lactosa por bacterias lácticas. No obstante, siempre existe un promedio más o menos acusado de uno de los 2 modos de floculación citados. En una cuajada enzimática domina ampliamente la acción del cuajo y se disminuye al máximo la acidificación

láctica. Por el contrario, en una cuajada ácida, el papel del cuajo es limitado y el agente principal de la floculación es la acidificación (Morales 2011).

Astiasarán y Martínez (2003) refieren que “también es común el suero procedente de coagulaciones mixtas que presenta un pH intermedio que oscila entre 4.6 y 5.8”.

2.2.3. Composición química del lactosuero

Los lactosueros difieren en su composición, según la leche usada en la quesería, contenido de humedad del queso y de manera muy significativa del pH al que el lactosuero se separa de la cuajada (Alava *et al.* 2014).

Químicamente el lactosuero presenta un gran contenido de agua; sin embargo, constituye una importante fuente de nutrientes, en especial de proteínas de alto valor biológico, cuyo contenido en aminoácidos esenciales es muy próximo al recomendado por la FAO, de ahí el interés de generar otros usos y aprovechar todos sus componentes (FAO 2006).

Como se observa en la Tabla 1, sobre la composición química de los tipos de lactosuero, ambos contienen la mayor parte de los componentes solubles de la leche de la que deriva. Son ricos en lactosa e incluyen hasta una cuarta parte de la proteína de la leche.

Tabla 1. Composición de lactosuero dulce y ácido

Componente	Suero dulce (%)	Suero ácido (%)
Humedad	93-94	94-95
pH	6.0-6.6	4.3-4.7
Grasa	0.2-0.8	0.4-0.6
Proteínas	0.8-1.0	0.6-0.8
Lactosa	4.5-5.2	4.4-4.6
Ácido láctico	0.2-0.3	0.7-0.8

Fuente: Panesar *et al.* (2007).

2.2.4. Propiedades nutritivas del lactosuero

Aunque el suero contiene nutrientes valiosos, el suero no había sido considerado como fuente rica en nutrientes para la alimentación humana; recientemente se han intensificado los esfuerzos para utilizarlo y las tendencias de producción a nivel mundial señalan un rápido aumento en su disposición, en el desarrollo de nuevos procesos comerciales para la fabricación de productos de alta calidad como es la utilización en bebidas, concentrados proteicos entre otros (Conforti *et al.* 2004)

El suero, representa aproximadamente del 85 %-90 % del volumen de la leche que entra en el procesamiento del queso y retiene alrededor del 55 % de los nutrientes de la leche original, es decir 6.3 g/kg de leche, de esta cantidad, cerca del 25 % son proteínas, 8 % grasa, 95 % lactosa (dependiendo del contenido de humedad en el queso); y 50 % de los minerales contenidos en la leche (García *et al.* 2010).

Mil litros de lactosuero contienen más de 9 kg de proteína de alto valor biológico, 50 kg de lactosa y 3 kg de grasa de leche. Esto es el equivalente a los requerimientos diarios de

proteína y de energía de más de 140 personas. El valor energético del lactosuero tiene valores similares a los de la harina de trigo de alrededor de 357 kcal/100 gramos lo que lo hace un alimento con mucho potencial. (Inda 2000 y Laguna 2011).

a) Minerales: El lactosuero tiene un perfil de minerales en el que se destaca el potasio, en una proporción de 3 a 1 respecto al sodio, el consumo de ellos en esta proporción favorece la eliminación de líquidos y toxinas, dispone también de calcio (en una proporción de un 50% más que en la leche), fósforo y magnesio y, oligoelementos como zinc, hierro y cobre, formando sales de gran biodisponibilidad para el organismo (Elpidia 2013). Asimismo, Kobukowsky *et al.* (2006) postulan que “los minerales de la leche se transfieren al suero o a los permeados después de la coagulación de la proteína en la producción de la cuajada”. En la Tabla 2 se observa cómo el lactosuero de quesos más ácidos tiene mayor contenido de minerales que el lactosuero de quesos menos ácidos. Esto tiene implicaciones importantes a la hora de procesar el lactosuero para convertirlo en requesón, en una bebida o en otro alimento (Miranda *et al.* 2009).

Tabla 2. Minerales en el lactosuero

Componente	Suero dulce (g/L)	Suero ácido (g/L)
Calcio	0.4 – 0.6	1.2 – 1.6
Fosfatos	1.0 – 3.0	3-0 – 4.5
Hierro	0.6 – 1.0	1.0 – 1.3
Potasio	1.6	1.8
Sodio	0.5	0.5

Fuente: Panesar *et al.* (2007).

b) Vitaminas: El suero de leche contiene cantidades pequeñas pero apreciables de las vitaminas A, C, D, E y del complejo B, como la vitamina B2, riboflavina, la cual es responsable del color verdoso del suero (tabla 3). También posee ácido orótico y ácido láctico que ayuda a mejorar el proceso de respiración celular (Centro Nacional de Producción más limpia 2004)

Tabla 3. Vitaminas en el lactosuero

Componente	Concentración mg/100 gramos
Ácido ascórbico (Vit. C)	0.1
Tiamina (Vit. B1)	0.036
Riboflavina (Vit. B2)	0.158
Niacina (Vit. B3)	0.1
Ácido pantoténico (Vit. B5)	0.383
Piridoxina (Vit. B6)	0.031
Ácido fólico (Folacina)	1
Cobalamina (Vit. B12)	0.277
Retinol (Vit. A) UI	10-16

Fuente: Agricultural Research Service (U.S.D.A) (2012).

c) Proteínas: Las proteínas del suero son el conjunto de sustancias nitrogenadas que no precipitan cuando el pH de la leche se lleva a un pH de 4.6, por eso se les denomina proteínas solubles, representan aproximadamente el 20% del total de proteínas de la leche. (Veisseryre 2002).

Las características fisicoquímicas de las proteínas del suero son muy diferentes a las de las caseínas. Desde el punto de vista digestivo, las proteínas del suero permanecen

solubles al pH ácido del estómago, a diferencia de las caseínas que precipitan y forman coágulos. Su largo paso por el intestino facilita una gran variedad de funciones, por ejemplo, interacciones con la flora gastrointestinal o con los minerales presentes en el bolo alimenticio, lo que mejora su absorción (Jiménez y García 2006).

La caseína representa el 78 % de la proteína de la leche de vaca, es ligeramente deficiente en los aminoácidos azufrados (metionina y cisteína) mientras que las proteínas del suero, que representan un 17 % del total de la proteína, poseen mayor cantidad de estos aminoácidos, por lo cual su valor biológico es de 1.0 superior al 0.8 de la caseína y comparable con el valor biológico de la proteína del huevo que es de 1.0 (Domínguez 2000).

Las principales proteínas del suero son las albúminas (α -lactoalbúmina y albúmina sérica), las globulinas (β -lactoglobulinas e inmunoglobulinas), las fracciones proteosas y las proteínas menores (lactolina y lacto transferrina) (Archibald 2002, Hambreaus 2003).

La fracción compuesta por β -lactoglobulina y α -lacto albúmina representan un 70 % del total de las proteínas del suero, éstas son responsables de la termolabilidad, y solubilidad en rangos amplios de pH, también de proporcionar propiedades como la emulsificación, gelación, coagulación, aglutinación con el agua y formación de espuma, nata y viscosidad, en productos elaborados de lactosuero. (Modler y Emmons 2001, Lloyd 2002, Spellman *et al.* 2009).

Por otra parte, la fracción menor, compuesta por inmunoglobulinas (13 %), lactoferrina (3 %), albumina de suero bovino (5 %), fracción peptona-proteasa y

enzimas pueden influir significativamente en la funcionalidad del lactosuero (Aider *et al.* 2009).

El lactosuero también contiene compuestos biológicamente activos y péptidos bioactivos definidos, que son resistentes a la acción de péptidasas digestivas, lo que le permite su absorción y paso al torrente sanguíneo sin ninguna alteración estructural y pueden ejercer determinados efectos biológicos y fisiológicos (Bauman *et al.* 2006, Madureira *et al.* 2010).

Entre estos elementos están los fragmentos específicos de proteínas principalmente de α -lactoglobulina y de albumina sérica con efecto sobre el sistema nervioso o con capacidad de inhibición de la actividad de la enzima convertidora de angiotensina (ECA 1); péptidos inmunomoduladores que incrementan la actividad fagocítica de los macrófagos y ejercen efectos antimicrobianos y antivirales; péptidos con efectos favorables sobre el sistema cardiovascular, vía antitrombótica, antihipertensiva e hipocolesterolemica, péptidos antioxidantes, entre otros (Shrikant *et al.* 2012, Tavares y Malcata 2013, Taheri *et al.* 2014).

Tipos de proteína

Las proteínas del suero lácteo representan una mezcla variada de proteínas secretadas, las cuales tienen una serie de efectos biológicos. Que van desde un efecto anticancerígeno hasta efectos en la función digestiva.

Las propiedades de las proteínas presentes en el lactosuero como la emulsificación y la formación de espuma, solubilidad a pH bajos, buena capacidad de gelatinización (gelificación), aumento de la viscosidad, termolabilidad (precipitando

progresivamente con los tratamientos térmicos) permiten emplearlo como ingrediente para varios propósitos en la industria alimenticia como son la elaboración de productos acidificados como bebidas a base de jugos, aderezos para ensaladas, cremas para untar y productos horneados (Nicorescu *et al.* 2009).

1. Beta-lactoglobulina

Es la proteína de suero más abundante que compone aproximadamente el 50 a 55 % de las proteínas del suero. La beta-lactoglobulina es una excelente fuente de aminoácidos esenciales en especial los de cadena ramificada los cuales pueden ayudar a prevenir la degradación del glucógeno muscular y repone el glucógeno durante el ejercicio. Además, estimula la fijación de vitaminas liposolubles aumentando su biodisponibilidad (Aguilera *et al.* 2010).

2. Alfa-lactoalbúmina

Es la segunda proteína más abundante encontrada en el suero de la leche, constituyendo aproximadamente 20 a 25 % de la proteína de suero. La alfa lactoalbúmina tiene un alto contenido de triptófano, aminoácido esencial, con beneficios potenciales para la producción de serotonina, la regulación del sueño y mejora el estado de ánimo bajo estrés. Provee todos los aminoácidos esenciales y aminoácidos de cadena ramificada y posee una actividad potencial contra el cáncer. (Recio y López 2005).

3. Glicomacropéptido (GMP)

Es un derivado del proceso de fabricación del queso, y constituye un 10 a 15 % de la proteína del suero, dependiendo del proceso de concentración o aislado de la

proteína de suero. El GMP puede ayudar a controlar e inhibir la formación de placa dental y la caries. Estimula al organismo a producir colecistoquinina, la hormona liberada tras la ingestión de alimentos y que es responsable de la sensación de saciedad. Posee un efecto en la motilidad gastrointestinal y un efecto estimulador de bifidobacterias. El GMP conocido también como el macro péptido de la caseína, es una proteína rica en aminoácidos ramificados como la leucina, isoleucina y valina. Sin embargo, es una proteína que no tiene presencia de fenilalanina, triptófano y tirosina, la deficiencia de fenilalanina hace que sea una proteína consumible por los fenilcetonuricos, tiene propiedades supresoras del hambre por lo que Etzel, propone su empleo en gomas de mascar (Etzel 2000 y Gunasekaran *et al.* 2006).

4. Inmunoglobulinas

Son proteínas producidas por el sistema inmunológico para luchar contra antígenos específicos. Las inmunoglobulinas constituyen aproximadamente el 10 a 15% de la proteína de suero, coloquialmente son conocidas como anticuerpos (Wit, 2003).

5. Albumina de suero bovino (ASB)

Es una proteína de gran tamaño con un buen perfil de aminoácidos esenciales, representa aproximadamente 5-10 % de la proteína de suero (Parra 2009).

6. Lactoferrina

Es una glicoproteína y constituye aproximadamente de 1 a 2 % de los componentes de la proteína de suero, inhibe el crecimiento de bacterias y hongos, debido a su capacidad para unirse al hierro (Kreider 2004 y Jinjarak *et al.* 2006).

Smithers *et al.* (1996), Wakabayashi *et al.* (2006) señalan “la lactoferrina no es coagulable mediante tratamientos térmicos ni mediante manipulación de pH”.

7. Lactoperoxidasa

Es una glicoproteína y constituye aproximadamente el 0.5 % de la proteína de suero. La lactoperoxidasa es un agente antibacteriano natural. La lactoperoxidasa es una enzima termoestable, posee efectos inhibitorios contra la *Escherichia Coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Salmonella typhimurium*, además de evitar el crecimiento de bacterias gram positivas (Veisseryre 2002).

8. Lisozima

La lisozima es una enzima presente de forma natural en la leche y constituye menos del 0.1% de la proteína de suero. La lisozima tiene propiedades para aumentar la inmunidad. (Ministerio de Salud; Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia 2010).

Podemos considerar entonces que las proteínas del suero láctico, representan una mezcla variada de proteínas, las cuales tienen efectos biológicos, que se han relacionado con la inhibición de células cancerosas, acción como agentes anticolesterolémicos o antioxidantes, antihipertensivas, antibacterianas, antivirales, hasta efectos en la función digestiva (Philipina y Syed 2008, Galdámez *et al.* 2009). En la Tabla 4 se presentan las funciones biológicas de las distintas suero proteínas.

Tabla 4. Funciones biológicas de las proteínas del suero de leche

Proteína	Función biológica	Referencias
β -Lactoglobulina	Transportador (retinol, ácidos grasos, vitamina D y colesterol). Aumento de la actividad esterasa pregástrica. Transferencia de inmunidad pasiva. Regulación de la glándula mamaria en el metabolismo del fósforo.	(Chartterton <i>et al.</i> 2006, Puyol <i>et al.</i> 1991, Wang <i>et al.</i> 1997, Pérez <i>et al.</i> 1992, Warne <i>et al.</i> 1974, Farrel <i>et al.</i> 2004).
α -Lactoalbúmina	Prevención del cáncer. Síntesis de lactosa. Tratamiento de la enfermedad inducida por el estrés crónico.	(Marshall 2004, Chartterton <i>et al.</i> 2006, Smithers 2008, Markus <i>et al.</i> 2002, Ganjam <i>et al.</i> 1997).
Albuminas del suero	Función antimutagénica. Prevención del cáncer. Inmunomodulación.	(Walzem <i>et al.</i> 2002, Marshall 2004, <i>et al.</i> , 2007, Bosselaers <i>et al.</i> 1994, Rodrigues <i>et al.</i> 2009)
Inmunoglobulinas	Prevención y tratamiento de diversas infecciones microbianas	(Mehra <i>et al.</i> 2006)

	(infecciones de las vías respiratorias superiores, gastritis, caries dental, diarrea, entre otras).	
Lactoferrina	Actividades antibacterianas, antivirales, antifúngicas. Evita varias infecciones microbianas y varios tipos de cáncer. Actividad prebiótica.	(El-Fakharany <i>et al.</i> 2008, Madureira, Pereira <i>et al.</i> 2007, Pan <i>et al.</i> 2006, Rodrigues <i>et al.</i> 2009, Smithers 2008, Wakabayashi <i>et al.</i> 2006)
Lactoperoxidasa	Biocidas y actividades biostáticas. Prevención de cáncer de colon y cáncer de piel.	(Boots y Floris 2006, Smithers 2008)
Glicomacropéptidos	Interacción con toxinas, virus y bacterias (mediada por la fracción de carbohidratos). Control de la formación de ácido en la placa dental. Actividad inmunomoduladora.	(Thoma <i>et al.</i> 2006, Aimutis 2004, Matin y Otani 2000).

Osteopontina	Mineralización ósea, se utiliza para el tratamiento del cáncer	(Rodrigues 2009)
Proteasa peptonas	Efectos inmunoestimulantes Prevención de la caries	(Sugahara <i>et al.</i> 2005, Aimutis 2004, Grey <i>et al.</i> 2003)

Adaptado de Mendes (2011).

- d) Aminoácidos:** Según Baro *et al.* (2001), “las proteínas del suero, poseen más aminoácidos esenciales que la proteína del huevo o de la soja (soja)”. Las proteínas principalmente las α -lactoalbúminas, son ricas en aminoácidos con cadenas laterales largas (isoleucina, leucina y valina), los cuales tienen un alto coeficiente de uso por parte del organismo humano ya que estos aminoácidos son necesarios en las células del músculo para promover la síntesis de proteínas. Estos aminoácidos son metabolizados para generar energía por el músculo más que por el hígado. De esta manera ayudan a aumentar la biodisponibilidad de los carbohidratos como fuente de energía (Servicio Nacional del Consumidor 2004, Jiménez y Sarmiento 2006).

La composición de aminoácidos de las proteínas del suero les confiere funcionalidad fisiológica muy especial: en primer lugar, las proteínas del suero contienen una muy alta proporción de aminoácidos azufrados, esto contribuye a la gran calidad nutricional de estas proteínas. Más aún, los aminoácidos azufrados parecen aumentar la función inmune del organismo, probablemente vía la regulación del tripéptido azufrado, glutatión, el cual interactúa con las membranas celulares de los microorganismos provocándoles la muerte (Ha y Zemel 2003, Guzmán 2005).

En la Tabla 5 se relaciona el contenido de aminoácidos que contiene el lactosuero respecto al huevo, encontrándose que la leucina y lisina son los aminoácidos que se encuentran en mayor cantidad, además, parecen ejercer determinados efectos biológicos y fisiológicos, in vivo, potenciando la respuesta inmune, tanto humoral como celular. (Baro *et al.*2001)

Tabla 5. Beneficio nutricional del lactosuero en relación al aporte de aminoácidos esenciales

Aminoácidos (g en 100g de proteína)	Lactosuero	Huevo
Treonina	6.2	4.9
Cisteína	1	2.8
Metionina	2	3.4
Valina	6	6.4
Leucina	9.5	8.5
Isoleucina	5.9	5.2
Fenilalanina	3.6	5.2
Lisina	9	6.2
Triptófano	1.5	1.6

Fuente: Gómez *et al.* (1999).

- e) **Hidratos de carbono:** La lactosa es un azúcar que se encuentra solamente en la leche, y pertenece al grupo de los hidratos de carbono o carbohidratos que son la fuente más importante de energía en nuestra dieta. El disacárido es soluble en agua y se presenta como una solución molecular en la leche. En la elaboración del queso, la mayor parte de la lactosa se queda disuelta en el suero (Cuellas y Wagner 2010).

El suero de leche contiene entre 4.5 y 5.14 % de carbohidratos correspondientes a la lactosa, siendo este su componente principal. La lactosa está presente en todas las leches de los mamíferos y también puede encontrarse en muchos alimentos preparados. Es un disacárido natural compuesto de glucosa y galactosa (Atlitec *et al.* 2005, McSweeney *et al.* 2015).

f) Grasas: La mayor parte de la materia grasa presente en la leche bovina se encuentra en el interior de los glóbulos grasos, en forma de triglicéridos. Los ácidos grasos representan cerca del 90 % de la masa de los mismos. Al ser el lactosuero proveniente de la leche sus propiedades grasas son las mismas, están compuestos de la siguiente manera: ácidos grasos saturados 60-70 %, ácidos grasos monoinsaturados 25-30 %, ácidos grasos poliinsaturados 2-5 %. Generalmente la grasa no es un componente que se busque conservar dentro de la producción del suero de leche donde se busca el aprovechamiento del contenido de proteínas y lactosa (Manson *et al.* 2003 y Farkye 2004).

2.2.5. Usos del lactosuero

Debido a sus propiedades nutricionales y funcionales, el lactosuero se ha convertido en una materia prima conveniente para obtener diferentes productos a nivel tecnológico. Se ha establecido que es posible transferir diversas propiedades funcionales identificadas en el suero de leche a nuevos productos alimenticios. Por tal motivo, se ha incrementado el uso de proteínas de suero de leche como ingrediente en alimentos fisiológicamente funcionales (Morr y Ha 1993).

En la Tabla 6, se muestran algunos usos del suero de leche en alimentos, así como el beneficio que proporciona las propiedades fisicoquímicas de éstos. La utilización del suero en los últimos años va acompañada de la realización de investigaciones en la industria láctea, siendo considerado hoy en día uno de los campos más importantes de investigación y desarrollo de esta industria de alimentos (Guerrero *et al.* 2011).

Tabla 6. Algunas aplicaciones y beneficios del lactosuero en alimentos

Aplicaciones en	Algunos beneficios
Productos de panadería	Incrementa el valor nutricional, funciona como emulgente, reemplaza la adición de huevo, da cuerpo a la masa.
Quesos	Incrementa el valor nutricional, funciona como emulgente, funciona como gelificante, mejora propiedades organolépticas, mejora consistencia, incrementa la cohesividad.
Bebidas	Incrementa el valor nutricional, mejora la solubilidad, mejora la viscosidad, mejora la estabilidad coloidal.
Postres	Funciona como emulgente, da cuerpo y textura a los productos.
Confitería	Funciona como emulgente y facilita el batido.
Productos cárnicos	Funciona como pre-emulgente, funciona como gelificante, mejora solubilidad.

Otros	Alimentos de mayor valor nutricional y bajo costo, alimentos para deportistas, para personas de la tercera edad, fórmulas nutricionales especiales para mantener peso saludable o aumentar consumo de proteína, fórmulas infantiles, fórmulas especiales para alimentación hospitalaria.
-------	--

Adaptado de Poveda (2013).

2.2.6. Bebidas a base de lactosuero

El método más barato y eficiente para preparar una bebida es mediante la recuperación del suero leche, después de la manufactura del queso, luego pasteurizarlo, deodorizarlo si es necesario, darle sabor apropiadamente y empacarlo para su posterior consumo. Como base acuosa se puede utilizar el suero en exclusiva o en combinación con otros ingredientes, ya sean lácteos (leche, proteínas) o no lácteos (grasas y proteínas vegetales) (Sakhale *et al.* 2013).

Las bebidas a base de lactosuero, pueden clasificarse de acuerdo a lo que establece la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) en el Codex Alimentarius sobre aditivos alimentarios, en el proyecto de revisión del Sistema de Clasificación de los Alimentos, en: bebidas lácteas a base de lactosuero aromatizadas y/o fermentadas. En ocasiones se desarrollan bebidas ricas en proteínas donde el lactosuero se homogeniza con mezclas de zumo de frutas o de legumbres, así como bebidas alcohólicas en las que se introduce el lactosuero

hidrolizado en el mosto. Puede hacerse un producto similar al vino con lactosuero con o sin adición de azúcar y con o sin adición de aromas (FAO 2004).

En algunos casos puede ser interesante llevar a cabo una hidrólisis enzimática de la lactosa para obtener glucosa y galactosa; como consecuencia se incrementa el dulzor (aproximadamente 4 veces) y se obtiene un producto apto para el consumo de las personas con intolerancia a la lactosa (Jeličić *et al.* 2008).

Las bebidas refrescantes, fermentadas y alcohólicas están entre los productos de más aceptación, debido a sus bajos costos de producción, grado de calidad alimenticia y por su aceptable sabor, ya que estas bebidas usualmente producto de la mezcla de suero con jugo de frutas cítricas, son compatibles con el sabor ácido del suero de la leche (Parra 2009).

a. Azúcar: Según Francis y Harmer (1993) “los azúcares que se encuentran frecuentemente en las bebidas refrescantes son la sacarosa, el jarabe de glucosa, la fructosa y el azúcar invertido, que son estimados en conjunto midiendo los grados Brix por medio de un refractómetro o un hidrómetro”.

Debe señalarse que, si el azúcar predominante no es la sacarosa, el valor Brix determinado no se refiere exactamente al contenido de azúcar en peso. La escala internacional que relaciona grados Brix, peso específico e índice de refracción fue determinada usando sacarosa pura. Normalmente el grado Brix por sí solo se considera suficiente a efectos rutinarios.

- b. Ácido cítrico:** “El ácido cítrico es un aditivo multifuncional, apropiado para las más diversas aplicaciones” (Wong 1995). Entre sus principales funciones se destacan la acidificación, tamponamiento y mejoramiento del aroma.

1. Acidificación

Según Wong (1995) el ácido cítrico suele utilizarse para acidificar alimentos poco ácidos hasta un pH de 4.6 o más bajos.

2. Tamponamiento

Junto con sus sales, el ácido cítrico ejerce un eficaz efecto tampón que permite estabilizar el pH a lo largo de diversas etapas de elaboración de alimentos.

3. Mejoramiento del aroma

Debido a su elevada solubilidad (84 g/100 g de agua a 100 °C) y sus excelentes características aromáticas, el ácido cítrico se ha venido utilizando en la industria de bebidas, para impartirles un agradable sabor ácido, afrutado y para potenciar a los numerosos saborizantes y aromatizantes, naturales y artificiales, a los que se recurre.

c. Derivados ácidos de cadena corta provistos de acción antimicrobiana

Entre los agentes antimicrobianos derivados de ácidos de cadena corta, se encuentran el benzoato sódico, el sorbato y sus sales (generalmente sódicas y potásicas), el propionato y el sulfito. Las dosis máximas a las que se emplean se hallan en torno al 0.1 %.

2.2.7. Bebidas de reposición de líquidos

De acuerdo a Medina Jiménez (2002) son bebidas que contienen electrolitos (el sodio es el más importante) y azúcares (carbohidratos). Se caracterizan porque permiten reponer el líquido tanto o más rápido que el agua, a la vez que contribuyen al mantenimiento del nivel de glucosa en la sangre. Dentro de éstas tenemos:

1. Bebidas hipotónicas

Tienen menos partículas (azúcares y electrolitos) por 100 mL que los fluidos corporales. Al estar más diluidas, se absorben más rápido que el agua. Contienen menos de 4g de azúcar por 100 mL.

2. Bebidas de carbohidratos (o hipertónicas)

Contienen más partículas (azúcares y electrolitos) por 100 mL que los fluidos corporales, o sea, más concentradas que éstos, siendo absorbidas más lentamente que el agua. Suelen contener más de 8 g de azúcares por 100 ml.

3. Bebidas Isotónicas

Se consideran a aquellas bebidas no alcohólicas especialmente formuladas para el consumo antes, durante y después de la actividad física y están destinadas fundamentalmente a reponer el agua y electrolitos perdidos durante esa actividad (Norma Técnica Peruana 103.001 2018).

Tienen el mismo número de partículas (azúcares y electrolitos) por 100 ml que los fluidos corporales, siendo absorbidas tanto o más rápido que el agua. Suelen

contener entre 4 y 8 gramos por 100 ml, y son las más utilizadas en el ámbito deportivo, puesto que proporcionan el equilibrio ideal entre rehidratación y reabastecimiento. Son las del tipo “Gatorade”, “Aquarius”, etc. Este tipo de bebidas también suelen incluir una mezcla de vitaminas, particularmente vitamina C, complejo B y E (Williams 2002).

Las bebidas isotónicas tal vez sean mejor que el agua cuando se trata de acelerar la recuperación después del ejercicio, sobre todo cuando las pérdidas de líquido son altas o cuando los deportistas entrenan o compiten dos veces al día. El problema en relación con beber agua es que provoca un descenso de la osmolaridad de la sangre (es decir, diluye el sodio en la sangre), lo cual reduce la sed y aumenta la producción de orina, por lo que podemos dejar de beber antes de rehidratarnos (Maughan *et al.* 1996, González *et al.* 1992). Las bebidas isotónicas, por otra parte, aumentan el deseo de beber y reducen la producción de orina.

Tabla 7. Comparación de bebidas comerciales isotónicas

	Isostar	Powerade	Aquarius	Gatorade	Nutri Sport
Azúcar					
Fructosa (%)	0.4	1.1	1.3	1.2	2.8
Glucosa (%)	0.4	1.1	1.3	1.6	1.5
Sacarosa (%)	4.3	4.3	3.5	2.2	No contiene
Maltosa (%)	1	No contiene	No contiene	0.6	0.5

Total azúcares					
(carbohidratos sencillos %)	6.1	6.5	6.1	5.06	4.8
Minerales					
Sodio					
(mg/100 ml)	70.8	52.5	23.2	51.1	37.2
Potasio					
(mg/100 ml)	18.4	5.6	2.1	15.8	30.1
Calcio					
(mg/100 ml)	31.2	3.2	2.2	0.7	10.8
Cloruros					
(mg/100 ml)	43.8	6.4	25.7	46.8	25.2
Colorantes					
Amarillo					
quinoleína (E-104) (ppm)	1.3	No contiene	No contiene	2.9	9.9
Amarillo					
anaranjado (E-110) (ppm)	0.5	No contiene	No contiene	No contiene	No contiene

Fuente: Zudaire & Yoldi (2004).

Tabla 8. Requisitos fisicoquímicos de una bebida hidratante par la actividad física y el deporte

Requisito	Unidades	Límite mínimo	Límite máximo
Carbohidratos	g/100ml	>5	8

Carbohidratos (bajo en calorías)	g/100ml	1	5
Sodio Na+	mg/L	230	500

Fuente: NTP 103.001 (2018).

- **Características y composición de las bebidas isotónicas**

- a. **Carbohidratos**

“Los carbohidratos se incorporan a las bebidas deportivas como fuente energética y la efectividad de estas bebidas depende del tipo de hidratos de carbono que lleva en su composición y de la concentración de los mismos” (Uribe 2009). Los resultados más efectivos se obtienen con bebidas que llevan glucosa, sacarosa (azúcar de mesa) o combinaciones de glucosa (maltodextrinas); la fructosa o la galactosa son menos eficaces porque proporcionan menos energía comparándolas con la misma cantidad de glucosa.

Los carbohidratos complejos como el almidón, necesitan digestión y son de absorción más lenta por lo que no están recomendados en ejercicios de alta intensidad. El contenido de glucosa en estas bebidas es, entre 4 y 8 g/100mL, y aportan 300 calorías por litro. Su aporte de agua evita la deshidratación, y la concentración de hidratos de carbono es efectiva para mantener el equilibrio de líquidos, proporcionar energía, reducir la degradación de las reservas de glucógeno, ayudar a mantener estables los niveles de glucosa en sangre y acelerar la asimilación del agua. Si la bebida tuviera menos del 4% de azúcares, adolecería de poco valor energético, pero si superara el 10% se retrasaría el vaciamiento

gástrico y la absorción de agua, lo que podría provocar diarrea y molestias gastrointestinales (Zudaire y Yoldi 2004).

b. Electrolitos y su papel en la hidratación

Según Bean (2007), los electrolitos son sales minerales disueltas en el líquido corporal. Entre ellas están el sodio, el cloro, el potasio y el magnesio. Ayudan a regular el equilibrio hídrico entre los diferentes compartimientos del organismo; por ejemplo, la cantidad de líquido en el interior y en el exterior de una célula muscular, y el volumen del líquido en la circulación sanguínea. El movimiento es controlado por la concentración de electrolitos situados a ambos lados de la membrana celular. Por ejemplo, un aumento de la concentración de sodio en el exterior de una célula hará que el agua se traslade desde el interior de ésta hacia el exterior. De modo similar, una disminución de la concentración de sodio hará que el agua se traslade del exterior al interior de la célula.

“Cuando sudas, pierdes electrólitos como el sodio y el potasio, dos de los minerales que ayudan a mantener un correcto equilibrio hídrico en los tejidos. Las bebidas isotónicas comercializadas suelen contener estos electrolitos” (Clark 2006). Los electrólitos de las bebidas isotónicas no tienen un efecto directo sobre el rendimiento deportivo, pero el sodio aporta una ventaja clave: aumenta la sed y mejora la palatabilidad. Esto se debe a que el aumento de la concentración de sodio y la reducción del volumen plasmático que acompañan al ejercicio aumentan la sensación natural de sed haciendo que se quiera beber. Si se bebe agua sola, ésta diluye con eficacia el sodio, con lo que se reduce la urgencia de beber antes de estar rehidratados por completo. Por tanto, incluir una pequeña

cantidad de sodio en la bebida anima a beber más líquido. Las bebidas isotónicas suelen aportar entre 25-60 mg de sodio cada 100 ml (Gancedo 2012).

Al principio se creyó que el sodio también aceleraba la absorción del agua en los intestinos, pero las investigaciones realizadas en la Universidad de Iowa han demostrado desde entonces que añadir sodio a una bebida isotónica no aumenta la adsorción de líquidos (Gisolfi et al. 1995). Los investigadores encontraron que después de consumir cualquier tipo de bebida, el sodio pasa del plasma al intestino donde estimula la absorción de agua.

La glucosa es más importante que el sodio para favorecer la absorción de líquidos, a pesar de lo cual el sodio sigue siendo un ingrediente importante en las bebidas isotónicas. El American College of Sports Medicine (ACSM) (1996) recomienda añadir sodio a las bebidas deportivas no para acelerar la absorción de agua, si no para mejorar su sabor, animar a beber y favorecer la retención de líquido. Una buena hidratación es condición fundamental para optimizar el rendimiento deportivo. La importancia de los líquidos, el agua y las bebidas para deportistas (bebidas isotónicas y bebidas de recuperación), radica en el restablecimiento de la homeostasis del organismo, por la pérdida de agua y electrolitos (iones) provocada por la actividad física por mecanismos como la sudoración (Martínez *et al.* 2013).

c. Osmolalidad

Edimar *et al.* (2014) explican que el uso de permeado de suero de leche es súper importante porque tiene osmolalidad, una medida que se refiere al número de partículas de soluto (hidratos de carbono, sales minerales, etc.) presentes en un

kg de solvente (agua). La osmolalidad representa la intensidad de la presión osmótica en el organismo y que tiene que ser similar a la del intestino, por ejemplo, donde se produce la absorción de nutrientes. La osmolalidad del organismo es de 280 mOsm / kg - 330 mOsm / kg de agua, y el suero ya tiene una osmolalidad natural.

d. Osmolaridad

La osmolaridad es la medida del número de partículas disueltas en un líquido. Las soluciones relativamente diluidas de azúcar (hipotónica o isotónica) estimulan la absorción de agua en el intestino delgado al torrente circulatorio. Una concentración de azúcar de hasta aproximadamente 8g/100 mL acelera la absorción de agua, mientras que las bebidas más concentradas (hipertónicas) retardan el vaciamiento gástrico y reducen la velocidad del reemplazamiento de líquidos.

En teoría, las bebidas isotónicas proporcionan el equilibrio ideal entre rehidratación y reabastecimiento. Los fenómenos osmóticos dependen del número total de partículas en una solución y son independientes de la carga, tamaño o forma de éstas. Cualquier condición que cambie la presión osmótica efectiva, produce movimiento de líquidos entre compartimientos hasta que se alcance su equilibrio. Los minerales y los carbohidratos solubles en los líquidos y soluciones son los principales determinantes de la osmolaridad (Dini *et al.* 2004).

De acuerdo a la NTC 3837 (2009) una bebida es isotónica si la concentración osmótica está comprendida entre 200 mOsm/L y 420 mOsm/L.

2.2.8. Pruebas sensoriales

Los especialistas en pruebas sensoriales y los científicos de alimentos clasifican las pruebas en afectivas (orientadas al consumidor) y analíticas (orientadas al producto), en base al objetivo de la prueba. Las pruebas empleadas para evaluar la preferencia, aceptabilidad o grado en que gustan los productos alimentarios se conocen como "pruebas orientadas al consumidor". Las pruebas empleadas para determinar las diferencias entre productos o para medir características sensoriales se conocen como "pruebas orientadas al producto" (Watts *et al.* 1992).

- **Pruebas orientadas al consumidor**

Las pruebas orientadas al consumidor incluyen las pruebas de preferencia, pruebas de aceptabilidad y pruebas hedónicas (grado en que gusta un producto). Estas pruebas se consideran pruebas del consumidor, ya que se llevan a cabo con paneles de consumidores no entrenados.

- **Pruebas hedónicas**

Las pruebas hedónicas están destinadas a medir cuánto agrada o desagrade un producto. Para estas pruebas se utilizan escalas categorizadas, que pueden tener diferente número de categorías y que comúnmente van desde "me gusta muchísimo", pasando por "no me gusta ni me disgusta", hasta "me disgusta muchísimo". Los panelistas indican el grado en que les agrada cada muestra, escogiendo la categoría apropiada.

La escala más utilizada es la escala hedónica de 9 puntos (Drake 2007), aunque también existen variantes de ésta, como son la de 7, 5 y 3 puntos o la escala

gráfica de cara sonriente que se utiliza generalmente con niños (Stone y Sidel 2004). La escala de 9 puntos es una escala bipolar. Desde su invención en la década de 1940 (Jones *et al.* 1957) se ha utilizado extensamente en una amplia variedad de productos y con un éxito considerable (Clark *et al.* 2009, Schutz y Cardello 2001, Stone y Sidel 2004). Es la prueba recomendada para la mayoría de estudios, o en proyectos de investigación estándar, donde el objetivo es simplemente determinar si existen diferencias entre los productos en la aceptación del consumidor.

A los panelistas se les pide evaluar muestras codificadas de varios productos, indicando cuanto les agrada cada muestra, marcando una de las categorías en la escala, que va desde “me gusta extremadamente” hasta “me disgusta extremadamente”. Cabe resaltar que la escala puede ser presentada gráfica, numérica o textualmente, horizontal o verticalmente y se utiliza para indicar las diferencias en gusto del consumidor de los productos (Clark *et al.* 2009).

“En esta escala es permitido asignar la misma categoría a más de una muestra” (Watts *et al.* 1989). Las muestras se codifican con números aleatorios. El orden de presentación de las muestras puede ser aleatorio. En un orden de presentación balanceado, cada muestra se sirve en cada una de las posibles posiciones que puede ocupar (primera, segunda, tercera, etc.) un número igual de veces (Watts *et al.* 1989). Las muestras se pueden presentar todas al mismo tiempo o una a una; la presentación simultánea de las muestras es preferible ya que, es más fácil de administrar y permite a los panelistas volver a evaluar las muestras si así lo desean y además, hacer comparaciones entre las muestras.

Para el análisis de los datos, los puntajes numéricos para cada muestra, se tabulan y analizan utilizando análisis de varianza (ANOVA), para determinar si existen diferencias significativas en el promedio de los puntajes asignados a las muestras. En el análisis de varianza (ANOVA), la varianza total se divide en varianza asignada a diferentes fuentes específicas. La varianza de las medias entre muestras se compara con la varianza de dentro de la muestra (llamada también error experimental aleatorio). Si las muestras no son diferentes, la varianza de las medias entre muestras será similar al error experimental. La varianza correspondiente a los panelistas o a otros efectos de agrupación en bloque, puede también compararse con el error experimental aleatorio. Una vez detectada una diferencia significativa, pueden hacerse pruebas de comparación múltiple, para determinar cuáles son las medias del tratamiento o de la población que difieren entre sí. (Watts *et al.* 1989)

2.3. Glosario de términos

- **Aminoácido:** compuesto orgánico nitrogenado que constituye el componente esencial de la molécula de proteína (Bosqued 2012).
- **Bioactivo:** sustancia o material con capacidad de estimular o modular una actividad biológica específica (Almarguer y Villagómez 2017)
- **Coagulación:** proceso que consiste en la desestabilización o desnaturalización de las proteínas de la leche. (Hernández *et al.* 2003).
- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):** medida de la cantidad de oxígeno consumido en la degradación bioquímica de la materia orgánica mediante procesos biológicos aerobios (principalmente por bacterias y protozoarios) (Sánchez 2007).
- **Demanda química de oxígeno (DQO):** es la cantidad de oxígeno necesario para descomponer químicamente la materia orgánica e inorgánica (Sánchez 2007).
- **Emulgente:** sustancia que hace posible la formación o el mantenimiento de una mezcla homogénea de dos o más fases no miscibles (Bello Gutiérrez 2000)
- **Emulsificación:** operación dirigida a dispersar un líquido (fase dispersa, discontinua o interna) en otro (fase continua o dispersante) en forma de gotas diminutas, siendo ambos líquidos inmiscibles (De Oña y Serrano 2017).
- **Equilibrio hídrico:** equilibrio de agua en los compartimientos intracelulares y extracelulares del organismo (Moorhead *et al.* 2018).
- **Estabilizante:** sustancia que hace posible conservar el estado físicoquímico de un alimento y reducir su tendencia a desintegrarse al evitar el choque de sus micelas. (Bello 2000).

- **Floculación:** proceso químico que aglutina sustancias coloidales que están presentes en el agua con la adición de determinadas sustancias denominadas floculantes o sustancias químicas que aglutinan sólidos en suspensión para provocar su aglutinación (Gastalver 2015).
- **Gelificante:** sustancia que proporciona una textura a un alimento mediante la formación de un sistema coloidal específico, conocido como gel (Bello 2000).
- **Glicoproteínas:** proteínas unidas a hidratos de carbono (Barioglio 2006).
- **Glucógeno:** es la provisión de hidratos de carbono del organismo (Hayes 2002).
- **Hidratos de carbono:** macronutrientes energéticos ya que su destino principal en el organismo es servir como combustibles metabólicos, de ahí la importancia de su presencia en la alimentación diaria (Poggio 2015).
- **Homeostasis:** propiedad de los organismos vivos consistente en la capacidad inherente de mantener una condición interna estable, gracias a compensar los cambios producidos en el entorno mediante distintos procesos metabólicos (Solanas *et al.* 2015)
- **Inmunomodulador:** sustancia que actúa regulando el sistema inmune mediante el aumento o la disminución de la capacidad de producir anticuerpos (Bosqued 2012).
- **Kappa-caseína (κ -CN):** fosfoproteína, fundamental para la formación y estabilización de las micelas lipídicas de la leche (Stazionati 2019).
- **Lactosa:** también llamada azúcar de leche, es un disacárido formado por una unidad de glucosa y otra de galactosa. Es el único disacárido de origen animal. Es poco soluble en agua y el menos dulce de todos los azúcares (Poggio 2015).

- **Maltodextrinas:** o *polímeros de glucosa* son hidratos de carbono de cadena media, parcialmente reducidos a partir de los hidratos de carbono complejos de producción natural (Baker 2002)
- **Micelas de caseína:** moléculas de gran tamaño constituidas por la unión de otras más pequeñas, las llamadas submicelas de caseína, que tienden a unirse entre ellas a través del fosfato cálcico presente en la superficie (García 2014).
- **Minerales:** elementos químicos presentes en los alimentos que forman parte de la dieta habitual. Se encuentran en el cuerpo y en los alimentos en forma iónica (cationes como el calcio, potasio o sodio) (Poggio 2015).
- **Osmolalidad:** número de partículas osmóticamente activas por kilo de disolvente (Boticario y Calvo 2005).
- **Osmolaridad:** número de partículas (iones o moléculas) por litro de solución. Se expresa en osmoles por litro (Osm/L). (Gal *et al.* 2007).
- **Palatabilidad:** conjunto de propiedades físicas y organolépticas de un producto que contribuyen al desarrollo de una sensación agradable al consumidor (Boatella 2004)
- **Permeado de suero:** efluente resultante luego de extraída la proteína (Hernández 2015).
- **Presión osmótica:** presión que habría que ejercer, sobre la disolución más concentrada, para impedir el paso del disolvente desde la disolución más diluida. (Gonzales 2011).
- **Proteínas:** polímeros formados por la unión, mediante enlaces peptídicos de unidades de menor masa molecular llamadas aminoácidos (Poggio 2015).

- **Punto isoeléctrico:** pH de la dilución en la cual la proteína tiene una carga neta cero. (American 2005).
- **Rehidratación:** sustitución de las pérdidas de agua durante el ejercicio, o eliminadas en la orina, etc. (Kent 2003).
- **Solución isotónica:** aquella en la que la concentración global de solutos es igual a la presente en el interior de la célula (*iso* significa igual) (Totoro y Case 2007).
- **Vaciado gástrico:** consiste en la eliminación del contenido estomacal (bebida o comida) hacia el duodeno (Guede 2017).
- **Valor biológico:** fracción de nitrógeno absorbido y retenido por el organismo y representa la capacidad máxima de utilización de una proteína (Calvo *et al.* 2014).
- **Vitaminas:** compuestos de naturaleza orgánica, presentes en los alimentos como tal o bien en forma de precursor directo y que actúan como biocatalizadores de multitud de reacciones bioquímicas (Poggio 2015).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación

Las bebidas isotónicas se elaboraron en las instalaciones de la Planta de Lácteos del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público CEFOP Cajamarca U.O. Cajamarca I; ubicada en la Carretera a Baños del Inca km. 3.5, de donde fue adquirido el suero utilizado en la investigación. La determinación de parámetros fisicoquímicos (pH, acidez, sólidos solubles y densidad) se realizó en el laboratorio de la Planta de Lácteos antes mencionada.

La evaluación sensorial de las bebidas se llevó a cabo en un módulo instalado en la ciclovía Cajamarca - Baños del inca km 3.5 con los usuarios que habitualmente realizan actividad física en este espacio público. Las actividades correspondientes a la caracterización fisicoquímica de la formulación con más alta aceptabilidad fueron realizadas por International Laboratories S.A.C., empresa peruana dedicada a los servicios de laboratorio, localizada en Calle C. Mz. C Lt. 1 – Coop. Virgen de Guadalupe – Los Olivos - Lima, Perú.

3.2. Materiales

3.2.1. Materia prima

- Lactosuero: se utilizó lactosuero derivado de la elaboración de queso fresco, a partir de leche proveniente de vacas Jersey; en este caso para elaborar un kilogramo de queso se requirió cerca de 7.5 litros de leche y se obtuvo aproximadamente 5 a 6 litros de lactosuero. Se identificó

que el lactosuero utilizado fue dulce, debido a que presentó un pH de 6.39.

- Agua: en la elaboración de la bebida se agregó agua previamente hervida.

3.2.2. Insumos

- Sacarosa
- Glucosa
- Pectina
- Ácido cítrico
- Sal
- Sorbato de potasio
- Esencia naranja turbio

3.2.3. Equipos

- Descremadora
- Termómetro
- Balanza
- pH metro
- Refractómetro manual
- Cocina industrial
- Refrigeradora
- Equipo de titulación

3.2.4. Materiales

- Pipetas
- Probetas (25 mL)

- Envases de vidrio
- Filtro de tela
- Utensilios (jarras, ollas, baldes, cucharas, colador)
- Agua de mesa embotellada
- Vasos descartables
- Servilletas
- Fichas de evaluación sensorial
- Lapiceros

3.2.5. Reactivos

- Fenolftaleína
- Hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N

3.3. Metodología

3.3.1. Diseño experimental

Para poder llegar a los objetivos planteados se utilizó una investigación de tipo experimental; donde se realizaron cinco tratamientos con diferentes concentraciones de lactosuero (10 %, 15 %, 20 %, 25 % y 30 %) y agua (90 %, 85 %, 80 %, 75 % y 70 %) respectivamente.

Para el análisis fisicoquímico, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con cinco tratamientos y tres repeticiones, obteniéndose 15 unidades experimentales; teniendo como único factor la concentración de lactosuero/agua y como variable de respuesta los parámetros fisicoquímicos evaluados (pH, acidez, °Brix y densidad).

Para el análisis sensorial de las bebidas se utilizó también un diseño completamente al azar, considerando como variable independiente la concentración de lactosuero/agua y como variable dependiente, la respuesta sensorial de los jueces no entrenados.

La caracterización fisicoquímica y el cálculo de la osmolaridad se realizó al tratamiento con mayor aceptabilidad.

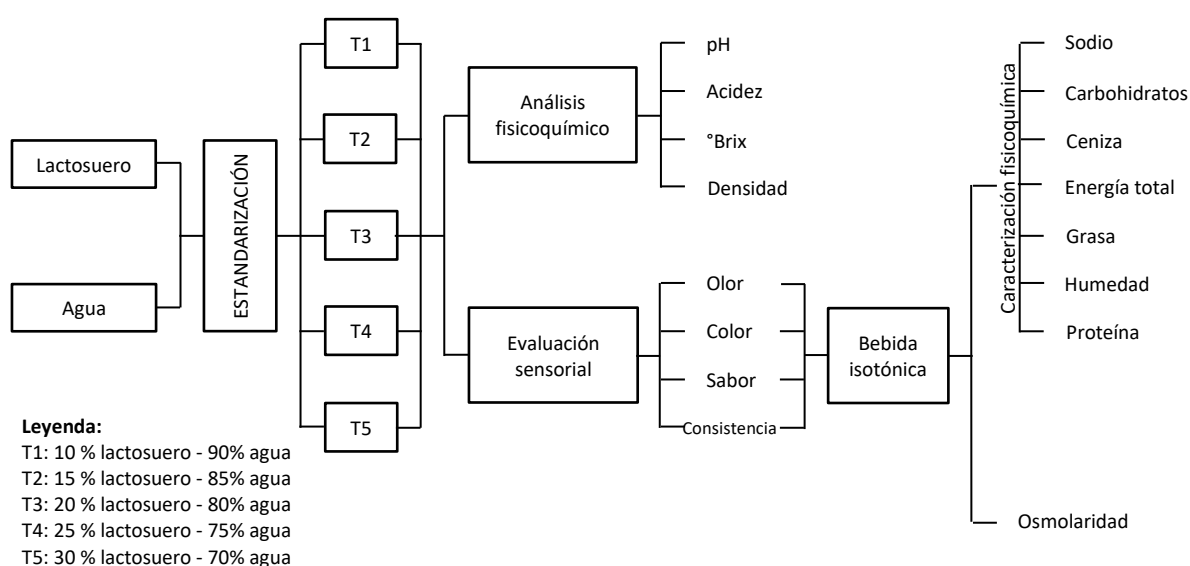


Figura 1. Diagrama de diseño experimental

3.3.2. Formulación de las bebidas

La cantidad de insumos utilizados en los tratamientos, se definió según la revisión de literatura sobre la composición de una bebida láctea con suero de leche (Instituto Ecuatoriano de Normalización 2011), bebidas con adición de electrolitos (INDECOPI 2018) y los ensayos previos a la investigación (Mena 2002, Alcívar y Morales 2010).

Este trabajo de investigación fue desarrollado a partir de cinco tratamientos; T1: 10 % suero y 90 % agua; T2:15 % suero y 85 % agua; T3, 20 % suero y 80 % agua; T4, 25 % suero y 75 % agua; T5: 30 % suero y 70 % agua; y a cada tratamiento se añadió el mismo porcentaje de sacarosa (2.4 %), glucosa (1.5 %), pectina (0.3 %), ácido cítrico (0.2 %), sorbato de potasio (0.05 %), sal (0.006 %) y esencia de naranja turbio (0.1 %). La Tabla 9 muestra los detalles de los tratamientos.

Tabla 9. Composición porcentual de insumos por tratamiento

Insumos	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)	T4 (%)	T5 (%)
Suero	10	15	20	25	30
Agua	90	85	80	75	70
Sacarosa	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Glucosa	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Pectina	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Ácido cítrico	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Sorbato de potasio	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Sal	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
Esencia naranja turbio	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

3.3.3. Obtención de la materia prima

El suero lácteo empleado se obtuvo como subproducto de la elaboración de queso fresco, en la planta de lácteos del I.E.S.T.P. CEFOP Cajamarca. A continuación, se presenta el diagrama de flujo que ilustra el proceso de elaboración de queso fresco, en donde se puede identificar en qué parte del proceso representado se obtuvo el

lactosuero que fue utilizado para la posterior elaboración de la bebida isotónica; luego, se verá en detalle la descripción de cada una de las etapas.

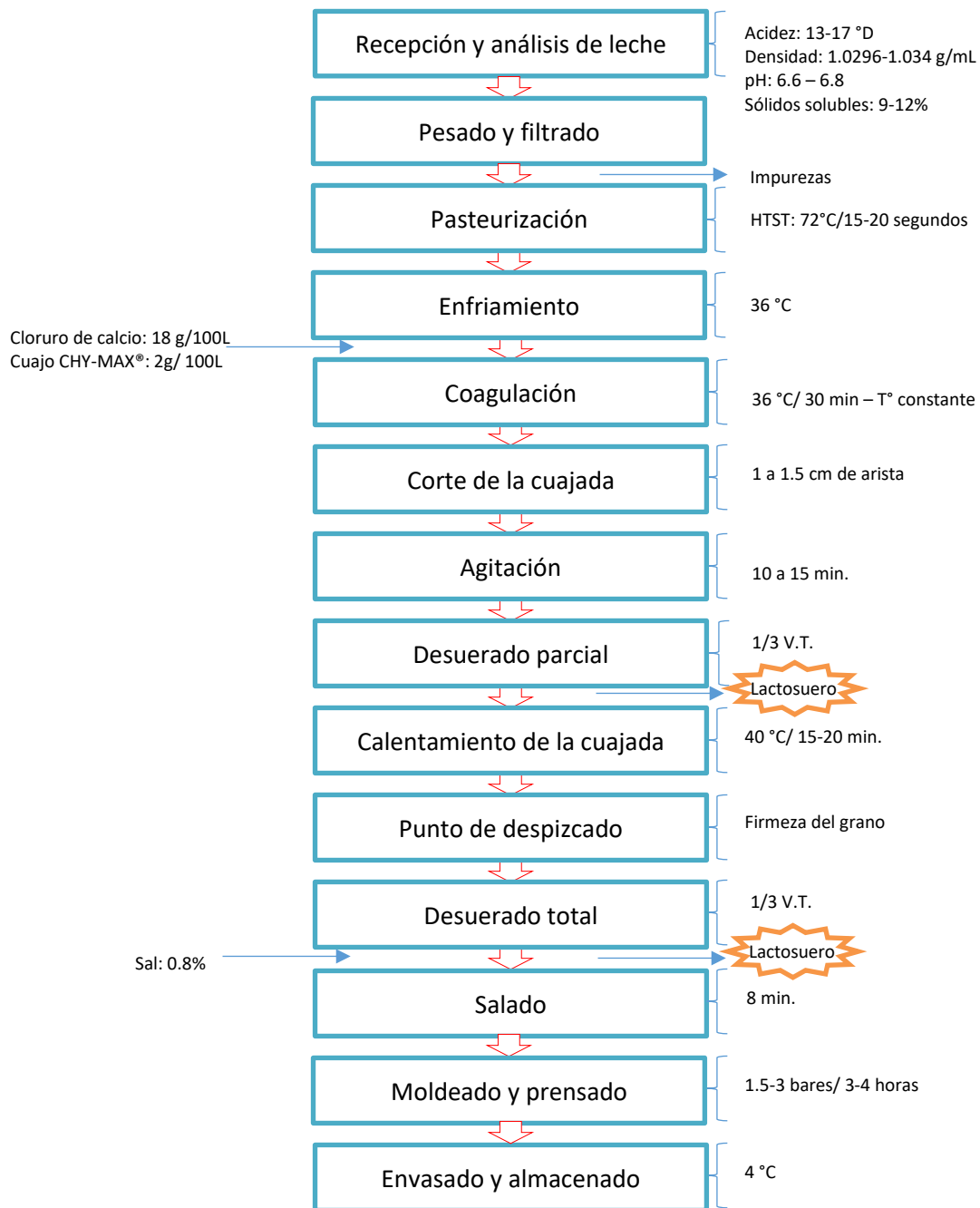


Figura 2. Diagrama de flujo de elaboración de queso fresco para la obtención de lactosuero

- a) Recepción y análisis de leche: la leche fue adquirida del establo del CEFOP y se realizaron pruebas sensoriales y fisicoquímicas (acidez, densidad, pH y sólidos solubles) para determinar su calidad.
- b) Pesado y filtrado: se realizó con la finalidad de eliminar las impurezas generalmente detectables a simple vista; el pesado permitió conocer la cantidad total de la leche a procesar y en base a ésta calcular la cantidad de insumos a adicionar.
- c) Pasteurización: la leche fue calentada hasta 72 °C durante 15 segundos, (pasteurización rápida, tipo HTST) en un pasteurizador de placas; con la finalidad de destruir gérmenes patógenos.
- d) Enfriamiento: este proceso se realizó para acondicionar la temperatura hasta 36 °C, donde se adicionó el cloruro de calcio y el cuajo CHY-MAX®
- e) Coagulación: la cuajada se formó 30 minutos después de haber agregado el cuajo.
- f) Corte de la cuajada: se realizó mediante liras, con la finalidad de liberar el suero y obtener los granos de cuajada.
- g) Agitación: se agitó por 15 minutos aproximadamente, la agitación provocó la salida del suero del interior de los granos de la cuajada.
- h) Desuerado parcial: se separó el suero de la cuajada (1/3 del volumen total de la leche) y se vertió en un recipiente para su posterior tratamiento (ver Anexo C).
- i) Calentamiento de la cuajada: se realizó elevando la temperatura del agua de la doble camisa de la tina quesera, manteniendo la agitación; con el propósito de aumentar la contracción de la cuajada y acelerar la salida del suero.
- j) Punto de despizado: se denomina así al momento del proceso en el que los granos de cuajada alcanzaron la firmeza deseada.

- k) Desuerado total: al finalizar la agitación, los granos de cuajada se depositaron en el fondo de la tina mientras que el suero quedó en la parte superior. De esta manera fue posible extraer el suero sin dificultad, convirtiéndose en materia prima para la elaboración de la bebida.
- l) Salado: se adicionó sal disuelta en agua hervida, en una proporción del 0.8% del volumen de leche, se agitó y se dejó reposar por 8 minutos.
- m) Moldeado y prensado: se llenaron los moldes previamente esterilizados con sus filtros y tapas, este proceso fue rápido para evitar el enfriamiento de la cuajada. Luego, se realizó el prensado en una prensa neumática, para eliminar el suero, facilitando la unión entre los granos de la cuajada y después de 30 minutos se efectuó un volteo para facilitar la salida del suero retenido en el queso.
- n) Envasado y almacenado: una vez retirado el queso del molde, se corrigió los defectos de malformación cortando los bordes sobresalientes con un cuchillo estéril, se procedió a pesar, se colocó inmediatamente a las bolsas de polietileno de alta densidad y se envasó al vacío; luego, se colocó en refrigeración a 4 °C para evitar que se deforme y garantizar su conservación.

3.3.4. Proceso de elaboración de la bebida isotónica.

En la Figura 3, se muestra el diagrama de flujo para la elaboración de las bebidas, con los parámetros considerados en el proceso de elaboración de dicho producto.

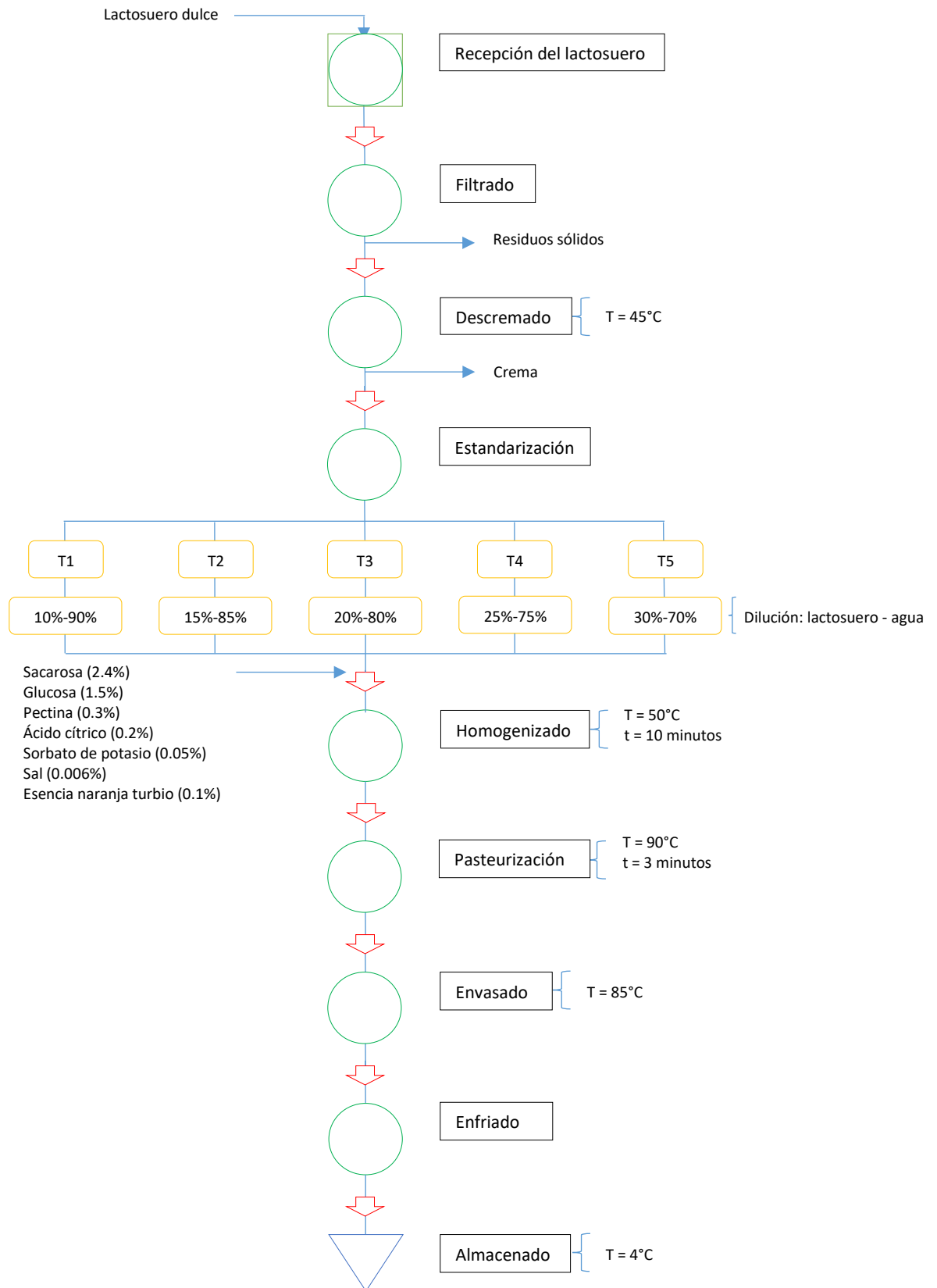


Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de una bebida isotónica a base de lactosuero

El proceso mostrado en la Figura 3 se describe a continuación:

- a) Recepción de suero: el suero dulce provino de leche previamente pasteurizada empleada para la elaboración de queso fresco, donde se ha utilizado cuajo para la separación de la cuajada. Se tomó una muestra para la determinación de pH.
- b) Filtrado: en esta etapa se empleó un filtro de tela para separar todas las impurezas sólidas que contiene el lactosuero (restos de cuajada), que pueden causar problemas a la máquina descremadora.
- c) Descremado (separación de grasa): el proceso de descremado se realizó mediante la utilización de una descremadora eléctrica. El lactosuero antes de ser descremado fue calentado a 45 °C.
- d) Estandarización: se procedió a preparar las bebidas incorporando en el suero los demás insumos, en los porcentajes antes descritos para cada formulación.
- e) Homogenizado: la mezcla se realizó a 50 °C por 10 minutos, hasta lograr la completa disolución de todos los ingredientes.
- f) Pasteurización: las bebidas se pasteurizaron a 90°C durante 3 minutos. En esta etapa no sólo se buscó disminuir la carga bacteriana de la mezcla, sino también, producir cambios estructurales en las proteínas del suero, en especial la de la β -lactoglobulina, con el fin de obtener una mejora en la viscosidad de la bebida.
- g) Envasado: la bebida se introdujo en botellas de vidrio de 500 mL. a una temperatura superior a los 85 °C. Inmediatamente después, el envase se cerró con la tapa.
- h) Enfriado: el producto en el envase debidamente cerrado se enfrió por inmersión en agua fría. El proceso de enfriamiento crea un vacío dentro del envase, evitando el crecimiento microbiano.

- i) Almacenado: el producto fue inmediatamente almacenado bajo condiciones normales de refrigeración (4 °C), para las posteriores pruebas.

3.3.5. Análisis fisicoquímico

Para el análisis fisicoquímico se realizaron 3 repeticiones por tratamiento, las cuales sirvieron de muestra para cada análisis realizado. Cada muestra se analizó 24 horas después de la elaboración de las bebidas.

Todas las muestras fueron sometidas a los análisis fisicoquímicos que se detallarán a continuación:

A. Determinación de pH

Referencias: Método 981.12 AOAC (2005).

Principio: Para la determinación del pH se realiza la medida del potencial eléctrico creado en la membrana del electrodo de vidrio, que es función de los iones hidrógeno a cada lado de la membrana, usando un medidor automático de pH calibrado con patrones primarios de pH.

Procedimiento: Se empleó un pHmetro previamente calibrado con buffer a pH 7.00 y pH 4.01. Se tomaron 20 mL. de cada formulación, se introdujo el electrodo en cada muestra y se registró la lectura, una vez estabilizada la medida.

B. Determinación de acidez titulable

Referencias: Método 942.15 AOAC (2005).

Principio: La acidez se determina titulando un volumen conocido de muestra con una base estandarizada hasta el viraje determinado por el pH 8.2 del indicador fenolftaleína.

Procedimiento: La cantidad de muestra utilizada en todos los casos fue de 9 mL., se tituló con solución de NaOH 0.1 N en presencia de fenolftaleína como indicador, hasta obtener el primer color rosado permanente. Se registró la lectura del gasto.

Expresión de resultados: Si se expresa en términos del ácido predominante, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Acidez (\%) = \frac{N \times V_1 \times meq}{V} \times 100$$

Donde:

N: normalidad del NaOH (0.1 meq.mL⁻¹)

V₁: volumen de NaOH consumido en la titulación (mL)

meq: miliequivalentes de ácido láctico (0.09 g.meq⁻¹)

V: volumen de la muestra (mL)

C. **Determinación de sólidos solubles**

Referencias: Método 931.12 AOAC (2005).

Principio: La concentración de sólidos solubles se mide por refractometría. La desviación del ángulo luminoso está relacionada con el contenido de elementos solubles presentes dentro de una muestra (azúcares, ácidos orgánicos, alcoholes).

Procedimiento: Se colocaron dos gotas de la muestra sobre el prisma del refractómetro manual y se tomó la medida en grados Brix ($^{\circ}\text{Bx}$).

D. Determinación de densidad

Principio: La densidad de un líquido es la relación existente entre la masa del mismo, dividida por el volumen que ocupa.

Procedimiento: Se pesó en una balanza una probeta graduada limpia y seca, luego se llenó con el líquido cuya densidad se quiso determinar. Se pesó por segunda vez y se dividió el número total neto de gramos por el total de mililitros para obtener la densidad de la muestra.

3.3.6. Evaluación sensorial

Para identificar cuál es la formulación que más agradó al consumidor se realizó una prueba afectiva, utilizando una escala hedónica de nueve puntos, la cual no requiere de entrenamiento para los jueces afectivos. A cada uno de los calificativos empleados en la escala, se le asignó un valor de 1 a 9 (Watts, Jeffery, Elías, & Ylimaki, 1992) . Los pasos a seguir para realizar la prueba hedónica se detallan a continuación:

- *Descripción de la tarea de los panelistas:* A los 30 panelistas no entrenados, se les pidió evaluar las muestras codificadas, indicando cuanto les gusta o disgusta cada atributo (olor, color, sabor y consistencia) de cada muestra, en una escala de 9 puntos. Para ello los panelistas escribieron el número correspondiente a una categoría en la escala, que va desde "me

disgusta extremadamente" hasta "me gusta extremadamente". En esta escala es permitido asignar la misma categoría a más de una muestra.

- *Presentación de las muestras:* Las cinco muestras se presentaron en recipientes idénticos, codificados con números aleatorios de 3 dígitos, cada muestra tuvo un código diferente. La tabla de números aleatorios (Anexo 01) se utilizó para escoger los números aleatorios de tres dígitos.

Se aleatorizó el orden de presentación de las muestras para cada panelista, la presentación simultánea de las muestras fue preferible ya que, es más fácil de administrar y permite a los panelistas volver a evaluar las muestras si así lo desean y, además, hacer comparaciones entre las muestras. En el Anexo 02 se presenta la boleta para la prueba hedónica.

- *Análisis de los datos:* Para el análisis de los datos, las categorías se convierten en puntajes numéricos del 1 al 9, donde 1 representa "me disgusta extremadamente" y 9 representa "me gusta extremadamente".

El procesamiento estadístico de los datos se realizó con el software estadístico Minitab® 19. Los puntajes numéricos de cada muestra se ingresaron y analizaron mediante el análisis de varianza (ANOVA) de un solo factor, para determinar si existen diferencias significativas entre las muestras. La prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha=0.05$) se utilizó para determinar cuáles eran los tratamientos que diferían significativamente entre sí.

3.3.7. Caracterización fisicoquímica de la formulación con mayor aceptabilidad

Se realizaron ensayos fisicoquímicos a la bebida de mayor aceptabilidad. La muestra (dos unidades de 500 mL cada una) fue remitida a International Laboratories S.A.C. para su respectivo análisis, las referencias de los métodos de ensayo utilizados por el laboratorio se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10. Ensayos fisicoquímicos realizados a la bebida de mayor aceptabilidad

Determinaciones	Método de ensayo
Sodio	AOAC 975.03 Cap.3 Ed. 19 Pág. 5-6 2012. Sodium and Potassium by Atomic Absorption Spectrophotometry.
Carbohidratos	CALCULO
Ceniza	FAO FOOD AND NUTRITION PAPER VOL 14/7 PAG. 228-1986
Energía total	CALCULO
Grasa	FAO FOOD AND NUTRITION PAPER VOL 14/7 PAG. 212-1986
Humedad	FAO FOOD AND NUTRITION PAPER VOL 14/7 PAG. 205-1986
Proteínas	FAO FOOD AND NUTRITION PAPER VOL 14/7 PAG. 221-223 -1986

3.3.8. Cálculo de osmolaridad de la bebida desarrollada

Para calcular la osmolaridad de la bebida con mayor aceptabilidad, se sumaron las osmolaridades de los distintos solutos que la componen. Para determinar la osmolaridad de cada soluto fue necesario conocer cómo se comporta la molécula en solución, si se disocia y en cuántas partículas.

La osmolaridad se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$mOsm/L = \frac{C}{PM} \times N \times 1000$$

Donde:

C: concentración de la solución en g/L

PM: peso molecular del soluto

N: número de iones en la solución

1000: factor de conversión

3.3.9. Análisis estadístico

Luego de obtener los datos de cada parámetro fisicoquímico y para evaluar si las diferencias entre las medias de las valoraciones hedónicas eran significativas se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de medias de Tukey al 5% de probabilidad, usando el software estadístico Minitab® 19.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Resultados de los análisis fisicoquímicos

Los resultados de los análisis fisicoquímicos de cada uno de los tratamientos se muestran en la Tabla 11, donde se reporta como resultado el valor promedio de las tres repeticiones para cada análisis.

Tabla 11. Resultados de los análisis fisicoquímicos de las formulaciones

Parámetros	Formulaciones				
	10 % suero	15 % suero	20 % suero	25 % suero	30 % suero
	90 % agua	85 % agua	80 % agua	75 % agua	70 % agua
pH	3.77 ^A	3.73 ^B	3.72 ^C	3.68 ^D	3.58 ^E
Acidez	0.29 ^D	0.32 ^D	0.34 ^C	0.36 ^B	0.37 ^A
°Brix	4.0 ^C	4.3 ^B	4.5 ^B	4.8 ^A	5.0 ^A
Densidad	1.0176 ^E	1.0192 ^D	1.0203 ^C	1.0217 ^B	1.0231 ^A

Letras iguales en filas no difieren estadísticamente según Tukey al 5% de probabilidad de error.

Los resultados de la Tabla 11, indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre las medias de los diferentes tratamientos para las variables fisicoquímicas de pH, acidez, °Brix, y densidad; con respecto al factor porcentaje de lactosuero.

Todas las medias de pH difieren significativamente entre sí, reafirmando que el factor porcentaje de lactosuero influyó sobre el pH de las bebidas. El valor de pH de la formulación con 30% de suero fue estadísticamente inferior a las demás formulaciones.

La acidez de las bebidas fue afectada por el porcentaje de lactosuero, presentando diferencias entre medias. Se obtuvieron dos grupos homogéneos, donde los porcentajes más bajos se encontraron al utilizar 10% y 15% de suero con valores de 0.29% y 0.32% respectivamente.

La diferencia entre medias de °Brix para los porcentajes de lactosuero fue significativa, siendo los grupos de 25% y 30% los que proporcionaron mayores grados Brix (4.8 °Bx y 5 °Bx respectivamente).

Para la variable densidad hubo diferencias significativas entre todas las medias, según el porcentaje de lactosuero adicionado; obteniendo el valor más bajo al utilizar 10% de suero en la formulación.

4.1.1. Resultados del análisis de pH

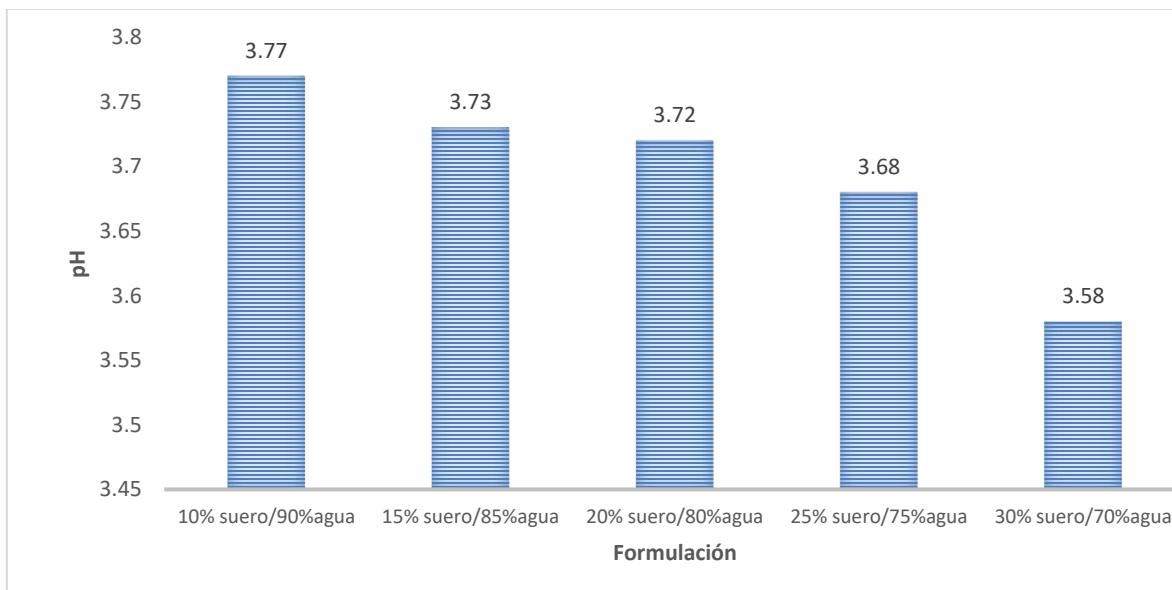


Figura 4. Gráfico del valor de pH de las formulaciones.

En la Figura 4 se muestra el valor de pH para las diferentes formulaciones, de este gráfico se puede inferir que, a mayor porcentaje de suero, el valor del pH es menor. Y es que cuánto más bajo es el pH, más ácida se torna la bebida.

Los valores de pH concuerdan con los obtenidos por Salazar *et al.* (2016), quienes registran niveles de pH entre 3 y 3.5; con los presentados por Chóez *et al.* (2010), quienes reportaron valores de 3.3 a 3.7; y con Torres (2001), quien obtuvo una bebida isotónica a base de ultrafiltrado de suero con un pH promedio de 3.16.

Booth y Kroll (1989) señalan que los valores normales de pH son de 3.5 a 4.6 en las bebidas deportivas para lograr un adecuado vaciamiento gástrico y sabor agradable en ellas; en las formulaciones desarrolladas el pH está dentro de los valores requeridos. El intervalo deseado de pH se logró mediante la adición del 0.2 % de ácido cítrico.

Cabe destacar que las bebidas comerciales isotónicas también contienen ácido cítrico en su composición, declarado en la etiqueta del producto como reguladores de acidez (E-330), con valores de pH extremadamente bajos; Gatorade con un pH de 2.71 y Powerade con un pH de 2.63 (Suh y Rodriguez 2017), los cuales son inferiores a los encontrados en este trabajo; por tanto, estas bebidas son consideradas muy ácidas.

4.1.2. Resultados del análisis de acidez titulable

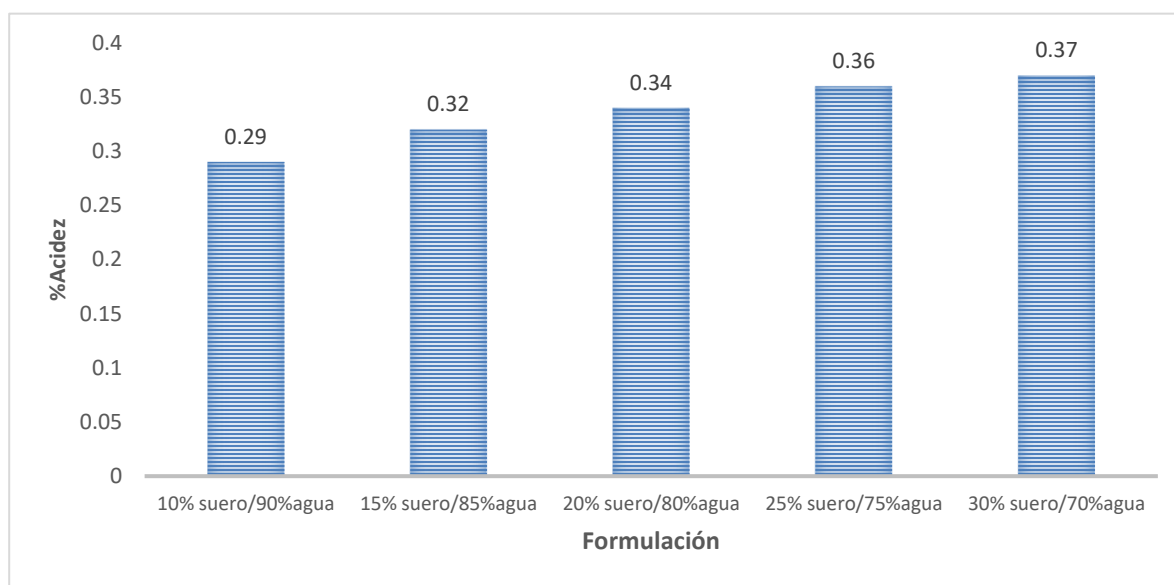


Figura 5. Gráfico del porcentaje de acidez de las formulaciones

En cuanto a acidez titulable, respecto al porcentaje de ácido láctico, los resultados revelan que es mayor en las formulaciones donde el porcentaje de lactosuero empleado es mayor, dado que la acidez desarrollada es debida al ácido láctico.

Chóez Alcívar & Morales (2010) refieren que mientras menos sea el valor de lactosuero que presente una bebida, más ácida será ésta, con lo cual discrepo, debido a que el lactosuero dulce se caracteriza por contener lactosa en cantidades significativas (4.5 % a 5.2 %) y la

acidez desarrollada es consecuencia de la acción de bacterias fermentadoras de la lactosa (bacterias lácticas) que producen un aumento de la concentración de ácido láctico (Panesar, *et al.* 2007); por tanto al utilizar más lactosuero existe mayor contenido de lactosa, lo que origina más ácido láctico y la consecuente disminución del pH.

Los valores de acidez obtenidos, son superiores a los expuestos por Endara (2002) (0.13 % a 0.16 %); pero inferiores a los reportados por Chóez y Morales (2010) (0.3872% a 0.4096%). Las diferencias encontradas entre los valores de esta investigación y los obtenidos por Endara (2002) y Chóez y Morales (2010), se deben a los diferentes porcentajes de lactosuero e insumos utilizados en la formulación de las bebidas.

Tovar (2018) señala que, en el caso de bebidas deportivas, estos valores pueden ser más altos debido a que presentan en su composición electrolitos y minerales que se introducen en forma de sales del ácido cítrico (citratos).

La acidez no solo le da sabor al producto, también tiene la finalidad de propiciar un medio que impida el desarrollo de los microorganismos (Salas 1974).

4.1.3. Resultados del análisis de sólidos solubles

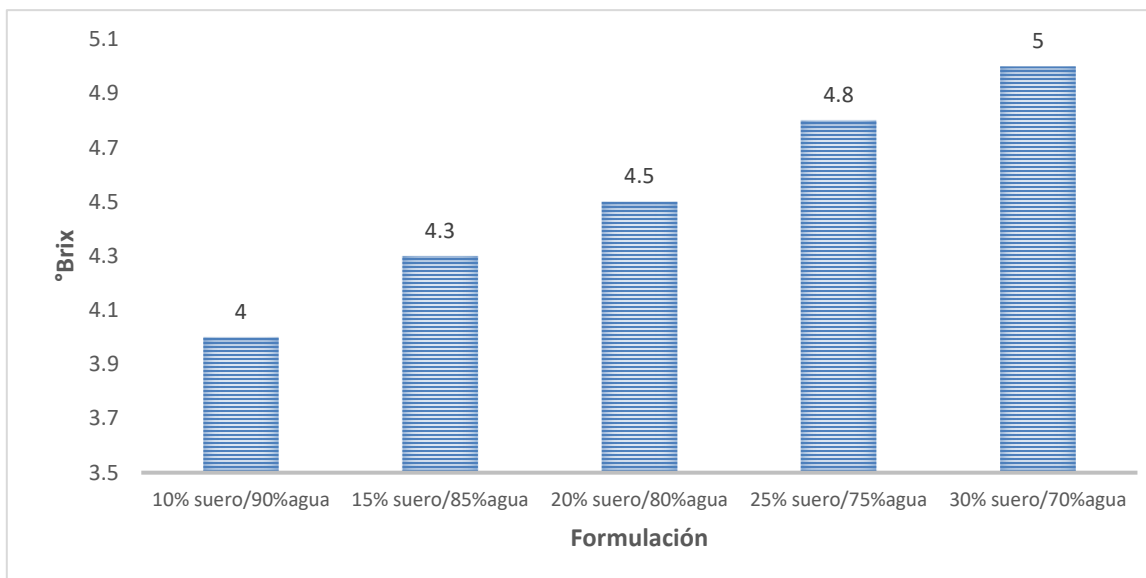


Figura 6. Gráfico del contenido de sólidos solubles (°Brix) de las formulaciones

En la Figura 6 se muestra que cuanto más porcentaje de lactosuero contenga la bebida, mayor será el valor de sólidos solubles expresados como grados Brix, esto se debe a que el suero de leche contiene hidratos de carbono en forma de lactosa o azúcar de leche. La lactosa es el componente principal del suero de leche y la que le confiere sus propiedades más importantes (Vela *et al.* 2012).

Los valores obtenidos son semejantes a los de Chóez y Morales (2010) (4-5 °Bx); y difieren con lo revelado por Salazar *et al.* (2016), quienes hallaron valores de 16 °Bx en las bebidas a base de lactosuero con sabor a poro-poro y sauco; esto se debe a que la formulación de ambas bebidas contiene zumo de frutas y mayor cantidad de azúcar (10 %).

Los sólidos solubles (°Brix) son los más importantes porque influyen en las propiedades reológicas y la estabilización de las bebidas y están relacionados con las cualidades

organolépticas de olor y sabor, además pueden afectar la apariencia del producto por la sedimentación (Mothé y Correia 2003).

4.1.4. Resultados del análisis de densidad

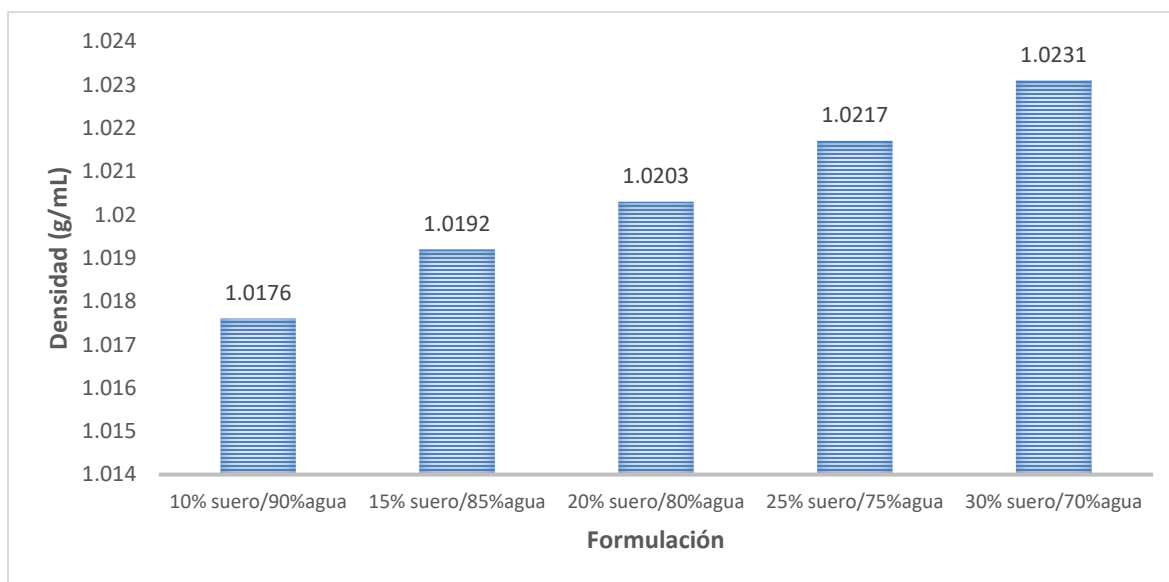


Figura 7. Gráfico de densidad de las formulaciones

Como se presenta en la Figura 7, la densidad varía en función de la cantidad de suero que se le adicione a la bebida; mientras mayor sea el porcentaje empleado, la densidad de la bebida aumenta. Hay una relación directa entre la densidad y los °Brix, pues cuanto mayor concentración de azúcares presente la bebida, mayor será su densidad (Francis y Harmer 1993).

Los valores de densidad, son similares con los medidos por Chóez y Morales (2010) (1.017 – 1.023 g/mL) en una bebida hidratante a base de lactosuero y enriquecida con vitaminas.

Varios factores pueden influir en la velocidad del vaciamiento gástrico, como el volumen de la bebida, la densidad de solutos o calórica, osmolaridad, temperatura de la bebida, intensidad del ejercicio, tipo de ejercicio y deshidratación (Bonci 2002).

4.2. Resultados de la evaluación sensorial

Para conseguir una correcta hidratación es muy importante tener en cuenta las características de la solución (sabor, color, olor y consistencia), ya que es importante que la bebida sea apetecible. A continuación, se presentan los resultados de la evaluación sensorial de las 5 formulaciones.

4.2.1. Resultados de la evaluación sensorial para el atributo de olor.

Se compararon los puntajes mediante un análisis de varianza, presentado en la Tabla 12 y se llegó a la conclusión que existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$); por tanto, rechazamos la hipótesis nula. Considerando las diferencias significativas se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey para determinar los tratamientos diferentes.

Tabla 12. Análisis de varianza (ANOVA) de los resultados de la evaluación sensorial para el atributo de olor

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Valor P
Tratamiento	4	65.09	16.273	6.38	0.000
Error	145	369.9	2.551		
Total	149	434.99			

En la Tabla 13 se pueden apreciar los resultados obtenidos mediante la prueba de Tukey al 5%, donde no se observa diferencia significativa entre los tratamientos 571, 956, 635 y 924 por encontrarse en una misma agrupación (A); lo que significa que estos

tratamientos son homogéneos en cuanto al atributo de olor, debido a que la esencia (naranja turbio) enmascara el olor del suero.

Tabla 13. Prueba de comparación múltiple de Tukey (olor)

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1 (571)	30	6	A
T2 (956)	30	5.733	A
T3 (635)	30	5.533	A
T4 (924)	30	5.267	A
T5 (344)	30	4.1	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Se obtuvieron los valores medios del atributo sensorial de olor para cada formulación evaluada. El tratamiento 571 (10 % suero / 90 % agua) obtuvo la mejor calificación y el menos valorado fue el tratamiento 344 (30 % suero / 70 % agua) con un valor promedio de 4.10, ubicándose en la agrupación (B) siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos. La concentración de suero puede afectar el olor de la bebida; un mayor porcentaje de suero le confiere a la bebida el olor característico a suero, el cual fue percibido por los panelistas.

La tendencia observada es que las formulaciones con menor nivel de lactosuero, resultaron ser más valoradas; lo cual coincide con lo corroborado por Mena (2002).

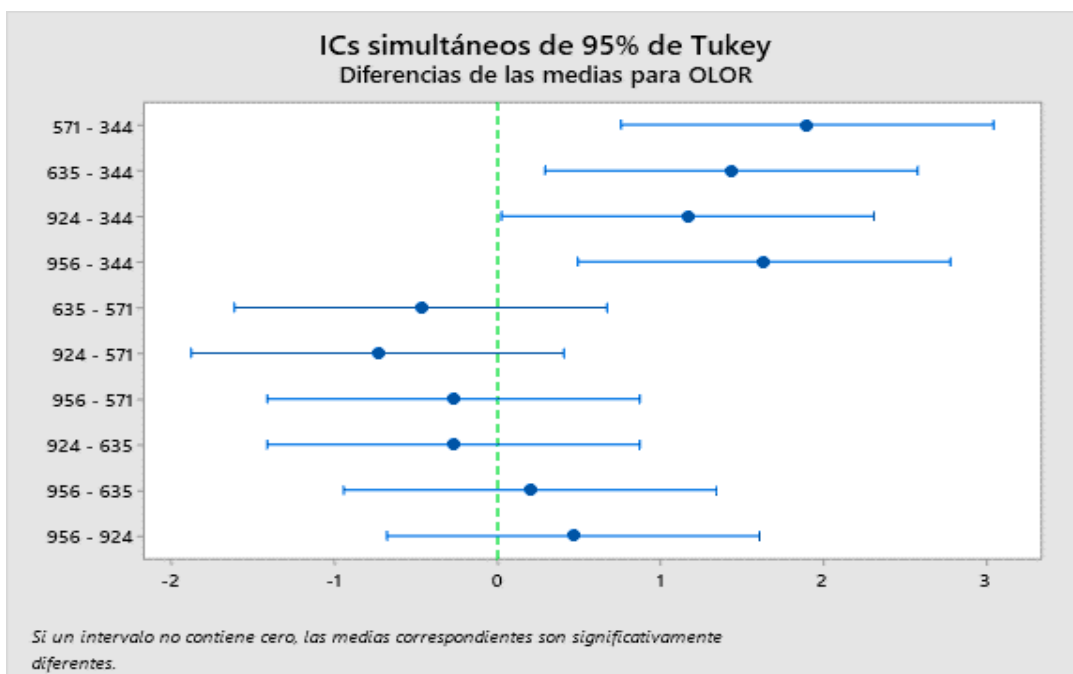


Figura 8. Diferencias de las medias para el atributo sensorial de olor.

4.2.2. Resultados de la evaluación sensorial para el atributo de color.

Se compararon los puntajes mediante un análisis de varianza, presentado en la Tabla 14 y se llegó a la conclusión que existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$); por tanto, rechazamos la hipótesis nula. Considerando las diferencias significativas se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey para determinar los tratamientos diferentes.

Tabla 14. Análisis de varianza (ANOVA) para el atributo de color de las formulaciones

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Valor P
Tratamiento	4	404.7	101.177	50.87	0
Error	145	288.4	1.989		
Total	149	693.1			

En la Tabla 15 se pueden apreciar los resultados obtenidos mediante la prueba de Tukey al 5 %. No se observa diferencia significativa entre los tratamientos 635 (20 % suero /80 % agua) y 924 (25 % suero/ 75 % agua), en el atributo de color, por encontrarse en un mismo grupo homogéneo (C).

Tabla 15. Prueba de comparación múltiple de Tukey (color)

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1 (571)	30	7.800	A
T2 (956)	30	6.667	B
T3 (635)	30	5.633	C
T4 (924)	30	4.633	C
T5 (344)	30	3.033	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Se obtuvieron los valores medios del atributo sensorial de color para cada formulación evaluada. El tratamiento 571 fue el que obtuvo significativamente mayor puntaje en comparación con los demás con 7.800^A, seguido por el tratamiento 956 (15 % suero / 75% suero) con 6.667^B, el tratamiento 344 fue el que recibió la menor calificación ubicándose en la agrupación (D); siendo tratamientos estadísticamente diferentes según la prueba de Tukey.

El atributo color puede verse afectado principalmente por la cantidad de suero y de colorante utilizado. En todos los tratamientos se usó el mismo porcentaje de esencia naranja turbio, este tipo de esencia aportó aroma, sabor y color a la bebida; mientras que la concentración de suero (solute líquido) y agua (solvente) varió para todos los tratamientos.

Se puede observar nuevamente la tendencia de que a mayor nivel de lactosuero en la formulación de las bebidas, el puntaje disminuye; coincidiendo con lo expresado por Endara (2002) y Mena (2002).

A mayor porcentaje de suero, la solución se vuelve más concentrada (aumenta la cantidad de soluto); por el contrario, si disminuye la cantidad de soluto en relación con el volumen de agua, la solución se vuelve más diluida. El color naranja es más claro en la bebida más diluida, mientras que un color naranja opaco se relacionó con bebidas más concentradas. Los panelistas prefirieron una bebida de color claro y transparente, como el color de la mayoría de bebidas comerciales isotónicas.

Gatorade, Isostar y Nutri Sport también contienen colorantes artificiales en su composición (véase Tabla 7). Los colorantes lo único que hacen es hacer la bebida más apetecible dándole normalmente un color naranja (Castillo *et al.* 2013).

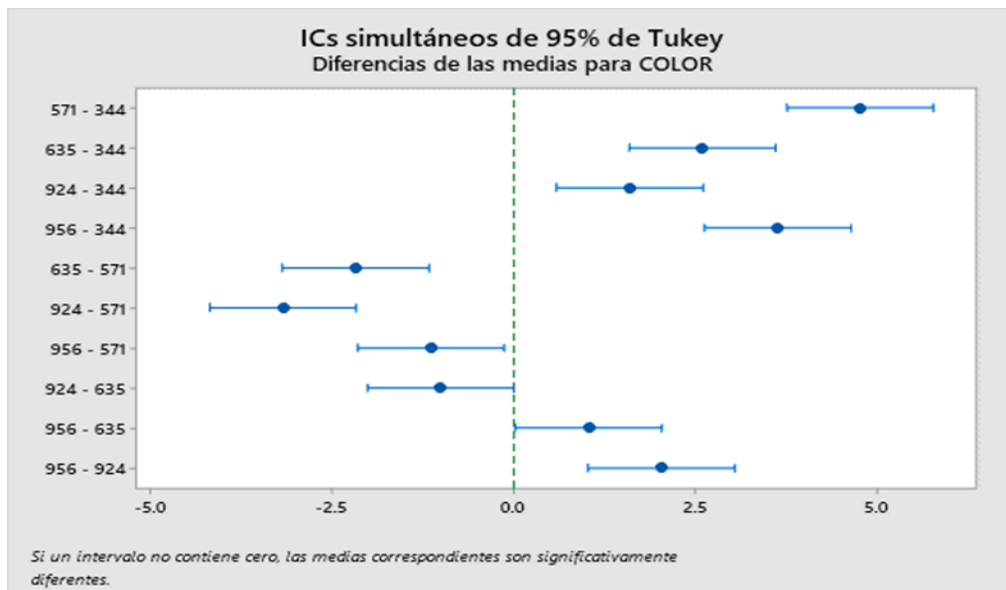


Figura 9. Diferencias de las medias para el atributo sensorial de color

4.2.3. Resultados de la evaluación sensorial para el atributo de sabor.

Se compararon los puntajes mediante un análisis de varianza, presentado en la Tabla 16 y se llegó a la conclusión que existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$); por tanto, rechazamos la hipótesis nula. Considerando las diferencias significativas se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey para determinar los tratamientos diferentes.

Tabla 16. Análisis de varianza (ANOVA) para el atributo de sabor de las formulaciones

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Valor P
Tratamiento	4	485.3	121.327	65.60	0.000
Error	145	268.2	1.849		
Total	149	753.5			

En la Tabla 17 se pueden apreciar los resultados obtenidos mediante la prueba de Tukey al 5%.

Tabla 17. Prueba de comparación múltiple de Tukey (sabor)

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1 (571)	30	7.933	A
T2 (956)	30	6.900	B
T3 (635)	30	5.533	C
T4 (924)	30	4.333	D
T5 (344)	30	2.867	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Considerando que de los atributos sensoriales evaluados el sabor fue uno de los más determinantes para los panelistas; el tratamiento 571, elaborado con un menor porcentaje de suero, obtuvo la mejor calificación, siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos. Además, los panelistas mostraron un gusto leve por el tratamiento 956 y les fue indiferente el sabor del tratamiento 635, mientras que a los tratamientos 924 y 344 se les asignaron calificaciones menores.

El atributo sabor puede verse principalmente afectado por el porcentaje de suero, de azúcar, de colorante y de ácido cítrico utilizado en la bebida. La cantidad de azúcar, de esencia y de ácido cítrico fue la misma en todos los tratamientos; sin embargo, un mayor porcentaje de suero pudo proporcionar a la bebida un sabor cargado de notas lácteas, percibido por los panelistas.

El nivel de aceptación del atributo evaluado disminuyó al aumentar la concentración de lactosuero en la formulación, lo cual concuerda con lo reportado por Salazar *et al.* (2016), en una bebida con sabor a poro-poro y sauco; Mena (2002), en una bebida con sabores a uva y naranja; Chóez y Morales (2010), en una bebida con sabor a mandarina; y Endara (2002), en una bebida con sabor a mango.

El sabor del suero de quesería, es más compatible con el jugo de frutas cítricas, principalmente naranja, limón, pomelo, mango, maracuyá, pera, ananá, durazno, manzana, frutilla o mezclas de estos (Muset y Castells 2017); por lo que, se adicionó a la bebida desarrollada esencia de naranja turbio para enmascarar el sabor residual del suero en la bebida. Los saborizantes que se añaden a las bebidas isotónicas solo tienen funciones organolépticas.

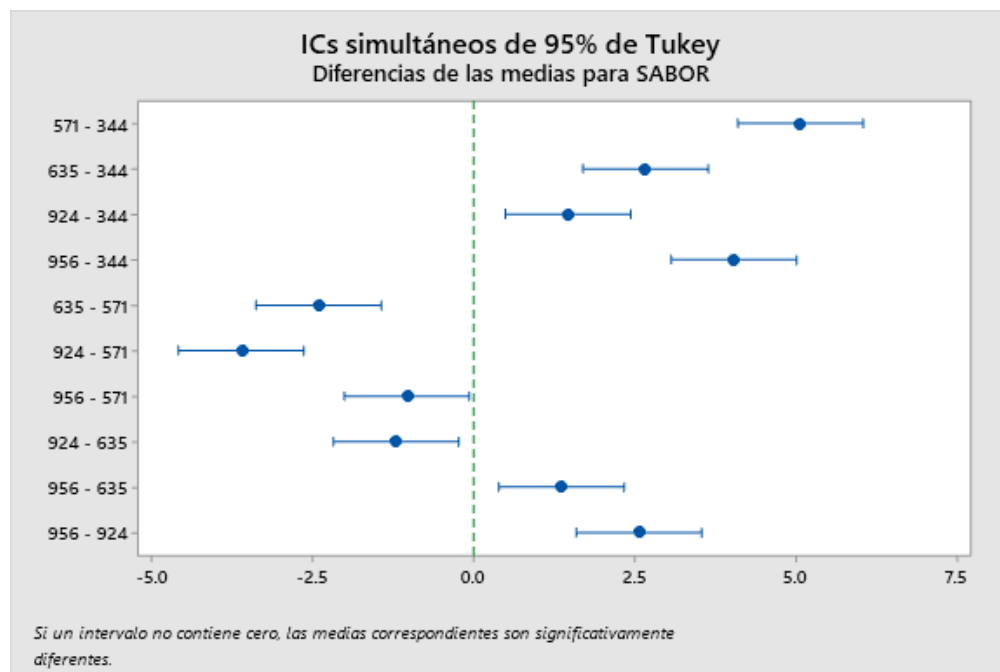


Figura 10. Diferencias de las medias para el atributo sensorial de sabor.

4.2.4. Resultados de la evaluación sensorial para el atributo de consistencia.

Se compararon los puntajes mediante un análisis de varianza, presentado en la Tabla 18 y se llegó a la conclusión que existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$); por tanto, rechazamos la hipótesis nula. Considerando las diferencias significativas se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey para determinar los tratamientos diferentes.

Tabla 18. Análisis de varianza (ANOVA) para el atributo de consistencia de las formulaciones

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Valor P
Tratamiento	4	88.87	22.217	14.35	0.000
Error	145	224.47	1.548		
Total	149	313.33			

En la Tabla 19 se pueden apreciar los resultados obtenidos mediante la prueba de Tukey al 5 %. No se observa diferencia significativa entre los tratamientos 956, 635, 924 y 344, en el atributo de consistencia, por encontrarse en un mismo grupo homogéneo (B).

Tabla 19. Prueba de comparación múltiple de Tukey (consistencia)

Tratamientos	N	Media	Agrupación
T1 (571)	30	7.867	A
T2 (956)	30	6.633	B
T3 (635)	30	6.267	B
T4 (924)	30	5.8	B
T5 (344)	30	5.767	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Se obtuvieron los valores medios del atributo sensorial de consistencia para cada formulación evaluada. El tratamiento 571 obtuvo la mejor calificación, siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos.

El atributo de consistencia puede verse principalmente afectado por el porcentaje de suero y pectina, normalmente utilizada como estabilizante en este tipo de bebidas. En todos los tratamientos se usó el mismo porcentaje de pectina, mientras que la concentración de suero varió para todos los tratamientos.

Un mayor porcentaje de suero le da a la bebida una consistencia más espesa; sin embargo, los panelistas prefirieron una bebida de consistencia ligera. Para los demás tratamientos, se observó igual aceptación de parte de los panelistas, asignándoles calificaciones similares entre sí.

Para la variable consistencia, se evidencia también que los tratamientos que presentaron mayor contenido de lactosuero tuvieron menor puntuación, lo cual es semejante a lo citado por Endara (2002); quien no evaluó consistencia específicamente, pero sí apariencia general.

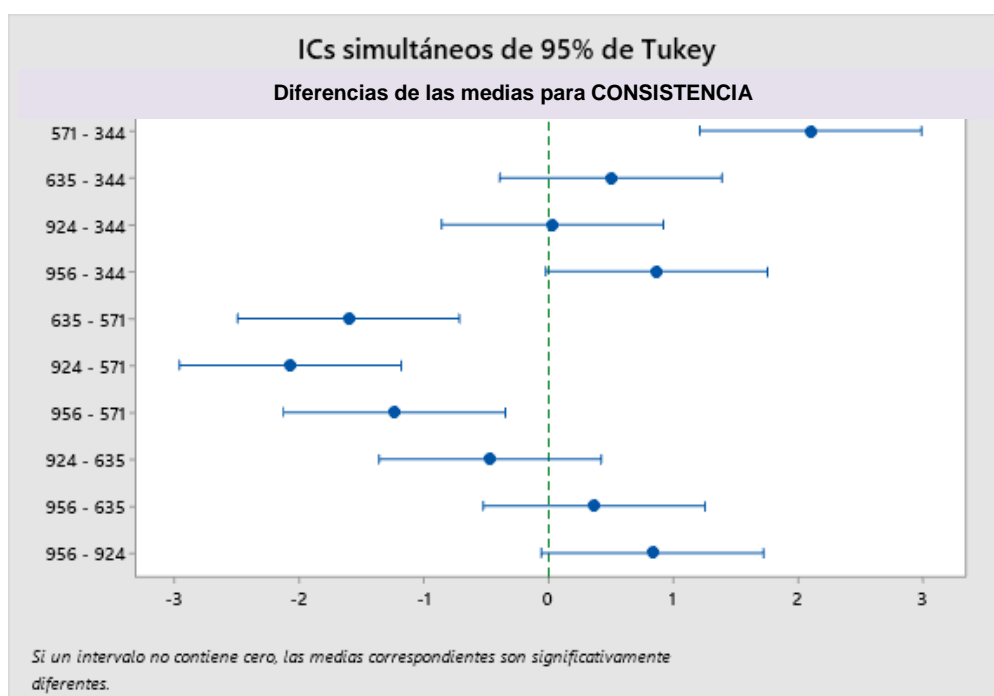


Figura 11. Diferencias de las medias para el atributo sensorial de consistencia.

Análisis final de la evaluación sensorial: En cuanto a los atributos individuales de olor, color, sabor y consistencia; el tratamiento que presentó la mejor aceptación fue el 571 (10 % suero / 90 % agua), el cual fue elaborado con un menor porcentaje de suero. El análisis sensorial mostró que, al aumentar el porcentaje de suero, la aceptación de la bebida disminuye, estos resultados corroboran los obtenidos por Salazar *et al.* (2016), Chóez y Morales (2010), Endara (2002) y Mena (2002), los cuales mostraron que las formulaciones con mayor aceptabilidad son aquellas que contienen porcentajes bajos de lactosuero.

4.3. Formulación de la bebida

A partir de la evaluación sensorial realizada, se decidió la formulación que se desarrollará para la elaboración de la bebida. La formulación final de la bebida isotónica se muestra en la Tabla 20.

Tabla 20. Formulación de la bebida isotónica a base de lactosuero

Cantidad (mL): 1000		
Componentes	Tratamiento 1	
	%	Cantidad
Suero (mL)	10	100
Agua (mL)	90	900
Sacarosa (g)	2.4	24
Glucosa (g)	1.5	15
Pectina (g)	0.3	3
Ácido cítrico (g)	0.2	2
Sorbato de potasio (g)	0.05	0.5
Sal (g)	0.006	0.06
Esencia naranja turbio (mL)	0.1	1

Una vez obtenida la formulación se realizó el control fisicoquímico basado en la NTP 103. 001: 2018 jugos, néctares de frutas y refrescos. Bebidas con adición de electrolitos. Requisitos; de manera que la bebida que se desarrolle cumpla con los requisitos fisicoquímicos especificados en la norma empleada.

4.4. Resultados de la caracterización fisicoquímica de la formulación con mayor aceptabilidad

Tabla 21. Resultados del análisis químico proximal de la bebida con 10% de suero

Determinaciones	Resultado
Carbohidratos	4.26%
Ceniza	0.52%
Energía total	30.72 kcal/100 mL
Grasa	0.56%
Humedad	92.50%
Proteínas (Factor 6.38)	2.16%

Al comparar los resultados fisicoquímicos de la Tabla 21, con los resultados obtenidos para otras bebidas elaboradas a base de suero lácteo se encontró que los valores de ceniza (0,52 %), son afines en magnitud con los hallados por Salazar *et al.* (2016), quienes informan valores de 0.5%.

Según Gil (2010), las bebidas deportivas deberán suministrar no menos de 80 kcal/L y no más de 350 kcal/L y al menos el 75 % de las calorías provendrán de hidratos de carbono con un alto índice glucémico (glucosa, sacarosa). Los porcentajes de lactosuero, sacarosa y glucosa considerados en la formulación de la bebida, aportaron un valor energético (expresado en calorías) de 307.2 kcal/L; encontrándose, por tanto, dentro de lo referido. Salazar *et al.* (2016) reportan en su investigación valores energéticos de 608 kcal/kg (lactosuero-sauco) y 672 kcal/kg (lactosuero-poro poro), superiores a lo obtenido en esta investigación, y esto se debe a que en la elaboración de ambas bebidas utilizaron mayor porcentaje de

azúcar (10 %), lactosuero (30 %) y zumo de frutas (70 %); aumentando el aporte calórico.

La bebida presentó un porcentaje de grasa de 0.56 %, superior a lo expuesto por Torres (2001) (0.05 %), esta diferencia se debe a que en la elaboración de su bebida isotónica utilizó como materia prima el ultrafiltrado del suero, donde las moléculas o partículas grandes como las proteínas y la grasa fueron separadas durante el proceso de ultrafiltración. Sin embargo, estos valores se amoldan con los requisitos que deben cumplir las bebidas lácteas con suero de leche (lactosuero), referidos en la NTE INEN 2564:2011, donde se establece un valor máximo de materia grasa del 3 %.

La humedad de la bebida (92.50 %), se asemeja a los valores presentados por Chóez Alcívar & Morales (2010) (95.48 % - 96.45 %); y difiere de lo mencionado por Salazar *et al.* (2016), quienes dan cuenta de valores de 82.7 % y 84.3 %, en sus bebidas de poro y sauco respectivamente; esta diferencia se debe a que, en la formulación de la bebida isotónica desarrollada en esta investigación el agua es el componente mayoritario (90 %).

La proteína resultante (2.16 %) se asemeja a lo presentado por Endara (2002) (2.46 %); y está por encima de los valores referidos por Salazar *et al.* (2016) (0.6 y 0.7 %), esto se debe a que en la elaboración de sus bebidas utilizaron como materia prima suero desproteínizado; difiere con lo revelado por Mena (2002), donde el contenido proteico promedio fue de 0.39 y 0.38 % para la bebida con sabor a naranja y uva respectivamente, lo cual también es superior al valor reportado por

Torres (2001) (0.22 %) en su bebida isotónica con sabor a mandarina, debido a que su materia prima no era suero sino el ultrafiltrado del suero. Las proteínas del suero de la leche son altamente solubles y los deportistas pueden agregarlas a sus bebidas durante el ejercicio (Caballero y Zapata 2019), en la bebida desarrollada estas proteínas ya se encuentran en su composición, aportándole valor agregado.

4.4.1. Resultado de los carbohidratos presentes en la bebida

El Comité Científico de Alimentación Humana (CCAH) de la Unión Europea, en su informe sobre la composición de los alimentos y las bebidas destinadas a cubrir el gasto energético en un gran esfuerzo muscular, especialmente en los deportistas, efectúa recomendaciones muy precisas sobre la composición de las bebidas deportivas e indica que estas bebidas deben suministrar hidratos de carbono como fuente fundamental de energía y deben ser eficaces en mantener una óptima hidratación o rehidratar (Gil 2010).

De acuerdo a la NTP 103.001: 2018, la cantidad de hidratos de carbono en una bebida isotónica debería ser como máximo del 8 % (véase Tabla 8); la bebida desarrollada contiene 4.26 gramos de carbohidratos por cada 100 mL. de bebida, tal como se muestra en la Tabla 21, cumpliendo con lo sugerido en la norma, siendo considerada además una bebida baja en calorías.

La cantidad de carbohidratos (4.26 %) es muy inferior a lo reportado por Salazar *et al.* (2016), quienes dan cuenta de valores de 16.2 % (bebida de poro poro) y 14.5% (bebida de sauco); a lo citado por Endara (2002), 11.4 %; y por Torres (2001), quien reporta en su investigación un porcentaje de carbohidratos de 8.20 % en su bebida

isotónica, esto se debe a un mayor porcentaje de azúcar agregado (6 % - 10 %) en la formulación de sus bebidas; además de incluir en mayor cantidad insumos como el lactosuero, leche y zumo de frutas que son fuente de carbohidratos naturales.

Las bebidas comerciales isotónicas presentadas en la Tabla 7 tienen una concentración de hidratos de carbono del 4.8 al 6.5 %, cumpliendo con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Peruana 103.001: 2018. La bebida isotónica desarrollada presentó similar contenido de carbohidratos con el producto comercial Nutri Sport (4.8 %).

Según la Norma Técnica Peruana 103.001 en las bebidas de reemplazo de electrolitos se permite como fuente energética la mezcla de carbohidratos como glucosa y sacarosa, empleados en la elaboración de esta bebida. Según Barbany (2019) si la concentración de glucosa es reducida, sin superar el 5-6%, no parece dificultar la absorción intestinal de agua e incluso podría mejorarla. Por el contrario, concentraciones elevadas, superiores al 10 % la dificultan.

Añadir hidratos de carbono en las bebidas permite una absorción más rápida del agua y del sodio, además de retrasar el consumo de glucógeno muscular, por lo que pospone la aparición de fatiga. Mientras que la glucosa, la sacarosa, las maltodextrinas y el almidón no parecen tener diferencias en cuanto al rendimiento, la utilización exclusiva de fructosa puede provocar alteraciones intestinales y entorpecer la absorción de agua; la NTP 103.001:2018 establece que en las bebidas con adición de electrolitos, no puede utilizarse como única fuente energética la fructosa.

Una cantidad demasiado alta de hidratos de carbono puede producir cambios digestivos y extraer momentáneamente agua de músculos y piel. En cambio, una concentración baja de hidratos de carbono puede ser insuficiente (Gil 2010). Por todo esto, se recomienda la ingesta de líquidos con un contenido de hidratos de carbono >4% y <10%.

La absorción de los hidratos de carbono, agua y electrolitos se lleva a cabo en las primeras porciones del intestino delgado (duodeno y yeyuno). Se calcula que las cantidades óptimas de absorción intestinal por hora son de 600-800 mL para el agua y aproximadamente 60 g para la glucosa (un volumen adecuado sería beber 600 mL de una solución con un 4 - 8% de hidratos de carbono) (Gil 2010). Cuando se ingieren cantidades superiores a 1L de líquido por hora, los excedentes pueden acumularse en el intestino delgado y colon.

4.4.2. Resultado del contenido de sodio presente en la bebida

Minerales como el sodio (Na) se denominan colectivamente electrolitos porque están disueltos en el cuerpo como partículas con una carga eléctrica, llamadas iones. (Vargas 2007) Se presenta en la Tabla 22 el resultado obtenido para sodio.

Tabla 22. Resultado del ensayo fisicoquímico para la concentración de sodio en la bebida con 10% de suero

Determinación	Resultado
Sodio Na ⁺	315 mg/L

La bebida que contiene 10% de suero, cumple con las especificaciones en cuanto al contenido de sodio según la norma, ya que contiene 315 mg/L y el intervalo de referencia de sodio en las bebidas con adición de electrolitos es de 230 a 500 mg/L.

La cantidad de sodio en la bebida, no difiere con lo enunciado por Chóez y Morales (2010), quienes obtuvieron un valor de 13.61 mEq Na/L, esto equivale a 313.03 mg Na/L; y es inferior a lo presentado por Torres (2001) (463 mg/L); debido a que, en la formulación de su bebida, además de añadir en mayor cantidad cloruro de sodio (0.089 %), también utilizó citrato de sodio (0.05 %) como fuente de electrolitos.

Según la Tabla 7, Isostar posee la más alta concentración de sodio entre las bebidas comerciales isotónicas (708 mg/L) y Gatorade, la bebida más comercializada, tiene similar cantidad de sodio (511 mg/ L) que Powerade (525 mg/L) con valores por encima del límite máximo. Aquarius y Nutri Sport contienen menores cantidades de sodio, 232 mg/L y 372 mg/L respectivamente, cumpliendo los requerimientos de sodio para ser consideradas bebidas isotónicas. En la bebida isotónica desarrollada, el contenido de sodio está comprendido entre los valores de las marcas comerciales Aquarius y Nutri Sport.

El sodio es un mineral esencial conocido comúnmente como sal, que en realidad es cloruro sódico. Está implicado en el equilibrio de agua del cuerpo y en el equilibrio ácido base, y es el principal mineral extracelular (fuera de las células, incluyendo sangre y líquidos). Uno de los ingredientes claves de las bebidas isotónicas es el sodio, debido a que contribuye a impulsar el deseo de beber y a que ayuda a mantener el volumen de la sangre. El mantenimiento del volumen de la sangre es un factor

importante en el rendimiento deportivo, porque está relacionado con la capacidad de suministrar nutrientes a las células, extraer subproductos metabólicos de ellas y mantener la proporción de sudor para que el cuerpo no se sobrecaliente (Bernadot 2016).

El añadido de sal a la bebida cumple dos funciones: mantener el estímulo de la sed (ya que no baja la osmolaridad) y favorecer la retención renal de líquido. También hay que tener en cuenta que el electrolito que se pierde en mayor cantidad con el sudor es el sodio (40-60 mmol/L) en comparación con los 4-8 mmol/L de potasio (Gil 2010).

La inclusión de electrolitos en las bebidas deportivas a ingerir durante la actividad física, se basa en la necesidad de reemplazar los electrolitos perdidos por el sudor, especialmente cuando los ejercicios se prolongan más de 2 a 5 horas. Si por litro de sudor se pierden aproximadamente unos 50 mmol de sodio, y en el plasma hay una concentración de 140 mmol, el sudor es mucho más hipotónico, porque tiene una concentración de sodio del 64.2 % inferior a la del plasma. Al realizar una actividad física y perder 1.5 litros de sudor, se genera un déficit de sodio de cerca de 75 mmol, pero como se ha perdido proporcionalmente más agua, la concentración de sodio en el organismo se incrementa. En este caso, la ingesta de agua puede reducir y normalizar la concentración proporcional de sodio y reestablecer la capacidad de seguir eliminando calor por la sudoración, pero el restablecimiento total de los fluidos extracelulares no podrá completarse hasta aportar la cantidad de sodio perdida, que puede complementarse por la ingesta normal de alimentos, o por la aportación de pequeñas cantidades de sodio en las bebidas, que mejora su sabor y mantiene el deseo de beber durante más tiempo (Burke 2001; Convertino *et al.* 1996).

Las bebidas isotónicas contienen las mismas concentraciones de sodio (0.95 % de Cloruro de Na) que el líquido extracelular, por lo que tiende a permanecer en equilibrio con los fluidos y electrolitos internos, de modo que no se estimula el desplazamiento de estos entre los diferentes compartimientos, y por ello no tiende a salir ni a entrar agua de la célula. (Jiménez 2007).

4.5. Resultado de osmolaridad de la bebida

Se procedió a calcular la osmolaridad de la bebida que contiene 10% de suero, tal como se muestra en la Tabla 23.

Tabla 23. Osmolaridad de la bebida que contiene 10% suero

Cantidad (mL): 1000				
Materia prima	Cantidad (g)	Peso molecular	Iones	Osmolaridad
Sacarosa	24	342.3	1	70.11
Glucosa	15	180.2	1	83.26
Sodio	0.315	23	1	13.7
Potasio	1.225	39.1	1	31.33
Sal	0.06	58.4	2	2.05
Ácido cítrico	2	192.1	2	20.82
Osmolaridad (mOsm/L)				221.28

Según los parámetros de la NTC 3837, la bebida que contiene 10 % de suero está dentro de las especificaciones para ser considerada bebida isotónica, ya que su concentración osmótica (221.28 mOsm/L) está comprendida entre 200 y 420 mOsm/L.

La osmolaridad difiere levemente de la mencionada por Choez y Morales (2010), quienes dan cuenta de un valor de 203.7884 mOsm/L; esto se debe a la diferente composición de las formulaciones y al contenido de los minerales en las bebidas resultantes. La bebida comercial Gatorade presenta una osmolaridad de 330 mOsm/L (Iannicelli 2013), valor que es superior al encontrado en este trabajo; sin embargo, se encuentra dentro del intervalo de referencia.

La concentración osmótica de la bebida desarrollada dependió de la presencia de azúcares y sales minerales, fundamentalmente. Si el ejercicio es intenso, el clima caluroso o se suda mucho, esta bebida ayudará a reponer líquido, sodio y energía (glucosa).

La osmolaridad de la bebida es un factor importante que puede alterar la absorción o incluso producir un efecto de atracción del agua plasmática. Una bebida hipertónica provoca secreción de agua plasmática hacia el intestino y por lo tanto exagera la deshidratación. Contrariamente, una bebida demasiado hipotónica puede producir una secreción de electrolitos desde el plasma. Por ello son recomendables las bebidas isotónicas durante el ejercicio (Barbany 2019).

Las bebidas isotónicas, tan utilizadas, contienen azúcares y electrolitos a la misma presión osmótica que la sangre (Williams 2002). Es debido a esto que el líquido sale del estómago, pasa al intestino donde se absorbe y va al torrente sanguíneo sin dificultad, lo que favorece una rápida y óptima asimilación.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. El porcentaje de lactosuero de queso fresco en la formulación de una bebida isotónica influye en su aceptabilidad sensorial; a mayor porcentaje de lactosuero, menor es la aceptación.
2. Para los parámetros fisicoquímicos pH, acidez, sólidos solubles y densidad, se observó que existen diferencias significativas entre los tratamientos, reafirmando que el porcentaje de lactosuero influye sobre estas variables.
3. El tratamiento con mayor aceptabilidad respecto a sus atributos sensoriales (olor, color, sabor y consistencia), fue el tratamiento uno, que contenía 10 % de lactosuero y 90 % de agua.
4. Los análisis físicoquímicos de la formulación con mayor aceptabilidad, determinaron que la bebida responde a los parámetros establecidos en la NTP 103.001, así como a los valores referenciales de otras investigaciones.
5. La bebida mejor valorada cumple con el contenido de sodio que refiere la NTP 103.001 para bebidas con adición de electrolitos.
6. La osmolaridad obtenida fue de 221.28 mOsm/litro, concentración que se encuentra dentro de los requerimientos para ser considerada una bebida hidratante para la actividad física y el deporte según la NTC 3837.

5.2. Recomendaciones

- Utilizar la formulación del tratamiento más aceptado (10 % lactosuero/90 % agua) como precedente de nuevas investigaciones en las que se utilice como materia prima lactosuero proveniente de la elaboración de queso con leche de las razas bovinas: Holstein, Brown Swiss y Criolla, con fines comparativos.
- Evaluar los posibles usos del suero para su valorización basados en aspectos económicos y tecnológicos, incluyendo volúmenes y calidad disponible en la región.
- Realizar un estudio para determinar la vida útil de la bebida desarrollada.

REFERENCIAS

- Acevedo, D. 2010. Gelificación fría de las proteínas del lactosuero. *Revista Revisión de la Ciencia, Tecnología e Ingeniería de Alimentos* 10(2): 6-23.
- Agricultural Research Service (U.S.D.A). (2012). *Composition of Foods. Agriculture Handbook*, Department of Agriculture.
- Aguilera, CM; Barberà, J; Dìas, E; Duarte, A; Gàlvez, J; y Gil, À. 2010. *Alimentos Funcionales, aproximación a una nueva alimentación*. Madrid, España. Consultado el 20/03/21. Obtenido de <https://www.virtualpro.co/biblioteca/alimentos-funcionales-aproximacion-a-una-nueva-alimentacion>
- Aider, M; Halleux, D y Melnikova, I. 2009. Skim acidic milk whey cryoconcentration and assessment of its functional properties: Impact of processing conditions. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, (10): 334-341.
- Aimutis, W. 2004. Bioactive properties of milk proteins with particular focus on anticariogenesis. *Journal of Nutrition* 134(4): 989-995.
- Alava, C; Gómez, M y Maya, J. 2014. Caracterización fisicoquímica del suero, obtenido de la producción de queso casero en el municipio de Pasto. *Revista Colombiana de Investigaciones Industriales* 1 (1): 22-32. Consultado el 20/03/21. Obtenido de: [doi:https://doi.org/10.23850/24220582.110](https://doi.org/10.23850/24220582.110)
- Almarguer, A y Villagómez, J G. 2017. *Ecología oral. Manual moderno*.
- Almécija, MC. 2007. Obtención de la lactoferrina bovina mediante ultrafiltración de lactosuero. Tesis de Doctorado en Tecnología y Calidad de los Alimentos, Universidad de Granada, Facultad de Química, España.
- American Chemical Society. 2005. *Química un proyecto de la A.C.S. Reverte*.
- American College of Sports Medicine (ACSM). 1996. *Position stand: Exercise and fluid replacement*. 28, i-vii.
- Andina. 2009. Agencia Peruana de Noticias. Consultado el 25/10/19, obtenido de: <https://andina.pe/agencia/noticia.aspx?id=240870>

- Archibald, A. 2002. La proteína concentrada del suero de leche una súper estrella en la nutrición. U.S. Dairy Export Council.
- Astiasarán, I y Martínez, A. 2003. Alimentos: Composición y Propiedades. 3^{era}. edc. Madrid, España: Mc Graw - Hill Interamericana de España S.A.U.
- Atlitec, M; Cortés, C; Guevara, H; Sánchez, G; Sánchez, M y Valles, G. 2005. Bebida a base de suero de leche deslactosada con frutas enriquecida con omega 3. Tesis de grado, Universidad Autónoma Metropolitana de México.
- Badui, S. 2006. Química de los alimentos. 4^{ta} edc. México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V.
- Baker, A. 2002. Medicina del ciclismo. Editorial Paidotribo.
- Barbany, J. 2019. Alimentación para el deporte y la salud. Paidotribo.
- Barbany, JR. 2006. Fisiología del ejercicio físico y del entrenamiento . Barcelona: Paidotribo.
- Barioglio, CF. 2006. Diccionario de las ciencias agropecuarias. Brujas.
- Baro, L; Jiménez, J; Martínez, A y Bouza, J. 2001. Péptidos y proteínas de la leche con propiedades funcionales. J. Ars Pharmaceutica 42(3):135-145.
- Bauman, D; Mather, I y Wall, R. 2006. Major advances associated with the biosynthesis of milk. Journal Dairy Science 89(4): 43.
- Bean, A. 2007. La guía completa de la nutrición del deportista. 3^{ra} edc. Barcelona: Paidotribo.
- Bello, J. 2000. Ciencia bromatológica: principios generales de los alimentos. Ediciones Díaz de Santos.
- Benito, PJ; Calvo, SC; Gómez C y Iglesias, RC. 2014. Alimentación y nutrición en la vida activa: Ejercicio físico y deporte. UNED.
- Bernadot, D. 2016. Nutrición para deportistas de alto nivel . Barcelona: Hispano Europea
- Boatella, J. 200. Química y bioquímica de los alimentos II. Edicions Universitat Barcelona.
- Bonci, L. 2002. “Energy” drinks: Help, harm, or hype? Sports Science Exchange, 1(15):1-4.

- Booth, I. R y Kroll, RG. 1989. The preservation of foods by low pH. Mechanisms of Action of Food Preservation Procedures, 119.
- Boots, J y Floris, R. 2006. Lactoperoxidase: from catalytic mechanism to practical applications. *International Dairy Journal* 16(11): 1272-1276.
- Bosqued, M. 2012. Triotófano, el secreto para volver a ser tú. Editorial AMAT.
- Bosselaers, I; Caessens, P; Van, M y Alink, G. 1994. Differential effects of milk proteins, BSA and soy protein on 4NQO-or MNNG-induced SCEs in V79 cells. *Food and Chemical Toxicologica*, 10, p. 905-911.
- Boticario, BC y Calvo, SC.2005. Nutrición y dietética II: Aspectos clínicos. Editorial UNED.
- Briczinski, EP y Roberts, RF. 2002. Production of an exopolysaccharide-containing whey protein concentrate by fermentation of whey. *Journal of Dairy Science* 85(12): 3189-3197.
- Brunel, J. (17 de Abril de 2015). Food News. Recuperado el 26/10/19, obtenido de: <https://www.foodnewslatam.com/paises/75-brasil/2743-conserva%C3%A7%C3%A3o-%C3%A0-temperatura-ambiente-de-uma-bebida-a-base-de-soro-de-leite-ensada-a- quente.html>
- Burke, L. M. 2001. Nutritional needs for exercise in the heat. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part A, Molecular & Integrative Physiology* 4(128): 735-748.
- Caballero, V y Zapata, RM. 2019. Educación y salud en grupos vulnerables . Universidad de Almería.
- Castillo, I; Galiñanes, J y Olaizola, I. 2013. ¿Bebidas isotónicas en vez de agua? Recuperado el 01 de Febreo de 2020, de <http://www.laanunciataikerketa.com/trabajos/bebidasisotonicas/bebidasisotonicas.pdf>
- Centro Nacional de Producción más limpia. 2004. Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta procesadora de bebidas para infantes a base de lactosuero. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (UNDESA), Nicaragua.

- Chartterton, D; Smithers, G; Roupas, P y Brodkorb, A. 2006. Bioactivity of β -lactoglobulin and α -lactalbumin- technological implications for processing. *International Dairy Journal*, 16(11):1229-1240.
- Chóez Alcívar, J y Morales, F. 2010. Elaboración de una bebida hidratante a base de Lactosuero y enriquecida con vitaminas. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Guayaquil.
- Clark, N. 2006. La guía de nutrición para maratonianos de Nancy Clark (Primera ed.). Paidotribo.
- Clark, S; Costello, M; Drake, M y Bodyfelt, F. W. 2009. The sensory evaluation of dairy products. 2^{da} .edc. New York, NY: Springer.
- Cohen, D y Bria, G. 2018. Apaga tu sed. Madrid: EDAF.
- Comisión del Codex Alimentarius. 2011. Norma CODEX STAN 289-1995. 2^{da} .edc. Roma, Italia. Recuperado el 26 de Octubre de 2019, de <http://www.fao.org/3/a-i2085s.pdf>
- Conforti, P; Yamul, D y Lupano, C. 2004. Alimentos con miel y suero de leche. Tesis, Universidad Nacional de la Plata, Centro de Investigación y Desarrollo en Crio tecnología de Alimentos (CIDCA), Buenos Aires.
- Contexto Ganadero. (28 de Abril de 2017). ¿Cuántos litros de leche se necesitan para producir 1 kg de queso? Ganadería sostenible.
- Convertino, VA; Armstrong, LE; Coyle, EF; Mack, GW; Sawka, MN y Senay, J. 1996. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Position Stand on Exercise and Fluid Replacement 28(1).
- Cuellas, A y Wagner, J. 2010. Elaboración de bebida energizante a partir de suero de quesería. *Revista del Laboratorio Tecnológico del Uruguay Tecnología Alimentaria (INNOTEC)*. p.54-57.
- Cuellas, V. 2008. Aprovechamiento industrial del suero de quesería. *Revista Tecnología Láctea Latinoamericana* 12(49): 56-58.

- De Oña, CM y Serrano, D. 2017. Utilización de equipos y utillaje en la elaboración y tratamiento de productos alimentarios. INAD0108. IC Editorial.
- Dini, E; De Abreu, J y López, E. 2004. Osmolalidad de bebidas de consumo frecuente. *Revista Investigación Clínica* 45: 325-326.
- Domínguez, W. 2000. Evaluación de sorbetes y bebidas elaboradas a base de concentrado proteico del suero de queso. Tesis Ingeniero de Agroindustria, Universidad Zamorano, Honduras.
- Drake, MA.2007. Sensory analysis of dairy foods. *Journal of Dairy Science*, 90(11): 4925-4937.
- Edimar, F; Fernández, A y Stringheta, P. 2014. Brasil: desarrollan una bebida isotónica a base de suero de leche. Recuperado el 6/09/19. Obtenido de: <http://www.portalechero.com/innovaportal/v/5198/1/innova.front/brasil:%20desarrollan-una-bebida-isotonica-a-base-de-suero-de-leche.html>
- Redwan, E. 2008. Potential activity of camel milk-amylase and lactoferrin against hepatitis C virus infectivity in HepG2 and lymphocytes. *Hepatitis Monthly* 8(2):101-109.
- Elpidia, E. 2013. Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. *Revista chilena de Nutrición* 40(4).
- Endara, F. 2002. Elaboración de una bebida a partir de suero de queso y leche descremada con sabor a mango. Tesis Ingeniero de Agroindustria, Universidad Zamorano, Honduras.
- Etzal, M. 2000. Fractionating valuable peptides from whey (Vol. 12). Wisconsin center for Dairy Reseach.
- FAO. 2004. Anteproyecto de sistema revisado de clasificación de los alimentos de la norma general del Codex para los aditivos alimentarios. Recuperado el 11/11/19, de <http://www.fao.org/3/j2262s/j2262s06.htm#TopOfPage>
- Farkye, N. 2004. Cheese Technology. *International Journal of Dairy Technology*, 57 : 91-98.
- Farrel, H; Jimenez, R; Bleck, T; Brown, E; Butler, J; Creamer, L y Swaisgood, H. 2004. Nomenclature of proteins of cow's milk. *Journal of Dairy Science* 87(6): 1641-1674.

- Fernandes, M; Fornari, R; Mazutti, M; Oliveira, D; Ferreira, F; Cichoski, A y Treichel, H. 2009. Production and characterization of xanthan gum by *Xanthomonas campestris* using cheese whey as sole carbon source. *Journal of Food Engineering* 90(1): 119–123.
- Franchi, O. 2010. Suero de Leche, Propiedades y Usos. *Innovación en la Industria Láctea*, 4-5.
- Francis, AJ y Harmer, PW. 1993. *Manual de industrias de los alimentos: zumo de frutas y 2^{da} .edc.* M. D. Ranken, Ed. Zaragoza: Acribia.
- Gal, B; López, M; Martín, AI y Prieto, J. 2007. *Bases de la fisiología*. Editorial Tebar.
- Galdámez, K; Gamboa, M; Márquez, R; Ballinas, M; López, E y Vela, G. 2009. Elaboración y evaluación sensorial de galletas enriquecidas con harina de lactosuero. *Revista científica: UNICACH*, 3(2): 23-28.
- Gancedo, M. 2012. Lo que hay que saber de las bebidas deportivas. *ISDe Sports Magazine*, 5, 14.
- Ganjam, L; Thornton, W; Marshall, R y MacDonald, R. 1997. Antiproliferative effects of yogurt fractions obtained by membrane dialysis on cultured mammalian intestinal cells. *Journal of Dairy Science* 80(10): 2325-2339.
- García, M. 2014. *Recepción y almacenamiento de la leche y otras materias primas. INAE0209*. IC Editorial.
- García, G; Quintero, R y Lopez Munguía, A. 2004. *Productos lácteos*. 153-223: Limusa Noriega S.A; México D. F.
- Gastalver, M. 2015. *Procesos básicos de elaboración de quesos*. España: Elearning S.L.
- Gil, Á. (2010). *Tratado de nutrición (Segunda ed.)*. Madrid: Medica Panamericana.
- Gisolfi, CV; Summers, RD; Schedl, HP y Bleiler, TL. 1995. Effect of sodium concentration in a carbohydrate-electrolyte solution on intestinal absorption. *Med. Sci. Sports. Exer* 27(10): 1414-20.
- Gómez, R; González, G; Mejía, A y Ramírez, A. 1999. Proceso biotecnológico para la obtención de una bebida refrescante y nutritiva. *Revista Interciencia* 24(2): 205-210.

- Gonzales, R. 2011. Química general para las ciencias ambientales. Universidad de Valencia.
- González, C; Becerra, M; Cháfer, M; Albors, A; Carot, JM y Chiralt, A.2002. Influence of substituting milk powder for whey powder on yoghurt quality. Trends in Food Science y Technology 13(9-10):334-340.
- González, J; Heaps, CL y Coyle, EF.1992. Rehydration after exercise with common beverages and water. International Journal of Sports Medicine 13:399-406.
- Graf. 2001. Designing food products: How R&D makes it work.
- Gregory, G y Travis, N. 2017. Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico. España: Paidotribo.
- Grey, V; Mohamed, SR; Smountas, AA; Bahlool, R y Lands, LC. 2003. Improved glutathione status in young adult patients with cystic fibrosis supplemented with whey protein. Journal of Cystic Fibrosis 2(4): 195-198.
- Guede, A. 2017. Triatlón con salud. Paidotribo.
- Guerrero, JR; Ramirez, AL y Puente, W. 2011. Caracterización del suero de queso blanco del combinado lácteo santiago. Tecnología Química 31(3): 93-100.
- Gunasekaran, S; Sanghoon, K y Lan, X. 2006. Use of whey proteins for encapsulation and controlled delivery applications. Journal of Food Engineering 83(1): 31-40.
- Guyton, AC. 1991. Textbook of medical physiology. Philadelphia: W.B. Saunders.
- Guzmán, J. 2005. Péptidos y proteínas bioactivos de leche. Revista científica Recítela 11(2).
- Ha, E y Zemel, M. 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.
- Hambreaus, L. 2003. Advanced Dairy Chemistry. University College, Department of Food Science, Food Technology and Nutrition.
- Hayes, F. 2002. La guía completa del cross training. Editorial Paidotribo.
- Hernández, A; Alfaro, I y Arrieta, R. 2003. Microbiología industrial. EUNED.

- Hernández, F. 2015. Producción de biogás con suero de queso: Tratamiento y generación de energía renovable a partir de lactosuero.
- Iannicelli, JC. (25 de Julio de 2013). Usos de bebidas gaseosas para prevenir la deshidratación en niños con gastroenteritis aguda: Pediatría práctica. Obtenido de <http://www.pediatriapractica.com.ar/note.php?id=56>
- INCONTEC. 2009. Norma Técnica Colombiana NTC 3837. Bebidas no alcohólicas. Bebidas hidratantes y energéticas para la actividad física y el deporte. Recuperado el 02 de Noviembre de 2019, de <https://www.academia.edu/16439182/NTC3837>
- Inda Cunningham, A. 2000. Optimización de rendimiento y aseguramiento de inocuidad en la industria de quesería: una guía para la pequeña y mediana empresa. (O. d. Americanos, Ed.)
- Inda, A. 2001. Manejo y usos del lactosuero de quesería. Universidad Zamorano, Honduras.
- INDECOPI. 2018. Norma Técnica Peruana NTP 103.001. jugos, néctares de fruta y refrescos. Bebidas con adición de electrolitos. Requisitos, 4.
- Infolactea. 2014. Infolactea.com. Recuperado el 25/10/19, obtenido de: <http://infolactea.com/cajamarca/>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. 2011. Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN 2564:2011. Bebidas Lácteas. Requisitos. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2564.pdf>
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). (Agosto de 2014). Lácteos informa. Boletín del Centro de Investigaciones Tecnológicas de la Industria Láctea, 3.
- Jeličić, I; Božanić, R y Tratnik, L. 2008. Whey Based Beverages a New Generation of Dairy Products. Journal Mljekarstvo, 58: 257-274.
- Jiménez, A. 2007. Entrenamiento personal: bases, fundamentos y aplicaciones (Segunda ed.). España: INDE publicaciones.
- Jiménez, J y García, M. 2006. Propiedades nutracéuticas de las proteínas del suero de leche. Revista Carnilac Industrial, 21(5): 22-28.

- Jiménez, S y Sarmiento, P. 2006. Leche de la producción al consumo. Instituto Tomás Pascual para la Nutrición y Salud. International Marketing Communication S.A.
- Jinjarak, S; Olabi, A; Jimenez, R; Sodini, I y Walker, J. 2006. Sensory Evaluation of Whey and Sweet Cream Buttermilk. *Journal of Dairy Science* 89: 2441-2450.
- Jones, LV; Peryam, DR y Thurstone, LL. 1955. Development of a scale for measuring soldiers'food preferences. *Journal of Food Science* 20(5): 512-520.
- Keating, P. 2002. *Introducción a la Lactología (Segunda ed.)*. México: Limusa.
- Kent, M. 2003. *Diccionario OXFORD de medicina y ciencias del deporte*. Editorial Paidotribo.
- Kirk, R; Sawyer, R y Egan, H. 2005. *Composición y Análisis de Alimentos de Pearson*. México D.F.: Continental.
- Kobukowsky, J; Szpendowsky, J y Salmanowicz, J. (2006). Bioavailability of some microelements from post-ultrafiltration permeates and whey. *Polish Journal Food Nutrition Science*, 15: 95-100.
- Koutinas, A; Papapostolou, H; Dimitrellou, D; Kopsahelis, N; Katechaki, E; Bekatorou , A y Bosn, L. 2009. Whey valorisation: A complete and novel technology development for dairy industry starter culture production. *Bioresource Technology*, 100(15): 3734-3739.
- Kreider, R. 2004. *La nutrición del adulto mayor y las proteínas de suero de leche*. Monografía de aplicaciones-nutrición del adulto mayor, U.S. Dairy Export Council.
- Lagua, H. 2011. *Elaboración de una bebida nutritiva a partir de la pulpa de maracuyá y suero láctico*. Tesis, Universidad Estatal de Bolívar, Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Guaranda.
- Liu, X; Chung, K; Yang, S y Yousef, A. 2005. Continuous nisin production in laboratory media and whey permeate by immobilized *Lactococcus lactis*. *Journal Process Biochemistry*, 40: 13-24.
- Lloyd, BB. 2002. *El suero de leche de los Estados Unidos y la nutrición infantil*. U.S. Dairy Export Council.

- Londoño, M; Sepúlveda, J; Hernández, A y Parra, J. 2008. Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*. *Revista Facultad Nacional Agronomía Medellín*, 61(1): 4409-4421.
- Madureira, AR; Pereira, C; Gomez, A; Pintado, M y Malcata, F. 2007. Bovine whey proteins: overview on their main biological properties. *Food Research International*, 40(10): 1197-1211.
- Madureira, A; Tavares, T; Gomes, A; Pintado, M y Malcata, F. 2010. Invited review: Physiological properties of bioactive peptides obtained from whey proteins. *Journal Dairy Science*, 93(2): 437-445.
- Manson, H; Fonden, R y Pettersson, E. 2003. Composition dairy milk. *Journal Dairy International*, 13 : 409-425.
- Markus, CR; Oliver, B y HF. de Haan, E. 2002. Whey protein rich in α -lactalbumin increases the ratio of plasma tryptophan to the sum of the other large neutral amino acids and improves cognitive performance in stress-vulnerable-subjects. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 75(6), 1051-1056.
- Marshall, K.(2004. Therapeutic applications of whey protein. *Alternative Medicine Review*, 9(2): 136-156.
- Martínez, J; Urdampilleta, A y Mielgo, J. 2013. Necesidades energéticas, hídricas y nutricionales en el deporte. *European Journal of Human Movement*, 30: 37-52.
- Matin, MA y Otani, H. 2000. Release of cytotoxic glycopeptides from human acid casein fraction by the action of stomach proteinases. *Milchwissenschaft*, 55(1) : 6-10.
- Maughan, RJ; Leiper, JB y Shirreffs, SM. 1996. Restoration of fluid balance after exercise-induced dehydration: effects of food and fluid intake. *European Journal of Applied Physiology*, 73: 317-325.
- McSweeney, P; Fox, P; Uniacke-Lowe, T y O'Mahony, J. 2015. *Dairy chemistry and biochemistry*. 2^{da}. ed. Springer International Publishing Switzerland.
- Medina, E. 2002. *Actividad Física y Salud Integral*. 1^{ra} ed. Barcelona, España: Paidotribo.

- Mehra, R; Marnila, P y Korhonen, H. 2006. Milk immunoglobulins for health promotion. *International Dairy Journal*, 16(11) : 1262-1271.
- Mendes da Silva, L. 2011. Potential applications of whey proteins in the medical field. (J. S. Reis, & J. A. Teixeira, Edits.) *Engineering Aspects of Milk and Dairy Products*: 221-252.
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). 2018. Anuario Estadístico de la Producción Agroindustrial Alimentaria 2017.
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). 2019. Anuario Estadístico de la Producción Pecuaria y Avícola 2018.
- Ministerio de Producción. 2015. Producción Manufactura - Producción de la Industria de Productos Alimenticios y Bebidas. Consultado el 20/03/21. Obtenido de <https://www.gob.pe/produce>
- Ministerio de Salud; Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. 2010. La Leche Humana, Composición, Beneficios y Comparación con la leche de Vaca. Manual de Lactancia para Profesionales de la Salud, Comisión de Lactancia Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia; Chile.
- Miranda, O; Ponce, I; Fonseca, P; Cedeño, C; Sam, L y Martí, L. 2007. Elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de queso. *Revista Cubana Alimentación y Nutrición*, 17(2):103-108.
- Miranda, O; Ponce, I; Fonseca, P; Cutiño, M; Díaz, R y Cedeño, C. 2009. Características fisicoquímicas de sueros de queso dulce y ácido producidas en el combinado quesos de Bayamo. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 19(1): 6-25.
- Modler, W y Emmons, B. 2001. The use of continuous ricotta processing to reduce ingredient cost in: "further processes" cheese products. *Journal Dairy International*, 11: 517-523.
- Moorhead, S; Swanson, E; Jphnson, M y Maas, ML. 2018. Clasificación de resultados de enfermería (Noc): Medición de resultados en salud. Elsevier Health Sciences.

- Morales, R. 2011. Elaboración de una bebida de tipo funcional para la alimentación a partir de lactosuero. Tesis, Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Químicas.
- Morr, C y Ha, EY. 1993. Whey protein concentrates and isolates: processing and functional properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 33(6): 431-439.
- Mothé, C. G y Correia, D. Z. 2003. Rheological properties of cashew/xanthan gums blends in cashew juice. 3rd Int Symposium on Food Rheology and Structure. Suiza.
- Murray, R. 1987. The effects of consuming carbohydrate-electrolyte beverages on gastric emptying fluid adsorption during and following exercise. *Sports medical*.
- Muset, G y Castells, ML. 2017. Valorización del lactosuero. Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
- Nicorescu, I; Loisel, C; Riaublanc, A; Vial, C; Djelveh, G; Cuvelier, G y Legrand, J. 2009. Effect of dynamic heat treatment on the physical properties of whey protein foams. *Food Hydrocolloids*, 23(4):1209–1219.
- Nuffield Foundation. 1984. Química avanzada Nuffield. España: Reverte, S.A.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO. 2006. Perspectivas Alimentarias: Análisis de los Mercados Mundiales. Recuperado el 11/11/2019. Obtenido de: <http://www.fao.org/giews/reports/food-outlook/es/>
- Pan, Y; Lee, A; Wan, J; Coventry, M. J; Michalski, W. P; Shielf, B y Roginski, H. 2006. Antiviral properties of milk proteins and peptides. *International Dairy Journal*, 16(11) : 1252-1261.
- Panesar, P; Kennedy, J; Gandhi, D y Bunko, K. 2007. Bioutilisation of whey for lactic acid production. *Food Chemistry*, 105 : 1-14.
- Parra, R. A. 2009. Lactosuero: Importancia en la industria de alimentos. *Revista de la Facultad Nacional de Agricultura de Medellín*, 62(1), 4967-4982.
- Pérez, A. 2012. Tendencias actuales en la valoración del suero de quesería. *Revista Científica: Tecnología Láctea Latinoamericana* (75).

- Pérez, MD; Sánchez, L; Aranda, P; Ena, J; Oria, R y Calvo, M. 1992. Effect of β -lactoglobulin on the acidity of pregastric lipase. *Biochen Biophysica Acta*, 1123(2) : 151-155.
- Peryam, DR y Haynes, JG. (Febrero de 1957). Prediction of soldiers' food preferences by laboratory methods. *Journal of Applied Psychology*, 41(1) : 2-6.
- Philipina, M y Syed, R. 2008. Physicochemical properties of liquid virgin whey protein isolate. *Journal Dairy International*, 18 : 236-246.
- Poggio, T. 2015. Recepción y almacenamiento de la leche y otras materias primas. Editorial Elearning, S.L.
- Poveda, E. 2013. Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. *Revista Chilena de Nutrición*, 40(4): 397-403.
- Puyol, P; Pérez, M; Ena, J y Calvo, M. 1991. Interaction of β -lactoglobulin and other bovine and human whey proteins with retinol and fatty acids. *Agricultural and Biological Chemistry*, 55(10) : 2515-2520.
- Recio, I y López, R. 2005. Ingredientes y productos lácteos funcionales: bases científicas de sus efectos para la salud . *Alimentos Funcionales*, 12(4): 121-131.
- Revilla, A. 2000. Tecnología de la leche: procesamiento, manufactura y análisis (Tercera ed.). Honduras: Panamericana, Escuela Agrícola.
- Revillion, J. P; Brandelli, A y Ayub, M. 2003. Production of yeast extract from whey using *Kluyveromyces marxianus*. *International Journal Brazilian Archives of*, 46(1) : 121-127.
- Rodrigues, L; Teixeira, J; Schmitt, F; Paulsson, M y Lindmark Masson, H. (2009). Lactoferrin and cancer disease prevention. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49(3) : 1-15.
- Sakhale, B; Pawar, V y Ranveer, R. 2013. Estudios sobre el desarrollo y almacenamiento de una bebida de mango cv. Kesar a base de suero de leche, lista para servir. *Revista Tecnológica Industria Láctea*, 2:14-23.

- Salas, SA. 1974. Estudio sobre el procesamiento y almacenamiento de la pulpa y néctar de plátano. Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Salazar, A; Oblitas, J y Rojas, E.2016. Reutilización del lactosuero ácido y dulce de las queserías de Cajamarca en la elaboración de una bebida con sabor a poro poro (*Passiflora Mollissima*) y sauco (*Sambucus Peruviana*). *Agroindustrial Science*, 45-51.
- Sánchez , O. 2007. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. Instituto Nacional de Ecología.
- Sanchez, L. s.f.. Bebidas isotónicas para deportistas y su implicación en la salud. Trabajo de fin de grado, Universidad complutense, Facultad de farmacia.
- Schutz, H. G y Cardello, A. B. 2001. A labeled affective magnitude (LAM) scale for assessing food liking/disliking. *Journal of Sensory Studies*, 16(2) : 117-159.
- Servicio Nacional del Consumidor. 2004. Alimentos funcionales. Monografía, Departamento de estudios, Santiago.
- Shrikant, S; Raghvendar, S y Shashank, R. (2012). Bioactive peptides. *International Journal Bio automation*, 15(4) : 223-250.
- Smithers, G. 2008. Whey and whey proteins - From "gutter-to-gold". *International Dairy Journal*, 18(7): 695-704.
- Smithers, G; Ballard, F; Copeland, A; De Silva , K; Dionysius, D; Francis, G; . . . Regester, G. 1996. Advances In dairy foods processing and engineering new opportunities, from the isolation and utilization of whey proteins. *Journal Dairy Science*, 79 : 1454-1459.
- Solanas, P; Bárcena, C y Noguera, M. 2015. La fuente de la salud. Una aproximación a la medicina integrativa. Grupo Planeta Spain.
- Spellman, D; O'Cuinn, G y FitzGerald, RJ. 2009. Bitterness in *Bacillus* proteinase hydrolysates of whey proteins. *Food Chemistry*, 114: 440-446.
- Stazionati, M.2019. Kappa caseína, tiempo de coagulación y rendimiento quesero. *Revista Científica de veterinaria*.

- Stone, H y Sidel, JL.(2004. Sensory evaluation practices. Amsterdan, Boston: Elsevier Academic Press.
- Sugahara, T; Onda, H; Shinohara, Y; Horii, M; Akiyama, K; Nakamoto, K y Hara, K. 2005. Immunostimulation effects of proteose-peptone component 3 fragment on human hybridomas and peripheral blood lymphocytes. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)*, 1725(2) : 445-499.
- Suh, H y Rodriguez, E. 2017. Determinación del pH y contenido total de azúcares en varias bebidas no alcohólicas: su relación con erosión y caries dental. Universidad San Francisco de Quito, Escuela de Odontología, Quito.
- Taheri, A; Sabeena, K; Jacobsen, C y Baron, C. 2014. Antioxidant activities and functional properties of protein and peptide fractions isolated from salted herring brine. *Food Chemical*, 142, 26.
- Tavares, T y Malcata, X. 2013. Whey proteins as source of bioactive peptides against hypertension. (B. Hernandez Ledesma, & H. Chia-Chien, Trads.)
- Thoma-Worringer, C; Sorensen, J y López-Fandiño, R. 2006. Health effects and technological features of caseinomacropptide. *International Dairy Journal*, 16(11) : 1324-1333.
- Torres, J. 2001. Utilización del ultrafiltrado de suero pasteurizado del queso para el desarrollo de una bebida isotónica. Tesis Ingeniero de Agroindustria, Universidad Zamorano, Honduras.
- Totora, G; Funke, B y Case, C. 2007. Introducción a la microbiología. Ed. Médica Panamericana.
- Tovar Zevallos, O. X. (2018). Comparación in vitro del pH, contenido de azúcar y acidez titulable (ácido cítrico) de bebidas endulzadas consumidas por niños en etapa escolar. Tesis, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ciencias de la Salud, Lima.
- Uribe, G. 2009. Bebidas hidratantes. Recuperado el 04/11/19, obtenido de: aprendeonline.udea.edu.co/lms/...3.../Bebidas_hidratantes.doc

- Vargas, R. 2007. Diccionario de teoría del entrenamiento deportivo. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Veisseryre, R. 2002. Lactología Técnica. Zaragoza, España: Acribia.
- Vela, G; Castro, M; Caballero, A y Ballinas, J. 2012. Bebida probiótica de lactosuero adicionada con pulpa de mango y almendras sensorialmente aceptable por adultos mayores. Revisión de la Ciencia, Tecnología e Ingeniería de los Alimentos.
- Wakabayashi, H; Yamauchi, K y Takase, M. 2006. Review: Lactoferrin research, Technology and Applications. Journal Dairy International, 16(11), 1241-1251.
- Walzem, RL; Dillard , CJ y German, JB. 2002. Whey components millenina of evolution create functionalities for mammalian nutrition what we know and what we may be overlooking. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 42(4), 353-375.
- Wang, Q; Allen , J y Swaisgood, H. 1997. Binding of vitamin D and cholesterol to β -lactoglobulin. Journal Dairy Science(80) : 1054-1059.
- Warne, P; Momany, A; Rumball, S; Tuttle, R y Scheraga, H. 1974. Computation of structures of homologous proteins. Biochemistry, 13(4) : 768-772.
- Watts, BM; Jeffery, LE; Elías, LG y Ylimaki, GL.1992. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Ottawa: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo.
- Watts, B. M; Ylimaki, G. I; Jeffery, L. E y Elías, LG. 1989. Basic sensory methods for food evaluation. Ottawa, Canadá: International Development: Research Centre.
- Weber, F. 1990. El desuerado del coágulo. En El queso. Parte I (págs. 21-33). Barcelona: Ediciones Omega S.A.
- Mena, P. 2002. Formulación y elaboración de dos bebidas refrescantes con base en suero dulce de queso fresco y sabores de frutas. Tesis Ingeniero de Agroindustria, Universidad Zamorano, Honduras.
- Williams, M. H. 2002. Nutrición para la salud, la condición física y el deporte. Barcelona: Paidotribo.

Wit, J. 2003. Dairy Ingredients in Non-Dairy Foods 2^{da} ed. Vol. 4. (F. Francis, Ed.) New York: Encyclopedia of Food Science and Technology.

Wong, D. S. (1995). Química de los alimentos : mecanismos y teoría. Zaragoza: Acribia.

Zudaire, M y Yoldi, G. 2004. Eficaces cuando el deporte es intenso y se suda mucho. Revista Consumer, 27.

ANEXOS

ANEXO A: Tabla de números aleatorios.

92	73	35	54	98	26	56	39	28	82	91	43	06	93	24	72	00	82	80	75	85	19	70	64	43
16	51	87	38	01	90	16	71	58	81	97	58	00	77	86	36	00	66	83	36	01	19	53	58	68
33	17	94	03	07	27	41	40	81	74	55	96	82	24	83	90	41	63	36	50	48	18	86	67	17
27	57	83	36	77	07	53	58	09	94	24	00	21	76	21	58	55	77	99	65	52	38	17	40	90
61	29	94	65	15	91	54	01	44	49	97	49	97	99	48	94	72	47	63	35	36	06	68	95	71
83	81	58	29	20	93	72	49	83	27	06	73	46	53	80	05	74	62	18	31	95	28	64	99	86
19	73	59	65	95	16	27	57	65	41	36	49	07	54	07	43	91	74	14	40	95	28	57	76	51
32	47	42	59	60	96	19	56	32	02	16	03	06	41	98	79	75	15	66	64	63	29	50	27	92
19	44	93	63	76	45	72	47	25	60	18	69	63	00	95	80	72	06	98	19	73	61	99	74	05
75	87	08	73	42	32	58	61	49	91	95	40	38	76	23	84	49	63	08	97	68	61	99	05	55
09	88	60	27	23	44	53	22	40	86	35	87	80	47	11	96	23	64	69	33	80	49	89	24	01
40	69	87	66	60	64	95	99	77	03	79	67	71	05	99	00	48	94	87	42	18	98	77	33	81
53	54	06	47	69	72	03	60	45	24	21	42	53	79	70	87	15	89	22	45	71	80	10	29	10
48	52	50	77	53	33	50	89	98	24	19	74	34	26	41	12	11	50	40	11	58	08	97	80	25
91	52	19	84	90	77	32	15	76	35	44	71	26	06	01	91	57	51	20	03	84	44	32	90	30
56	32	08	70	52	62	85	85	53	60	00	26	26	76	80	43	56	95	78	65	20	81	11	25	21
68	54	50	25	19	38	80	73	89	22	63	34	31	24	12	88	25	99	34	44	19	08	20	74	51
41	46	28	06	13	95	62	19	35	63	90	94	04	59	81	16	57	45	02	98	97	35	35	17	44
11	91	09	05	33	02	68	19	97	21	67	79	26	16	91	54	10	56	58	61	31	24	22	34	95
78	96	49	50	26	57	35	48	61	03	38	80	07	08	00	83	09	42	96	63	45	24	01	96	21
39	00	27	47	60	83	45	25	28	77	57	99	02	56	59	98	38	25	89	65	07	91	84	67	81
58	08	80	92	56	85	62	98	67	67	95	03	17	42	26	96	44	19	06	74	31	39	97	94	27
56	81	87	37	10	56	34	49	22	78	50	96	35	45	40	21	51	98	10	18	02	06	48	96	58
36	35	32	43	44	69	88	75	56	07	86	01	84	12	25	39	71	66	87	17	89	23	53	07	31
51	93	66	36	87	42	90	04	20	32	09	36	63	34	92	02	34	96	00	65	37	61	22	15	69
68	28	29	88	56	53	00	66	27	29	08	05	73	10	47	05	21	45	98	77	01	01	48	45	39
73	21	85	37	49	94	48	60	83	76	34	69	65	58	41	14	79	53	32	88	87	69	97	80	92
02	50	08	84	77	23	90	50	36	16	69	81	53	97	43	48	06	85	37	06	81	00	48	13	19
28	49	35	23	70	84	43	13	05	94	47	13	65	25	13	95	29	93	65	45	50	12	61	20	06
84	95	64	21	30	40	87	75	49	77	07	51	00	99	20	55	96	12	18	61	80	37	92	91	91
61	67	92	67	17	03	92	42	50	75	01	98	45	10	05	78	87	90	47	73	02	98	19	89	04
25	01	68	34	92	17	99	59	73	84	82	75	01	78	64	10	09	07	09	56	08	95	86	18	94
20	72	90	17	09	02	64	44	68	72	65	83	44	44	05	96	85	90	55	00	36	28	10	04	88
72	30	42	62	43	21	12	23	11	00	08	84	12	22	08	32	56	55	63	16	06	86	46	28	40
79	89	79	56	56	52	17	02	58	37	33	20	07	40	39	35	33	98	80	47	54	03	31	08	17
41	32	02	75	96	74	65	72	58	01	74	79	29	05	29	97	26	91	36	36	20	07	46	35	19
24	59	60	88	81	13	46	20	67	80	84	81	97	94	32	14	22	07	84	10	75	77	18	14	65
48	51	76	58	18	11	55	87	94	27	60	26	92	09	00	71	97	72	05	30	14	21	83	99	46
27	05	35	96	75	06	17	26	28	05	31	20	79	16	72	27	09	62	94	26	06	78	56	42	82
19	73	48	30	37	22	73	62	86	68	06	92	82	65	10	44	54	09	11	70	91	01	26	15	61
10	59	61	30	64	18	52	97	24	80	81	40	99	83	02	28	97	79	99	29	82	37	41	79	33
06	20	64	72	63	79	92	43	52	33	86	12	76	48	29	77	02	34	49	00	40	83	62	63	94
92	42	30	97	23	74	83	22	11	41	73	53	48	10	58	00	06	97	25	53	36	01	06	61	74
86	79	11	15	34	00	26	83	82	10	48	32	37	41	48	60	89	27	58	07	74	48	23	98	74
60	88	55	02	30	59	97	88	69	09	05	03	63	84	72	26	71	02	18	54	16	61	94	44	07
74	09	21	65	09	32	54	78	17	61	41	84	72	37	06	92	44	02	30	78	43	56	00	74	48
90	75	09	73	22	45	70	71	03	26	14	31	86	14	46	21	97	96	81	73	88	04	88	37	99
14	72	51	66	03	84	60	44	03	15	66	73	62	29	38	49	58	81	94	87	98	66	17	22	98
23	20	32	85	06	98	69	68	60	11	23	40	29	11	30	95	57	54	85	83	44	82	12	48	80
47	71	02	68	97	71	72	57	50	28	00	05	44	94	39	01	47	28	79	18	60	97	87	65	41

ANEXO A: Tabla de números aleatorios (continuación).

36	27	64	92	29	10	13	13	26	18	70	49	46	76	82	40	95	03	23	50	95	49	81	65	59
89	98	18	56	63	44	12	36	38	45	79	86	16	35	18	92	77	77	81	35	60	08	00	03	89
41	56	64	46	30	83	32	55	94	83	92	77	01	10	34	85	18	90	52	66	85	96	17	94	52
46	01	03	34	17	36	45	23	42	71	62	83	89	00	76	26	12	30	39	49	24	45	01	47	08
74	19	18	58	38	45	95	89	90	57	17	56	42	25	50	14	15	06	51	15	00	80	71	54	30
58	35	06	11	82	58	02	82	92	04	48	49	46	13	05	70	39	51	64	27	88	99	50	78	53
25	39	08	65	10	42	66	62	76	78	55	98	14	69	20	57	98	02	26	10	86	10	72	87	40
45	81	79	85	17	78	41	23	62	38	75	66	65	53	81	45	92	91	30	40	87	51	94	08	14
66	07	40	74	42	01	84	30	71	03	26	95	66	53	08	78	28	19	29	37	31	49	85	07	24
48	08	38	86	84	11	67	13	08	22	18	03	62	21	80	06	75	58	50	56	79	84	02	22	01
64	56	10	04	14	05	23	15	01	16	36	38	63	84	10	73	21	64	74	12	75	38	41	38	45
43	82	44	80	16	80	95	26	12	72	69	47	33	42	65	39	03	27	23	32	22	20	18	41	18
68	24	81	78	90	72	77	32	46	74	56	21	46	71	66	80	61	49	78	64	39	32	85	84	47
68	39	42	15	64	74	50	44	54	98	64	66	66	08	96	82	57	07	60	73	88	01	18	68	21
84	10	95	26	08	10	51	65	03	85	35	51	70	18	40	67	31	60	46	91	98	60	80	34	35
06	82	42	61	36	85	62	42	25	91	12	13	14	30	41	74	21	40	94	50	70	88	69	08	15
23	09	79	03	13	45	21	55	04	02	42	55	60	88	50	73	80	64	42	22	18	99	34	87	84
87	83	21	08	77	06	25	54	97	15	60	61	04	68	49	94	76	20	78	36	26	48	03	59	72
84	76	40	56	55	88	68	81	01	63	38	45	47	59	48	57	03	45	01	48	91	93	68	02	12
53	81	33	01	30	52	33	74	74	56	78	87	62	91	53	23	56	34	35	24	62	89	43	63	96
39	04	99	99	88	08	77	01	10	01	22	64	60	57	25	73	50	67	04	79	38	91	51	29	18
71	26	72	67	25	92	36	01	77	86	19	54	65	51	61	64	49	89	84	19	54	83	92	68	94
50	52	72	95	18	23	65	04	78	73	40	88	56	38	96	89	53	72	54	42	14	48	66	67	26
72	38	35	28	72	87	33	60	04	44	20	76	80	37	19	37	61	47	47	97	48	07	58	03	81
98	96	95	85	40	23	08	04	34	89	88	88	46	92	53	99	19	02	60	25	24	44	06	30	43
10	98	80	95	16	33	67	25	73	98	85	61	04	72	82	39	39	92	82	15	59	88	42	57	39
06	73	69	97	88	78	36	03	05	66	22	61	53	32	48	41	08	33	09	15	77	06	04	87	95
00	49	27	22	93	65	65	06	28	88	43	24	65	96	14	67	19	30	70	86	53	87	46	62	35
76	14	99	63	59	15	25	44	97	49	97	74	51	42	50	30	62	51	65	19	81	76	32	69	78
92	17	79	45	06	87	28	87	91	10	38	13	94	23	00	75	99	63	62	71	72	71	50	44	59
81	84	00	13	70	19	32	41	38	86	21	35	51	07	72	51	18	95	67	31	64	36	88	94	08
18	89	75	41	91	71	50	12	52	67	57	98	66	78	29	43	48	79	20	82	19	92	17	17	81
18	15	54	38	69	21	09	49	46	79	12	96	88	12	82	84	14	34	49	60	61	00	64	97	75
25	67	19	45	22	38	12	15	45	16	81	99	04	02	27	92	61	27	50	95	10	50	92	28	93
50	74	03	59	58	37	11	95	42	71	59	73	50	41	56	44	28	25	37	88	57	95	44	07	53
15	37	18	71	81	88	27	91	67	77	29	54	01	17	25	05	97	46	65	22	80	66	93	02	41
58	27	81	52	71	11	31	35	35	25	77	71	63	11	20	19	38	49	10	37	12	67	47	40	60
02	70	61	10	26	57	74	71	29	69	89	14	30	80	19	62	16	62	63	42	82	19	61	55	80
36	18	22	13	05	55	97	35	51	73	98	46	20	62	13	14	65	07	76	62	32	94	60	23	27
42	30	70	57	81	67	85	97	28	63	68	71	11	44	71	13	69	22	02	86	72	33	05	61	53
77	86	84	73	38	73	00	71	55	84	40	05	62	84	23	25	06	13	79	75	11	59	73	59	61
51	32	38	45	08	73	84	75	01	65	34	49	99	21	38	85	43	74	41	83	22	39	78	24	26
57	00	03	36	50	15	57	08	41	82	62	60	59	57	15	98	97	72	35	69	67	88	05	23	33
02	89	67	41	36	20	49	73	04	57	04	84	24	58	16	46	65	45	92	44	98	38	63	50	84
05	20	98	54	89	50	70	82	03	13	45	99	78	23	57	17	03	45	52	77	34	18	29	96	08
75	09	54	90	05	74	39	32	27	14	10	96	59	97	10	16	60	93	86	21	66	99	07	16	49
34	52	52	21	56	08	54	46	65	05	49	49	38	79	65	49	35	65	65	13	62	75	27	53	39
17	87	53	33	08	15	70	87	09	17	66	10	34	71	89	36	75	40	54	51	08	72	56	36	95
78	95	48	93	70	45	87	35	30	53	51	43	03	73	74	06	00	51	96	96	24	43	31	55	91
13	95	60	19	02	29	79	66	71	11	99	05	27	46	03	18	85	14	23	73	75	85	62	16	80

ANEXO B: Boleta para prueba hedónica de las bebidas isotónicas.

Nombre: _____

Fecha: _____

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan cinco muestras de bebidas isotónicas. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en el casillero del código de la muestra.

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		

CÓDIGO	Calificación para cada atributo			
	OLOR	COLOR	SABOR	CONSISTENCIA
571				
924				
635				
956				
344				

ANEXO C: Fotos de la obtención de lactosuero dulce.

Figura 12. *Proceso de elaboración de queso fresco*



Figura 13. *Desuerado*



Figura 14. *Recepción de suero*



Figura 15. *Lactosuero dulce*

ANEXO D: Fotos del proceso de elaboración de la bebida isotónica.**Figura 16.** Filtrado de lactosuero**Figura 17.** Descremado de lactosuero



Figura 18. Pesado de insumos



Figura 19. Adición de insumos



Figura 20. Pasteurización de la bebida



Figura 21. Envasado de la bebida



Figura 22. Enfriado de la bebida



Figura 23. Almacenado de la bebida

ANEXO E: Fotos de la determinación de parámetros fisicoquímicos.**Figura 24.** Determinación de pH**Figura 25.** Determinación de acidez titulable



Figura 26. Determinación de sólidos solubles



Figura 27. Determinación de densidad

ANEXO F: Fotos de la evaluación sensorial de las bebidas isotónicas



Figura 28. Formulaciones elaboradas para la evaluación sensorial



Figura 29. Materiales para la evaluación sensorial



Figura 30. Evaluación sensorial de las cinco formulaciones

ANEXO G: Resultados de los ensayos fisicoquímicos.



INFORME DE ENSAYO N° M-1903-0219-001N

Orden de Trabajo : OT-CCM1903-0219
Cliente : ORDOÑEZ URTEAGA ROSARIO ELIZABETH
Domicilio Legal : MÁRTIRES DE UCHURACAY 531 – CAJAMARCA – CAJAMARCA
Servicio Solicitado : Ensayo Físico Químico
Producto Declarado : BEBIDA A BASE DE SUERO LACTEO
Número de Muestras : 01
Identificación / marca : Proporcionada por el solicitante
Presentación / Cantidad : Botellas de vidrio / 02 unidades de 500 ml. c/u Aprox.
Lugar y fecha de recepción : Laboratorio. 10 de junio del 2019
Condición de las muestras : Buen estado, refrigerada
Fecha de inicio de Ensayos : 10 de junio del 2019
Fecha de término de Ensayos : 17 de junio del 2019

MUESTRA: 1903-0219-001N

DETERMINACIONES	RESULTADOS
Sodio	315 mg / L
Potasio	1225 mg / L
Cloruros	4.80 %

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
Sodio	AOAC 975.03 Cap.3 Ed. 19 Pág. 5-6 2012. Sodium and Potassium by Atomic Absorption Spectrophotometry.
Metales Totales por ICP-MS	PNTE-LTG-45 Rev00. Determinación de Metales en alimentos. ICP-MS
Cloruros	AOAC 937.09 18th Ed. 2005. Salt (Chlorine as Sodium Chloride) in Seafood. Volumetric Method.

Observaciones
Ninguna.

César Augusto Aquino Carlin
 C.B.P 3741
 Jefe de Laboratorio
 International Laboratories S.A.C.

Emitido en Lima, el 19 de junio del 2019.

INFORME DE ENSAYO N° M-1903-0233-001N

Orden de Trabajo	: OT-CCM1903-0233
Cliente	: ORDÓÑEZ URTEAGA ROSARIO ELIZABETH
Domicilio Legal	: MÁRTIRES DE UCHURACAY 531 – CAJAMARCA – CAJAMARCA
Servicio Solicitado	: Ensayo Físico Químico
Producto Declarado	: BEBIDA A BASE DE SUERO LACTEO
Número de Muestras	: 01
Identificación / marca	: Proporcionada por el solicitante
Presentación / Cantidad	: Botellas de vidrio / 02 unidades de 500 ml. c/u Aprox.
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio. 10 de junio del 2019
Condición de las muestras	: Buen estado, refrigerada
Fecha de inicio de Ensayos	: 10 de junio del 2019
Fecha de término de Ensayos	: 17 de junio del 2019

MUESTRA: 1903-0233-001N

DETERMINACIONES	RESULTADOS
Carbohidratos	4.26 %
Ceniza	0.52 %
Energía Total	30.72 Kcal / 100 ml
Grasa	0.56 %
Humedad	92.50 %
Proteínas (Factor 6.38)	2.16 %

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
Carbohidratos	CALCULO
Ceniza	FAO FOOD AND NUTRITION PAPER VOL 147 PAG. 228-1986
Energía Total	CALCULO
Grasa	FAO FOOD AND NUTRITION PAPER VOL 147 PAG. 212-1986
Humedad	FAO FOOD AND NUTRITION PAPER VOL 147 PAG. 205-1986
Proteínas	FAO FOOD AND NUTRITION PAPER VOL 147 PAG. 221-223-1986

Observaciones
Ninguna.



César Augusto Aquino Carlin
C.B.P 3741
Jefe de Laboratorio
International Laboratories S.A.C.

Emitido en Lima, el 18 de junio del 2019.