



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA



**ELABORACIÓN DE UN ALIMENTO FUNCIONAL A BASE DE UNA BEBIDA  
VEGETAL ANALOGA AL YOGURT APTO PARA PERSONAS CON AUTISMO.**

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

Tutor:

Prof. Zoitza Ostojich Cuevas.

Autoras:

Chirinos Arrieta Génesis Wilmary

C.I: 20.779.437

Loyo Ortiz Mariana Jesúlib

C.I: 24.935.640

Mérida, Abril de 2024

**ELABORACIÓN DE UN ALIMENTO FUNCIONAL A BASE DE UNA BEBIDA  
VEGETAL ANALOGA AL YOGURT APTO PARA PERSONAS CON AUTISMO.**

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

Trabajo Especial de Grado presentado por Génesis Wilmary Chirinos Arrieta C.I: V-20.779.437 y Mariana Jesúlib Loyo Ortiz C.I: V-24.935.640, como credencial de mérito para la obtención del título de Licenciadas en Nutrición y Dietética de la Universidad de Los Andes.



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA



## **ELABORACIÓN DE UN ALIMENTO FUNCIONAL A BASE DE UNA BEBIDA VEGETAL ANALOGA AL YOGURT APTO PARA PERSONAS CON AUTISMO.**

### **Autoras:**

Chirinos Arrieta Génesis Wilmary  
Loyo Ortiz Mariana Jesúlib

**Tutora:** Prof. Zoitza Ostojich Cuevas

**Fecha:** Abril, 2024

### **RESUMEN**

La presente investigación tuvo como objetivo la elaboración de un análogo de yogurt a partir de una bebida vegetal de coco con adición de chachafruto. Se evaluó su composición nutricional, calidad microbiológica, aceptabilidad y nivel de agrado. Consistió en un estudio no experimental descriptivo y transversal. El resultado del análisis fisicoquímico reveló un contenido de proteínas de (2,20 g), grasa de (6,79 g) y carbohidratos totales de (8,56 g), con un aporte energético de (104,17 Kcal) por cada 100g de producto. El análisis microbiológico realizado reportó una carga de bacterias ácido lácticas dentro de los parámetros establecidos por la Norma Venezolana COVENIN. En cuanto al análisis sensorial efectuado en 34 niños con TEA arrojó un nivel de agrado de 4 en una escala de 5 (Me gusta un poco) y 87,88% de aceptación. Por lo tanto, dicha investigación cumple con los objetivos planteados, además de ofrecer una nueva alternativa nutricional a la población evaluada.

**Palabras clave:** autismo, alimento funcional, bebida vegetal, análogo de yogurt, coco.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA.....	4
Planteamiento del problema.....	4
Formulación del problema.....	9
Objetivos: general y específico.....	9
Justificación.....	10
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	12
Antecedentes de la investigación.....	12
Bases teóricas:.....	14
Sustitutos lácteos de origen vegetal.....	14
Alternativas a la leche de origen vegetal.....	17
Alimentos de base vegetal tipo yogurt.....	20
Bacterias ácido lácticas .....	21
Características básicas de <i>Lactobacillus Bulgaris</i> y <i>Streptococcus</i> <i>Thermophilus</i> .....	22
Caracterización y tecnología de la leche de coco.....	22
La leche de coco como alimento funcional.....	24
El mango y sus propiedades nutricionales.....	26
Componentes del mango que modulan la microbiota.....	28
Caracterización del chachafruto.....	30
Proteínas del chachafruto como fuente de péptidos antioxidantes e inmunomoduladores .....	31
La Alulosa como alternativa a la sacarosa.....	33
Definición de términos básicos.....	35

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	37
Tipo de investigación.....	37
Población y muestra .....	37
Materiales y Métodos.....	38
Fase I: ensayos preliminares.....	38
Elaboración del análogo del yogurt.....	42
Fase: II evaluación de las propiedades fisicoquímicas.....	45
Fase III: evaluación microbiológica.....	48
Fase IV: evaluación sensorial.....	49
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	51
Resultados de la elaboración análogo del Yogurt.....	51
Resultados del Análisis Físico-químico.....	51
Resultados del análisis microbiológico.....	56
Resultados del Análisis sensorial.....	57
Factibilidad económica del Análogo de Yogurt.....	61
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	62
Conclusiones.....	62
Recomendaciones.....	63
REFERENCIAS.....	64
ANEXOS.....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Pag.
Tabla 1. Primer ensayo del análogo de yogurt.....	38
Tabla 2. Segundo ensayo del análogo de yogurt .....	39
Tabla 3. Tercer ensayo del análogo de yogurt .....	40
Tabla 4. Quinto ensayo del análogo de yogurt .....	41
Tabla 5. Fórmula definitiva del análogo de yogurt batido con mermelada de mango.....	51
Tabla 6. Resultados del análisis proximal del análogo de yogurt.....	52
Tabla 7. Resultados del análisis fisicoquímico del análogo de yogurt batido con mermelada de mango.....	53
Tabla 8. Comparación de valores nutricionales entre el análogo de yogurt, yogurt natural firme marca YOKA y yogurt de coco marca MILS..	54
Tabla 9. Valores de pH y °Brix de la leche de coco utilizada, del análogo de yogurt y del yogurt con mermelada de mango.....	55
Tabla 10. Resultados del análisis microbiológico del análogo de yogurt...	56
Tabla 11. Factibilidad económica del análogo de yogurt batido con mermelada de mango.....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
Figura 1. Esquema tecnológico de la elaboración de la leche de coco.....	43
Figura 2. Esquema tecnológico de la elaboración del análogo de yogurt.....	44
Figura 3. Esquema tecnológico de la elaboración del mermelada de mango.....	45
Figura 4. Resultados del análisis sensorial sobre el ítem ¿acepta o no la muestra de yogurt?.....	57
Figura 5. Nivel de agrado del análogo de yogurt batido con mermelada de mango.....	58
Figura 6: Resultados del ítem ¿Volvería a comer el yogurt?.....	59

www.bdigital.ula.ve

## INTRODUCCIÓN

El autismo es un trastorno complejo del neurodesarrollo que ocurre durante los primeros años de vida (Estes *et al.*, 2015 citado en Hao *et al.*, 2020, p.69). Este y otros trastornos relacionados, denominados colectivamente como “trastorno del espectro autista” (TEA), se caracterizan por deficiencias en la comunicación e interacción social y la presencia de patrones de comportamiento restrictivos y repetitivos (Baio *et al.*, 2018, p. 2).

Se ha observado que, en las últimas décadas, ha tenido lugar un vertiginoso aumento en la incidencia de TEA a nivel mundial (Hyman *et al.*, 2020; Davoli-Ferreira *et al.*, 2021, p.1). En relación a ello, Según la Red de Vigilancia del Autismo y las Discapacidades del Desarrollo (ADDM) creada por los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) de Estados Unidos, la prevalencia de TEA entre niños de 8 años en 2000 era de 1 de cada 150 niños frente a 1 de cada 36 niños en 2023 (Maenner *et al.* 2023; Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network Surveillance Year 2000 Principal Investigators, 2007). Algunas revisiones sistemáticas atribuyen el incremento en la prevalencia a cambios y mejoras en las categorías de diagnóstico, la metodología y la calidad de la investigación, un mayor acceso a los servicios de diagnóstico e intervención, una mayor conciencia sobre el TEA entre las comunidades profesionales y no profesionales, y aceptación del hecho de que el TEA puede coexistir con otras formas de trastornos del desarrollo (Elsabbagh *et al.*2012; Williams *et al.*2008)

. En consonancia con lo planteado, una revisión sistemática llevada a cabo por Zeidan *et al.* (2022) reporta que las estimaciones de la prevalencia del autismo infantil han ido en aumento con el transcurrir del tiempo con variaciones entre grupos sociodemográficos, situándose actualmente a nivel mundial en 1 de cada 100 niños. En contraste, Venezuela no cuenta con estadísticas actualizadas de los

niños que se encuentra dentro del espectro a pesar de existir diversas instituciones, en su mayoría privadas, dedicadas a su tratamiento y diagnóstico (Guevara y Kasem, 2014; Tal cual digital, 2022).

En relación al origen de esta condición, la bibliografía aporta factores nutricionales, factores inmunológicos, factores genéticos, factores ambientales e incluso factores influenciados circunstancias familiares (Kreiser y White 2014; Sealey *et al.* 2016; Zurita *et al.*, 2020) que pueden actuar durante los períodos prenatal, perinatal y posnatal (Bölte *et al.*, 2019; Alharthi *et al.*, 2022).

El TEA suele coexistir con otras patologías o comorbilidades tales como infecciones respiratorias y del oído, alergias a alimentos, trastornos gastrointestinales (G.I.), rinitis alérgica, dermatitis atópica, asma, diabetes tipo I, trastornos del sueño, convulsiones, entre otras (Chen *et al.*, 2013; Gurney *et al.*, 2006; Isaksen *et al.*, 2013; Kohane *et al.*, 2012; Mazurek *et al.*, 2012; Schieve *et al.*, 2012). Recientemente ha surgido un creciente interés mundial por la implicación del eje intestino-cerebro en el desarrollo típico como en los trastornos del neurodesarrollo (Doenya, 2018). En este sentido, varios estudios han sugerido que las alteraciones en la composición de la microbiota intestinal (es decir, disbiosis) en niños con TEA pueden contribuir a los síntomas G.I. y del Sistema Nervioso Central (Díaz *et al.*, 2011; Wang y Kasper, 2014).

En el TEA, las modificaciones en la alimentación de las personas con autismo tales como la exclusión de ciertas proteínas (gluten y caseína), azúcares refinados y productos con ciertos aditivos alimentarios, parecen ejercer efectos positivos en su salud como el control del sobrecrecimiento de bacterias patógenas en el tracto gastrointestinal, la reducción del estado de inflamación sistémica de bajo grado, así como la minimización de alergias u otras reacciones adversas en el organismo de estos pacientes (Campbell-McBride, 2008 citado en Doenya, 2018). Como complemento o alternativa al tratamiento dietético se está comenzando a implementar la terapia con probióticos, al existir evidencia que sugiere que estos pueden mejorar los síntomas G.I, la microbiota G.I, la inflamación intestinal y los síntomas centrales del TEA (Doenya, 2018).

En este contexto, debido a la creciente demanda de alternativas a la leche y al gluten relacionada tanto a necesidades éticas como de salud, la industria alimentaria se enfrenta con el reto de desarrollar alimentos de calidad nutricional que no solo ayuden a preservar y mejorar la salud de los consumidores, sino que también sean semejantes en términos sensoriales o al menos tengan un nivel de aceptación equiparable a los productos convencionales.

Por los elementos previamente expuestos, la presente investigación se propone ofrecer una alternativa a las personas con autismo mediante la elaboración de un alimento funcional con ingredientes aptos que contribuya a diversificar la alimentación de estos pacientes, a la modulación de su microbiota intestinal y la restauración de la barrera intestinal mediante del aporte de fibra, sustancias bioactivas y ácidos grasos de cadena media presentes naturalmente en los alimentos con el fin de favorecer su salud integral.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## CAPITULO I

### EL PROBLEMA

#### Planteamiento del Problema

Cada vez se asume más que los cambios en el microbioma intestinal humano relacionados con la dieta "occidental", así como el uso de medicamentos e higiene general pueden ser en parte determinantes de la hasta ahora compleja proliferación de varias enfermedades crónicas en los últimos 50 años en el mundo desarrollado, incluidas las autoinmunes y enfermedades cerebrales (Mayer *et al.*, 2014). Por tanto, se ha especulado con que estos factores relacionados con el microbioma pueden ser también responsables de la prevalencia de los trastornos del espectro autista (TEA) (Collins *et al.*, 2012; Wang y Kasper, 2014).

Se ha señalado que una dieta materna alta en grasas durante el embarazo parece alterar la microbiota en los recién nacidos y podría estar asociada con el TEA en humanos. En este orden de ideas, la lactancia materna continua durante 6 meses se asocia con un menor riesgo de TEA, mientras que la alimentación con sucedáneos de la leche materna se relaciona a una mayor representación de *Clostridium difficile* en el intestino de los lactantes. Es importante destacar que algunas investigaciones relacionan el aumento del género *Clostridium* con el comportamiento autista. Al respecto cree que el mencionado grupo de bacterias Gram positivas produce un metabolito identificado como ácido 3-(3-hidroxifenil)-3-hidroxipropiónico (HPHPA), el cual constituye un análogo de la tirosina que agota las catecolaminas cerebrales y causa síntomas de autismo (comportamiento estereotipado, hiperactividad e hiperreactividad) en animales de experimentación (Shaw,2010).

Paralelamente, investigaciones señalan que los tratamientos con antibióticos, incluso aquellos realizados de forma breve, pueden inducir alteraciones duraderas en la microbiota intestinal (Connolly *et al.*, 2016; Schultz *et al.*, 2016; Azad *et al.*, 2013; Korpela *et al.*, 2016; Sherwin E., *et al.* 2016).

Consecuentemente surge, pues, la hipótesis de una conexión entre la alteración de la microbiota intestinal y el TEA, fundamentándose en la evidencia de que los niños con TEA suelen padecer anomalías G.I. tales como diarrea, estreñimiento, vómitos, problemas de alimentación, reflujo y dolor abdominal. Según un metanálisis realizado Lasheras *et al.*, (2023) la prevalencia estimada de síntomas G.I. en individuos con TEA es de 33%, superior a la informada por un metanálisis previo para la población pediátrica general.

Adicionalmente, se ha planteado la hipótesis de que la presencia de una microbiota alterada asociada con problemas G.I. en un niño con predisposición genética al TEA puede facilitar la expresión de un fenotipo autista; así como aumentar la gravedad de los síntomas neuroconductuales. De hecho, los niños con TEA y trastornos G.I. pueden mostrar ansiedad, irritabilidad y retraimiento social más intensos en comparación con aquellos sin trastornos G.I. La gravedad de los síntomas neuroconductuales parece aumentar el riesgo de tener problemas G.I., y viceversa (Adams *et al.*, 2011; De Theije *et al.*, 2011; Mazurek *et al.*, 2013; McElhanon *et al.*, 2014; Navarro *et al.* 2016; Rose *et al.*, 2018; Wang *et al.*, 2011).

Bajo este orden de ideas, estudios recientes han mostrado cambios significativos en la composición de la microbiota intestinal en niños con TEA, y han atribuido los síntomas GI en los TEA al proceso inflamatorio subyacente. En particular, la disbiosis se asocia con una alteración de la barrera mucosa que conduce a un aumento de la permeabilidad intestinal de péptidos exógenos de origen dietético, o de péptidos neurotóxicos de origen bacteriano como el lipopolisacárido (LPS) y la producción de citocinas inflamatorias. Efectivamente, la microbiota intestinal y los metabolitos relacionados juegan un papel crucial en el llamado "eje intestino-cerebro". Este último, conforma una compleja red bidireccional fisiológica de comunicación entre el cerebro y el intestino; ante esta premisa, la interrupción de

los mecanismos neuronales, endocrinos y metabólicos que están involucrados en la señalización del SNC-intestino parece estar involucrada en los trastornos neuropsiquiátricos, incluidos el autismo y los TEA (Borre *et al.*, 2014; Collins y Bercik, 2009; Cryan y Dinan, 2012; De Angelis *et al.*, 2013; De Angelis *et al.*, 2015; Finegold *et al.*, 2010; Fond *et al.*, 2015; Mayer *et al.*, 2014; Navarro *et al.*, 2016; Rhee *et al.*, 2009).

En consonancia con lo planteado, se ha descrito en los niños con TEA una pérdida de la diversidad de la microbiota intestinal, acompañado de un sobrecrecimiento de bacterias. Subsecuentemente, se han informado niveles más bajos del filo *Firmicutes* con un incremento relativo del filo *Bacteroidetes*; estos últimos, a través de la producción de ácidos grasos de cadena corta (especialmente el propiónico), pueden influir en el comportamiento mediante modulación del eje intestino-cerebro (Finegold *et al.*, 2010 citado en Fattorusso *et al.*, 2019).

En la misma línea de ideas, otras investigaciones han reportado niveles reducidos del género *Bifidobacterium*, este podría tener un papel protector en el autismo a través de sus propiedades antiinflamatorias. De la misma forma, se ha observado la disminución de los niveles de *Prevotella*, *Coprococcus* y *Veillonellaceae*, responsables de la digestión y fermentación de carbohidratos. Por el contrario, se encontró mayor frecuencia de *Lactobacillus*, *Clostridium*, *Desulfovibrio*, *Caloramator*, *Alistipes*, *Sarcina*, *Akkermansia*, *Sutterellaceae* y *Enterobacteriaceae* en niños con TEA y en los controles de hermanos que en niños sanos (De Angelis *et al.*, 2013; De Angelis *et al.*, 2015; Finegold *et al.*, 2002; Finegold *et al.*, 2012; Finegold, 2011, Kang *et al.*, 2013)

En concreto, el *Desulfovibrio* es un bacilo anaerobio resistente a los antibióticos; que produce importantes factores virulentos (es decir, lipopolisacáridos) involucrados en la patogenia de los comportamientos sociales autistas. En cuanto al género *Clostridium*, se ha señalado que pueden producir algunos metabolitos como fenoles, p-cresol y derivados del indol, que son potencialmente tóxicos para los humanos (Emanuele *et al.*, 2010; Finegold, 2008; Finegold, 2011).

La disbiosis en autismo involucra no solo especies bacterianas sino también levaduras, como se informó en estudios recientes. La *Candida albicans* gastrointestinal es dos veces más abundante en niños pequeños con TEA que en individuos normales y puede liberar amoníaco entre otras toxinas que se cree inducen comportamientos autistas tales como mayor irritabilidad, agresividad y alteraciones del sueño (Lovene *et al.*, 2017; Strati *et al.*, 2017; Hughes y Ashwood, 2018; Reichelt, y Knivsberg, 2009).

En relación a la problemática expuesta, los estudios de metabolómicas han identificado alteraciones en varios metabolitos en los TEA mediante análisis de muestras urinarias, séricas y fecales. Como se comentó previamente, los niños con TEA tienen niveles fecales y urinarios elevados de p-cresol, cuya exposición en edades tempranas puede contribuir a profundizar la gravedad de los síntomas conductuales y al deterioro cognitivo en los niños pequeños con TEA, así como aumentar la recurrencia de las infecciones intestinales y los trastornos G.I. A tal efecto, De Angelis, *et al.* (2015) cit. en Fattorusso *et al.* (2019), hallaron que los niños con TEA presentan niveles más altos de ácido propiónico y de ácido acético, pero niveles más bajos de ácido butírico. Investigaciones señalan que el ácido propiónico puede inducir comportamientos de tipo autista en roedores; en contraste el ácido butírico puede “rescatar” anomalías de comportamiento en ratones (De Angelis *et al.*, 2015; Gabriele *et al.*, 2014; Kratsman *et al.*, 2016; MacFabe *et al.*, 2007; Macfabe, 2011; Persico y Napolioni, 2013; Shultz *et al.*, 2008; Shultz *et al.*, 2009; Takuma *et al.*, 2014; Thomas *et al.*, 2012).

Por otra parte, un factor adicional implicado en la fisiopatología del TEA en el que tiene influencia la microbiota es el aumento de la producción intestinal de serotonina, efecto que conlleva a una disminución de la disponibilidad de triptófano y, por tanto, a una menor síntesis en el cerebro de dicho neurotransmisor (Meyza *et al.*, 2013; Golubeva *et al.*, 2017; Chugani *et al.*, 1999; Kraneveld *et al.*, 2016 citado en Fattorusso *et al.*, 2019). De acuerdo con De Theije *et al.* (2011), la inflamación intestinal de bajo grado generada por la disbiosis, estimula a las células enterocromafines intestinales, a los mastocitos y a las plaquetas para que

produzcan serotonina, lo cual conduce a la alteración de la motilidad intestinal y al consumo de triptófano.

Debido al rol emergente de la disbiosis intestinal en los TEA, de acuerdo lo planteado por Fattorusso *et al.* (2019) se está enfocando en reequilibrar el microbiota intestinal como un posible enfoque terapéutico para tal cuadro clínico; este enfoque incluye la administración oral de prebióticos y probióticos, así como el trasplante de microbiota fecal.

Otro factor que está implicado en la etiopatogenia del autismo es la propia alimentación. En este sentido, la introducción de la dieta libre de gluten y caseína (Gluten Free, Caseine Free Diet o GFCD) se deriva de la teoría del exceso de opioides en el autismo, la cual afirma que los niños con autismo son sintomáticos debido al exceso de péptidos, derivados de forma endógena, así como de forma exógena por la descomposición incompleta de ciertos alimentos, ambos posiblemente debido a deficiencias de peptidasas. En particular, se sospecha que los péptidos derivados del gluten del trigo y otros cereales, así como la caseína de la leche y los productos lácteos están implicados en el autismo. En concordancia con este planteamiento, la permeabilidad intestinal en los individuos con TEA permite que estos péptidos se filtren al torrente sanguíneo y crucen la barrera hematoencefálica, se unan a los neuroreceptores opiáceos y den lugar a los síntomas del TEA (Whiteley *et al.*, 1999; Panksepp, 1979; Reichelt *et al.*, 1981 citado en Van De Sande *et al.*, 2014, p. 204).

Cabe considerar, que la implementación de restricciones dietéticas para mejorar las conductas de los niños con TEA sumada al patrón de alimentación selectivo y la sensibilidad sensorial que puedan presentar, hacen que estos pacientes sean vulnerables desde el punto de vista nutricional. En relación a lo anterior, numerosos estudios informan ingestas inadecuadas principalmente de micronutrientes como calcio, hierro, zinc, vitaminas A, D, E, C, B2, B-12, ácido fólico y colina (Bicer y Alsaffar, 2013; Emond *et al.*, 2010; Srinivasan, 2009; Lockner *et al.*, 2008; Bandini *et al.*, 2010; Hyman *et al.*, 2010; Al-Farsi *et al.*, 2013; Xia *et al.*, 2010; Cornish, 2002 citado en Ranjan y Nasser, 2015).

Por tanto, la presente investigación propone ofrecer una alternativa a las personas con autismo mediante la elaboración de un alimento funcional con ingredientes aptos que contribuya a restaurar el equilibrio de la microbiota intestinal de las personas con autismo, de manera que represente una opción alimentaria que se ajuste a las necesidades y favorezca la salud de estos pacientes.

### **Formulación del Problema**

Se plantea por los fundamentos antes mencionados la elaboración de un alimento funcional a base de una bebida vegetal análogo al yogurt apto para personas con autismo, que responda a las siguientes interrogantes:

¿Cómo es el esquema tecnológico empleado para la elaboración del alimento funcional?

¿Cuáles son las características fisicoquímicas del alimento elaborado?

¿Cómo es el nivel de agrado y aceptabilidad sensorial del alimento?

¿Cuál es la cantidad de bacterias ácido lácticas presentes en el alimento funcional?

### **Objetivos de la investigación**

#### **Objetivo General**

Elaborar un alimento funcional a base de una bebida vegetal similar al yogurt apto para personas con autismo.

#### **Objetivos Específicos**

Establecer el esquema tecnológico del alimento elaborado.

Determinar la composición proximal del alimento elaborado.

Determinar la cantidad de bacterias ácido lácticas en el alimento elaborado.

Evaluar el nivel de aceptabilidad sensorial del alimento elaborado.

## Justificación del problema

La dieta es ampliamente reconocida como la principal variable ambiental que da forma al microbiota intestinal en los seres humanos. En concreto se ha descrito que ciertos componentes de los alimentos pueden favorecer el crecimiento de las bacterias intestinales beneficiosas y paralelamente inhibir microorganismos perjudiciales (Panyod et al.,2021). Por el contrario, el consumo de alimentos procesados y ultraprocesados se asocia a disbiosis intestinal (Song et al.,2023).

En este orden de ideas el aumento de la comprensión de la interacción entre los componentes de la dieta y el ecosistema microbiano del intestino han dado lugar al desarrollo de estrategias que permitan modificar la microbiota en favor de la salud humana tales como las modificaciones dietéticas, el consumo de prebióticos, probióticos, simbióticos, posbióticos e inhibidores microbianos de fuentes vegetales (Panyod et al.,2021).

En este contexto, dado que las alteraciones en el microbioma intestinal observadas en personas con TEA se vinculan a variedad de síntomas GI, la disfunción de la barrera intestinal, deficiencias nutricionales, el incremento de las reacciones adversas a los alimentos y la exacerbación de los síntomas neuroconductuales que se explican a través de las interacciones del eje microbiota-intestino-cerebro, se justifica la creación de alimentos funcionales con capacidad de reequilibrar la microbiota intestinal en aras de favorecer un estado nutricional adecuado así como el bienestar físico, mental y social de individuos dentro del espectro (Weiss y Hennem, 2017; Lee et al., 2020; Di Vincenzo et al.,2024; Zheng et al., 2020; Bundgaard-Nielsen et al., 2020).

En la misma línea de ideas, la utilidad de promover la eubiosis en personas con autismo se atribuye a la capacidad de la microbiota para intervenir entre tres pasos del mecanismo propuesto por la teoría del exceso de opioides. En primer lugar, esta teoría sugiere que los individuos con TEA tienen una producción inadecuada de enzimas digestivas porque lo que no pueden digerir correctamente el gluten y la caseína: ciertas bacterias intestinales pueden beneficiar este proceso mediante sus propiedades digestivas; En segundo lugar, esta teoría supone que los péptidos

parcialmente digeridos se filtran al torrente sanguíneo, y la flora intestinal puede evitar que estas sustancias potencialmente dañinas salgan del intestino y entren en el torrente sanguíneo mejorando función de barrera intestinal; En tercer lugar, al reforzar la barrera hematoencefálica, la microbiota pueden impedir el paso de estos péptidos y pueden proteger contra sus efectos potenciales en el cerebro (Doenyas,2018).

En otro orden de ideas, en Venezuela la oferta de alternativas a alimentos convencionales como la leche de vaca, el yogurt y el pan, aptas para las personas con TEA es escasa y muchas veces limitada al mercado artesanal con un costo relativamente alto en comparación con los productos elaborados de forma convencional, lo que dificulta el acceso de las familias a dichos artículos y la adherencia al tratamiento dietético de individuos con autismo. Así mismo, muchos de los sustitutos libres de gluten y caseína provenientes de la industria alimentaria no son específicamente dirigidos a la personas con autismo, por lo que en su fabricación se emplean ingredientes como el azúcar, aceites vegetales con alto contenido de omega 6 y aditivos alimentarios (conservantes, emulsificantes y ciertos edulcorantes) cuyo consumo esta desaconsejado para personas con condición autista entre otras razones por estar asociados a una microbiota intestinal anormal (Satokari,2020; Weig et al.,1999; Selmin et al.,2021; Raoul et al.,2022).

Por lo anterior expuesto, resulta necesario aumentar la disponibilidad de productos alimenticios elaborados tomando en consideración la situación fisiopatológica de las personas con autismo. En este sentido, se requiere de formulaciones basadas en ingredientes naturales y locales que aporten beneficios adicionales a su valor nutricional, obtenidos con procedimientos tecnológicos de baja complejidad, que permitan aportar calidad a un precio razonable.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **Antecedentes de la investigación**

En la actualidad la creciente demanda de productos alimenticios alternativos a la leche ha llevado a la industria a buscar opciones viables a nivel producción y que conjuntamente tengan un aporte positivo en la salud de quienes los consumen. Enfocados en un sector poco atendido como lo son las personas que sufren de algún trastorno del espectro autista. Existen estudios actuales que abordan de una manera ingeniosa el uso de cereales y pseudocereales como base para sustitutos a la leche en la elaboración de productos fermentados similares al yogurt, como lo son las bebidas vegetales.

Al respecto Perez (2013), realizó un estudio titulado: Desarrollo, caracterización y optimización de productos fermentados a base de licuados vegetales como alternativa a los yogures convencionales. En este estudio se analizaron distintas muestras de cereales. Entre sus objetivos se buscó establecer el esquema tecnológico a emplear para la obtención de estas leches vegetales, resaltándose que la implementación de altas presiones de homogenización (presiones superiores a 100 MPa) en conjunto con tratamientos térmicos para mejorar la estabilidad del producto. Por otra parte, destacan que los  $\beta$ -glucanos presentes en el cereal aportan estabilidad física al producto, luego de pasar por los procesos térmicos, gracias a la capacidad espesante y gelificante. Además los  $\beta$ -glucanos le suman un agregado de valor prebiótico al producto final. A su vez, para que conserve su carácter de producto funcional probiótico se recomienda una cantidad mínima de  $10^7$  unidades formadoras de colonias por (ufc/ml), tras varios análisis lograron establecer una formulación óptima que mantenía la viabilidad, estabilidad y características

sensoriales luego del almacenamiento y refrigeración, logrando una vida útil similar a los yogures tradicionales. Este estudio ha realizado importantes aportes al demostrar la factibilidad de utilizar leches de origen vegetal como base para la producción de análogos de yogurt. En este sentido, se ha resaltado la importancia de determinar la cantidad adecuada de bacterias ácido lácticas necesarias para preservar el carácter de alimento funcional.

Luego en el 2018, Lorusso, de la Universidad de Bari, Italia, en su estudio sobre el uso de bacterias de ácido láctico seleccionadas y harina de quinua para la fabricación de nuevas bebidas similares al yogur. Señalan que el uso de diferentes cepas de bacterias lácticas como *Lactobacillus rhamnosus* SP1, *Weissella confusa* DSM 20194 y *Lactobacillus plantarum* T6B10, resultan viables en la elaboración de una bebida con base de quinua similar al yogurt. Todas las cepas mejoraron la concentración de aminoácidos libres y ácido  $\gamma$ -aminobutírico (GABA). Mientras que el índice nutricional más alto se obtuvo con *L. rhamnosus* SP1. Por otro lado, las características nutricionales no se vieron modificadas en mayor medida. El análisis sensorial demostró que estas bebidas conservaban perfiles similares en comparación con el yogurt convencional. A su vez, dentro de las contribuciones de este estudio se han considerado la diversidad de microorganismos viables para lograr la elaboración de un análogo de yogurt que mantenga sus características organolépticas, con el fin de obtener un producto final que satisfaga las expectativas sensoriales de los consumidores

Por último, en 2022, Ludeña, de la Universidad de La Molina, Perú, realizó un trabajo sobre la caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial de un producto fermentado tipo yogurt a base de quinua (*chenopodium quinoa willd*). Cuyo objetivo fue crear un producto similar al yogurt a base de quinua. Se extrajo un concentrado de proteína y almidón con fermentación a (30 °C) y almacenamiento de los productos (28 días; 5 - 7 °C) Los productos desarrollados, fueron sometidos a evaluación sensorial, en Finlandia, aplicando la metodología CATA. En comparación a cuatro productos comerciales de características similares, los concentrados de proteína tuvieron un  $84.65 \pm 1.05$  (b.s) (RH) y  $79.70 \pm 0.87$  % (b.s)

(PK) de proteína. Los resultados de la evaluación de las propiedades funcionales de los almidones, se vieron reflejados en las bebidas fermentadas, siendo la bebida de la quinua PK, la que presentó una mejor viscosidad y estabilidad durante el almacenamiento. Ambas variedades de quinua demostraron ser excelentes matrices para desarrollar productos fermentados; la fermentación resultó ser mayoritariamente homoláctica. *Lactobacillus Plantarum* Q823, fue capaz de crecer satisfactoriamente en quinua, logrando sobrevivir durante el almacenamiento, con un recuento final entre  $\text{Log } 8.70 \pm 0.19$  y  $\text{Log } 9.30 \pm 0.30$  UFC/ml. La quinua tiene un gran potencial para elaborar productos fermentados, “tipo yogurt”, como lo demuestra claramente el exitoso proceso de fermentación y los altos recuentos viables de bacterias lácticas, necesarios para los productos probióticos. En consecuencia, se ha demostrado la posibilidad y el potencial tecnológico de desarrollar análogos de yogurt a partir de leches de origen vegetal. Al exponer la versatilidad de los alimentos de origen vegetal en la industria alimentaria. Corroborando así las opciones viables para el desarrollo de productos similares. Brindando opciones más amplias y adaptadas a las preferencias y necesidades de aquellos que buscan una alimentación basada en fuentes vegetales.

## **Bases Teóricas de la investigación**

### **Sustitutos lácteos de origen vegetal**

Los términos análogo lácteo, sustituto lácteo y alternativa láctea a menudo se usan indistintamente para describir un producto alimenticio en el que la leche de origen animal ha sido reemplazada por ingredientes vegetales que se transforman para recrear el sabor, la textura, la apariencia y, a menudo las propiedades nutricionales de los productos lácteos reales (Pua *et al.*, 2022 cit en Östlund *et al.*, 2024).

En el mercado existen alternativas vegetales a la leche, el yogur, el queso, la nata, el helado y las grasas para untar cuya calidad nutricional depende del tipo de

ingredientes empleados en su elaboración, el estado de procesamiento y la fortificación con micronutrientes (Silva *et al.*, 2020 cit. en Moshtaghian *et al.*, 2024)

En comparación con los productos lácteos convencionales, los sustitutos lácteos de origen vegetal ofrecen muchas características atractivas para los consumidores, entre ellas considerarse “libres” de lactosa, colesterol y alérgenos lácteos como la caseína además de la reducción de las preocupaciones de los consumidores sobre hormonas y los residuos de antibióticos. Adicionalmente estas formulaciones tienen vitaminas, minerales, sustancias bioactivas, fitoquímicos y fibra dietética o actividad pre o probiótica (Pua *et al.*, 2022).

En relación a la materia prima empleada en la fabricación de análogos lácteos suelen emplearse vegetales con mayor contenido en proteínas y/o grasas, ya que estos dos componentes son los que más contribuyen a la textura y el sabor de este tipo de productos. En este sentido las proteínas son responsables de muchas propiedades fisicoquímicas relevantes para los productos lácteos, como la capacidad de retención de agua, la gelificación, la fuerza de gel, así como la generación de precursores y/o compuestos del sabor. Por su parte, las grasas afectan a las propiedades mecánicas y sensoriales, como la sensación en boca, el sabor y la capacidad de transporte del sabor. En consecuencia, la mayoría de las materias primas utilizadas para la producción de análogos lácteos suelen pertenecer a una de las clases botánicas siguientes: legumbres, cereales, frutos secos, drupas, semillas y tubérculos (Jeske *et al.*, 2021; Grossmann y McClements, 2021; Ben-Harb *et al.*, 2018; Sharma *et al.*, 2021; Chen *et al.*, 2018 cit. en Pua *et al.*, 2022).

En este contexto, debido a las grandes diferencias moleculares y fisicoquímicas entre las materias primas vegetales y lácteas, imitar tanto las características nutricionales como el perfil sensorial de los productos lácteos convencionales sigue siendo un desafío clave en la creación de análogos lácteos (Pua *et al.*, 2022).

Las deficiencias de los análogos lácteos de origen vegetal en comparación con sus homólogos lácteos a menudo se han solucionado añadiendo estabilizadores, rellenos, nutrientes y otros coadyuvantes de procesamiento. Por ejemplo,

comúnmente se agregan aceites para darle sabor y textura y lecitina para estabilizar la emulsión. Los análogos lácteos de origen vegetal también tienden a estar fortificados con vitaminas (p. ej., A y D) y minerales (p. ej., calcio) para parecerse nutricionalmente a la leche bovina. Sin embargo, esto puede disminuir su atractivo para los consumidores debido a la creciente demanda de productos de etiqueta limpia y los conocidos resultados adversos para la salud de los alimentos ultraprocesados. En consecuencia, la investigación se ha centrado en el uso de la fermentación para reducir la brecha entre los análogos lácteos y sus puntos de referencia sin un uso excesivo de aditivos (Cichonska y Ziarno, 2022; Jeske *et al.*, 2018; Alcorta *et al.*, 2021 cit. en Pua *et al.*, 2022).

La fermentación se define tradicional o bioquímicamente como el proceso mediante el cual los microorganismos obtienen energía en ausencia de oxígeno. Sin embargo, en el contexto de los alimentos fermentados, se refiere a un proceso general en el que microorganismos metabolizan/transforman una matriz alimentaria para impartir propiedades deseables (Tamang *et al.*, 2016 cit. en Pua *et al.*, 2022).

En esta línea de ideas, la fermentación puede desempeñar un papel decisivo en la generación de atributos de textura y sabor similares a los lácteos en análogos lácteos de origen vegetal. Estos incluyen la modificación de características sensoriales como la producción de ácido, enmascarar o eliminar sabores desagradables nativos en materiales vegetales y la secreción de exopolisacáridos que espesan la matriz vegetal para emular la textura cremosa de los productos lácteos. Se ha demostrado que la fermentación mejora el contenido nutricional de los análogos lácteos de origen vegetal al aumentar la biodisponibilidad de los nutrientes, reducir los componentes antinutritivos y/o alérgenos, así como funciones probióticas adicionales. También mejora la seguridad y la vida útil de estos análogos mediante la acidificación, la generación de compuestos antimicrobianos y la competencia de los cultivos fermentadores con microorganismos indeseables (Cichonska y Ziarno, 2022; Grossmann y McClements, 2021; Yépez *et al.*, 2019; Rasika *et al.*, 2021 cit. en Pua *et al.*, 2022).

No obstante, se justifica la aplicación de estrategias apropiadas de extracción y procesamiento de materias primas para complementar y amplificar los impactos positivos de la fermentación en la calidad organoléptica de los análogos lácteos de origen vegetal. Estas técnicas comprenden una gama de métodos de procesamiento mecánicos, químicos, biológicos y novedosos, con el objetivo común de obtener una matriz con las mejores propiedades funcionales para la posterior producción de análogos (Pua *et al.*, 2022).

En última instancia, cada materia prima enfrenta inconvenientes específicos para su uso en análogos lácteos de origen vegetal debido a una combinación de desventajas organolépticas y nutricionales que pueden ser extremadamente difíciles de evadir incluso con métodos de procesamiento sofisticados. Por lo tanto, mezclar materias primas vegetales en diferentes proporciones ha sido de gran interés para mejorar los perfiles de sabor, las texturas y las propiedades nutricionales de los análogos lácteos (Corto *et al.*, 2021 cit. en Pua *et al.*, 2022).

#### **Alternativas a la leche de origen vegetal**

Las alternativas a la leche de origen vegetal también conocidas como “leches vegetales” o bebidas vegetales, son fluidos resultantes de la descomposición (reducción de tamaño) de material vegetal (cereales, pseudocereales, legumbres, semillas oleaginosas, frutos secos) extraído en agua y su posterior homogeneización, lo que da como resultado una distribución del tamaño de las partículas en un rango de 5-20  $\mu\text{m}$  que imita a la leche de vaca en apariencia y consistencia (Sethi *et al.*, 2016).

Aunque no existe una clasificación formal, Sethi *et al.*, 2016 dividieron los tipos de sucedáneos de la leche en cinco categorías en función de las materias primas en las que se basan:

**A base de cereales:** Leche de avena, leche de arroz, leche de maíz, leche de espelta.

**A base de legumbres:** Leche de soja, leche de cacahuete, leche de altramuza, leche de guisante.

**A base de frutos secos:** Leche de almendras, leche de coco, leche de avellanas, leche de pistachos, leche de nueces.

**A base de semillas:** Leche de sésamo, leche de lino, leche de cáñamo, leche de girasol.

**A base de pseudocereales:** Leche de quinoa, leche de teff, leche de amaranto.

La producción de leches vegetales sigue algunos pasos comunes y específicos, dependiendo de la materia prima procesada. Los pasos comunes en la producción de todos los sucedáneos de la leche de almendras, anacardos, coco, avellanas, maní, sésamo, soja, chufa, avena, arroz, cáñamo y nueces son la molienda húmeda, la filtración, la adición de ingredientes, la homogeneización, la esterilización, envasado aséptico y almacenamiento en frío. Como ingredientes complementarios, podemos mencionar gomas (para mejorar la estabilidad de la leche vegetal), sal, azúcar, aceites (para mejorar las propiedades sensoriales), minerales y vitaminas. En algunos casos, se aplican tecnologías novedosas como ultrasonido, campos eléctricos pulsados, calentamiento óhmico y homogeneización de alta y ultra alta presión para mejorar la estabilidad sin el uso de aditivos (Bernat *et al.*, 2014; Manzoor *et al.*, 2017; Makinde y Adebile, 2018; Nor, 2012, cit. en Padma *et al.*, 2018; Aydar *et al.*, 2020).

El perfil nutricional de las bebidas vegetales es diferente al de la leche bovina y está determinado la materia prima de base por la fuente de la planta, el procesamiento y la fortificación con ingredientes suplementarios (Plamada *et al.*, 2023). Al respecto, Mäkinen *et al.* (2016) comparó diferentes bebidas comerciales obtenidas de soja, avena, arroz, almendra, quinoa, cáñamo y sésamo, determinando que sólo la bebida de soja tiene valores comparables con leche de vaca con un contenido en proteínas entre un 2,9 % - 3,7%, mientras que el resto de los productos presentaron un contenido considerablemente más bajo de este macronutriente.

Aunado al bajo contenido proteico, las proteínas de las leches vegetales suelen tener una calidad nutricional inferior a la de las proteínas de origen animal debido a su baja digestibilidad y biodisponibilidad que se atribuye a la limitación de aminoácidos esenciales, así como al alto contenido de fibra dietética y factores antinutricionales (FAN) (ácido fítico, taninos condensados, saponinas,  $\alpha$ -galactósidos, etc.) (Lonnie *et al.*, 2018 cit. en Montemurro *et al.*, 2021). En este orden de ideas, las proteínas de los cereales suelen tener un menor contenido de lisina, mientras que las proteínas de las leguminosas suelen tener un menor contenido de cisteína y metionina (Schaafsma, 2000 cit. en Silva *et al.*, 2020).

No obstante, la mezcla de dos o más materias primas puede agregar valor nutricional a ambas y puede producir un nuevo producto con características nutricionales similares a las de la leche de vaca y la baja biodisponibilidad de micronutrientes debido a los FAN puede superarse mediante la fermentación (Dubey y Patel, 2018; Rekha y Vijayalakshmi, 2010; Rosado *et al.*, 2005 cit. en Aydar *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2020).

En contraste, la leche de vaca además de contener proteínas alto valor biológico provee entre el 30 y el 40% del requerimiento de calcio, yodo, vitamina B12 y riboflavina. En consecuencia, los grupos de población con una baja ingesta de leche de leche suelen tener un estado deficiente de estos nutrientes. Para combatir estas deficiencias, algunos sustitutos de la leche vegetal están enriquecidos con calcio y vitaminas, principalmente B12, B2, D y E (Mäkinen *et al.*, 2016).

Sin embargo, las alternativas a leche de origen vegetal se consideran opciones saludables por contener compuestos importantes para la salud como fibra, ácidos grasos insaturados y compuestos bioactivos incluidos flavonoides, ácidos fenólicos, lignanos y fitoesteroles (Xie *et al.*, 2023). Algunos de los beneficios del consumo de estas sustancias son la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares, cáncer, aterosclerosis y diabetes (Zujko y Witkowska, 2014 cit. en Aydar *et al.*, 2020).

## **Alimentos de base vegetal tipo yogurt**

Las bebidas vegetales pueden utilizarse como materia prima para elaborar productos tipo yogurt sin lácteos. La fermentación es el proceso biotecnológico clave para elaborar estos productos de base vegetal tipo yogurt ya que mejora naturalmente las propiedades tecnológicas, nutricionales y sensoriales del alimento, además de prolongar la perspectiva de vida útil (Hugenholtz, 2013 citado por Pontonio *et al.*, 2020).

En general, a escala industrial, la fermentación se lleva a cabo utilizando cultivos iniciadores seleccionados, los cuales, una vez inoculados, impulsan el proceso haciéndolo controlable y reproducible (Kandasamy *et al.*, 2018 citado por Pontonio *et al.*, 2020). En este sentido, las leches de frutos secos y de cereales se consideran buenos sustratos para el crecimiento de diferentes cepas, debido a la presencia de componentes no digeribles con propiedades prebióticas en ambas matrices vegetales. Así, se ha reportado que los materiales de almidón y fibra mejoran la estabilidad física de la leche vegetal fermentada y promueven la supervivencia de los iniciadores utilizados, no sólo debido a su aporte nutricional sino también, dado que las fibras son resistentes a los jugos gástricos, actúan como barreras protectoras dentro del tracto gastrointestinal humano (Bosnea *et al.*, 2009; Patel *et al.*, 2004; Perrin *et al.*, 2000 y Wang *et al.*, 1999 citado por Bernat, 2013).

Sin embargo, la capacidad del microorganismo iniciador para crecer en estas materias primas vegetales varía en gran medida con la cepa. Por lo tanto, es necesario realizar estudios sobre la supervivencia bacteriana durante la vida útil del producto fermentado (Bernat, 2013). En este orden de ideas, entre las ventajas de la fermentación con bacterias del ácido láctico (BAL) se describen: el aumento de las concentraciones de aminoácidos y péptidos libres, fibras solubles y fenoles totales, lo que corresponde a una mayor digestibilidad de las proteínas y un mayor valor nutricional de los productos finales; la acidificación biológica asociada a la disminución del índice de hidrólisis del almidón, principalmente debido a la formación de almidón resistente, lo que disminuye el índice glucémico del producto final (Montemurro *et al.*, 2021).

El procesamiento industrial general utilizado para desarrollar productos vegetales fermentados de frutos secos y cereales se basa en cuatro pasos principales: el procedimiento de obtención de leche vegetal, el acondicionamiento de la leche hasta alcanzar la temperatura óptima de crecimiento de los iniciadores, los procedimientos de inoculación e incubación (fermentación) y el enfriamiento a 4 °C. No obstante, según la materia prima, el tipo de fermentos utilizados y las características del producto final, todo el proceso puede variar (Bernat *et al.*, 2013).

El mismo autor explica que con frecuencia se introducen algunos aditivos en la matriz vegetal, principalmente azúcares y prebióticos (como potenciadores del crecimiento), para favorecer la viabilidad de las bacterias y reducir la duración del proceso de fermentación. Potencialmente, los prebióticos están presentes de forma natural tanto en los cereales como en los frutos secos; sin embargo, a veces se añaden compuestos prebióticos para aumentar los beneficios para la vida útil del producto o sus propiedades tecnológicas, ya que la mayoría son capaces de aumentar la viscosidad de la leche vegetal. Por otra parte, los hidrocoloides, como la cartagenina y la goma xantana, se añaden a menudo para evitar la sinéresis y, de este modo, garantizar la estabilidad física del producto durante la vida útil indicada (Bernat, 2013).

### **Bacterias ácido lácticas**

Las bacterias ácido lácticas (BAL) son microorganismos anaerobios facultativos de amplias aplicaciones, destacando particularmente su papel en la fermentación de diversos alimentos como la leche, la carne y los vegetales, con el propósito de obtener productos como el yogurt, quesos, encurtidos, entre otros. Estas bacterias no solo desempeñan un papel fundamental en la biopreservación de los alimentos, sino que también contribuyen a mejorar sus características sensoriales, tales como el sabor, el olor y la textura, a la vez que aumentan su valor nutricional (Ramírez *et al.*, 2011).

Por otra parte, como menciona Bedolla *et al.* (2011), los cultivos iniciadores son preparaciones que contienen microorganismos vivos y se aplican con la intención de aprovechar su metabolismo. Dentro de este tipo de cultivos encontramos a las

BAL. Los géneros más utilizados son: *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Pediococcus*, *Streptococcus* y *Leuconostoc* (Ramírez *et al.*, 2011).

Así mismo, se observa que los yogures, al ser un tipo de leche fermentada, utilizan para su elaboración *L. Bulgaricus* y *S. Thermophilus*, las cuales son bacterias lácticas termófilas, cuya simbiosis otorga el aroma y sabor característicos del yogurt (Condony *et al.*, 1988).

### **Características básicas de *Lactobacillus Bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus***

#### ***Lactobacillus Bulgaricus*:**

Bacilo en forma de bastón cortó en los cultivos jóvenes y que posteriormente puede dar lugar a formas filamentosas. Se multiplica muy poco a 15°C de temperatura. Poco termorresistente, pero crece bien a 45°C. Proporciona una acidificación elevada, pero se produce lentamente (Condony *et al.*, 1988).

#### ***Streptococcus Thermophilus*:**

Especie que se presenta en forma de células esféricas u ovoideas (cocos), en parejas o bien en largas cadenas. A diferencia del *Lactobacillus Bulgaricus*, en la fermentación produce el isómero L (+) del ácido láctico, produce una acidificación rápida pero limitada, preparando el medio para el *L. Bulgaricus*, permitiendo que las dos bacterias actúen simbióticamente (Condony *et al.*, 1988).

### **Caracterización y tecnología de la leche de coco**

El coco es el fruto característico de la planta *Cocos Nucifera L*, comumente conocida como palma de coco, mide entre 20 a 30 cm y pesa aproximadamente 2,5 kg. La estructura del coco se puede observar en el anexo 1, está conformado por tres capas: exocarpio (cáscara exterior gruesa); mesocarpio (fibroso) y endocarpio (interior dura, vellosa y marrón). La capa endocarpio tiene adherida la pulpa (endospermo), que es blanca y aromática. En ella se aloja el agua de coco, o albumen líquido (Sangurima, 2013).

En este orden de ideas, la leche de coco es una emulsión de grasa en agua, de color blanca, obtenida por compresión de la pulpa de coco desintegrada, empleando o no, su agua o agua potable, y posterior tamizado de la leche obtenida, con el objeto de eliminar la fibra cruda presente en el producto final (Ohler, 1999; Chiewchan y col., 2005; Tansakul y Chaisawang, 2005 cit. en Navarro *et al.*, 2007). Ninguna información nacional regula la leche de coco, solo existen dos normas COVENIN para otros productos del coco: Alimento para animales. Harina de coco (COVENIN 1413-79) y grasa comestible de coco (COVENIN 2185-99).

En relación a la composición nutricional de la leche de coco, fluctúa debido a varios factores como variedad del fruto, localización geográfica, prácticas culturales, madurez de la nuez, métodos de extracción y cantidad de agua incorporada durante el proceso de extracción. Básicamente el agua y grasa son sus principales constituyentes, presentando una baja cantidad de proteína, carbohidratos, fibra y cenizas. Cerca del 95 % de los lípidos son cadenas saturadas, principalmente representadas por el ácido láurico (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 2005 cit. en Navarro *et al.*, 2007).

En otro orden de ideas, las operaciones tecnológicas requeridas para la obtención de la leche de coco son: el cortado, el descascarado, la remoción testa (película marrón) que puede en algunas personas ser indigesta, el lavado, el escaldado, la molienda, la extracción y la filtración. En cuanto al proceso de escaldado, persigue la inactivación de las lipasas endógenas, de manera de minimizar la hidrólisis de los triglicéridos, ablandarlos tejidos y reducir la viscosidad de la grasa. Los posteriores procesos de extracción pueden ser de varias modalidades: sin incorporación de agua, incorporando agua a diferentes proporciones o adicionando la propia agua de coco (Manduca, 1973; Woodroof, 1970; APCC, 1997; Seow y Gwee, 1997; CODEX, 1999; Olher, 1999; Flores, 2001; Chiewchan y col., 2005; Tansakul y Chaisawang, 2005 cit. Navarro *et al.*, 2007).

En la misma línea de ideas, como la leche de coco no es estable físicamente y sus fases tienden a separarse, es indispensable agregar emulsificantes y estabilizantes apropiados conjuntamente con una homogeneización aplicando

presiones adecuadas, para la reducción del diámetro de los glóbulos grasos antes del tratamiento con calor, para así mantener la estabilidad de la emulsión (Tangsuphoom y Coupland, 2005 cit. en Navarro *et al.*, 2007).

La emulsión de la leche de coco es estabilizada por sus proteínas naturales, específicamente albúminas y globulinas, y fosfolípidos como lecitina y cefalina. Los diglicéridos y monoglicéridos también tienen propiedades emulsificantes, las soluciones de proteínas acuosas, rodean a los glóbulos de grasa evitando reagrupamientos e incorporándole viscosidad al producto como lo hacen los estabilizantes artificiales (CMC, gomas, etc.), para disminuir la velocidad de los glóbulos de grasa, por esta razón a las proteínas se les llaman “estabilizantes naturales” (Tangsuphoom y Coupland, 2005 cit. en Navarro *et al.*, 2007).

Posterior a la homogenización, el producto se envasa, se sella, se esteriliza y almacena a temperatura ambiente, alcanzando una vida útil de dos años (Navarro *et al.*, 2007).

Alternativamente la leche de coco puede deshidratarse para su conservación. En este caso el fluido mezclado con algunos aditivos como maltodextrina, caseína, jarabe de maíz o leche descremada, que coadyuvan el proceso de secado y convierten al polvo obtenido fluidizado y cohesivo gracias al “encapsulamiento” de la grasa. La mezcla se pasteuriza y se homogeneiza. Seguidamente, se efectúa preferiblemente un secado por atomización o “spray-drying” para reducir el contenido acuoso a valores de 0,8 a 2% p/p, e incrementan a 60 a 63 % p/p de grasa, 4,5 a 6,9 % p/p de proteína, 27,3 a 28,7 % de carbohidratos y de 1,0 a 1,8 % de minerales. La autoxidación de la grasa, la pérdida de solubilidad y el apelmazamiento representan los mayores obstáculos para estabilizar el producto deshidratado, ocurriendo estos deterioros en tan solo 4 meses a temperatura ambiente (Navarro *et al.*, 2007).

### **La leche de coco como alimento funcional**

La leche de coco ha sido investigada como alimento funcional, ya que aporta moncaprina, monocaprilina y monolaurina los cuales son monoglicéridos del ácido

cáprico (C:10), el ácido caprílico (C:8) y el ácido laúrico (C:12) respectivamente (Navarro *et al.*,2007; SU'l *et al.*,2020).

El ácido láurico, el ácido cáprico y el ácido el caprílico son ácidos grasos saturados de cadena media. El ácido láurico y su derivado monolaurina constituyen alrededor del 50% de los lípidos derivados de la grasa del coco (Hewlings, 2020).

Los ácidos grasos saturados de cadena media tienen propiedades metabólicas y fisiológicas distintas a los ácidos grasos saturados de cadena larga. En este sentido, al ser ácidos grasos de cadena más corta se absorben intactos en su mayoría y se transfieren a través de la vena porta directamente al hígado con una dieta mixta. Posteriormente ingresan a las mitocondrias sin requerir el transportador carnitina, a diferencia de los ácidos grasos de cadena más larga y se transforman en cuerpos cetónicos, incluidos el 3- $\beta$ -hidroxibutirato, el ácido acetoacético y la acetona, que luego se transportan a los órganos del cuerpo como el cerebro. que puede utilizar cetonas para la producción de energía. Debido a su rápida digestión, absorción y utilización los ácidos grasos de cadena media (AGCM) se han utilizado desde la década de 1960 en fórmulas clínicas para pacientes que tienen problemas con la absorción de grasas de cadena más larga y en productos de nutrición deportiva cuando se desea una absorción y utilización más rápidas (Hewlings, 2020).

Por otro lado, se ha estudiado la conexión entre el consumo de AGCM y la salud cardiovascular. Al respecto, la evidencia sugiere que las grasas saturadas de cadena más corta procedentes de fuentes vegetales como el coco parecen tener un efecto más beneficioso sobre los perfiles de lípidos en sangre y potencialmente sobre cualquier riesgo asociado de enfermedad cardiovascular y enfermedad coronaria que las cadenas más largas de ácidos grasos encontradas en fuentes de origen animal como la carne de res y la mantequilla (Hewlings, 2020).

En otro orden de ideas, se ha informado que los AGCM láurico, cáprico y caprílico, muestran potencial actividad antimicrobiana, siendo el ácido láurico el que tiene la mayor actividad antibacteriana contra organismos Gram positivos mientras que los ácidos caprílico y cáprico tienen mayor actividad antifúngica (Dayrit, 2014; Akula *et al.*,2021).

La actividad antimicrobiana del ácido láurico y la monolaurina puede clasificarse en tres mecanismos principales: 1 destrucción de la membrana celular de bacterias grampositivas y virus recubiertos de lípidos mediante procesos fisicoquímicos, 2 interferencia con procesos celulares, como la transducción de señales y la transcripción, y 3 estabilización de las membranas celulares humanas. La disponibilidad de estos múltiples mecanismos puede ser una de las razones por las que las bacterias no han podido desarrollar resistencia contra la acción de estos compuestos (Dayrit, 2014).

En relación a la actividad antifúngica de los AGCM, se ha informado que su principal mecanismo de acción es a través de perturbaciones de la membrana en el organismo objetivo (Guimarães y Venancio, 2022; Pohl *et al.*, 2011 cit. en Bhattacharyya *et al.*, 2020). Más recientemente, Jadhav *et al.* (2017) cit. en Bhattacharyya *et al.* (2020) demostraron que los ácidos cáprico y caprílico inhiben procesos involucrados en la virulencia de *Candida albicans* como la morfogénesis, la adhesión y la formación de biopelículas.

En este contexto, el ácido caprílico aportado por el coco y sus derivados puede ser útil para tratar el crecimiento excesivo de levaduras en personas con TEA (Shaw, 2008). Al respecto se ha descrito que la disbiosis intestinal observada con frecuencia en personas con autismo y el uso excesivo de antibióticos puede facilitar la colonización intestinal por levaduras oportunistas como *Candida sp.* capaces de producir toxinas que afectan la integridad de la barrera intestinal y alteran el sistema inmunológico, lo que podría influir en el funcionamiento del cerebro, contribuyendo a comportamientos autistas (Nirmalkar *et al.*, 2023; Herman y Herman, 2022).

### **El mango y sus propiedades nutricionales**

El mango (*Mangifera indica L.*) es un miembro de la familia *Anacardiaceae*, que se originó en la India y crece tradicionalmente en climas tropicales (Kim *et al.*, 2021). Esta fruta se cultiva en 85 países de todo el mundo. Los países asiáticos, incluidos India, China, Tailandia e Indonesia, representan el 80% de la producción mundial total (Reddy *et al.*, 2021).

Esta fruta tropical es considerada un alimento funcional debido que es una fuente importante de antioxidantes y su ingesta brinda cantidades significativas de compuestos bioactivos como carotenoides, ácido ascórbico y compuestos fenólicos, estos demuestran un gran potencial para modular los factores de riesgo de enfermedades. Es de destacar que el mango está incluido en la lista TRAMIL (un proyecto de investigación sobre recursos de plantas medicinales en el Caribe) ya que los indígenas lo utilizan para tratar la diarrea, la fiebre, la gastritis y las úlceras (Maldonado *et al.*, 2016 cit. Ordoñez, 2021; Reddy *et al.*, 2021)

En todo el mundo existen más de mil variedades de mango. Dependiendo de la variedad, el mango difiere en sus propiedades sensoriales (tamaño, forma, peso, dulzor y color de la piel), así como en sus valores nutricionales y nutracéutico (Kim *et al.*, 2021). Los tipos más difundidos en Venezuela son Bocado, Hilacha, Pico de Loro y Manga. Los estados de maduración del mango van desde el estado 1 (muy duro), estado 2 (firme), estado 3 (rompiente), estado 4 (madura), estado 5 (suave al tacto) (Aular y Rodríguez, 2005 cit. Palmares *et al.*, 2023).

El mango presenta tres partes principales: pulpa (mesocarpio), cáscara (epicarpio) y semilla (endocarpio), como se presenta en el Anexo 1 (Reddy *et al.*, 2021).

La pulpa es la parte principal y directamente consumible del mango. La pulpa de mango representa entre el 50 y el 60% del peso total de la fruta y se utiliza para preparar diversos productos como jugos, mermeladas, purés y néctares (Reddy *et al.*, 2021).

La composición nutricional de la pulpa de mango depende principalmente del tipo/variedad del mango, la localidad y las condiciones climáticas de su región de producción y la madurez de la fruta. En términos de macronutrientes, la pulpa de mango contiene carbohidratos (16-18%), proteínas, aminoácidos, lípidos, ácidos orgánicos y fibra dietética. La fibra dietética es el principal carbohidrato complejo y sus constituyentes en el mango son pectina, celulosa, hemicelulosas y lignina de klason. La pulpa también es una buena fuente de micronutrientes, incluidos oligoelementos como calcio, fósforo, hierro y vitaminas (vitaminas C y A). El

consumo de pulpa de mango aporta un alto contenido energético: 60-190 Kcal por 100 g de pulpa fresca. Junto con los elementos nutricionales esenciales mencionados anteriormente, la pulpa de mango contiene entre un 75% y un 85% de agua (Reddy *et al.*, 2021; Gutiérrez *et al.*, 2020).

De la misma forma, la pulpa de mango es fuente de sustancias bioactivas. En este aspecto, los principales polifenoles identificados en la pulpa de mango son el ácido gálico y los polifenoles derivados del galoilo, incluida la monogaloilglucosa y los galotaninos representando hasta el 95% de todos los polifenoles totales. Los polifenoles menores en la pulpa de mango incluyen ácido vainílico, protocatequico, p-hidroxibenzoico (derivados del ácido hidroxibenzoico), p-cumárico, ferúlico, cinámico, cafeico, clorogénico (derivados del ácido hidroxicinámico), mangiferina (xantonas) y derivados de quercetina (flavonoides) (Kim *et al.*, 2021).

Por otro lado, es de destacar que el mango ocupa el tercer lugar en lista de frutas y verduras no orgánicas con la menor cantidad de pesticidas “The Clean Fifteen”. Esta lista es elaborada y publicada anualmente por el Grupo de Trabajo Ambiental (EWG, por sus siglas en inglés) basándose en los datos más recientes de análisis de frutas y verduras realizados por el Departamento de Agricultura y la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (EWG,2024).

En cuanto a la relación de la exposición a pesticidas y el autismo, la evidencia acumulada indica que la exposición a pesticidas durante las primeras etapas de la vida aumenta el riesgo de TEA ya que estas sustancias pueden causar o contribuir a una disbiosis de la microbiota (Dong *et al.*, 2020; Pérez- Fernández *et al.*, 2020; Pu *et al.*, 2020 cit. en Yang *et al.*, 2023). Estos hallazgos respaldan la necesidad de evitar la exposición prenatal e infantil a pesticidas para proteger el desarrollo temprano del cerebro.

### **Componentes del mango que modulan la microbiota**

La fibra dietética y los polifenoles poliméricos presentes en la cáscara y la pulpa del mango constituyen parte de la fracción no digerible (FI) de la fruta. La FI no es hidrolizada por las enzimas GI humanas razón por la cual puede llegar al intestino

grueso y actuar como sustrato para la microbiota del colon, liberando varios metabolitos, como ácidos grasos de cadena corta (AGCC) y polifenoles bioaccesibles para el ser humano [Zamora *et al.*, 2018; Sayago *et al.*, 2019 y Cárdenas *et al.*, 2019 y cit. en Gutiérrez *et al.*, 2020)

En la misma línea de ideas, se ha demostrado que la fibra y los compuestos fenólicos pueden modular la composición y actividad de la microbiota intestinal favoreciendo el incremento de bacterias beneficiosas e inhibiendo patógenos potenciales (Koutsos *et al.*, 2017 cit. Gutiérrez *et al.*, 2020).

En consonancia con lo anterior expuesto, varios estudios han atribuido propiedades antimicrobianas a los polifenoles distribuidos en las diferentes partes del mango. En general los polifenoles del mango han mostrado una mayor inhibición contra las bacterias Gram positivas que las Gram negativas, explicado por las diferencias estructurales en sus paredes celulares. En este sentido, se ha descrito que los galotaninos tienen la capacidad de entrecruzarse con proteínas presentes en la superficie de las membranas celulares de los microorganismos Gram positivos (por ejemplo, *Bacillus subtilis* y *Streptococcus aureus*) causando disfunción. Sin embargo este mecanismo no afecta a las BAL ya que estas tienen la capacidad de metabolizar este tipo de compuestos (Cárdenas *et al.*, 2013; Engels *et al.*, 2009; Krishnamoorthy *et al.*, 2012; Luís *et al.*, 2014 cit. en Kim, 2021).

En el mismo orden de ideas, Lee *et al.* (2006) informaron los efectos inhibidores selectivos del ácido gálico derivado de extractos de té, ya que este compuesto fenólico inhibió el crecimiento de *Clostridium spp.* patógeno, mientras que los comensales *Clostridium spp.* fueron mejorados. En relación a esto, Kim (2021) plantea que el mango al igual que el té es rico en ácido gálico por lo que probable que muestre los mismos efectos inhibidores de *Clostridium spp.* patógeno.

En otro orden de ideas, diversos estudios sugieren que los polifenoles presentes en el mango pueden estimular el aumento de bacterias intestinales productoras de tanasa (enzima que hidroliza los galotaninos) y de bacterias productoras de AGCC. Los AGCC son metabolitos esenciales que promueven la función de barrera

intestinal y disminuyen la inflamación (Kim *et al.*, 2018; Jiménez *et al.*, 2013; Rivière *et al.*, 2016 cit. Kim, 2021).

En consecuencia, el consumo de mango podría ser beneficioso para personas con autismo ya que puede contribuir a reequilibrar la microbiota disbiótica observada con frecuencia en este grupo de personas, gracias a los efectos prebióticos de la fibra y los compuestos fenólicos presentes en la fruta.

### **Caracterización del Chachafruto**

*Erythrina edulis*, también llamada chachafruto, pajuro, balú, frijol mompás, nopas, bucaré, baluy, chaparuto y sachafuto, es una legumbre de la familia Fabaceae originaria de la región subandina de América Latina. En Venezuela se distribuye ampliamente en el estado Mérida ya que esta región cumple con los requisitos de altitud y humedad para su cultivo (Inicirte y Perez, 2014 cit. D'Amore y Guzmán, 2023).

Esta legumbre tiene un alto contenido nutricional de proteínas (18-22%) y carbohidratos (70-80%) (Alto valor calórico), un aspecto beneficioso para las comunidades que tienen acceso limitado a fuentes de proteínas animales y que también requieren ingerir un alto contenido calórico diario. En este sentido, *E. edulis* posee abundantes aminoácidos, treonina, alanina y fenilalanina; valina, prolina, ácido aspártico, lisina e histidina en cantidades moderadas; escasa cantidad de tirosina, triptófano y trazas de metionina. Esta proteína es de mejor calidad que la de las alubias, las lentejas, los guisantes y las judías, y es comparable a la de los huevos. El porcentaje de eficiencia proteica del chachafruto es 1,15 superior al de las alubias (0,88) y las lentejas (0,91). El valor biológico de la proteína del chachafruto es de 70,9, superior al de las lentejas (44,6), las judías (58), los guisantes (63,7) y las habas (54,8) (Vargas, 2014 cit. en D'Amore y Guzmán, 2023).

En este orden de ideas, el contenido en proteínas e hidratos de carbono de la *E. edulis* puede utilizarse como materia prima para elaborar otros productos a partir de sus macronutrientes, extrayendo su almidón y sus proteínas por separado para innovar en productos funcionales como harinas, concentrados o aislados proteicos,

aumentando el valor añadido como se ha hecho con otras leguminosas como la soja. Por otra parte, *E. edulis* es una opción de suplemento para enriquecer el valor nutritivo de alimentos con bajo contenido en proteínas (D'Amore y Guzmán, 2023).

Además de sus atributos nutricionales, el pajuro se ha utilizado tradicionalmente con fines médicos como diurético, hipotónico y profiláctico contra la osteoporosis. Estos atributos se han asociado con la presencia de fitoquímicos como saponinas, alcaloides, flavonoides (principalmente quercetina) y polifenoles (principalmente floroglucinol) (Intiquilla *et al.*, 2016; Sánchez *et al.*, 2019 cit. en Albino *et al.*, 2021).

Es necesario considerar que existen anti nutrientes en los frijoles, estos elementos perjudican el metabolismo y producen efectos G.I. como el exceso de gas, dolor abdominal y otros". Para reducir eficazmente los niveles anti nutricionales es necesario hervir o asar las leguminosas, sin embargo, un excesivo calentamiento puede destruir aminoácidos o vitaminas, también puede causar daños irreversibles a las proteínas, disminuyendo la calidad nutritiva de la semilla. (Goyoaga, 2005; Soetan, 2009 cit. en Sánchez *et al.*, 2019).

### **Proteínas del chachafruto como fuente de péptidos antioxidantes e inmunomoduladores**

Las especies reactivas de oxígeno o radicales libres son átomos o grupos de átomos que tienen un electrón desapareado o libre por lo que son muy reactivos ya que tienden a captar un electrón de moléculas estables con el fin de alcanzar su estabilidad electroquímica. Una vez que el radical libre ha conseguido sustraer el electrón que necesita, la molécula estable que se lo cede se convierte a su vez en un radical libre por quedar con un electrón desapareado, iniciándose así una verdadera reacción en cadena que puede destruir nuestras células. Los radicales libres son producidos constantemente por las células de nuestro cuerpo proceso que debe ser controlado con una adecuada protección antioxidante (Avello y Suwalsky, 2006).

En este orden de ideas, la acumulación de radicales libres en el cuerpo humano y la ausencia de defensas endógenas antioxidantes que contrarresten su acción oxidativa puede conducir a un estado de estrés oxidativo. Muchos estudios han asociado este estado con el desarrollo y la progresión de diversas enfermedades crónicas como la diabetes, el cáncer, los trastornos neurodegenerativos y cardiovasculares, y el envejecimiento (Fiaschi y Chiarugi, 2012 cit. en Intiquilla *et al.*, 2016).

Por otro lado, la oxidación mediada por radicales libres es motivo de gran preocupación en la industria alimentaria debido a su impacto indeseable sobre el color, el sabor, la textura, el valor nutritivo y la vida útil de los productos alimenticios. Para evitar que los alimentos se deterioren y brindar protección contra enfermedades crónicas, se utilizan como aditivos muchas sustancias químicas con una fuerte actividad antioxidante. Sin embargo, su uso en los alimentos está restringido o prohibido en algunos países debido a sus efectos tóxicos y peligrosos para la salud humana (Samaranayaka y Li-Chan, 2011; Sarmadi y Ismail, 2010 cit. en Intiquilla *et al.*, 2016).

Ante tal panorama, existe un interés creciente en la búsqueda de nuevas fuentes naturales de compuestos antioxidantes con escasos o nulos efectos secundarios. Los componentes de los alimentos, como los compuestos fenólicos, las vitaminas, los minerales y las proteínas, tienen una buena capacidad para eliminar los radicales libres, y su función como antioxidantes alimentarios en el cuerpo humano es bien conocida (Halliwell, 2013 cit. en Intiquilla *et al.*, 2016).

En este contexto, los péptidos derivados de ciertas legumbres han demostrado propiedades antioxidantes y antiinflamatorias al apagar los radicales libres, aumentar las defensas antioxidantes o inhibir la liberación de mediadores proinflamatorios como el óxido nítrico. En el caso de *E. edulis*, varios estudios han descrito la actividad antioxidante o inmunomoduladora de hidrolizados derivados de proteínas de chachafruto obtenidos en condiciones *in vitro* utilizando enzimas microbianas o bajo digestión gastrointestinal simulada (Gao *et al.*, 2020; Intiquilla *et al.*, 2016; Correa *et al.*, 2022)

Por anterior expuesto se infiere que el consumo de semillas de chachafruto o alimentos funcionales obtenidas de estas puede recomendarse a las personas con TEA, salvo ciertas excepciones, ya que de acuerdo Etchegaray y Bustos (2022), diversos estudios han observado un aumento de los marcadores de estrés oxidativo y una disminución en las enzimas antioxidantes en las personas con esta condición.

### **La alulosa como alternativa a la sacarosa (azúcar de mesa)**

La alulosa conocida como D-psicosa (D-ribo-2-cetohexulosa) es un monosacárido epímero de la D-fructosa isomerizada en el carbono 3 con una fórmula molecular de  $C_6H_{12}O_6$ . Este compuesto, se produce de forma natural y está presente en pequeñas cantidades en el trigo, las frutas (p. ej., pasas, higos secos) y en muchos otros alimentos (p. ej., melaza, jarabe de arce y azúcar moreno) (Department of Health and Human Services *et al.*, 2020; Matsuo *et al.*, 2002).

La alulosa es altamente soluble en agua, presenta el 70 % del dulzor de la sacarosa y aporta solo 0,2 kcal por gramo lo que supone una reducción del 95 % de calorías en comparación con la sacarosa (Chung *et al.*, 2012). En agosto de 2011 la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) otorgó a este aditivo el estado de Reconocido Generalmente como Seguro (GRAS No. 400) (Kimoto *et al.*, 2017).

En relación a su metabolismo, el 70% de la D-psicosa ingerida se absorbe en el intestino delgado, utilizando los mismos transportadores que la fructosa, es decir el GLUT-5 para pasar del lumen al enterocito y el GLUT-2 para ingresar al torrente sanguíneo. La alulosa absorbida no se metaboliza en el hígado, ya que el 80 % se elimina intacta en la orina, luego de 12-24 h. Por otra parte, la fracción no absorbida (alrededor del 20-30 %) se excreta en las heces o se fermenta por la flora cecal (Lida *et al.*, 2010; Hishiik *et al* 2013; Danie *et al.*, 2017; Kimoto *et al.*, 2017).

En esta línea de ideas, varias investigaciones en humanos y animales atribuyen beneficios para la salud al consumo de la alulosa, como sus efectos antiobesidad, su capacidad de reducir el nivel de glucosa en sangre posprandial, mejorar la

sensibilidad a la insulina y prevenir la aterosclerosis (Chung *et al*, 2012; Han *et al*, 2016; Hossain *et al.*, 2010; Kishida *et al.*, 2019).

Por otra parte, se han descrito efectos prebióticos de la alulosa, al respecto un estudio llevado a cabo en ratones alimentados con una dieta alta en grasas, reportó que aquellos suplementados con alulosa presentaron una disminución de los niveles de mediadores inflamatorios (interleucina 6, TNF-interferón y resistina), menor peso corporal y grasa corporal. Los investigadores asociaron estos resultados con la propiedad de la D-alulosa de regular negativamente ciertos genes relacionados con la inflamación y aumentar la cantidad de dos géneros de bacterias intestinales beneficiosas: *Lactobacillus* y *Coprococcus*. Es de destacar que *Coprococcus* produce butirato AGCC que ayuda a mantener la integridad de la barrera intestinal mientras que *Lactobacillus* tiene actividad antiinflamatoria. (Han *et al.*, 2020).

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## **Definición de términos básicos**

**Alimento funcional:** Un alimento puede considerarse funcional si se demuestra satisfactoriamente que ejerce un efecto beneficioso sobre una o más funciones selectivas del organismo, además de sus efectos nutritivos intrínsecos, de modo tal que resulte apropiado para mejorar el estado de salud y bienestar, reducir el riesgo de enfermedad, o ambas cosas (Ashwell, 2004, p.5).

**Alimentos de base vegetal tipo yogurt:** productos vegetales similares al yogur convencional en términos de propiedades sensoriales y de la capacidad de albergar bacterias de ácido láctico viables para un almacenamiento a largo plazo (Montemurro *et al.*, 2021).

**Autismo:** entidad clínica neurogenética con implicaciones metabólicas, G.I, inmunológicas y psicoemocionales (Semprún Hernandez, 2021).

**Bebida vegetal o leche vegetal:** suspensiones coloidales o emulsiones compuestas por material vegetal disuelto y desintegrado (Diarra *et al.*, 2005 citado por Mäkinen *et al.*, 2016).

**Dieta GFCE:** es una dieta de eliminación que implica la eliminación de algunas proteínas de la dieta normal, como el gluten y la caseína. Algunos estudios indican que este tipo de dieta tiene éxito en la mejora de los síntomas del autismo, mientras que otros han informado que no tienen ningún efecto (Baspinar y Yardimci, 2020).

**Mermelada sin frutos cítricos:** producto preparado por cocimiento de fruta(s) entera(s), en trozos o machacadas mezcladas con productos alimentarios que confieren un sabor dulce hasta obtener un producto semilíquido o espeso/viscoso (Codex Alimentarius, 2003 cit. Palmares *et al.*, 2023)

**Probióticos:** microorganismos vivos que ejercen una acción benéfica sobre la salud del huésped cuando son suministrados en cantidades adecuadas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2002 citado por Obando *et al.*, 2010, p.142).

**Productos análogos a derivados lácteos:** producto alimenticio en el que la leche de origen animal ha sido reemplazada por ingredientes vegetales que se transforman para recrear el sabor, la textura, la apariencia y, a menudo las propiedades nutricionales de los productos lácteos reales (Pua et al., 2022 cit en Östlund et al., 2024).

**Selectividad alimentaria:** comprende comportamientos relacionados con los hábitos alimentarios, como la preferencia por un alimento en particular, el rechazo de alimentos, la ingesta restringida de calorías, los rituales u obsesiones relacionados con los alimentos, los problemas de conducta relacionados con las comidas, la variedad limitada y la dieta restringida a categorías de alimentos específicas (Esposito *et al.*, 2023).

**Yogurt:** producto coagulado obtenido por fermentación láctica de la leche o mezcla de ésta con derivados lácteos, mediante la acción de las bacterias lácticas *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, pudiendo estar acompañadas de otras bacterias ácido lácticas, que por su actividad le confieren las características al producto terminado (Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN, 2001)

## **CAPITULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **Tipo de investigación**

El presente proyecto de investigación se basa en un estudio de tipo descriptivo, de corte transversal, aplicada y no experimental, el cual establece que “Los estudios descriptivos miden de forma independiente las variables y aun cuando no se formulen hipótesis, tales variables aparecen enunciadas en los objetivos de investigación.” (Arias, 2012, p.25). Con el objetivo de elaborar un alimento funcional a base de una bebida vegetal análogo al yogurt apto para personas con autismo.

#### **Población y Muestra**

La población se describe como cualquier conjunto de elementos de los que se quiere conocer o investigar alguna o algunas de sus características (Arias, 2012). Tomando en consideración esto, para el análisis sensorial se trabajó con una población conformada por niños con diagnóstico dentro del trastorno del espectro autista, pertenecientes a las siguientes instituciones: U.E. Colegio Natividad Niño, Asociación Civil para el Abordaje Psicopedagógico Integral (ACAPSI), Centro de Atención Integral para Personas con Autismo (CAIPA) y en el núcleo del Sistema Nacional de Orquesta Sinfónica del estado Mérida; todas ubicadas en el Municipio Libertador del Estado Mérida.

Así mismo, la muestra fue de 34 niños con edades comprendidas entre los 3 y 12 años, a cuyos padres se les consultó mediante un consentimiento informado (Anexo 2) si aceptaban que sus hijos participaran de manera voluntaria en el presente estudio.

## Materiales y Métodos

El presente trabajo de investigación estuvo conformado por 4 fases en la etapa experimental: fase I ensayos preliminares, fase II evaluación de las propiedades fisicoquímicas, fase III evaluación microbiológica y fase IV evaluación sensorial.

### Fase I: ensayos preliminares

**Primer Ensayo:** se elaboraron tres versiones del análogo de yogurt, para lo cual se utilizó una bebida vegetal de coco al 48,6%, diferentes espesantes y como fermento el suplemento dietético Advanced Gut Health Probiotic del Laboratorio Genuine Health (Anexo 3) que contiene varias especies de microorganismos acidolácticos. La bebida vegetal se calentó hasta 83 °C, se le agregó un tipo de espesante a cada muestra y se enfrió la mezcla hasta 43 °C momento en el cual se agregó el fermento y se incubó durante 8 horas a 43°C en una Olla Multifuncional Instant Pot Duo 7 En 1 (Anexo 3). En ningún caso se obtuvo la acidez y viscosidad esperada.

- a) **Análogo del Yogurt con agar agar:** se observó separación en dos fases con formación de un gel firme y sabor ácido muy ligero.
- b) **Análogo del Yogurt con almidón de sagú:** el resultado fue una mezcla homogénea, fluida y poco ácida.
- c) **Análogo del Yogurt con gelatina:** presento sinéresis con formación de un gel más suave que el obtenido con agar y acidez ligera.

**Tabla 1. Primer ensayo del análogo de yogurt**

Ingredientes	Muestra		
	1	2	3
Leche de coco al 48,6%	200 mL	150 mL	200 mL
Agar	1,78 g	---	---
Almidón de sagú	---	5,41 g	---
Gelatina	---	---	2,56 g
Advanced Gut Health Probiotic	1 capsula	1 capsula	1 capsula

Fuente: pruebas preliminares (2024)

**Segundo Ensayo:** se elaboraron cuatro formulas del análogo del yogurt, utilizando como base bebida vegetal de coco combinado o no con oleaginosas. Con el objetivo de mejorar la textura se emplearon como espesantes almidón de yuca, pectina de bajo metoxilo (Anexo 4) y gelatina en diferentes concentraciones. Los espesantes se añadieron a la bebida vegetal posterior a su pasteurización y antes de la inoculación. El tiempo de fermentación se prolongó a 15 horas. Las muestras resultantes presentaron características de textura, sabor y olor insatisfactorios.

- a) **Análogo del Yogurt elaborado con bebida vegetal de coco combinado con ajonjolí, almidón de yuca y pectina:** no se observó sinéresis, sabor ácido acentuado, textura cremosa y aspecto granuloso similar al de un queso ricota.
- b) **Análogo del Yogurt a base de bebida vegetal de coco, almidón de yuca y pectina:** no se evidenció separación de fases, consistencia fluida, se apreció espuma en la superficie del líquido y acidez menor a la del análogo con ajonjolí.
- c) **Análogo del Yogurt con bebida vegetal de coco combinado con linaza, almidón de yuca y gelatina:** consistencia líquida, aspecto de leche cortada, acidez acentuada.

**Tabla 2. Segundo ensayo del análogo de yogurt**

Muestra	1	2	3
<b>Ingredientes</b>			
Leche de coco al 48,5%	100 mL	100 mL	100 mL
Ajonjolí	25 g	---	---
Almidón de yuca	0,54 g	1,07 g	1,07 g
Pectina de bajo metoxilo	0,08 g	0,08 g	---
Solución de fosfato de calcio	1,25 mL	1,25 mL	---
Linaza	---	---	4 g
Gelatina	---	---	0,64 g
Advanced Gut Health Probiotic	1 capsula	1 capsula	1 capsula

Fuente: pruebas preliminares (2024)

**Tercer Ensayo:** se elaboraron dos versiones del análogo de yogurt a partir de una bebida vegetal de coco cuya concentración se incrementó con respecto a las pruebas anteriores para resaltar el sabor a coco. Se utilizó como espesante pectina combinada con almidón de yuca o almidón de sagú, además se añadió cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ) para facilitar la formación de un gel firme por acción de la pectina. Se pasteurizó la bebida vegetal a 63 °C por 30 minutos. Posteriormente se añadieron los espesantes y se continuó calentado el alimento hasta lograr la gelatinización del almidón. Se enfriaron las mezclas hasta 43 °C, se procedió a inocularlas con los probióticos y seguidamente se fermentaron durante nueve horas. Aunque se obtuvo una mejora en la textura del alimento, el sabor no cumplió con las expectativas debido al amargor conferido por el  $\text{CaCl}_2$ .

**Tabla 3. Tercer ensayo del análogo de yogurt.**

Ingredientes	Muestra	
	1	2
Leche de coco al 60%	150 mL	150 mL
Pectina	0,08 g	0,08 g
Solución de fosfato de calcio	1,25 mL	1,25 mL
$\text{CaCl}_2$	0,09 g	0,09 g
Almidón de Sagú	3,73 g	---
Almidón de yuca	---	2,14 g
Azúcar de coco	1,57 g	---
Advanced Gut Health Probiotic	1 capsula	1 capsula

Fuente: pruebas preliminares (2024)

**Cuarto Ensayo:** se repitió el procedimiento anterior, omitiendo el  $\text{CaCl}_2$ . Las muestras resultantes no presentaron separación de fases y formaron geles suaves de apariencia homogénea, sin embargo su sabor y olor no fueron agradables ya que estos atributos eran semejantes a los del vinagre de manzana.

**Quinto ensayo:** se elaboraron dos versiones del análogo de yogurt, una usando bebida vegetal de coco mezclada con chachafruto cocido y otra combinando la bebida vegetal con agar y almidón de sagú. De igual forma, para probar si el

fermento utilizado estaba causando el sabor y olor desagradable, se reemplazó el suplemento dietético Advanced Gut Health Probiotic por el iniciador LyoPro® Vegurt (Anexo 4). Adicionalmente, se fermentó una muestra de la bebida vegetal sin ningún ingrediente añadido para corroborar si la fermentación con los espesantes originaba los atributos indeseables. La inoculación se realizó a 43 °C y el tiempo de incubación fue de nueve horas. Las muestras resultantes presentaron características de sabor, textura y aroma semejantes al yogurt.

En efecto, esto permitió comprobar que el cultivo iniciador utilizado al principio, y que contenía varios tipos de microorganismos ácido lácticos, junto a la adición de los espesantes ocasionaban la aparición de sabores extraños (off-flavors) durante el proceso de fermentación.

- a) **Análogo del Yogurt elaborado con bebida vegetal de coco con chachafruto:** apariencia homogénea, textura cremosa, acidez semejante al yogurt griego, olor neutro.
- b) **Análogo del Yogurt a base de bebida vegetal de coco, almidón de sagú y agar agar:** apariencia homogénea inicialmente, textura de gel suave, sabor ácido y ligeramente dulce, olor neutro.
- c) **Bebida vegetal fermentada:** consistencia líquida, apariencia espumosa, olor y sabor ácido.

**Tabla 4. Quinto ensayo del análogo de yogurt.**

Ingredientes	Muestra	
	1	2
Leche de coco al 64%	150 mL	150 mL
Semillas de chachafruto	75 g	----
Almidón de Sagú	---	1,5 g
Agar	---	1 g
LyoPro® Vegurt	0,06 g	0,06 g

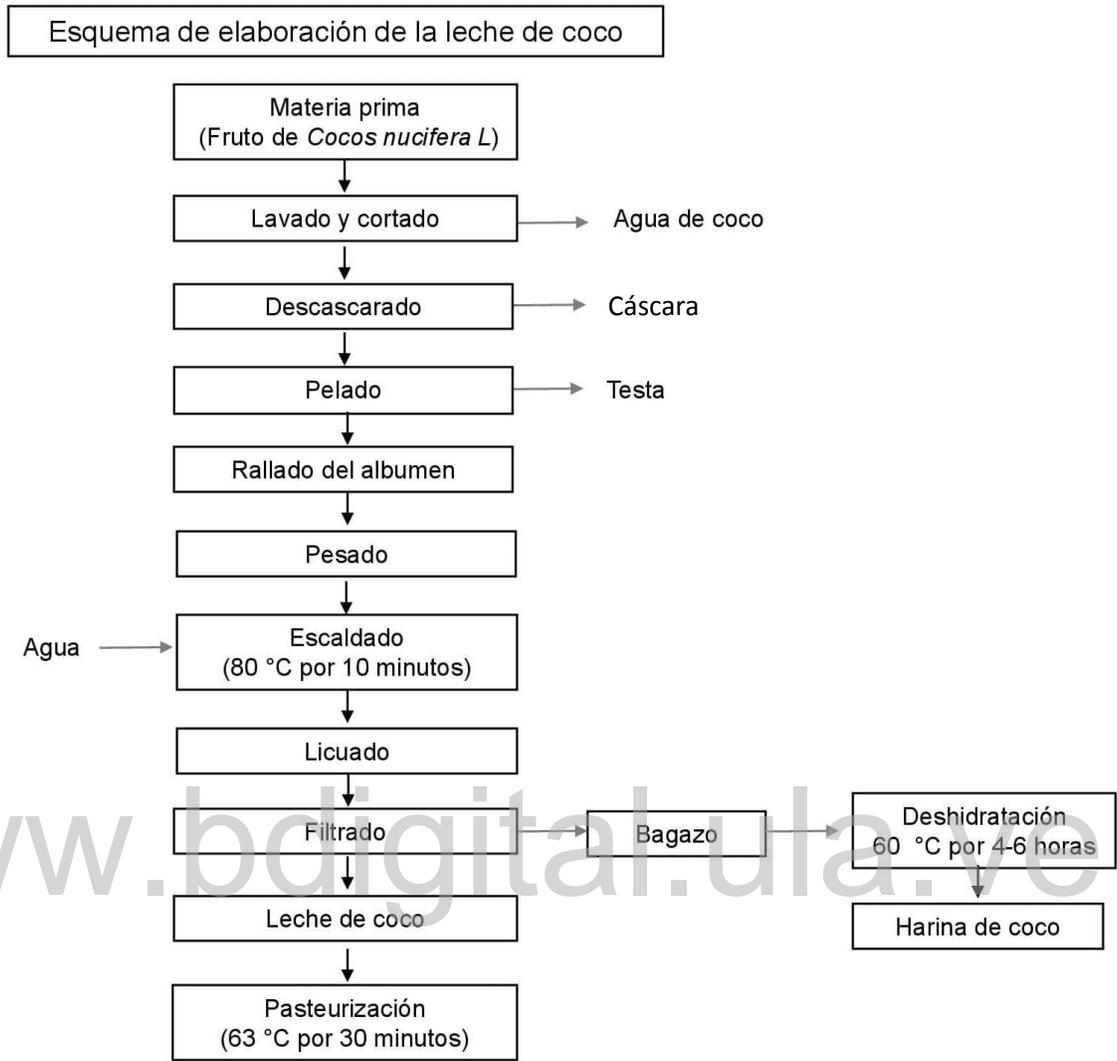
Fuente: pruebas preliminares (2024)

## Elaboración del análogo del yogurt

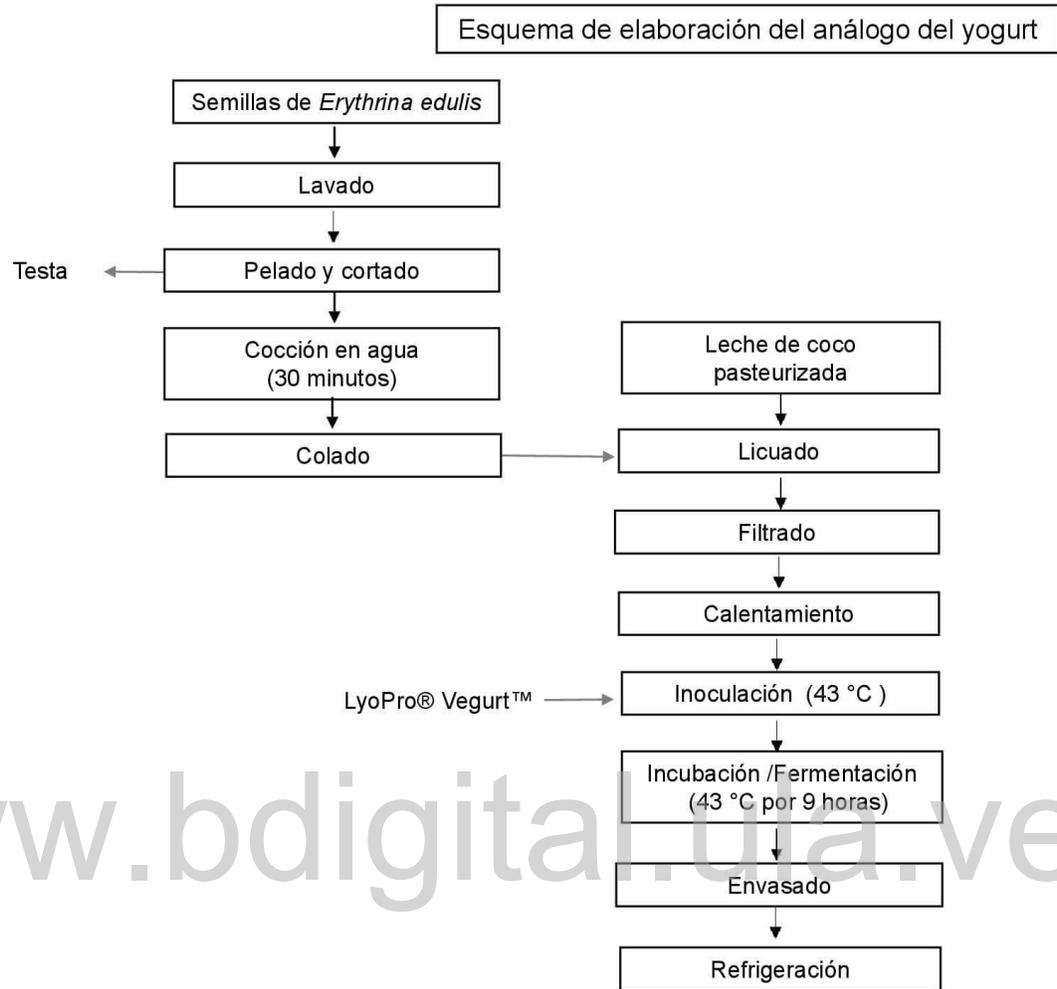
La primera etapa del proceso de elaboración del análogo de yogurt con coco comprende la preparación de la leche de coco como se presenta en la Figura 1. Para la obtención de la leche de coco, se extrae el agua de coco y luego se corta la fruta. A continuación, se extrae la copra y se remueve la testa (película marrón). Seguidamente se ralla la pulpa (albumen) de coco y se escalda en agua a 80° C por 10 minutos con el fin de inactivar lipasas endógenas, luego se licua la pulpa en el agua de escaldado y se filtra a través de un colador revestido con un paño quesero. La leche obtenida se pasteuriza a 63 °C por 30 minutos y se reserva.

Por otro lado, se lavan, pelan y cortan las semillas de chachafruto. Posteriormente las semillas se cocinan en agua durante 30 minutos. Finalizado el tiempo, se escurren y se dejan enfriar.

Finalmente, para elaborar el análogo de yogurt (Figura 2), se licúa 1250 cc de la leche de coco conjuntamente con 800 gramos de chachafruto cocido y nuevamente se filtra. La mezcla resultante se calienta a 43° C, se inocula con el cultivo liofilizado LyoPro® Vegurt (compuesto por *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*) y se incuba en una Olla Multifuncional Duo 7 En 1 Instant Pot a 43 ° C por 9 horas. El yogurt resultante se almacena bajo refrigeración.



**Figura 1.** Esquema tecnológico de la elaboración de la leche de coco.

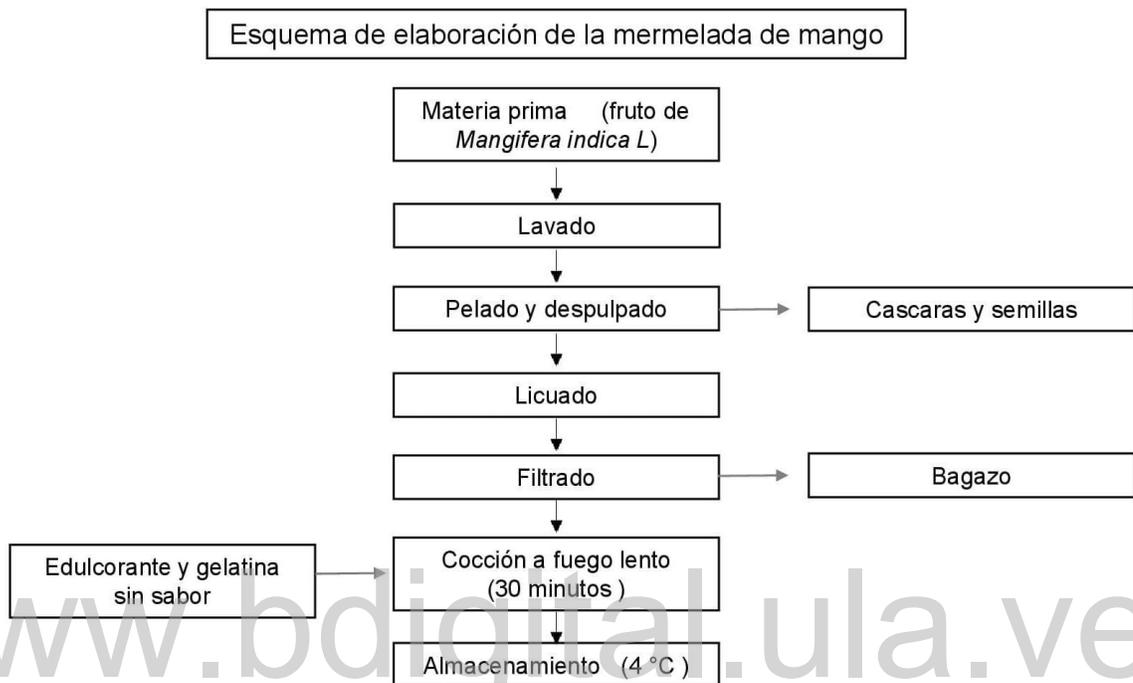


**Figura 2.** Esquema tecnológico de la elaboración del análogo de yogurt.

Para mejorar las características organolépticas del producto se decidió combinarlo con una mermelada de mango para conseguir un producto semejante yogurt batido. La elaboración de la mermelada se ilustra en la figura 3, el proceso inicia con el lavado y despulpado de la fruta, retirando cáscara y semilla. Posteriormente la pulpa se procesa en una licuadora y se filtra para eliminar residuos fibrosos.

La pulpa procesada se cocina en una olla durante 30 minutos, removiendo constantemente. Al finalizar la cocción se añade alulosa como endulzante y gelatina sin sabor diluida, luego se deja enfriar.

Seguidamente, se procede a mezclar una proporción de 70,4 % del análogo de yogurt con 28,6 % de la mermelada de mango, el resultado se envasa y se refrigera.



**Figura 3.** Esquema tecnológico de la elaboración de la mermelada de mango

En cuanto al rendimiento, con 1328 gramos de cocos enteros, 850 gramos de semillas de chachafruto con testa y 2925 gramos de mangos, se obtienen 16 unidades de 140 gramos de análogo de yogurt batido.

## Fase II: Evaluación de las propiedades fisicoquímicas

El análisis fisicoquímico desempeña un papel fundamental en el establecimiento de la calidad nutricional de los alimentos. Según Gil (2010) estos análisis pueden abordarse según el objeto de estudio, el tipo y cantidad de la muestra, así como de la disponibilidad de los equipos requeridos para dichos estudios. Entre los análisis que se realizaron en esta investigación se encuentra la determinación de humedad, ceniza, lípidos, proteínas y carbohidratos, pH y sólidos solubles (°Brix). Así bien, es importante destacar que muchos métodos analíticos se ven afectados por la

complejidad de sus componentes químicos principales. Por lo tanto, a menudo es necesario contar con varias técnicas y procedimientos, así como conocimiento sobre cuál aplicar según el alimento, en lugar de depender de una única técnica para un componente específico como menciona Nielsen (2009).

### **Determinación de humedad**

Se determinó el porcentaje de humedad según el método establecido por la norma COVENIN 932 (1997a), el cual consiste en pesar de 2 a 5 gramos de la muestra a analizar en una capsula previamente tarada para luego colocarla en la estufa de convección a presión normal a 100 °C, previa evaporación del líquido en baño de María. El contenido de agua del alimento se calculó a través de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{g \text{ muestra húmeda} - g \text{ muestra seca}}{g \text{ muestra húmeda}} \times 100$$

### **Determinación de cenizas**

Las cenizas son el residuo inorgánico del alimento, que queda luego de la calcinación total de la materia orgánica (Nielsen, 2009). Para su determinación se carbonizaron los residuos de la muestra empleada en la determinación de humedad utilizando una mufla (Agudelo, 2012). El contenido de cenizas del alimento se estimó a través de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{\text{peso de las cenizas}}{\text{peso de muestra húmeda}} \times 100$$

### **Determinación de proteína**

Este análisis está comprendido por 3 etapas: digestión, destilación y titulación. Para su determinación se siguió el método MicroKjeldahl (COVENIN, 1980), utilizando la siguiente fórmula para obtener el contenido de nitrógeno de la muestra:

$$\% N = \frac{(VHCL \text{ muestra} - VHCL \text{ blanco}) \times N \text{ HCL} \times 14}{mg \text{ muestra húmeda}} \times 100$$

Dónde:

% N: porcentaje de nitrógeno expresado en términos de masa y en base húmeda.

VHCl muestra: mililitros de HCl utilizados en la titulación de la muestra.

VHCl blanco: mililitros de HCl utilizados en la titulación del blanco.

NHCl: normalidad del ácido clorhídrico utilizado.

14: peso equivalente del nitrógeno.

Asimismo, el porcentaje de Proteína de la muestra se determinó de la siguiente manera:

$$\% \text{Proteína (base húmeda)} = \% N \times \text{factor de conversión}$$

Dónde:

Factor de conversión = 6,25 (Agudelo, 2012).

### **Determinación de grasa**

En la determinación del contenido de grasa se empleó la norma COVENIN 3218 (1996). Empleando un equipo Soxhlet, el cual consiste en extraer la grasa de la muestra con éter de petróleo y posteriormente llevarlo a la estufa por una hora a 100 °C. Por último, la cantidad de grasa presente en la muestra se determinó por gravimetría, pesando el balón donde se realizó la extracción y aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de grasa cruda} = \frac{\text{peso de grasa}}{\text{masa de la muestra húmeda (g)}} \times 100$$

### **Determinación de carbohidratos**

Los carbohidratos totales (CHO) se obtienen por diferencia, al restar los valores porcentuales de humedad, proteínas, lípidos y cenizas, del 100% de la muestra según lo indica el Instituto Nacional de Nutrición (INN, 2012).

$$\% \text{ CHO (base húmeda)} = 100\% - (\% \text{Humedad} + \% \text{Ceniza} + \% \text{Proteínas} + \% \text{Grasas})$$

### **Determinación de calorías**

El porcentaje de calorías se estableció relacionando la cantidad en gramos de cada macronutriente multiplicados por los coeficientes de Atwater (Proteínas 4, Grasas 9 y Carbohidratos 4) (Atwater, 1910), según lo indica el Instituto Nacional de Nutrición (2012).

### **Determinación de pH**

El análisis se realizó según el método de ensayo descrito en la norma COVENIN 1315 (2021) en el cual se le introduce a la muestra una celda electrolítica compuesta por dos electrodos.

### **Determinación de Sólidos Solubles (°Brix)**

Se obtiene directamente de la lectura del refractómetro según norma COVENIN 924 (1983).

### **Fase III: Evaluación microbiológica**

El análisis microbiológico del producto se realizó en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos “Cándida G. Díaz R.” de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes. Consistió en un conteo estándar de microorganismos ácido lácticos, siguiendo los métodos de ensayo ISO 7889 (2009) para *L. delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* y el de la American Public Health Association (APHA, 2001) para *S. thermophilus*.

#### **Fase IV: Evaluación sensorial**

La evaluación sensorial se considera una herramienta de gran valor para abordar diversas cuestiones relacionadas con la aceptabilidad de los alimentos, la mejora de los productos, el mantenimiento de la calidad y el desarrollo de nuevos productos (Abdel-Haleem y Hafez, 2015). En particular, se observa un aumento en la producción de alimentos diseñados específicamente para niños, lo que ha generado la necesidad de contar con una metodología sólida para realizar pruebas sensoriales con este grupo de población.

Las pruebas sensoriales llevadas a cabo con niños pueden proporcionar datos valiosos tanto en investigaciones básicas como en el desarrollo de productos. Sin embargo, es importante tratar a los niños como una población especial y emplear un entorno y un protocolo de prueba adecuados, debido a que presentan una amplia gama de habilidades cognitivas y períodos de atención. Para monitorear las respuestas, se pueden utilizar medidas semicuantitativas, como las expresiones faciales y las observaciones del cuidador principal respecto al comportamiento del niño. Además, se pueden llevar a cabo pruebas más complejas, como la escala hedónica, con niños mayores de 4 años, siempre y cuando se utilicen escalas faciales apropiadas con texto adaptado para niños (Guinard, 2001).

No obstante, Álvarez (2008) señala que la obtención de respuestas confiables en las pruebas sensoriales depende del grado de madurez del niño para interpretar correctamente las instrucciones recibidas. Esta madurez parece ser más evidente a partir de los 5 años, en comparación con los resultados obtenidos con niños de 3 años. Asimismo, se observa que las habilidades verbales limitadas de los niños requieren prestar especial atención a la formulación de las preguntas. Para abordar posibles problemas de comprensión, se recomienda guiar al niño a través del protocolo de prueba utilizando estímulos visuales antes de que pruebe los alimentos o bebidas de prueba (Guinard, 2001).

En el presente estudio se realizó una prueba afectiva utilizando una escala hedónica estructurada facial de cinco puntos (Anexo 3), donde los valores corresponden a; 1 (me disgusta mucho), 2 (me disgusta un poco), 3 (ni gusta, ni

disgusta), 4 (me gusta un poco), 5 (me gusta mucho). Para la cual se tomó como referencia las utilizadas en las investigaciones de Abdel-Haleem y Hafez (2015) y Da Cunha *et al.* (2013). En la misma se evaluó la aceptación del producto, así como su disposición a comerlo de nuevo en un futuro (Intención de compra). Se decidió emplear este tipo de formulario con imágenes teniendo en consideración las limitaciones de expresión verbal que pueden llegar a tener esta población en estudio (con TEA), además que ellos suelen responder favorablemente a las estrategias visuales, como lo señala Alvarado (2024).

El proceso consistió inicialmente en entregar a los representantes de los niños una carta de consentimiento informado (Anexo 2) donde se les explicaba en qué consistía el estudio, además de mencionar los ingredientes con los cuales se elaboró el producto. Para luego, a los niños cuyos padres les permitieron participar en la investigación, ofrecerles una pequeña cantidad del análogo de yogurt batido con mermelada de mango, en un vaso pequeño de plástico en conjunto con una cucharilla del mismo material. Posteriormente se les entregó el formulario de evaluación (Anexo 4), el cual se les había explicado con anterioridad y de forma oral en qué consistía y cómo debían llenarlo, tanto a los niños como a sus cuidadores (padres o docentes especialistas), con la finalidad de recolectar los datos necesarios para identificar si el producto es de agrado o no para los consumidores. Así mismo, los niños que degustaron el producto lograron responder a los distintos ítems que conformaban el formulario de evaluación, mediante la asistencia de su cuidador (los cuales reconocen e interpretan los gestos y reacciones del niño) o bien con ayuda de las realizadoras del estudio, mientras que otros lograron llenarlo por cuenta propia.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Resultados de la elaboración del análogo del yogurt

Una vez culminadas las pruebas preliminares explicadas anteriormente, se obtuvo la fórmula final del análogo de yogurt a base de coco y chachafruto, de la cual se exponen los resultados en el presente capítulo. De igual forma, en la Tabla 5 se presenta la fórmula final del análogo de yogurt batido con mermelada de mango.

**Tabla 5. Fórmula definitiva del análogo de yogurt batido con mermelada de mango**

Ingredientes	Cantidad
Agua	1250 cc
Pulpa de coco	800 g
Cultivo liofilizado	0,6 g
Semillas de chachafruto	800 g
Pulpa de mango	2262 g
Alulosa	64 g

Cantidades requeridas para la elaboración de 16 unidades del análogo de yogurt

Fuente: pruebas preliminares (2024)

#### Resultados del análisis fisicoquímico

Actualmente en el mercado son limitadas las opciones de yogures para personas con TEA debido a que estas suelen presentar alergias alimentarias, sobre todo a la lactosa y caseína causándoles inflamación intestinal y cerebral como lo señala

Abdel-Haleem y Hafez (2015). Por ello se elaboró un alimento funcional que asemeja las características del yogurt y a su vez sirve como alternativa nutritiva. Para el análisis fisicoquímico se emplearon dos muestras, una con solo el análogo del yogurt y otra con el análogo más mermelada de mango, para asemejar al yogurt batido que se consigue comercialmente. Los resultados obtenidos a partir de los análisis se detallan a continuación en las Tablas 6 y 7.

**Tabla 6 Resultados del análisis proximal del análogo de yogurt.**

<b>Nutrientes</b>	<b>Por cada 100g</b>	<b>%RID*</b>
<b>Humedad (g)</b>	82,05	-
<b>Cenizas (g)</b>	0,38	-
<b>Proteína (g)</b>	2,20	3,66
<b>Grasa (g)</b>	6,79	10,91
<b>Carbohidratos totales (g)</b>	8,56	2,85
<b>Energía (Kcal)</b>	104,17	5,20

Los porcentajes de los Requerimientos de Ingesta Diaria (RID) fueron calculados con base a una dieta de 2000 Kcal. (COVENIN, 1997b; INN, 2012).

Calorías por Gramos: Proteínas 4\*, Grasas 9\*, Hidratos de carbono 4\*

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 6 proporciona información nutricional del análogo del yogurt que solo contiene bebida de coco y chachafruto (En una relación de 56,25% y 43,75% respectivamente), y los cultivos iniciadores. Por otra parte, se menciona que la característica principal a considerar en este tipo de producto es su contenido de grasa, en Venezuela según la norma COVENIN 2393:01 (2001) para yogurt, el mínimo requerido de grasa para yogurt de leche completa es de 3,2 % por cada 100g de producto, mientras que la muestra analizada reportó 6,79% de grasa; esto debido al alto porcentaje de grasa que posee el coco. En cuanto a los sólidos no grasos, la norma antes mencionada reporta un mínimo de 10g por 100g de producto, por lo que se puede decir que el análogo se asemeja a la normativa al tener 11,14% de sólidos no grasos.

Por su parte, Grasso, Alonso-Miravalles y O'Mahony (2020), reporta 4,90% de grasa, 8% de carbohidratos y 0,6% de proteína, mientras que Naz *et al.* (2023) obtuvo 8,50% de grasa, 16,16% de carbohidratos y 1,06% de proteína. Ambos realizaron pruebas con yogures a base de leche de coco y libres de lactosa. Al comparar estas muestras se encontraron variaciones en los resultados, esto puede deberse a las condiciones de la materia prima empleada y al hecho de que al producto de este estudio se le añadió también chachafruto a fin de servir como estabilizante. En lo referente a la composición nutricional de esta leguminosa, Escamilo (2012) reporta que puede llegar a tener hasta un 25% de proteína. Esto influye en la composición final del producto de la presente investigación, aumentando principalmente su contenido proteico.

De igual forma, el contenido de humedad y cenizas obtenidas, fue similar a los reportados en otras investigaciones que registraron porcentajes similares. En el estudio realizado por Naz *et al.* (2023), el porcentaje de humedad del yogurt fue de 82,17 %, y 0,32% de cenizas, en contraste con Akoma *et al.* (2000), que reportó 69% de humedad y 0,01 % de ceniza para este mismo rubro.

**Tabla 7. Resultados del análisis fisicoquímico del análogo de yogurt batido con mermelada de mango.**

<b>Nutrientes</b>	<b>Por cada 100g</b>	<b>%RID*</b>
<b>Humedad (g)</b>	79,28	-
<b>Cenizas (g)</b>	0,41	-
<b>Proteína (g)</b>	1,48	2,47
<b>Grasa (g)</b>	3,36	5,40
<b>Carbohidratos totales (g)</b>	15,45	5,15
<b>Energía (Kcal)</b>	97,99	4,89

Los porcentajes de los Requerimientos de Ingesta Diaria (RID) fueron calculados con base a una dieta de 2000 Kcal. (COVENIN, 1997; INN, 2012).

Calorías por Gramos: Proteínas 4\*, Grasas 9\*, Hidratos de carbono 4\*

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 7 se observa la composición nutricional del análogo de yogurt con mermelada de mango; en cuanto al contenido de grasas este se encuentra en 3,36% comparando con la norma COVENIN 2393:01 (2001) que establece 3,2% como mínimo para yogurt tradicional, se determinó que cumple al igual que la versión sin mermelada con dicha norma. Por otro lado, se observa que el valor de los carbohidratos 15,45% es mayor a su similar sin mermelada. El valor de la proteína 1,48% en contraste con el yogurt sin mermelada es inferior, esto debido al proceso de preparación de la mermelada y a la variedad de mango usada, ya que al compararlo con el estudio de Silva (2016) cuyos resultados reportan 3,92% de grasa, 14,06% de carbohidratos y 5,32% de proteína, se logra visualizar similitud en cuanto al porcentaje de grasas y carbohidratos, pero discrepa significativamente en el valor de proteína debido a que en el estudio con el cual se compara, la fuente proteica del yogurt es la albumina a diferencia de este estudio cuya fuente proteica es el chachafruto.

**Tabla 8 Comparación de valores nutricionales entre el análogo de yogurt, yogurt natural firme marca YOKA y yogurt de coco marca MILS.**

Nutrientes	Por cada 100g		
	Análogo de yogurt	Yogurt de coco MILS*	Yogurt firme YOKA**
<b>Proteína (g)</b>	2,20	0,60	5,30
<b>Grasa (g)</b>	6,79	7,50	3,30
<b>Carbohidratos totales (g)</b>	8,56	6,60	7,30
<b>Energía (Kcal)</b>	104,17	96,00	80,00

\*Yogurt de leche de coco.

\*\* Yogurt de leche de vaca.

Fuente: Lactalis (2024), Amomils (2020)

Por su parte, la Tabla 8 compara los valores nutricionales de dos yogures de marca comercial con el elaborado en este estudio. Se observa que el yogurt marca MILS el cual se reporta como producto vegano presenta un valor inferior de proteína

0,6%. Sin embargo, como menciona Nájera *et al.* (2021) esto es común en rubros de este tipo, ya que al ser de origen vegetal su aporte proteico es bajo en comparación con los derivados de la leche de vaca. A su vez, el análogo de yogurt registra un valor superior de proteína 2,20%, debido a la adición de chachafruto, que como se mencionó anteriormente es rico en proteína vegetal. Por otro lado, se observa que el yogurt marca YOKA tienen un 5,3% de proteína; asimismo, existe similitud entre los valores de carbohidratos, 8,56% análogo de yogurt, 6.60% MILS y 7,30 % YOKA. Mientras que el contenido de grasa es inferior en el yogurt tradicional de leche marca YOKA.

**Tabla 9. Valores de pH y °Brix de la leche de coco utilizada, del análogo de yogurt y del análogo con mermelada de mango.**

	pH	° Brix
<b>Leche de coco</b>	6,61	2
<b>Análogo de yogurt</b>	4,67	5
<b>Análogo con mermelada de mango</b>	4,62	13

Fuente: resultados de pH y ° Brix (2024)

La Tabla 9 muestra los valores de pH y °Brix obtenidos de los diferentes productos analizados. Se observa que la muestra del análogo de yogurt posee un pH de 4,67 mientras que su equivalente con mermelada de mango reporta 4,62 ambos con valores similares. Por su parte, la leche de coco arrojó un pH de 6,61. Comparando estos valores con la norma mexicana NOM-185-SSA1 (2002) la cual establece que el valor de pH para productos lácteos fermentados debe ser máximo de 4,4 se aprecia un valor ligeramente superior en el análogo del yogurt. Sin embargo la norma técnica artesana del yogur (Gobierno de Navarra, 2020), declara que todos los yogures deben tener un pH igual o inferior a 4,6. Al mismo tiempo contrastando con los estudios de Akoma *et al.* (2000), Grasso *et al.* (2020) y Naz *et al.* (2023) que registraron valores de pH de 4,1; 4,0 y 4,73 respectivamente, se establece que los productos analizados están dentro de parámetros aceptables.

Referente a los °Brix se observa que la norma COVENIN 2592-89 (1989) establece un valor mínimo de 65 °Brix para mermeladas, mientras que los

resultados arrojados por los análisis son de 13, 5 y 2 °Brix para yogurt con mermelada de mango, yogurt solo y leche de coco respectivamente, casi todos con valores comunes en estos alimentos. En cuanto a la muestra que tiene mermelada de mango su bajo valor de °Brix puede deberse a la forma de preparación de la mermelada, ya que la misma no tiene azúcares añadidos y se encuentra en menor proporción respecto al yogurt. Así mismo, comparando los valores de la leche de coco analizada con los resultados reportados por Nonye *et al.* (2023), de 6,90 de pH y 8,70 °Brix se observa similitud en relación al pH, pero diferencia en cuanto a los °Brix. Esta diferencia puede deberse a la variedad de coco empleada y al proceso de extracción de la leche.

### Resultados del análisis microbiológico

En la Tabla 10 se observan los resultados de los análisis microbiológicos realizados al análogo de yogurt (sin mermelada). Estos resultados fueron comparados con la Norma COVENIN 2393-01 (2001), la cual establece que las bacterias ácido lácticas deben estar presentes en concentraciones no menores a  $10^6$  ufc/g para este tipo de alimento. Por tanto, se determinó que la muestra analizada, cumple con los requisitos microbiológicos de los cultivos esenciales según dicha norma.

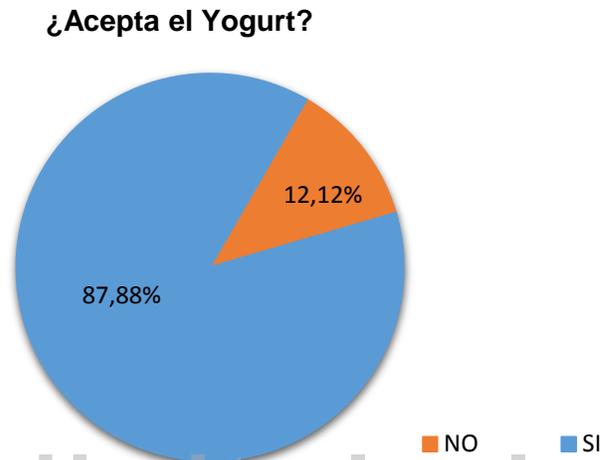
**Tabla 10. Resultados del análisis microbiológico del análogo de yogurt.**

Microorganismo	Valores obtenidos (ufc/ g)
<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>Bulgaricus</i>	$1,8 \times 10^7$
<i>S. Thermophilus</i>	$1,3 \times 10^8$

Fuente: resultados microbiológicos (2024)

## Resultados del análisis sensorial

En el análisis sensorial se evaluaron características como nivel de agrado y aceptación de producto. Así como también se realizaron anotaciones sobre las características que más o que menos gustaron del producto, el cual se llevó a cabo mediante un test hedónico cuyos resultados se grafican en las siguientes Figuras.



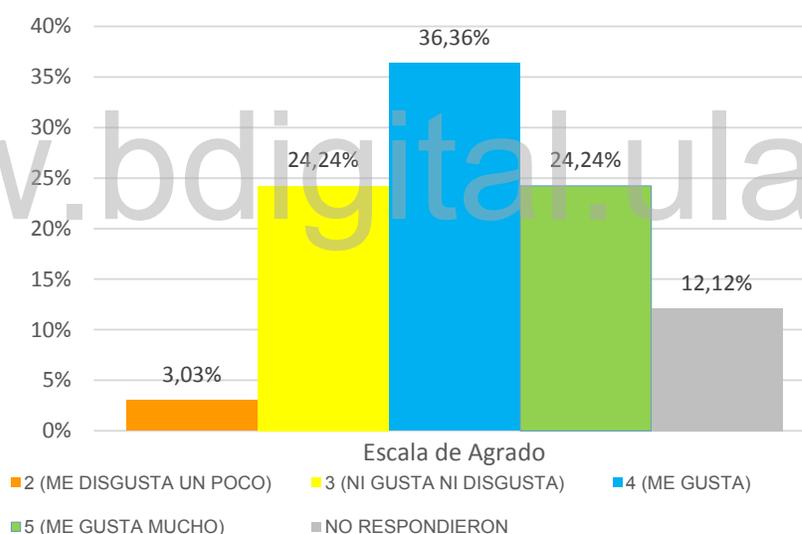
www.bdigital.ula.ve

Fuente: elaboración propia

### Figura 4. Resultados del análisis sensorial sobre el ítem ¿acepta o no la muestra de yogurt?

En cuanto a la aceptación del producto, la Figura 4 indica que 29 de los encuestados (87,88%) recibieron y probaron la muestra que se les ofreció. El proceso consistió en colocar en un vaso pequeño una muestra del análogo del yogurt y esperar que los niños decidieran probarla, sin dar detalles específicos de lo que se trataba el producto. Como se observa en los resultados, la mayoría eligió probarla para posteriormente darle una puntuación en relación al nivel de agrado. En contraste, se aprecia que 4 (12,12%) de los encuestados no probaron la muestra. Cabe señalar que precisamente estos niños que se negaron a probar el producto presentaban un nivel de severidad alto del TEA, el cual se caracteriza por inflexibilidad de comportamiento y dificultad extrema para afrontar el cambio (Sabatini *et al.*, 2023).

Esto da a entrever, que existe cierta relación entre el grado de autismo y la selectividad alimentaria. Al respecto, se observa que Sabatini *et al.* (2023) menciona en su estudio el término de neofobia alimentaria, el cual se entiende como el miedo a probar nuevos alimentos, siendo un componente clave de la selectividad alimentaria y que afecta principalmente a niños con TEA ya que genera una importante resistencia a ingerir nuevos alimentos. Así bien, siendo este análogo del yogurt un producto nuevo y experimental al cual la mayoría de la población estudiada no se encuentra acostumbrada a consumir, resulta comprensible los resultados obtenidos.



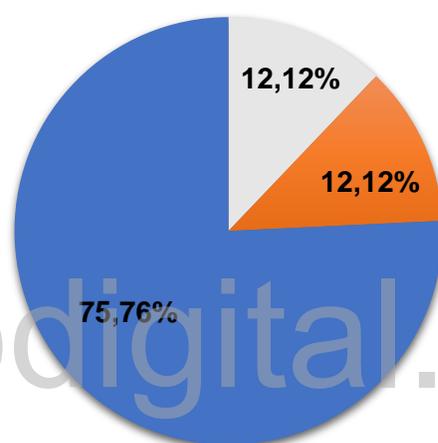
Fuente: elaboración propia

**Figura 5.** Nivel de agrado del análogo de yogurt batido con mermelada de mango.

En la Figura 5 se observa que, de los 34 potenciales consumidores, 12 (36,3%) otorgaron una puntuación de 4 (Me gusta) mientras que 8 (24,2%) de los panelistas confirieron la puntuación de 5 (Me gusta mucho). Dichas puntuaciones indican que el producto tuvo un buen nivel de agrado en la población estudiada. Asimismo, comparando estos resultados con los obtenidos por Naz *et al.* (2023), se observó

similitud en cuanto al grado de aceptación, en donde se evaluó la calidad de distintos yogures de origen no lácteos. En dicho estudio, la muestra correspondiente al yogurt de coco obtuvo una puntuación de 8, basado en una escala hedónica de 9 puntos, siendo este el que consiguió mejor puntuación solo por detrás del yogurt convencional de leche de vaca. Por otro lado, se resalta que 4 de los panelistas se negaron a probar el producto debido a la selectividad alimentaria que suelen presentar los individuos con TEA.

### ¿Volvería a Comer el Yogurt?



■ NO RESPONDIERON ■ NO ■ SI

Fuente: elaboración propia

#### **Figura 6:** Resultados del ítem ¿Volvería a comer el yogurt?

En la Figura 6 respecto a la intención de consumo del análogo de Yogurt en el futuro indica que 25 (75,76%) de los 34 panelistas volvería a comer el producto, evidenciando que a nivel sensorial tuvo buena receptividad. Este resultado es destacable debido a la selectividad alimentaria que presentan los niños con TEA, donde se observa que rechazan ciertas texturas, olores y sabores debido a la forma en que ellos procesan estos aspectos, volviéndoles hipersensibles o hiposensibles, dificultando así el consumo de ciertos alimentos (Sabatini *et al.*, 2023).

Entre otros aspectos a destacar, se toma en consideración las observaciones planteadas por algunos de los participantes de la prueba sensorial, entre ellas que las características del análogo de yogurt que más gustaron fueron el sabor y el color, teniendo este último una coloración amarilla debido a la mermelada de mango añadida; por otra parte, lo que menos gustó del producto fue la consistencia y el poco sabor dulce en ambas formulaciones. Comparando esto con lo estudiado por Cermak *et al.* (2010), se menciona que los niños con TEA tienden a tener dificultad para comer alimentos con dicha consistencia. Dentro del mismo estudio se menciona la importancia que los niños con TEA le dan a la textura en los alimentos, donde se resalta que suelen preferir alimentos de baja textura como el puré debido a la hipersensibilidad sensitiva que presentan. Por su parte, Suarez y Crinion (2015), también hacen mención de la importancia de la textura, así como de la apariencia del alimento en la selectividad alimentaria de los niños con TEA.

Del mismo modo, cabe señalar que 18 (54,5%) de los panelistas, no brindaron ninguna respuesta al respecto. Según el estudio de Sabatini *et al.* (2023), esta limitación en la expresión verbal está asociada al grado de autismo que posea cada individuo, ya que en menor o mayor grado presentan déficits y limitaciones en las habilidades de comunicación social verbal y no verbal que pueden afectar el desarrollo en cuanto a interacciones sociales y una respuesta reducida a las propuestas sociales de los demás.

A su vez, algunos panelistas comentaron que les agradó más la muestra de yogurt con mermelada de fresa, tanto en color como en sabor. Cabe acotar que dicha muestra con fresas no formó parte del estudio final, sino que fue entregada como incentivo a los participantes, luego de probar el yogurt con mermelada de mango, debido a que se había formulado una pequeña cantidad de la misma como parte de las pruebas previas a la formulación del producto final. La muestra con mermelada de fresa no se tomó en consideración para la realización de ninguno de los análisis en esta investigación por motivos de factibilidad económica. Wittig de Penna *et al.* (2000), recomienda que con la finalidad de aumentar el interés, el

rendimiento y la atención de los niños participantes en un estudio se distribuya algún alimento apetecible a modo de premio.

### Factibilidad económica del Análogo de Yogurt

Respecto a la factibilidad económica del proyecto, en la Tabla 11 se presenta el precio de los ingredientes por ración de análogo de yogurt. En el caso del análogo batido con mermelada de mango, un envase de 140g (Tamaño de ración del yogurt tradicional comercial) es de 21,79 Bs. (0,60 \$), mientras que el costo del análogo del yogurt solo de 140 g es de 8,25 Bs. (0,22 \$). Esto sin incluir los costos asociados a la producción y el transporte en cadena de frío. Las cifras indican que el producto es bastante accesible para los consumidores.

**Tabla 11. Factibilidad económica del análogo de yogurt batido con mermelada de mango**

Ingredientes	Cantidad (gramos)	Costo (Bs)	Costo (\$)***
Coco	83	3,31	0,09
Chachafruto (semillas)	53,125	2,13	0,05
LyoPro® Vegurt	0,0375	1,36	0,03
Mango	187,5**	3,75	0,10
Alulosa	4	9,63	0,26
Gelatina sin sabor	0,3125	0,16	0,004
Envase		1,45	0,04
<b>Total</b>		<b>21,79</b>	<b>0,60</b>

Calculado en base a la totalidad de yogures elaborados.

\*\*Peso bruto del mango.

\*\*\* precio del dólar (\$) tasa del Banco Central de Venezuela (BCV) de 36,20 Bs

Fuente: elaboración propia.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

Tomando en consideración los objetivos planteados y evaluando los resultados obtenidos, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

En el presente estudio se logró exitosamente la elaboración de un análogo de yogurt a partir de leche de coco y chachafruto, con características organolépticas similares al yogurt tradicional elaborado con leche de vaca.

Se establecieron los esquemas tecnológicos necesarios para la elaboración del análogo de yogurt con leche de coco y chachafruto. Así como de una mermelada de mango que puede servir como acompañamiento para el yogurt.

Se determinó la composición fisicoquímica y valor nutricional del análogo de yogurt obteniendo los siguientes valores: 82,05% humedad; 2,20% proteína; 6,79% grasas; 8,56% carbohidratos totales, para un aporte calórico de 104,17 Kcal por cada 100g de producto.

Además, con los análisis microbiológicos se verificó que el producto cuenta con una carga de microorganismos ácidos lácticos adecuados según los estándares establecidos por la norma COVENIN 2393-01, lo cual garantiza la calidad del producto.

En cuanto a la aceptación del producto por parte de los consumidores, se obtuvo un nivel de aceptación del 87,88% y un nivel de agrado de 4 en una escala de 5, equivalente a "Me gusta un poco", lo que indica que se ha logrado satisfacer las preferencias y expectativas de los consumidores en gran medida.

Al mismo tiempo es importante destacar que este análogo de yogurt se ha desarrollado utilizando ingredientes de fácil acceso y bajo costo, lo cual lo hace accesible para la población venezolana. Asimismo, los ingredientes utilizados son aptos tanto para el público objetivo como para aquellos individuos que buscan opciones alimentarias diferentes y saludables.

## **Recomendaciones**

Basado en las conclusiones de los resultados obtenidos en el presente estudio, se sugiere para futuras investigaciones en el ámbito de la nutrición lo siguiente:

En primer lugar, se recomienda realizar análisis que permitan determinar la vida útil del análogo de yogurt. Esta información resultaría de gran valor permitiendo establecer la duración óptima de almacenamiento y comercialización del producto, asegurando así la calidad y seguridad del mismo.

En segundo lugar, se recomienda evaluar las posibles combinaciones del análogo de yogurt con distintos sabores de mermeladas con el objetivo de determinar cuál de ellas es la más agradable para los consumidores, así como la de diversificar las opciones para los padres de niños con TEA.

En tercer lugar, se insta a realizar estudios clínicos que evalúen el efecto de incluir el análogo de yogurt en la dieta de personas con autismo.

En cuarto lugar, se sugiere estudiar alérgenos alimentarios más frecuentes en la población autista venezolana, a fin de orientar la elaboración de productos específicos para este sector de la población.

En quinto lugar, se propone realizar un monitoreo público de niveles de agrotóxicos en frutas y verduras no orgánicas disponibles en el mercado venezolano, con el objetivo de estimular decisiones informadas en los consumidores.

En sexto lugar, se plantea fomentar la agricultura y ganadería ecológicas desde las instancias gubernamentales y educativas, como medida para aumentar la disponibilidad y acceso de alimentos orgánicos.

En séptimo lugar, se recomienda promover la alimentación saludable y ecológica de las mujeres en periodo fértil y las gestantes, así como la lactancia materna, el parto natural y alimentación adecuada en la infancia como medidas para prevenir el autismo.

Por último, se recomienda estudiar la relación entre la selectividad alimentaria y el estado nutricional de los niños con TEA en Venezuela con el propósito de crear estrategias dirigidas a mejorar la calidad de su dieta promoviendo de esta forma su desarrollo integral.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## Referencias

- Abdel A y Hafez H. (2015). Producing of Gluten- Free and Casein Free (GFCF) Cupcakes for Autistic Children. *J Food Nutr Disor* 4:3. doi:10.4172/2324-9323.1000170
- Adams, J; Audhya, T; McDonough-Means, S; Rubin, R; Quig, D; Geis, E; Gehn, E; Loresto, M; Mitchell, J; Atwood, S; Barnhouse, S y Lee, W. (2011). Nutritional and metabolic status of children with autism vs. neurotypical children, and the association with autism severity. *Nutrition & metabolism*, 8(1): 34. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-8-34>
- Agudelo, R. (2012). Guía práctica del módulo “Análisis Fisicoquímico de Alimentos”. Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Medicina. Universidad de Los Andes.
- Akoma, O; Elekwa, U; Afodunrinbi, A y Onyeukwu, G. (2000). Yogurt from coconut and tigernuts. *Journal of Food Technology in Africa*, 5(4), 132–134. doi:10.4314/jfta.v5i4.19270
- Akula, S. T., Nagaraja, A., Ravikanth, M., Kumar, N. G. R., Kal'yan, Y. B., & Divya, D. (2021). Antifungal efficacy of lauric acid and caprylic acid – Derivatives of virgin coconut oil against *Candida albicans*. *Biomedical And Biotechnology Research Journal*, 5(2), 229. [https://doi.org/10.4103/bbrj.bbrj\\_65\\_21](https://doi.org/10.4103/bbrj.bbrj_65_21)
- Alharthi, A; Alhazmi, S.; Alburae, N y Bahieldin, A. (2022). The Human Gut Microbiome as a Potential Factor in Autism Spectrum Disorder. *International journal of molecular sciences*, 23(3): 1363. <https://doi.org/10.3390/ijms23031363>
- Alvarado Piscal, K. (2024). Estrategias visuales y expresión oral en niños/as con autismo de educación general básica media en la Unidad Educativa Especializada Beatriz Jarrín en el año lectivo 2022 – 2023 [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15678>
- Álvares D; Semíramis M; Zapico T, J y de Aguiar Carrazedo, J. (2008). Adaptación de la escala hedónica facial para medir preferencias alimentarias de alumnos de pre-escolar. *Revista chilena de nutrición*, 35(1): 38-42. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182008000100005>
- Amomils. (2020). Yogurt de coco sin lácteos (APLV). <https://amomils.com/producto/yogur-de-coco-litro>
- APHA (American Public Health Association). (2001). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th Edition, American Public Health Association, Washington DC.

- Arias, F., (2012). El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica. (6ª ed.). Caracas: Episteme, págs. 25,110.
- Ashwell, M. (2004). Concepto sobre alimentos funcionales. International Life Sciences Institute (ILSI) Europe Concise Monograph Series. <https://www.chilebio.cl/wp-content/uploads/2015/09/Conceptos-sobre-alimentos-funcionales.pdf>
- Atwater W.O. (1910). Principles of Nutrition and Nutritive Value of Food. Washington, USA: U.S. Department of Agriculture.
- Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network Surveillance Year 2000 Principal Investigators (2007). Prevalence of autism spectrum disorders--autism and developmental disabilities monitoring network, six sites, United States, 2000. *Morbidity and mortality weekly report. Surveillance summaries*, 56(1): 1–11.
- Aydar, E; Tutuncu, S y Ozcelik, B. (2020). Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. *Journal of Functional Foods*, 70(103975), 103975. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103975>
- Azad, M; Konya, T; Maughan, H; Guttman, D; Field, C; Chari, R; Sears, M; Becker, A; Scott, J; Kozyrskyj, A y CHILD Study Investigators (2013). Gut microbiota of healthy Canadian infants: profiles by mode of delivery and infant diet at 4 months. *CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne*, 185(5): 385–394. <https://doi.org/10.1503/cmaj.121189>
- Baio, J; Wiggins, L; Christensen, D; Maenner, M; Daniels, J; Warren, Z; Kurzius-Spencer, M; Zahorodny, W; Robinson, C; White, T; Durkin, M; Imm, P; Nikolaou, L; Yeargin-Allsopp, M; Lee, L; Harrington, R; Lopez, M; Fitzgerald, R; Hewitt, A; Pettygrove, S; ... Dowling, N. (2018). Prevalence of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 8 Years - Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 Sites, United States, 2014. *Morbidity and mortality weekly report. Surveillance summaries (Washington, D.C.: 2002)*, 67(6):1–23. <https://doi.org/10.15585/mmwr.ss6706a1>
- Bedolla Bernal, S; Dueñas, C; Esquivel, I; Favela, T; Guerrero, R; Mendoza, E; Navarrete, A; Olguín, L; Oliverio P, Ortiz, J; Quiroz, M; Ramírez, A y Trujillo, M. (2011). *Introducción a la Tecnología de los Alimentos*. México: LIMUSA
- Bernat PN. (2013). *Desarrollo, caracterización y optimización de productos fermentados a base de licuados vegetales como alternativa a los yogures convencionales* [Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de València] <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/33748/Bernat%20-%20Desarrollo%2c%20caracterizaci%20y%20optimizaci%20de%20productos%20fermentados%20a%20base%20de%20licuados%20v....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Bhattacharyya, A; Sinha, M; Singh, H; Patel, R. S; Ghosh, S; Sardana, K; Ghosh, S y Sengupta, S. (2020). Mechanistic insight into the antifungal effects of a fatty acid derivative against drug-resistant fungal infections. *Frontiers in Microbiology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.02116>
- Borre, Y; O'Keeffe, G; Clarke, G; Stanton, C; Dinan, T y Cryan, J. (2014). Microbiota and neurodevelopmental windows: implications for brain disorders. *Trends in molecular medicine*, 20(9): 509–518. <https://doi.org/10.1016/j.molmed.2014.05.002>
- Bundgaard-Nielsen, C; Lauritsen, M; Knudsen, J; Rold, L; Larsen, M; Hindersson, P; Villadsen, A; Leutscher, P; Hagstrøm, S; Nyegaard, M and Sørensen, S. (2023). Children and adolescents with attention deficit hyperactivity disorder and autism spectrum disorder share distinct microbiota compositions. *Gut microbes*, 15(1): 2211923. <https://doi.org/10.1080/19490976.2023.2211923>
- Cermak S; Curtin C y Bandini L. (2010). Food selectivity and sensory sensitivity in children with autism spectrum disorders. *J Am Diet Assoc*;110(2):238-46. doi: 10.1016/j.jada.2009.10.032. PMID: 20102851; PMCID: PMC3601920.
- Chen, M; Su, T; Chen, Y; Hsu, J; Huang, K; Chang, W; Chen, T y Bai, Y. (2013). Comorbidity of allergic and autoimmune diseases in patients with autism spectrum disorder: A nationwide population-based study. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7(2): 205-212. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2012.08.008>
- Chung, M. Y., Oh, D. K., & Lee, K. W. (2012). Hypoglycemic health benefits of D-psicose. *Journal of agricultural and food chemistry*, 60(4), 863–869. <https://doi.org/10.1021/jf204050w>
- Codex Alimentarius (2003). Standard for aqueous coconut products. Coconut Milk and Coconut Cream. CXS 240-2003. FAO, WHO.
- Collins, S y Bercik, P. (2009). The relationship between intestinal microbiota and the central nervous system in normal gastrointestinal function and disease. *Gastroenterology*, 136(6): 2003–2014. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2009.01.075>
- Collins, S; Surette, M y Bercik, P. (2012). The interplay between the intestinal microbiota and the brain. *Nature reviews. Microbiology*, 10(11): 735–742. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2876>
- Condon, R; Mariné, A y Rafecas M. (1988). *Yogur: Elaboración y Valor Nutritivo*. España: Universidad de Barcelona.
- Connolly, N; Anixt, J; Manning, P; Ping-I Lin, D; Marsolo, K y Bowers, K. (2016). Maternal metabolic risk factors for autism spectrum disorder-An analysis of electronic medical records and linked birth data. *Autism research : official journal of the International Society for Autism Research*, 9(8): 829–837. <https://doi.org/10.1002/aur.1586>

- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). (1980). Norma 1195:1980. Alimentos. Determinación de nitrógeno. Método Kjeldahl. Caracas: Fondonorma.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). (1983). Norma Venezolana 924:83. Futas y productos derivados. Determinación de sólidos solubles por refractometría. Caracas: Fondonorma.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). (1989). Norma Venezolana 2592-89. Mermeladas y jaleas de frutas. Caracas, Venezuela: Fondonorma.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). (1996). Norma 3218:1996. Alimentos. Determinación de grasa libre. Caracas: Fondonorma.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). (1997a). Norma Venezolana 932:97. Leche y sus derivados. Determinación de sólidos totales. Caracas: Fondonorma.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). (1997b). Norma Venezolana 2952-1-1997. Directrices para la declaración de propiedades nutricionales y de salud en el rotulado de los alimentos envasados. Caracas, Venezuela: Fondonorma.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). (2001). Norma Venezolana 2393:01. Yogurt. 3era revisión Caracas, Venezuela: Fondonorma.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). (2021). Norma Venezolana 1315:21. Alimentos. Determinación del pH (acidez iónica). Caracas: Fondonorma.
- Cryan, J y Dinan, T. (2012). Mind-altering microorganisms: the impact of the gut microbiota on brain and behaviour. *Nature reviews. Neuroscience*, 13(10): 701–712. <https://doi.org/10.1038/nrn3346>
- D'Amore, C. y Guzmán, R. (2023). Physical Characterization of Erythrina edulis (chachafruto) Fruits and Nutritional Composition of Derived by-Products. *Acta Scientific Nutritional Health*, (7)5, 96-101. <https://doi.org/10.31080/ASNH.2023.07.1238>
- Da Cunha, D; Assunção, R; Ribeiro, R; de Lacerda, L y Stedefeldt, E. (2013). Métodos para aplicar las pruebas de aceptación para la alimentación escolar: validación de la tarjeta lúdica. *Revista Chilena de Nutrición*, 40(4), 357-363.
- Daniel, H; Hauner, H; Hornef, M y Clavel, T. (2022). Allulose in human diet: the knowns and the unknowns. *The British journal of nutrition*, 128(2), 172–178. <https://doi.org/10.1017/S0007114521003172>
- Dávila, E. (2017). Bebidas vegetales y leches de otros mamíferos. *Archivos Venezolanos de Puericultura y Pediatría*, 80(3), 96-101.

[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S000406492017000300007&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000406492017000300007&lng=es&tlng=es)

- Davoli, M; Thomson, C y McCoy, K. (2021). Microbiota and Microglia Interactions in ASD. *Frontiers in immunology*, 12 (676255). <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.676255>.
- Dayrit, F. (2014). The Properties of Lauric Acid and Their Significance in Coconut Oil. *Journal Of The American Oil Chemists' Society*, 92(1), 1-15. <https://doi.org/10.1007/s11746-014-2562-7>
- De Angelis, M; Francavilla, R; Piccolo, M; De Giacomo, A y Gobbetti, M. (2015). Autism spectrum disorders and intestinal microbiota. *Gut microbes*, 6(3):207–213. <https://doi.org/10.1080/19490976.2015.1035855>
- De Angelis, M; Piccolo, M; Vannini, L; Siragusa, S; De Giacomo, A; Serrazzanetti, D; Cristofori, F; Guerzoni, M; Gobbetti, M y Francavilla, R. (2013). Fecal microbiota and metabolome of children with autism and pervasive developmental disorder not otherwise specified. *PloS one*, 8(10): e76993. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0076993>
- De Theije, C. G; Wu, J; da Silva, S. L; Kamphuis, P. J; Garsen, J; Korte, S. M y Kraneveld, A. D. (2011). Vías subyacentes a la conexión intestino-cerebro en los trastornos del espectro autista como objetivos futuros para el manejo de enfermedades. *European journal of pharmacology*, 668 Suppl 1, S70–S80. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2011.07.013>
- Delgado, V; Cortés, P; Guevara, A y Vilchez, C. (2020). Características físico-químicas de las semillas de pajuro (*Erythrina edulis* Triana) y propiedades funcionales después de la extrusión. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(3), 263-273. <https://dx.doi.org/10.18271/ria.2020.660>
- Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration y Center for Food Safety and Applied Nutrition (2020). The Declaration of Allulose and Calories from Allulose on Nutrition and Supplement Facts Labels: Guidance for Industry. <https://www.fda.gov/media/123342/download>
- Di Vincenzo, F; Del Gaudio, A; Petito, V; Lopetuso, L y Scaldaferri, F. (2024). Gut microbiota, intestinal permeability, and systemic inflammation: a narrative review. *Internal and Emergency Medicine*, 19(2): 275–293. <https://doi.org/10.1007/s11739-023-03374-w>
- Diaz Heijtz, R; Wang, S; Anuar, F; Qian, Y; Björkholm, B; Samuelsson, A; Hibberd, M; Forssberg, H y Pettersson, S. (2011). Normal gut microbiota modulates brain development and behavior. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(7): 3047–3052. <https://doi.org/10.1073/pnas.1010529108>

- Doenyas C. (2018). Dietary interventions for autism spectrum disorder: New perspectives from the gut-brain axis. *Physiology & behavior*, 194: 577–582. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.07.014>
- Elsabbagh, M; Divan, G; Koh, Y; Kim, Y; Kauchali, S; Marcín, C; Montiel-Nava, C; Patel, V; Paula, C; Wang, C, Yasamy, M y Fombonne, E. (2012). Global prevalence of autism and other pervasive developmental disorders. *Autism research: official journal of the International Society for Autism Research*, 5(3): 160–179. <https://doi.org/10.1002/aur.239>
- Emanuele, E; Orsi, P; Boso, M; Broglia, D; Brondino, N; Barale, F; di Nemi, S y Politi, P. (2010). Low-grade endotoxemia in patients with severe autism. *Neuroscience letters*, 471(3): 162–165. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2010.01.033>
- Environmental Working Group. (20 de marzo de 2024). EWG's 2024 Shopper's Guide to Pesticides in Produce™. <https://www.ewg.org/foodnews/full-list.php>
- Escamilo, S. (2012). *El pajuro (Erythrina edulis): Alimento andino en extinción. Investigaciones Sociales. UNMSM. Lima, Perú.* 16(28): 97-104
- Esposito, M; Mirizzi, P; Fadda, R; Pirollo, C; Ricciardi, O; Mazza, M y Valenti, M. (2023). Selectividad alimentaria en niños con autismo: pautas para la evaluación e intervenciones clínicas. *Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública*, 20(6), 5092. <https://doi.org/10.3390/ijerph20065092>
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2004). Informe de la 36ª reunión del comité del codex sobre aditivos alimentarios y contaminantes de los alimentos. [Documento en línea]. <https://www.fao.org/3/j2262s/j2262s06.htm>
- Fattorusso, A; Di Genova, L; Dell'Isola, G. B; Mencaroni, E y Esposito, S. (2019). Autism Spectrum Disorders and the Gut Microbiota. *Nutrients*, 11(3): 521. <https://doi.org/10.3390/nu11030521>
- Finegold S. (2008). Therapy and epidemiology of autism--clostridial spores as key elements. *Medical hypotheses*, 70(3): 508–511. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2007.07.019>
- Finegold S. (2011). Desulfovibrio species are potentially important in regressive autism. *Medical hypotheses*, 77(2): 270–274. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2011.04.032>
- Finegold, S; Dowd, S; Gontcharova, V; Liu, C; Henley, K; Wolcott, R; Youn, E; Summanen, P; Granpeesheh, D; Dixon, D; Liu, M; Molitoris, D y Green, J. (2010). Pyrosequencing study of fecal microflora of autistic and control children. *Anaerobe*, 16(4): 444–453. <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2010.06.008>

- Finegold, S; Downes, J y Summanen, P. (2012). Microbiology of regressive autism. *Anaerobe*, 18(2): 260–262. <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2011.12.018>
- Finegold, S; Molitoris, D; Song, Y; Liu, C; Vaisanen, M; Bolte, E; McTeague, M; Sandler, R; Wexler, H; Marlowe, E; Collins, M; Lawson, P; Summanen, P; Baysallar, M; Tomzynski, T; Read, E; Johnson, E; Rolfe, R; Nasir, P; Shah, H; ... Kaul, A. (2002). Gastrointestinal microflora studies in late-onset autism. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*, 35(Suppl 1): S6–S16. <https://doi.org/10.1086/341914>
- Fond, G; Boukouaci, W; Chevalier, G; Regnault, A; Eberl, G; Hamdani, N; Dickerson, F; Macgregor, A; Boyer, L; Dargel, A; Oliveira, J; Tamouza, R y Leboyer, M. (2015). The "psychomicrobiotic": Targeting microbiota in major psychiatric disorders: A systematic review. *Pathologie-biologie*, 63(1): 35–42. <https://doi.org/10.1016/j.patbio.2014.10.003>
- Gabriele, S; Sacco, R; Cerullo, S; Neri, C; Urbani, A; Tripi, G; Malvy, J; Barthelemy, C; Bonnet, F y Persico, A. (2014). Urinary p-cresol is elevated in young French children with autism spectrum disorder: a replication study. *Biomarkers : biochemical indicators of exposure, response, and susceptibility to chemicals*, 19(6): 463–470. <https://doi.org/10.3109/1354750X.2014.936911>
- Gao, Y., Zhang, X., Ren, G., Wu, C., Qin, P., & Yao, Y. (2020). Peptides from Extruded Lupin (*Lupinus albus* L.) Regulate Inflammatory Activity via the p38 MAPK Signal Transduction Pathway in RAW 264.7 Cells. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 68(42), 11702-11709. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c02476>
- García Ahued, M. (2014). Análisis sensorial de alimentos. *Pädi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 2(3). <https://doi.org/10.29057/icbi.v2i3.533>
- Gil, A. (2010). *Tratado de nutrición tomo II. Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. 2da Edición. Caracas, Venezuela: Panamericana.
- Gobierno de Navarra. (2020). *Norma Técnica Artesana Del Yogur*. <https://www.navarra.es/documents/48192/6664822/PROPUESTA+4.4+NTA+Yogur+V3++19062020.pdf/5413a1c3-19ba-cd47-77fb-3da24ea4f9dc?t=1614774409000#:~:text=De%20acuerdo%20con%20el%20Decreto%20Foral%20103/1994%2C,exigidos%20por%20la%20normativa%20de%20la%20artesana%C3%Ada>
- Gonzalez, L. (17 de octubre de 2016). El gran viaje del coco. All You Need Is Biology. <https://allyouneedisbiology.wordpress.com/2016/06/20/biologia-cocotero-coco/>

- Grasso, N.; Alonso-Miravalles, L.; O'Mahony, J.A. (2023) Composition, Physicochemical and Sensorial Properties of Commercial Plant-Based Yogurts. *Foods* 2020, 9, 252. <https://doi.org/10.3390/foods9030252>
- Guimarães, A y Venâncio, A. (2022). The Potential of Fatty Acids and Their Derivatives as Antifungal Agents: A Review. *Toxins (Basel)*, 14(3), 188. <https://doi.org/10.3390/toxins14030188>
- Guinard, J. (2001) Sensory and Consumer Testing with Children: A Review. *Trends in Food Science & Technology*, 11, 273-283. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(01\)00015-2](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(01)00015-2)
- Gurney, J; McPheeters, M y Davis, M. (2006). Parental report of health conditions and health care use among children with and without autism: National Survey of Children's Health. *Arch Pediatr Adolesc Med*, 160(8):825-30. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2012.08.008>
- Gutiérrez, W; Sáyago, S; Goñi, I; Gutiérrez, F; Abud, M; Rejón, J; Rincón, R; Peña, B y Ruíz, V. (2020). Changes in Intestinal Microbiota and Predicted Metabolic Pathways During Colonic Fermentation of Mango (*Mangifera indica* L.)—Based Bar Indigestible Fraction. *Nutrients*, 12(3), 683. <https://doi.org/10.3390/nu12030683>
- Han, Y; Han, H; Kim, A; Choi, J; Cho, S; Park, Y; Jung, U y Choi, M. (2016). d-Allulose supplementation normalized the body weight and fat-pad mass in diet-induced obese mice via the regulation of lipid metabolism under isocaloric fed condition. *Molecular nutrition & food research*, 60(7): 1695–1706. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201500771>
- Han, Y; Yoon, J y Choi, M. S. (2020). Tracing the Anti-Inflammatory Mechanism/Triggers of d-Allulose: A Profile Study of Microbiome Composition and mRNA Expression in Diet-Induced Obese Mice. *Molecular nutrition & food research*, 64(5): e1900982. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201900982>
- Hao, X; Pan, J; Gao, X; Zhang, S; y Li, Y. (2020). Gut microbiota on gender bias in autism spectrum disorder. *Reviews in the neurosciences*, Advance online publication. <https://doi.org/10.1515/revneuro-2020-0042>.
- Hediger, M. L; England, L. J; Molloy, C. A; Yu, K. F; Manning-Courtney, P y Mills, J. L. (2008). Reduced bone cortical thickness in boys with autism or autism spectrum disorder. *Journal of autism and developmental disorders*, 38(5): 848–856. <https://doi.org/10.1007/s10803-007-0453-6>.
- Herman, A y Herman, A. (2022). Could Candida Overgrowth Be Involved in the Pathophysiology of Autism?. *Journal of clinical medicine*, 11(2): 442. <https://doi.org/10.3390/jcm1102044>
- Hewlings, S. (2020). Coconuts and health: Different chain lengths of saturated fats require different consideration. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*, 7(4), 59. <https://doi.org/10.3390/jcdd7040059>

- Hishiike, T; Ogawa, M; Hayakawa, S; Nakajima, D; O'Charoen, S; Ooshima, H y Sun, Y. (2013). Transepithelial transports of rare sugar D-psicose in human intestine. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(30), 7381–7386. <https://doi.org/10.1021/jf401449m>
- Hossain, M; Kitagaki, S; Nakano, D; Nishiyama, A; Funamoto, Y; Matsunaga, T; Tsukamoto, I; Yamaguchi, F; Kamitori, K; Dong, Y; Hirata, Y; Murao, K; Toyoda, Y y Tokuda, M. (2011). Rare sugar D-psicose improves insulin sensitivity and glucose tolerance in type 2 diabetes Otsuka Long-Evans Tokushima Fatty (OLETF) rats. *Biochemical and biophysical research communications*, 405(1): 7–12. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2010.12.091>
- <https://dspace.unl.edu.ec/bitstream/123456789/6094/1/Jeison%20Adrian%20Sangurima%20Merch%C3%A1n.pdf>
- Hughes, H and Ashwood, P. (2018). Anti-Candida albicans IgG Antibodies in Children With Autism Spectrum Disorders. *Frontiers in psychiatry*, 9: 627. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2018.00627>
- Hyman, S. L., Levy, S. E., Myers, S. M., & Council on children with disabilities, section on developmental and behavioral pediatrics (2020). Identification, Evaluation, and Management of Children With Autism Spectrum Disorder. *Pediatrics*, 145(1), e20193447. <https://doi.org/10.1542/peds.2019-3447>
- INN (Instituto Nacional de Nutrición) (2012). Valores de Referencia de energía y nutrientes para la población venezolana. Revisión 2012. Caracas, Venezuela: Fondo Editorial Gente de Maíz
- Intiquilla, A.; Jiménez, K; Zavaleta, A; Arnao, I; Peña, C; Chávez, E y Hernández, B. (2016). Erythrina Edulis (Pajuro) Seed Protein: A New Source of Antioxidant Peptides. *Natural Product Communications*, 11(6): 1934578X1601100. <https://doi.org/10.1177/1934578x1601100620>
- Iovene, M; Bombace, F; Maresca, R; Sapone, A; Iardino, P; Picardi, A; Marotta, R; Schiraldi, C; Siniscalco, D; Serra, N; de Magistris, L y Bravaccio, C. (2017). Intestinal Dysbiosis and Yeast Isolation in Stool of Subjects with Autism Spectrum Disorders. *Mycopathologia*, 182(3-4): 349–363. <https://doi.org/10.1007/s11046-016-0068-6>
- Isaksen, J; Bryn, V; Diseth, T; Heiberg, A; Schjøberg, S y Skjeldal, O. (2013). Children with autism spectrum disorders - the importance of medical investigations. *European journal of paediatric neurology : EJPN : official journal of the European Paediatric Neurology Society*, 17(1): 68–76. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2012.08.004>
- ISO (International Standard Organization). (2009). NC ISO 7889:2009. Yogurt. Enumeration of characteristic microorganisms. Colony count technique at 37 °C.
- Kang, D; Park, J; Ilhan, Z; Wallstrom, G; Labaer, J; Adams, J y Krajmalnik, R. (2013). Reduced incidence of Prevotella and other

- fermenters in intestinal microflora of autistic children. *PloS one*, 8(7): e68322. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0068322>
- Kim, H; Castellon, M; Arbizu, S; Talcott, S; Drury, N; Smith, S y Mertens, S. (2021). Mango (*Mangifera indica* L.) Polyphenols: Anti-Inflammatory Intestinal Microbial Health Benefits, and Associated Mechanisms of Actions. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 26(9): 2732. <https://doi.org/10.3390/molecules260927328>
- Kimoto, H; Moriya, N; Hayakawa, S; Kuramasu, K; Ohmori, H; Yamasaki, S y Ogawa, M. (2017). Effects of rare sugar D-allulose on acid production and probiotic activities of dairy lactic acid bacteria. *Journal of dairy science*, 100(7), 5936–5944. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12214>
- Kishida, K; Martinez, G; Iida, T; Yamada, T; Ferraris, R y Toyoda, Y. (2019). d-Allulose is a substrate of glucose transporter type 5 (GLUT5) in the small intestine. *Food chemistry*, 277, 604–608. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.003>
- Kohane, I; McMurry, A; Weber, G; MacFadden, D; Rappaport, L; Kunkel, L; Bickel, J; Wattanasin, N; Spence, S; Murphy, S y Churchill, S. (2012). The co-morbidity burden of children and young adults with autism spectrum disorders. *PloS one*, 7(4): e33224. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0033224>
- Korpela, K; Salonen, A; Virta, L; Kekkonen, R; Forslund, K; Bork, P y de Vos, W. (2016). Intestinal microbiome is related to lifetime antibiotic use in Finnish pre-school children. *Nature communications*, 7: 10410. <https://doi.org/10.1038/ncomms10410>
- Kratsman, N; Getselter, D y Elliott, E. (2016). Sodium butyrate attenuates social behavior deficits and modifies the transcription of inhibitory/excitatory genes in the frontal cortex of an autism model. *Neuropharmacology*: 102, 136–145. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2015.11.003>
- Kreiser, N y White, S. (2014). ASD in females: are we overstating the gender difference in diagnosis?. *Clinical child and family psychology review*, 17(1): 67–84. <https://doi.org/10.1007/s10567-013-0148-9>
- Lactalis. (2024). Productos Yoka Venezuela. <https://www.lactalis.com.ve/yoka>
- Lee, K; Song, Y; Wu, W; Yu, K y Zhang, G. (2020). The gut microbiota, environmental factors, and links to the development of food allergy. *Clinical and Molecular Allergy: CMA*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12948-020-00120-x>
- Iida, T; Hayashi, N; Yamada, T; Yoshikawa, Y; Miyazato, S; Kishimoto, Y; Okuma, K; Tokuda, M y Izumori, K. (2010). Failure of d-psicose absorbed in the small intestine to metabolize into energy and its low large intestinal fermentability in

- humans. *Metabolism: clinical and experimental*, 59(2), 206–214. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2009.07.018>
- Lorusso, A; Coda, R; Montemurro, M y Rizzello C. (2018). Use of Selected Lactic Acid Bacteria and Quinoa Flour for Manufacturing Novel Yogurt-Like Beverages. *Foods*; 7(4):51. <https://doi.org/10.3390/foods7040051>
- Ludeña, F., (2022). *Caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial de un producto fermentado tipo yogurt a base de quinua (Chenopodium quinoa Willd.)*. (Tesis de doctorado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Peru). Archivo Digital. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5288/lude%c3%b1a-urquizo-fanny-emma.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MacFabe, D; Cain, D; Rodriguez, K; Franklin, A; Hoffman, J; Boon, F; Taylor, A; Kavaliers, M y Ossenkopp, K. (2007). Neurobiological effects of intraventricular propionic acid in rats: possible role of short chain fatty acids on the pathogenesis and characteristics of autism spectrum disorders. *Behavioural brain research*, 176(1): 149–169. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2006.07.025>
- MacFabe, D; Cain, N; Boon, F; Ossenkopp, K y Cain, D. (2011). Effects of the enteric bacterial metabolic product propionic acid on object-directed behavior, social behavior, cognition, and neuroinflammation in adolescent rats: Relevance to autism spectrum disorder. *Behavioural brain research*, 217(1): 47–54. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2010.10.005>
- Maenner, M. J; Warren, Z; Williams, A; Amoakohene, E; Bakian, A; Bilder, D; Durkin, M; Fitzgerald, R; Furnier, S; Hughes, M; Ladd-Acosta, C; McArthur, D; Pas, E; Salinas, A; Vehorn, A., Williams, S; Esler, A; Grzybowski, A; Hall-Lande, J., . . . Shaw, K. (2023). Prevalence and Characteristics of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 8 Years — Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 Sites, United States, 2020. *Morbidity And Mortality Weekly Report. Surveillance Summaries*, 72(2): 1-14. <https://doi.org/10.15585/mmwr.ss7202a1>
- Mäkinen, O. E; Wanhalinna, V; Zannini, E y Arendt, E. K. (2016). Foods for Special Dietary Needs: Non-dairy Plant-based Milk Substitutes and Fermented Dairy-type Products. *Critical reviews in food science and nutrition*, 56(3): 339–349. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.761950>
- Matsuo, T., Suzuki, H., Hashiguchi, M., & Izumori, K. (2002). D-psicose is a rare sugar that provides no energy to growing rats. *Journal of nutritional science and vitaminology*, 48(1), 77–80. <https://doi.org/10.3177/jnsv.48.77>
- Mayer, E. A; Padua, D y Tillisch, K. (2014). Altered brain-gut axis in autism: comorbidity or causative mechanisms? *BioEssays: news and reviews in molecular, cellular and developmental biology*, 36(10): 933–939. <https://doi.org/10.1002/bies.201400075>

- Mazurek, M; Vasa, R; Kalb, L; Kanne, S; Rosenberg, D; Keefer, A; Murray, D; Freedman, B y Lowery, L. (2013). Anxiety, sensory over-responsivity, and gastrointestinal problems in children with autism spectrum disorders. *Journal of abnormal child psychology*, 41(1): 165–176. <https://doi.org/10.1007/s10802-012-9668-x>
- McElhanon, B; McCracken, C; Karpen, S y Sharp, W. (2014). Gastrointestinal symptoms in autism spectrum disorder: a meta-analysis. *Pediatrics*, 133(5): 872–883. <https://doi.org/10.1542/peds.2013-3995>
- Montemurro, M; Pontonio, E; Coda, R y Rizzello, C. G. (2021). Plant-Based Alternatives to Yogurt: State-of-the-Art and Perspectives of New Biotechnological Challenges. *Foods* 10(2): 316. <https://doi.org/10.3390/foods10020316>
- Moshtaghian, H., Hallström, E., Bianchi, M., & Bryngelsson, S. (2024). Nutritional profile of plant-based dairy alternatives in the Swedish market. *Current Research In Food Science*, 100712. <https://doi.org/10.1016/j.crf.2024.100712>
- Nájera, E; Espindola, Y y García, B. (2021). ¿Bebidas vegetales o leche de vaca? *Ecofronteras*, 25(71), 22–24.
- Navarro, F; Liu, Y y Rhoads, J. (2016). Can probiotics benefit children with autism spectrum disorders?. *World journal of gastroenterology*, 22(46): 10093–10102. <https://doi.org/10.3748/wjg.v22.i46.10093>
- Navarro, P., Tapia, M., Pérez, E., Fernández, J., & Welti Chanes, J. (2007). Leche de coco, composición, tecnología y funcionalidad. *Nuevas Oportunidades para su conservación y uso. Agrollanía*, 4: 37-52.
- Naz, H; Raza, N; Murtaza, S; Naz, A y Farooq, U. (2023). Development and Quality Evaluation of Non-Dairy Yogurts: Evaluation of Non-Dairy Yogurts. *DIET FACTOR (Journal of Nutritional and Food Sciences)*, 4(01), 06–12. <https://doi.org/10.54393/df.v4i01.71>
- Nielsen, S. (2009). *Análisis de los alimentos*. Zaragoza, España: Acribia
- Nirmalkar, K; Patel, J; Kang, D; Bellinghiere, A; Bowes, D; Adams, J y Krajmalnik, R. (2023). Bimodal distribution of *Candida albicans* in children with Autism linked with ASD symptoms. *bioRxiv*, 2023-07.
- Nonye A; Eke, J; Ishiwu, C; Wabali; V(2023). Physicochemical Properties and Sensory Evaluation of a Plant-Based Yoghurt Produced from Blends of Tiger Nut, Coconut and Dates. *World Journal of Food Science and Technology*, 7 (3): 48-56. doi: 10.11648/j.wjfst.20230703.12
- Norma Oficial Mexicana. (2002). NOM-185-SSA1-2002, Productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos

lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche. Especificaciones sanitarias.

- Obando, M; Brito, C. S; Schöbitz, R. P; Baez, L. A y Horzella, M. Y. (2010). Viabilidad de los microorganismos probióticos *Lactobacillus casei* 01, *Lactobacillus acidophilus* La-5, *Bifidobacterium* BB12 durante el almacenamiento de queso cottage. *Vitae*, 17(2): 141-148.
- Ordoñez, M. (2021). Formulación de una mermelada de mango y maracuyá con inclusión de inulina de acuerdo a la NTE INEN 2825. Universidad Técnica de Machala
- Östlund, J; Röhnisch, H; Zamaratskaia, G; Langton, M y Wendin, K. (2024). Attitudes and preferences regarding plant-based yoghurt analogues among Swedish consumers with different dietary habits. *International Journal Of Gastronomy And Food Science* (Print), 35, 100865. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100865>
- Palmares, B; Jiménez, A y Soledad, B. (2023). Formulación y elaboración de una mermelada sabor a mango sin azúcar añadido. *Tekhné*, 26(2): 32-41.
- Panyod, S; Wu, W; Chen, C; Wu, M; Ho, C y Sheen, L. (2021). Modulation of gut microbiota by foods and herbs to prevent cardiovascular diseases. *Journal of traditional and complementary medicine*, 13(2): 107–118. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2021.09.006>
- Pedrero, D. y Pangborn, R. (1997). Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos. México: Editorial Alhambra Mexicana
- Pérez, N. (2013). *Desarrollo, caracterización y optimización de productos fermentados a base de licuados vegetales como alternativa a los yogures convencionales*. [Tesis de doctorado. Universidad Politécnica de Valencia. España] Archivo Digital. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/33748/Bernat%20%20Desarrollo%20caracterizaci%c3%b3n%20y%20optimizaci%c3%b3n%20de%20productos%20fermentados%20a%20base%20de%20licuados%20v....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Persico, A. y Napolioni, V. (2013). Urinary p-cresol in autism spectrum disorder. *Neurotoxicology and teratology*, 36: 82–90. <https://doi.org/10.1016/j.ntt.2012.09.002>
- Plamada, D; Teleky, B; Nemes, S; Mitrea, L; Szabo, K; Călinoiu, L; Pascuta, M; Varvara, R; Ciont, C; Martău, G; Simon, E; Barta, G; Dulf, F; Vodnar, D y Nănescu, M. (2023). Plant-based dairy alternatives—A future direction to the milky way. *Foods* (Basel, Switzerland), 12(9), 1883. <https://doi.org/10.3390/foods12091883>
- Pontonio, E; Raho, S; Dingeo, C; Centrone, D; Carofiglio, V. E y Rizzello, C. G. (2020). Nutritional, Functional, and Technological Characterization of a Novel Gluten- and Lactose-Free Yogurt-Style Snack Produced With Selected Lactic

- Acid Bacteria and Leguminosae Flours. *Frontiers in microbiology*, 11: 1664. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01664>
- Ramírez, J; Ulloa, Petra, R; Velázquez, M; Ulloa, J y Arce, F. (2011). Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. *Revista Fuente* (abril-junio): 1,5
- Ranjan S y Nasser JA. (2015). Nutritional Status of Individuals with Autism Spectrum Disorders: Do We Know Enough? *Advances in Nutrition* 6(4): 397–407. <https://doi.org/10.3945/an.114.007914>.
- Raoul, P; Cintoni, M; Palombaro, M; Basso, L; Rinninella, E; Gasbarrini, A y Mele, M. (2022). Food Additives, a Key Environmental Factor in the Development of IBD through Gut Dysbiosis. *Microorganisms*, 10(1): 167. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10010167>
- Reddy, L. V., Wee, Y., Ye, W., & Korivi, M. (2021). Nutritional Composition and Bioactive Compounds in Three Different Parts of Mango Fruit. *International Journal Of Environmental Research And Public Health* (Online), 18(2), 741. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020741>
- Reichelt, K and Knivsberg, A. (2009). The possibility and probability of a gut-to-brain connection in autism. *Annals of clinical psychiatry : official journal of the American Academy of Clinical Psychiatrists*, 21(4): 205–211.
- Reyes-Jurado, F; Soto, N; Dávila, M; Lorenzo, AC; Jiménez, MT; Mani, E y López, A. (2021). Alternativas de leche de origen vegetal: tipos, procesos, beneficios y características. *Food Reviews International*: 1-32. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1952421>
- Rhee, S; Pothoulakis, C y Mayer, E. (2009). Principles and clinical implications of the brain-gut-enteric microbiota axis. *Nature reviews. Gastroenterology & hepatology*, 6(5): 306–314. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2009.35>
- Rose, S; Bennuri, S; Davis, J; Wynne, R; Slattery, J; Tippett, M; Delhey, L; Melnyk, S; Kahler, S; MacFabe, D y Frye, R.(2018). Butyrate enhances mitochondrial function during oxidative stress in cell lines from boys with autism. *Translational psychiatry*, 8(1): 42. <https://doi.org/10.1038/s41398-017-0089-z>
- Sabatini, B; Cobus, D y Ito, V (2023). Sensibilidade sensorial e seletividade alimentar em crianças com transtorno do espectro autista (TEA): diretrizes para a terapia alimentar. *Dataset Reports*, 2(1). <https://doi.org/10.58951/dataset.2023.64>.
- Sánchez, M; Sánchez, J y Zamora, W.(2019). Tecnificar y conservar los componentes bioactivo del Pashul (*Erythrina edulis*) para el consumo humano. <https://www.redalyc.org/journal/5217/521763179001/html>

- Sangurima, J. (2013). Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa productora de crema de coco y su comercialización en provincia de el oro [Tesis de pregrado para optar por el título de ingeniero comercial. Universidad Nacional de Loja].
- Satokari, R. (2020). High intake of sugar and the balance between pro- and anti-inflammatory gut bacteria. *Nutrients*, 12(5): 1348. <https://doi.org/10.3390/nu12051348>
- Schieve, L; Gonzalez, V; Boulet, S; Visser, S; Rice, C; Van Naarden Braun, K y Boyle, C. (2012). Concurrent medical conditions and health care use and needs among children with learning and behavioral developmental disabilities, National Health Interview Survey, 2006-2010. *Research in developmental disabilities*, 33(2): 467–476. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.10.008>
- Schultz, S; Klonoff-Cohen, H; Wingard, D; Akshoomoff, N; Macera, C; Ji y Bacher, C. (2006). Breastfeeding, infant formula supplementation, and Autistic Disorder: the results of a parent survey. *International breastfeeding journal*, 1:16. <https://doi.org/10.1186/1746-4358-1-16>
- Sealey, L; Hughes, B; Sriskanda, A; Guest, J; Gibson, A; Johnson, L; Pace, D y Bagasra, O. (2016). Environmental factors in the development of autism spectrum disorders. *Environment international*, 88: 288–298. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.12.021>
- Selmin, O; Papoutsis, A; Hazan, S; Smith, C; Greenfield, N; Donovan, M; Wren, S; Doetschman, T; Snider, J; Snider, A; Chow, S y Romagnolo, D. (2021). n-6 High Fat Diet Induces Gut Microbiome Dysbiosis and Colonic Inflammation. *International journal of molecular sciences*, 22(13): 6919. <https://doi.org/10.3390/ijms22136919>
- Semprún Hernández, N (Escuela de Salud Integrativa). (22 de julio de 2021). *Neuroinmunomodulación en Autismo y TDAH [Factores y Síntomas] cómo paliarlos con la nutrición.* [Archivo de Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=A2-7GsbkJm>
- Sethi, S; Tyagi, S y Anurag, R. (2016). Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 53(9): 3408–3423. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2328-3>
- Shaw W. (2010). Increased urinary excretion of a 3-(3-hydroxyphenyl)-3-hydroxypropionic acid (HPHPA), an abnormal phenylalanine metabolite of Clostridia spp. in the gastrointestinal tract, in urine samples from patients with autism and schizophrenia. *Nutritional neuroscience*, 13(3): 135–143. <https://doi.org/10.1179/147683010X12611460763968>
- Shaw, W (2018). Yeast and fungi: how control them. En W. Shaw (Ed.), *Biological Treatments for Autism and PDD* (pp. 48-65)

- Sherwin, E; Sandhu, K; Dinan, T y Cryan, J. (2016). May the Force Be With You: The Light and Dark Sides of the Microbiota-Gut-Brain Axis in Neuropsychiatry. *CNS drugs*, 30(11): 1019–1041. <https://doi.org/10.1007/s40263-016-0370-3>
- Shultz, S; MacFabe, D; Ossenkopp, K; Scratch, S; Whelan, J; Taylor, R y Cain, D. (2008). Intracerebroventricular injection of propionic acid, an enteric bacterial metabolic end-product, impairs social behavior in the rat: implications for an animal model of autism. *Neuropharmacology*, 54(6), 901–911. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2008.01.013>
- Shultz, S; MacFabe, D; Ossenkopp, K; Scratch, S; Whelan, J; Taylor, R y Cain, D. (2008). Intracerebroventricular injection of propionic acid, an enteric bacterial metabolic end-product, impairs social behavior in the rat: implications for an animal model of autism. *Neuropharmacology*, 54(6): 901–911. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2008.01.013>
- Silva, A; Silva, M y Ribeiro, B. (2020). Health issues and technological aspects of plant-based alternative milk. *Food Research International*, 131, 108972. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108972>
- Silva, M. (2016). Aceptabilidad de yogurt probiótico de mango (*mangifera indica*) enriquecido con albúmina pasteurizada deshidratada. Universidad le cordon bleu. <https://repositorio.ulcb.edu.pe/handle/ULCB/21>
- Song, Z; Song, R; Liu, Y; Wu, Z y Zhang, X. (2023). Effects of ultra-processed foods on the microbiota-gut-brain axis: The bread-and-butter issue. *Food research international (Ottawa, Ont.)*, 167: 112730. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112730>
- Strati, F; Cavalieri, D.; Albanese, D; De Felice, C; Donati, C; Hayek, J; Jousson, O; Leoncini, S; Renzi, D; Calabrò, A y De Filippo, C. (2017). New evidences on the altered gut microbiota in autism spectrum disorders. *Microbiome*, 5(1): 24. <https://doi.org/10.1186/s40168-017-0242-1>
- SU'l, M., Sumaryati, E., Anggraeni, F. D., Utomo, Y., Anggraini, N., & Rofiqoh, N. L. (2020). Monoglyceride biosynthesis from coconut milk with lypase enzyme of sesame seed sprouts as biocatalyst. *Food Science and Technology*, 41, 328-333.
- Suarez M y Crinion K (2015). Food Choices of Children With Autism Spectrum Disorders. *Int J School Health*. 2015 July; 2(3): e27502. DOI: 10.17795/intjsh-27502.
- Takuma, K; Hara, Y; Kataoka, S; Kawanai, T; Maeda, Y; Watanabe, R; Takano, E; Hayata, A; Hashimoto, H; Ago, Y y Matsuda, T. (2014). Chronic treatment with valproic acid or sodium butyrate

attenuates novel object recognition deficits and hippocampal dendritic spine loss in a mouse model of autism. *Pharmacology, biochemistry, and behavior*, 126: 43–49. <https://doi.org/10.1016/j.pbb.2014.08.013>

Tal cual digital (19 de junio de 2022). En Venezuela no hay registro actualizado de personas con trastornos del espectro autista. <https://talcualdigital.com/venezuela-no-hay-registro-actualizado-de-personas-con-trastornos-del-espectro-autista/>

Thomas, R; Meeking, M; Mepham, J; Tichenoff, L; Possmayer, F; Liu, S y MacFabe, D. (2012). The enteric bacterial metabolite propionic acid alters brain and plasma phospholipid molecular species: further development of a rodent model of autism spectrum disorders. *Journal of neuroinflammation*, 9: 153. <https://doi.org/10.1186/1742-2094-9-153>

Treating Autism, ESPA Research & Autism Treatment Plus. (2014). Comorbilidades médicas en los trastornos del espectro autista. Manual básico para el personal de atención de salud y formuladores de políticas. 2da ed. [Documento en línea]. <https://apacv.org/wp-content/uploads/2015/07/comorbilidades-medicas-del-espectro-autista-manual-personal-atencionsalud.pdf>

Trejo, J. (2015). *Desarrollo y comparación de los principales componentes nutricionales de leches vegetales* [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro División de Ciencia Animal] Repositorio Digital del Centro de Información y Documentación "Dr. Egidio E. Rebonato". <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7731/T20674%20%20TREJO%20SOLIS%2c%20%20JOSE%20ALFREDO%20%2063756.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Van De Sande, MM; van Buul, V J y Brouns, F. J. (2014). Autism and nutrition: the role of the gut-brain axis. *Nutrition research reviews*, 27(2): 199–214.

Wang, L; Tancredi, D y Thomas, D. (2011). The prevalence of gastrointestinal problems in children across the United States with autism spectrum disorders from families with multiple affected members. *Journal of developmental and behavioral pediatrics : JDBP*, 32(5): 351–360. <https://doi.org/10.1097/DBP.0b013e31821bd06a>

Wang, Y y Kasper, L. (2014). The role of microbiome in central nervous system disorders. *Brain, behavior, and immunity*, 38: 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2013.12.015>

Wang, Y y Kasper, L. (2014). The role of microbiome in central nervous system disorders. *Brain, behavior, and immunity*, 38: 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2013.12.015>

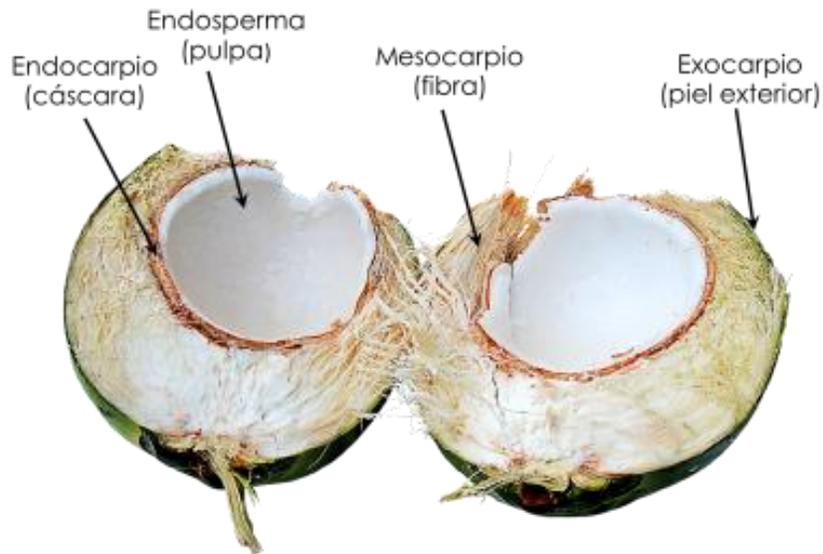
Weig, M., Werner, E., Frosch, M., & Kasper, H. (1999). Limited effect of refined carbohydrate dietary supplementation on colonization of the gastrointestinal

- tract of healthy subjects by *Candida albicans*. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69(6), 1170–1173. <https://doi.org/10.1093/ajcn/69.6.1170>
- Weiss, G y Henet, T. (2017). Mechanisms and consequences of intestinal dysbiosis. *Cellular and molecular life sciences : CMLS*, 74(16): 2959–2977. <https://doi.org/10.1007/s00018-017-2509-x>
- Williams, J; Higgins, J y Brayne, C. (2006). Systematic review of prevalence studies of autism spectrum disorders. *Archives of disease in childhood*, 91(1): 8–15. <https://doi.org/10.1136/adc.2004.062083>
- Wittig de Penna, E, Bunger Timemlann, A & Serrano Valdés, L. (2000). Entrenamiento de paneles sensoriales constituidos por niños. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 50(1), 19-25. Recuperado en 08 de abril de 2024, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222000000100002&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222000000100002&lng=es&tlng=es)
- Xie, A., Dong, Y., Liu, Z., Li, Z., Shao, J., Li, M., & Yue, X. (2023). A review of plant-based drinks addressing nutrients, flavor, and processing technologies. *Foods* (Basel, Switzerland), 12(21), 3952. <https://doi.org/10.3390/foods12213952>
- Yang, Y; Zhou, S; Xing, Y; Yang, G y You, M. (2023). Impact of pesticides exposure during neurodevelopmental period on autism spectrum disorders – A focus on gut microbiota. *Ecotoxicology And Environmental Safety (Print)*, 260: 115079. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.115079>
- Zeidan, J; Fombonne, E; Scora, J; Ibrahim, A; Durkin, M; Saxena, S; Yusuf, A; Shih, A y Elsabbagh, M. (2022). Global prevalence of autism: A systematic review update. *Autism research : official journal of the International Society for Autism Research*, 15(5): 778–790. <https://doi.org/10.1002/aur.2696>
- Zheng, Y; Verhoeff, T; Perez Pardo, P; Garssen, J y Kraneveld, A. (2020). The Gut-Brain Axis in Autism Spectrum Disorder: A Focus on the Metalloproteases ADAM10 and ADAM17. *International journal of molecular sciences*, 22(1): 118. <https://doi.org/10.3390/ijms22010118>
- Zurita, M; Cárdenas, P; Sandoval, M; Peña, M; Fornasini, M; Flores, N; y Baldeón, M. (2020). Analysis of gut microbiome, nutrition and immune status in autism spectrum disorder: a case-control study in Ecuador. *Gut Microbes*, 11(3): 453-464. <https://doi.org/10.1080/19490976.2019.1662260>

# **ANEXOS**

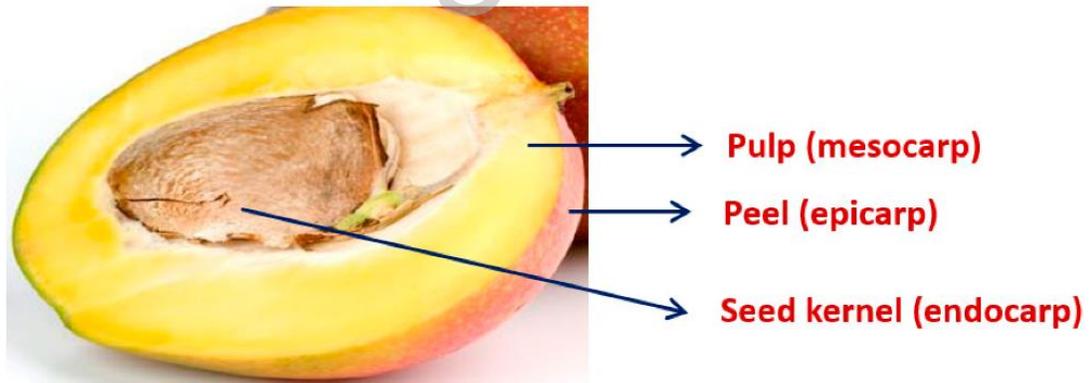
[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## ANEXO 1



Estructura del coco. Fuente: Barres (2016)

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)



Estructura del fruto del mango. Fuente: Reddy et al., (2021).

## Anexo 2. Planilla de consentimiento informado



REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA.  
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES.  
FACULTAD DE MEDICINA.  
ESCUELA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA.



### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PADRES O REPRESENTANTES LEGALES

A través de este documento queremos hacerle una invitación a su hijo a participar voluntariamente en un estudio de investigación denominado: ELABORACIÓN DE UN ALIMENTO FUNCIONAL A BASE DE UNA BEBIDA VEGETAL ANALOGA AL YOGURT APTO PARA PERSONAS CON AUTISMO.

El cual Tiene como **objetivo general**: Elaborar un alimento funcional a base de una bebida vegetal similar al yogurt. Y como **objetivo específico**: Evaluar el nivel de aceptabilidad sensorial del alimento funcional elaborado.

A continuación se hace mención de los ingredientes que contiene el producto: Leche de coco, Balú (chachafruto), Mango, Alulosa, Gelatina sin sabor, cultivos (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*.)

Las investigadoras responsables de este estudio son: Chirinos Génesis C.I: 20.779.437 y Loyo Mariana C.I: 24.935.640 Estudiantes del cuarto año de la Licenciatura en de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina de la Universidad de Los Andes.

El procedimiento de dicho estudio consiste en la degustación del análogo de yogurt y mediante una encuesta de agrado se medirá su nivel de aceptación por parte de los participantes.

La información que se recolecte será manejada de forma confidencial a través de códigos. Los resultados que se consigan de esta investigación serán usados para el Trabajo Especial de Grado de las estudiantes que lo realizan.

### FIRMA PARA EL CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo \_\_\_\_\_ padre/representante de \_\_\_\_\_ hago constar por medio de este documento que OTORGO MI CONSENTIMIENTO INFORMADO para que mi hijo(a) participe en el estudio de investigación: Elaboración de un alimento funcional a base de una bebida vegetal análoga al yogurt apto para personas con autismo

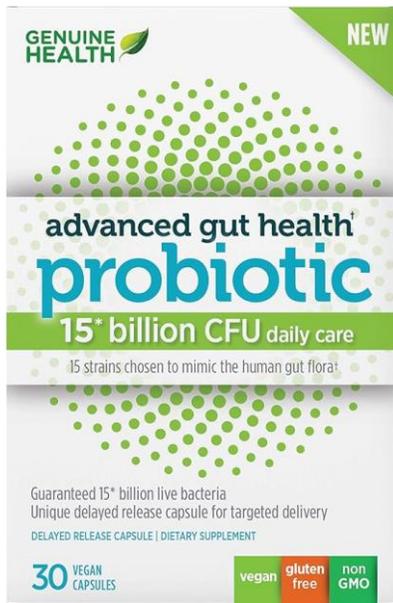
En la Ciudad de Mérida, Venezuela, a \_\_\_\_\_ de Febrero del 2024.

Nombre y apellido del padre o tutor: \_\_\_\_\_ Número de teléfono: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

www.bdigital.ula.ve

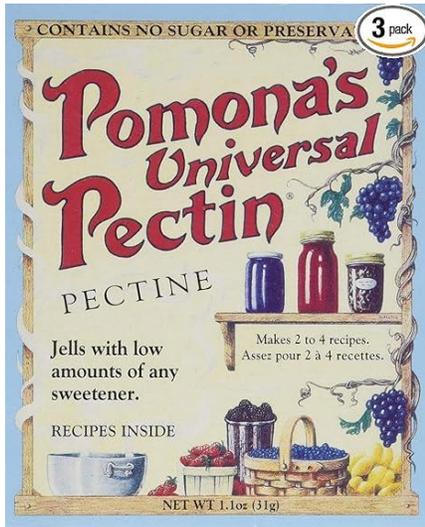
## Anexo 3. Materiales y equipo utilizados en ensayos preliminares



SUPPLEMENT FACTS			
Serving Size: 1 capsule			
Serving per Container: 30			
	Amount Per Serving	% DV	
<b>Probiotic Blend</b>			
	15 Billion	CFU	†
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> A119	3.000 billion	CFU	†
<i>Bifidobacterium lactis</i> A026	2.250 billion	CFU	†
<i>Lactobacillus acidophilus</i> A118	2.250 billion	CFU	†
<i>Bifidobacterium breve</i> A006	1.500 billion	CFU	†
<i>Lactobacillus paracasei</i> A234	1.500 billion	CFU	†
<i>Lactobacillus casei</i> A179	0.750 billion	CFU	†
<i>Lactobacillus gasseri</i> A237	0.750 billion	CFU	†
<i>Lactobacillus plantarum</i> A138	0.750 billion	CFU	†
<i>Lactobacillus reuteri</i> A113	0.750 billion	CFU	†
<i>Bifidobacterium bifidum</i> A058	0.450 billion	CFU	†
<i>Bifidobacterium longum</i> A027	0.300 billion	CFU	†
<i>Lactobacillus helveticus</i> A142	0.300 billion	CFU	†
<i>Lactococcus lactis</i> A200	0.285 billion	CFU	†
<i>Bifidobacterium infantis</i> A041	0.150 billion	CFU	†
<i>Lactobacillus bulgaricus</i> A165	0.015 billion	CFU	†

†Daily Value (DV) not established.





### Anexo 4. Planilla de evaluación sensorial

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Género: \_\_\_\_\_

#### Prueba de aceptación y nivel de agrado

Por favor dele a probar al niño(a) la muestra del siguiente análogo de yogurt, observe su reacción y tome nota de lo observado en el siguiente espacio

Aceptación del alimento

Tomar el alimento, abrir la boca e insertar el alimento en ésta y cerrar los labios.

Acepta el alimento: \_\_\_\_\_

Rechaza el alimento: \_\_\_\_\_ Conducta observada: \_\_\_\_\_

A continuación, por favor pregunte al niño o niña ¿Cuánto le gustó o disgustó el alimento? y, si es posible, que señale su nivel de agrado en la escala a continuación:



Para Finalizar, por favor pregunte al niño o niña lo que más le gustó y/o lo que menos le gustó, y tome nota:

Escribe lo que más te gustó en la preparación: \_\_\_\_\_

Escribe lo que menos te gustó en la preparación: \_\_\_\_\_

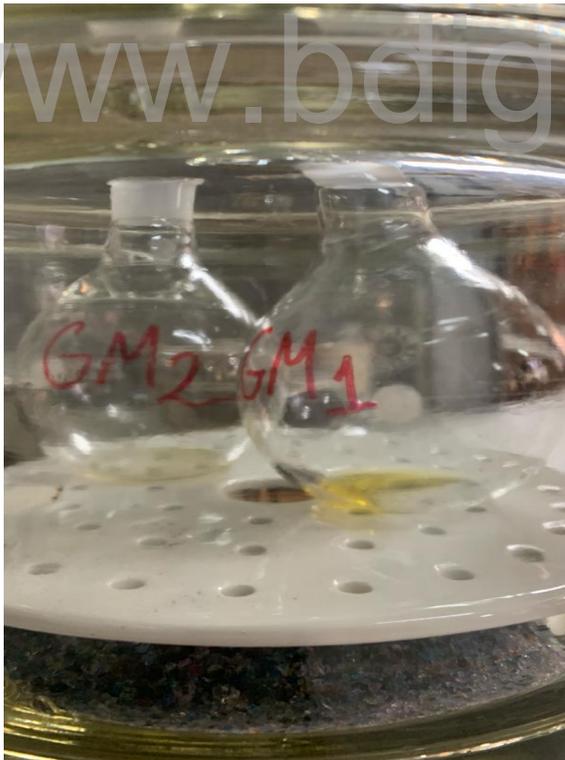
¿Volverías a comer este alimento?



*¡Muchas Gracias por su Colaboración!*

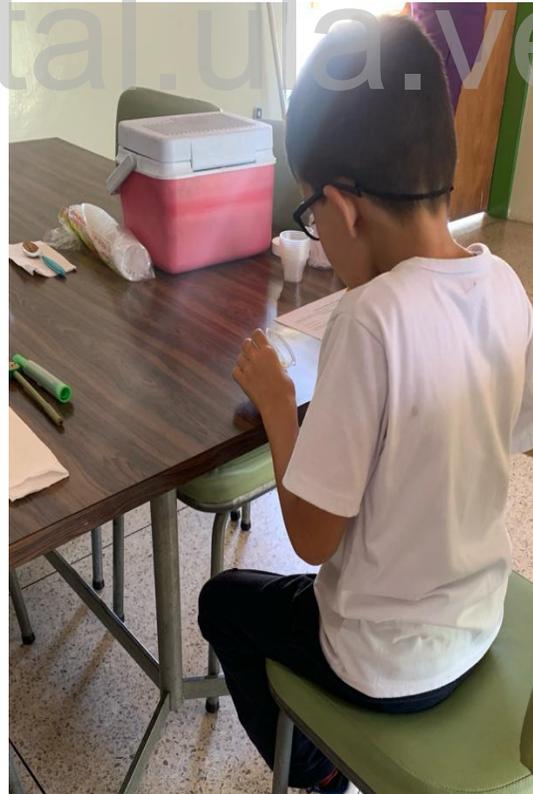
## Anexo 5. Análisis fisicoquímicos







**Anexo 6. Aplicación de análisis sensorial**





**Anexo 7. Muestras del análogo del yogurt**





## Anexo 8. Resultados del análisis microbiológico



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES - FACULTAD DE FARMACIA Y BIOANÁLISIS  
Laboratorio de Microbiología de Alimentos "Cándida G. Díaz R."\*  
Departamento de Microbiología y Parasitología – Cátedra de Microbiología Aplicada  
Mérida-Venezuela

\* Epónimo aprobado por Consejo Facultad de Farmacia / 2 de abril de 2002.



MICROAL- 011/24

### INFORME FINAL DE ENSAYO MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

Nombre del producto: YOGURT VEGETAL DE LECHE DE COCO

Remitente: Mariana Loyo

Fabricante: Mariana Loyo/ Estudiante de Nutrición y Dietética  
Universidad de Los Andes-Mérida

Empaque: Original

Fecha elaboración: 05/03/24

Lote: ----

Entrada al laboratorio: 08/03/2024

Objetivo del análisis: Conteo de microorganismos del cultivo del yogurt para trabajo de investigación

Marca: -----

Contenido: -----

Fecha vencimiento: ----

Fecha análisis: 23/03/2024

Fecha final análisis: 05/04/2024

### RESULTADOS

Determinaciones	Método	Referencia (DEL METODO)	Valores obtenidos
<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> (ufc/ g)	Conteo estándar	NC ISO 7889:2009	1,8x10 <sup>7</sup>
<i>S. thermophilus</i> (ufc/ g)	Conteo estándar	APHA 2001	1,3x10 <sup>8</sup>

**Conclusiones:** LA MUESTRA ANALIZADA DEL PRODUCTO, CUMPLE CON LOS REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS DE LOS CULTIVOS ESENCIALES, según la norma venezolana COVENIN 2393:2001 (Yogurt), por contener ufc/g mayor a 10<sup>6</sup> de cada uno.

Libro MA No. 19

Pag. 09

Farm. Cándida G. Díaz R.  
Analista



Vo. Bo. Farm. Cándida G. Díaz R.  
Coordinadora Laboratorio

Mérida, 6 de abril 2024.

1 de 1

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS "Cándida G. Díaz R."-Departamento de Microbiología y Parasitología/ Segundo Nivel. Al lado del edificio principal de Facultad de Farmacia y Bioanálisis/ULA - Sector Campo de Oro/Detrás del Hospital Universitario (IAHULA)-Mérida. Telf. / 0426.047.8298. Correo : [diazcandida84@gmail.com](mailto:diazcandida84@gmail.com).