



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE-MANABÍ

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

“ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA PROTEICA A PARTIR DE TORONJA ENRIQUECIDA
CON SPIRULINA”

PREVIO AL TÍTULO DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DESARROLLO Y COMERCIALIZACIÓN DE NUEVOS PRODUCTOS ALIMENTARIOS Y
NO ALIMENTARIOS.

AUTOR:

JOSEPH PAUL FIGUEROA GÓMEZ.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN:

ING. CARLOS ENRIQUE GONZÁLEZ ARTEAGA. MG.

CHONE – MANABÍ – ECUADOR

DICIEMBRE 2021

CERTIFICACIÓN

ING. Carlos Enrique González Arteaga. MG.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

“En mi calidad de tutor del trabajo de integración curricular, certifico haber revisado el presente manuscrito de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, cumpliendo la Normativa del Trabajo de Integración Curricular; en consecuencia, es apto para su presentación y sustentación”

.....

Ing. Carlos Enrique González Arteaga, MSC.

C.C. 1308582103

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador aprueba el presente trabajo de integración curricular en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí.

.....

Ing. Carlos Enrique González Arteaga MSC.

TUTOR/PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

.....

ING. Yandry Reginfo Alava MSC.

LECTOR 1

.....

ING. Francisco Pozo Miranda MSC.

LECTOR 2

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Este manuscrito no contiene ningún tipo de material que ha sido aceptado para la obtención de un título universitario en otra institución, excepto en forma de información de soporte que ha sido debidamente citada en mi trabajo. Este trabajo es de total responsabilidad del autor, quien declara bajo juramento que ninguna sección de este trabajo de integración curricular infringe los derechos de autor de nadie.

.....
JOSEPH PAUL FIGUEROA GÓMEZ

C.C. 1313547687

DECLARACIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a distribuir este manuscrito de investigación en medios físicos y electrónicos con el fin de promover la divulgación de mis resultados a la comunidad científica y a la sociedad en general. Adicionalmente autorizo el uso de los contenidos de esta investigación como bibliografía para fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, citando como fuente de información al autor de este trabajo.

.....
JOSEPH PAUL FIGUEROA GÓMEZ

C.C. 1313547687

DEDICATORIA

El desarrollo del presente trabajo investigativo lo dedico a Dios por permitirme vivir y por darme las fuerzas que necesito para seguir adelante, a mis padres porque han sabido brindarme su amor, comprensión y su apoyo infinito a pesar de todas las dificultades que día a día hemos vivido.

A todos quienes directa o indirectamente me brindaron su ayuda, su tiempo y sus consejos los cuales me dieron fortaleza para continuar en este largo camino de superación profesional

Joseph

AGRADECIMIENTO

La gratitud es una virtud que nos vuelve más humanos y nos permite alimentarnos de amor, bondad y de buenos sentimientos.

Al culminar esta labor tan ardua llena de experiencias inolvidables y de dificultades que no fueron obstáculos para desarrollar esta investigación, es necesario presentar mi agradecimiento a todos quienes me han brindado su apoyo. Por ello agradezco de manera primordial a Dios por haberme dado la existencia y permitirme alcanzar mi objetivo a través de sabiduría y la paciencia, a mis padres por su inmenso apoyo.

A la “Pontificia Universidad Católica Del Ecuador”, a mi respetable tutor por su tiempo y dedicación en el desarrollo del presente trabajo de titulación, y a quienes han formado parte de mi investigación.

RESUMEN

El presente estudio de tipo experimental tuvo como finalidad elaborar una bebida proteica a partir de toronja enriquecida con espirulina (*Spirulina platensis*), como respuesta a la necesidad de generar bebidas que aporten a la salud y generen innovación. Para este fin, se implementó una metodología experimental en el Campus Chone de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí, durante mayo y septiembre de 2021. Esta investigación delineó cuatro tratamientos: dos niveles de concentración de espirulina (3 y 6%), dos tipos de espesante (goma *xantan* y gelatina sin sabor) y un testigo. El estudio empleó un análisis sensorial con un panel semi entrenado integrado por 50 jueces y exámenes microbiológicos como instrumentos de recolección de datos. Los resultados indican que el tratamiento de jugo de toronja con el 6 % de espirulina y gelatina sin sabor, obtuvo los mejores atributos sensoriales para olor (3,28), color (3,70) y sabor (2,28) según el panel de catación, registrando el 0,43% de grasa, 0,27 % de cenizas, 90,5% de humedad, 1,28% de proteína, 7,52% de carbohidratos y 39,7 kcal/g de energía. Los resultados microbiológicos evidencian que la carga microbiana para todas las variables medidas (coliformes totales, coliformes fecales, *E. coli*, anaerobios y mohos), está dentro de los rangos permitidos por la Norma INEN ecuatoriana. Se concluye que la adición del 6% de espirulina y gelatina sin sabor al jugo proteico de toronja, es adecuado para el mejoramiento de la calidad de la bebida, en consecuencia, se recomienda su inclusión.

Palabras clave: bebida, toronja, espirulina, sensorial.

ABSTRACT

This experimental research study aimed to make a protein drink from grapefruit fortified with spirulina (*Spirulina platensis*), regarding the need to make drinks that support health and encourage innovation. Therefore, this research study was carried out on Chone Campus of Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí from May through September 2021, in which there were designed four treatments: two spirulina concentration levels (3 and 6%), two types of thickening agents (xanthan gum and unflavored gelatin); and a control. It also used sensory evaluation with a semi-trained panel made up of 50 judges, and microbiological examinations as data collection instruments. The findings point out that the grapefruit juice treatment with 6% spirulina and unflavored gelatin has the best sensory attributes for odour (3.28); color (3.70); and flavor (2.28), as stated by the taste panel, with 0.43% fat; 0.27% ash; 90.5% humidity; 1.28% protein; 7.52% carbohydrate; and 39.7 kcal/g of energy. The microbiological analysis results reveal that microbial load is within the permissible range for all the measured variables (total coliforms, fecal coliforms, *Escherichia coli*, anaerobes and molds), according to the Ecuadorian Service for Standardization (INEN, for its initials in Spanish). It is concluded that the addition of 6% spirulina and unflavored gelatin to grapefruit protein juice is suitable to improve its quality; as a consequence, it is recommended their inclusion into this drink.

Keywords: drink, grapefruit, spirulina, sensory

Contenido

CERTIFICACIÓN	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iii
DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD	iv
DECLARACIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
1. CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	
16	
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	18
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
1.4. HIPÓTESIS DE TRABAJO	19
1.4.1. HIPÓTESIS	19
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	20

2.1. BEBIDAS PROTEICAS	20
2.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS BEBIDAS PROTEICAS	21
2.1.2. ANÁLISIS SENSORIAL DE LAS BEBIDAS PROTEICAS	22
2.2. LA TORONJA	23
2.2.1. PROPIEDADES NUTRICIONALES DE LA TORONJA	24
2.3. LA ESPIRULINA	25
2.3.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ESPIRULINA	25
2.3.2. LAS BEBIDAS PROTEICAS Y SU ELABORACIÓN	27
3. CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	28
3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	28
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	28
3.3. DISEÑO METODOLÓGICO	29
3.3.1. DATOS GENERALES	29
3.3.2. LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA	29
3.4. VARIABLES	30
3.4.1. VARIABLES INDEPENDIENTES	30
3.4.2. VARIABLES DEPENDIENTES	30
3.4.3. FACTOR EN ESTUDIO	30
3.4.4. DISEÑO EXPERIMENTAL APLICADO	31

3.5. ANÁLISIS EFECTUADOS.....	31
3.5.1. ANÁLISIS SENSORIALES.....	31
3.5.2. ANÁLISIS FÍSICOS QUÍMICOS.....	32
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	35
3.7. DIAGRAMA DE PROCESO DEL JUGO DE TORONJA CON ESPIRULINA..	37
3.7.1. DESCRIPCION DEL PROCESO.....	38
4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.1. GRADO DE ACEPTABILIDAD	39
4.1.1. AROMA.....	39
4.1.2. APARIENCIA GENERAL	40
4.1.3. COLOR.....	41
4.2.4. SABOR.....	42
4.3. PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS.....	43
4.3.1. PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS	43
4.3.2. PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS.....	44
4.4. DISCUSIÓN.....	45
5. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES.....	47
5.1. CONCLUSIONES.....	47
6. BIBLIOGRAFÍA.....	49

Bibliografía 49

ANEXOS 54

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ESPIRULINA.....	26
TABLA 2. DATOS GENERALES DEL ESTUDIO	29
TABLA 3. DISEÑO FACTORIAL	31
TABLA 4. RESULTADOS DE ANÁLISIS SENSORIAL PARA EVALUACIÓN DEL AROMA	39
TABLA 5. PRUEBA DE FRIEDMAN PARA EVALUACIÓN DEL AROMA EN ANÁLISIS SENSORIAL.....	39
TABLA 6. RESULTADOS DE ANÁLISIS SENSORIAL PARA EVALUACIÓN DE LA APARIENCIA GENERAL DE LA BEBIDA	40
TABLA 7. PRUEBA DE FRIEDMAN PARA EVALUACIÓN DE LA APARIENCIA GENERAL DE LA BEBIDA	40
5. TABLA 8. RESULTADOS DE ANÁLISIS SENSORIAL PARA EVALUACIÓN DEL COLOR DE LA BEBIDA	41
7. TABLA 9. PRUEBA DE FRIEDMAN PARA EVALUACIÓN DEL COLOR DE LA BEBIDA	41
TABLA 10. RESULTADOS DE ANÁLISIS SENSORIAL PARA EVALUACIÓN DEL COLOR DE LA BEBIDA	42
TABLA 11. PRUEBA DE FRIEDMAN PARA EVALUACIÓN DEL COLOR DE LA BEBIDA	42
TABLA 12. RESULTADOS DE ANÁLISIS PROXIMAL DE MUESTRA T145 EN ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA PROTEICA A PARTIR DE TORONJA ENRIQUECIDA CON ESPIRULINA.	43
TABLA 13. RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE MUESTRA T145 EN ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA PROTEICA A PARTIR DE TORONJA ENRIQUECIDA CON ESPIRULINA.	44

1. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

Últimamente el interés en consumir ciertos alimentos que son beneficiosos para el funcionamiento del organismo además de su valor nutricional. Entre los alimentos que aportan beneficios para la salud se encuentran los alimentos funcionales, especialmente los alimentos valiosos como los alimentos funcionales. Estos son ingredientes o partes de alimentos que brindan beneficios médicos, como la prevención y el tratamiento de enfermedades (Berner, 1998).

Por tanto, es necesario estudiar los alimentos que han recibido mucha atención en la actualidad y que se han utilizado en la nutrición humana durante miles de años. Las semillas de lino tienen muchos beneficios para la salud, incluido el suministro de nutrientes esenciales como proteínas, ácidos grasos esenciales, vitaminas, minerales y fibra soluble e insoluble (Giraldo et al., 2010).

Hoy en día existe preocupación por el consumo masivo de bebidas carbonatadas como gaseosas, gaseosas y jugos. Estas bebidas están elaboradas con ingredientes sintéticos como acidificantes, aromatizantes, estabilizantes, colorantes y conservantes. En general, estas bebidas tienen un alto contenido de azúcar, no aportan nada y viceversa, lo que es muy perjudicial para la salud. En este sentido, existen varios ingredientes que se pueden utilizar como alternativas a la elaboración de bebidas, como por ejemplo la elaboración de dos bebidas proteicas que pueden ser nutrientes y aportar diferentes nutrientes. La necesidad de los nutrientes necesarios para mantener una dieta sana y equilibrada (Hilliam, 2000).

El propósito de este estudio es mejorar la salud del consumidor y contribuir al desarrollo económico y social de la comunidad, tal como lo exige la Constitución del Plan Nacional de Desarrollo de 2017 a 2021.

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El consumo de las bebidas proteicas ha ido aumentando al pasar el tiempo debido a que permite mejora el estado físico y la salud, incorporándola en una dieta saludable, estas son consumidas por deportista, personas inmersas o interesadas en ser fitness o aquellas que consideren verse bien. El consumo de colágeno se encuentra en gran auge puesto que este es necesario para fortalecer huesos, piel, cartílago, articulaciones y el cabello (González, Ruz, Ruiz, Sánchez, & De la Cruz, 2016).

El consumo de bebidas proteicas está cobrando importancia en Latinoamérica en los últimos años debido al creciente interés de la población por mejorar su calidad de vida. Actualmente, América Latina pasó a representar un 3% de las ventas mundiales de suplementos en 1999 a un 7% en 2017. Distintos países como Brasil, Perú, Colombia o Chile, presentan un consumo de estos productos por encima del 40% (ALANUR, 2021).

En Ecuador, principalmente en las ciudades de Guayaquil y Quito, la ingesta de bebidas proteicas y sus derivados cobró fuerza hace unos ocho años por la tendencia de alcanzar una alimentación más saludable en las personas y es así como casi 9 de cada 10 adultos hicieron un gran esfuerzo para consumir más nutrientes, vitaminas, minerales, hierbas o productos botánicos y aceite de pescado con omega -3 en sus dietas, lo que implica que en unos años se necesitará

soluciones para satisfacer la creciente demanda de alimentos funcionales (Maldonado *et al.*, 2018).

Actualmente, la ingesta diaria recomendada (IDR) de vitamina C varía ligeramente entre países, definiéndose distintas recomendaciones según grupo etario, sexo y pertenencia a un grupo de riesgo (consumidor de tabaco y/o alcohol, adulto mayor institucionalizado, etc.). En Estados Unidos, por ejemplo, la IDR es de 90 mg/día en hombres y 75 mg/día en mujeres (Monsen, 2020).

La mantención de las funciones mínimas de la vitamina C puede lograrse con una concentración plasmática de 30 μ M, la cual se puede conseguir con una dosis diaria de 30 mg. La baja dosis mínima de vitamina C requerida revela que la pérdida irreversible diaria es menos del 5% del contenido corporal total, alrededor de 1,5 g (Levine, Wang, Padayatty, & Morrow, 2017).

Las bebidas proteicas son productos que benefician a la salud del consumidor, ya sea por un ingrediente adicional, como alguna vitamina o por una característica propia del producto, lo que suele ocurrir en los cítricos y otras frutas con una gran demanda de los consumidores, es importante elaborar una bebida proteica (Nascimento, Carvalho, Guerra, & Luchese, 2020). No obstante, existen constantes producciones de frutos con vitamina C en los campos ecuatorianos.

El consumo de jugo de toronja es una cultura que debería de motivarse más que desde el contexto nutricional, desde la perspectiva sanitaria. La vitamina C o ácido ascórbico (AA) es el principal antioxidante no enzimático hidrosoluble presente en el plasma (Villagrán *et al.*, 2019), no obstante, el consumo de la vitamina C es muy bajo debido a los múltiples problemas de esquemas nutricionales en la mesa de las familias latinas.

En este contexto, la industrialización de los cítricos conlleva el desarrollo de técnicas e instrumentos que mejoren el rendimiento de la materia prima (Arango & Llanos, 2021). Uno de los campos que aún no se ha explotado desde la investigación científica, es la inclusión de aditivos en la fórmula para el incremento de las características organolépticas del jugo de toronja (Ordoñez, Reátegui, & Villanueva, 2018).

La inclusión de menor o mayor proporción de azúcar, genera mejorías cualitativas en el sabor de la bebida, mientras que, el incremento o reducción de la calidad del agua o la inclusión de esencias, tiende a mejorar las características organolépticas (Nilsen, 2016), sin que existan registros científicos sobre la concentración de la espirulina o la inclusión de algún espesante como agentes de incremento de la calidad del jugo de toronja.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo influye la concentración de espirulina en la elaboración de una bebida proteica a base de toronja?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Elaborar una bebida proteica a partir de toronja enriquecida con Espirulina.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la fórmula más adecuada para la elaboración de la bebida proteica.
- Realizar un análisis de las características sensoriales de la bebida con diferentes concentraciones de espirulina.

- Identificar las características físicas, microbiológicas y bromatológicas de la bebida proteica.

1.4. HIPÓTESIS DE TRABAJO

1.4.1. HIPÓTESIS

- **H0:** La concentración de espirulina no incide en las características físico-químicas, sensoriales y microbiológicas de la bebida funcional a base de toronja.
- **H1:** La concentración de espirulina incide en las características físico-químicas, sensoriales y microbiológicas de la bebida funcional a base de toronja.

MARCO TEÓRICO

2.1. BEBIDAS PROTEICAS

Existe un incremento notorio durante las últimas décadas sobre la producción y consumo de bebidas nutricionales, debido principalmente a los beneficios en relación con el mejoramiento de la salud y el bienestar de los consumidores. Se trata de productos que promueven la salud y contienen ingredientes que van más allá de los nutrientes tradicionales (Nascimento, Carvalho, Guerra, & Luchese, 2020).

Los elementos que se adicionan en las formulaciones industriales de las bebidas proteicas (vitaminas, minerales, espesantes, etc.) utilizados para complementar los alimentos funcionales, han sido generosamente reconocidos y aceptados por los consumidores como provechosos para la salud (Guallasamín, Ávila, & Sotomayor, 2018). No obstante, existe otros ingredientes funcionales como probióticos, prebióticos, etc., que están siendo patentados dentro de las recetas industriales, mientras los estudios de aceptación de los productos que los contienen, se van validando en las diferentes plazas del planeta (Maldonado, Carrillo, Ramírez, & Carvajal, 2018).

Al hablar de probióticos, se refiere a los microorganismos vivos que confieren un beneficio a la salud del huésped en cantidades adecuadas (Bernal, Díaz, & Gutiérrez, 2017). Los probióticos son microorganismos "amigables" que ayudan al bienestar y el equilibrio intestinal cuando se digieren normalmente cada ciertos días o quincenas (Castillo, Fernández, Cueto, & Ramos, 2019)

Los organismos probióticos tienen muchos beneficios para la salud general de las personas. Por lo tanto, está documentado que los probióticos pueden mejorar la salud en general,

mejorar la función del sistema inmunológico y promover la asimilación de vitaminas y minerales (Rodríguez, Rodríguez, & Monzón, 2019)

2.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS BEBIDAS PROTEICAS

Las bebidas proteicas están conformadas por diferentes fuentes de energía, disueltas o mezcladas en un medio acuoso (agua, leche, avena, etc.) (Chaparro, Otálvaro, & Figueroa, 2017). La definición de los prebióticos está relacionada con el concepto de fibra dietaria, excepto por la selectividad como sustrato para varios géneros de bacterias pertenecientes a la microbiota intestinal humana (Bernal, Díaz, & Gutiérrez, 2017).

Los prebióticos son sustancias de la dieta, fundamentalmente carbohidratos no digeridos por enzimas humanas, una serie de di, oligo y polisacáridos, almidones resistentes y polioles de azúcar que nutren a grupos seleccionados de microorganismos que habitan en el intestino, favoreciendo la multiplicación de bacterias benéficas y disminuyendo la población de las patógenas (Perricone, Corbo, Sinigaglia, Speranza, & Bevilacqua, 2016).

Algunos de los componentes funcionales más comunes, se consideran como amargos, picantes y convergentes, como flavonoides, terpenos e isoflavonas (Cabrera & Cuca, 2021). Los efectos sensoriales de los cultivos probióticos y prebióticos aún no se han estudiado, pero se cree que los productos enriquecidos con estos ingredientes funcionales tienen un sabor distintivo diferente de los productos tradicionales no funcionales (Estrada, Restrepo, & Iglesias, 2018).

2.1.2. ANÁLISIS SENSORIAL DE LAS BEBIDAS PROTEICAS

La inclusión de diferentes ingredientes a las bebidas energéticas que se consumen en el mercado como bebidas proteicas, se fundamenta en la estructuración a través de frutas y saborizantes sintéticos que diferencian unas bebidas de otras (Espinoza, 2018). Esta mezcla de ingredientes, converge con la necesidad de reducir costos, mientras se incrementa la calidad del producto (Basantes, Basantes, Martínez, & Santana, 2020).

Dentro de la identificación de las preferencias del consumo, están diferentes técnicas implementadas desde la academia y que se adoptan en todo tipo de estudios. Una de las técnicas apropiadas para la validación de las características cualitativas en los productos, es el análisis sensorial de las cualidades (Cordero, 2017).

Dentro de los análisis sensoriales, los comensales son distribuidos de manera aleatoria dentro de un salón cerrado (condiciones de temperatura, luz y viento controladas), donde se implementan mesas y vitrinas que contienen las bebidas en diferentes recipientes debidamente rotulados (Fernández, García, & Fuentes, 2018)

Las personas que realizan el juzgamiento de las cualidades de la bebida, pueden apreciar y sentir la diferencia en la sensación entre los jugos que contienen ingredientes en función de la composición de cada uno de los tratamientos. Estas diferencias viabilizan las preferencias por unas bebidas, en desmedro de otras, configurando de esta manera el ranking de calidad de las bebidas de manera empírica (Mejía, 2019).

Las personas que participan en el análisis sensorial dentro de la sala de catación se denominan jueces y pueden ser entrenados previamente o no. Existen también salas de catación constituidas de jueces expertos, los mismos que reaccionan de manera sistemática a cualidades

específicas y que tienen un amplio estudio dentro de un área determinado de la industria. Ejemplo: café (Jiménez & Margalef, 2019).

2.2. LA TORONJA

La Toronja, es uno de los árboles con mayor tamaño de las frutas cítricas, también se le conoce con el nombre de toronjo, pomelo o pamplemusa. Esta familia comprende más de 1.600 especies. El género botánico *Citrus* es el más importante de la familia, y consta de unas 20 especies con frutos comestibles todos ellos muy abundantes en vitamina C, flavonoides y aceites esenciales. Los frutos, llamados espérides, tienen la particularidad de que su pulpa está formada por numerosas vesículas llenas de jugo (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 2016).

No se conoce con exactitud el origen del pomelo o toronja, aunque numerosas investigaciones señalan que se trata de un cruce natural entre el naranjo dulce y el *pummelo* (una especie diferente) producido en Barbados, en las Indias Occidentales. Desde allí, se extendió su cultivo por todo el Caribe, y posteriormente a los Estados Unidos, donde se comienza su producción a gran escala (Martínez, 2016).

En la actualidad, el cultivo de la toronja se lleva a cabo en numerosos países tropicales y subtropicales y su producción mundial supera las 3.8 millones de toneladas, siendo Estados Unidos el líder con más de 2,3 millones de toneladas, y donde el 45 % se destina al consumo en fresco. Le siguen en importancia países como Argentina, Cuba, Chipre, Israel, México, Mozambique, Sudáfrica, China, Turquía y España (principalmente en las comunidades murciana y valenciana) (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 2016).

Los árboles de toronja generalmente miden entre 5 y 7 metros de altura, pero pueden alcanzar los 13-15 metros. Las hojas son brillantes, de color verde oscuro, largas (hasta 15 cm) y delgadas. Produce una flor blanca de 5cm de largo con pétalos. La fruta tiene una piel de color amarillo anaranjado y generalmente es de forma esférica. Su diámetro varía de 10 a 15 cm. La pulpa está dividida y ácida y el color varía según la variedad. Esto incluye pulpa blanca, rosada y roja de diferente dulzor (Arango & Llanos, 2021).

2.2.1. PROPIEDADES NUTRICIONALES DE LA TORONJA

La toronja es una fuente rica en vitamina C (ingesta diaria > 20%, DV con 100 gramos de ración), la fibra contiene pectina y los colores rosa y rojo tienen el beneficioso antioxidante licopeno (Ordoñez, Reátegui, & Villanueva, 2018). Los estudios han demostrado que la toronja ayuda a reducir el colesterol y las semillas tienen propiedades antioxidantes. La toronja es una parte clave de la "dieta de la toronja" y teoriza que el bajo índice glucémico de las frutas puede ayudar al metabolismo del cuerpo y quemar grasa (Di Majo *et al.*, 2016).

Fabricantes de productos naturales para el cuidado personal promueven el extracto de semilla de toronja (GSE) como conservante de plantas, pero los estudios han demostrado que la actividad antibacteriana está claramente asociada con las formulaciones de GSE. Esto se debe simplemente a la contaminación con conservantes sintéticos como los parabenos (Guilcaso, 2021).

Los frutos cítricos tienen altas cantidades de putrescina y contienen muy pocos espermatozoides (Marzal, 2019). El jugo de toronja contiene aproximadamente la mitad del ácido cítrico (que contiene aproximadamente 7 g.11) de jugo de limón o lima y aproximadamente

2.5 veces la cantidad de ácido cítrico que se encuentra en el jugo de naranja (Trujillo, Hernández, & Bárzana, 2019).

2.3. LA ESPIRULINA

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la espirulina, es una bacteria primitiva surgida hace aproximadamente 3.5 mil millones de años que ha adquirido la habilidad de utilizar el dióxido de carbono disuelto en el agua salada como fuente de nutriente para su reproducción. Es un cianofito fotosintetizador (cianobacteria) que crece vigorosamente bajo fuerte iluminación solar, a gran altura y en condiciones muy alcalinas. Aunque existen otras “cianobacterias” con propiedades similares, la familia de la espirulina, cuyo término más aceptado desde 1997 es *artrospira* (Habib, Parvin, Huntington, & M., 2016), posee dos especies fundamentales la *A. máxima* y la *A. platensis* (Lupatini, Colla, Canan, & Colla, 2016).

Lo que hace realmente importante a la espirulina para la nutrición y la salud humana, es su alto porcentaje de proteína de alto valor biológico, contiene ácidos grasos poliinsaturados muy beneficiosos y carbohidratos digeribles. Por cada 100 gramos de Espirulina seca cultivada se espera obtener hasta un 65 % de proteínas, 15 % de carbohidratos y un 11 % de lípidos (Lupatini, Colla, Canan, & Colla, 2016).

2.3.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ESPIRULINA

Como hemos mencionado, la espirulina se identifica como una microalga rica en proteínas, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas, que existe en la naturaleza desde hace unos 350 millones de años. La espirulina es buena fuente en proteínas, vitaminas y cenizas

de buen contenido alimenticio, incluidas sustancias bioactivas, y sus paredes celulares están formadas por un 86% de polisacáridos digeribles, fácilmente asimilados por el organismo (Keller *et al.*, 2021).

Tabla 1.

Composición química de la espirulina

Nutrientes	Porcentaje composición
Proteína	65
Carbohidratos	15
Lípidos	6
Vitaminas	0,75
Minerales	8
Carotenoides	3,46
Otros pigmentos	1,79
Total	100

*Fuente: Keller et al. (2021).
Elaborado por: Figueroa, (2018)*

Se asocia a la espirulina con altos contenidos de betacaroteno conocido, porque contiene 10 veces más caroteno que cualquier otro alimento que contenga zanahorias. El betacaroteno es uno de los más efectivos. Causa células y cáncer. Los radicales libres son fragmentos moleculares de contaminación ambiental, sustancias químicas tóxicas, drogas y estrés físico y emocional. El betacaroteno suprime los radicales libres reactivos, reduce la incidencia de cáncer

de pulmón, previene los tumores inducidos químicamente en animales y mejora la resistencia inmunitaria (Reboleira *et al.*, 2019).

Otros autores reportan contenido proteico de hasta el 70% (18 aminoácidos), vitaminas A, B, D, E, PP; Minerales Ca, Fe, Zn, Mg, Na, K; ácidos grasos (5%), Carbohidratos 16.5%, Lípidos (7%) y Xantófilas (1,600 mg/kg. Sobre una dosis de 15 g por día se tendrá aportes de proteínas (digestibilidad 95%) 150%, carbohidratos (11 kcal) 0,003%, betacaroteno 8 veces, vitamina B12 10 veces, Vitamina B1 150%, vitamina B2 23%, vitamina B6 2,25%, vitamina PP 20%, vitamina E 20% y ácido linoleico 2,50%) (Fernández, Alvítez, & Rodríguez, 2019).

2.3.2. LAS BEBIDAS PROTEICAS Y SU ELABORACIÓN

Las bebidas vegetales son suspensiones o emulsiones de legumbres, frutos secos, cereales y pseudocereales que han mantenido un margen de crecimiento en el mercado debido a sus propiedades funcionales (Guallasamín, Ávila, & Sotomayor, 2018). Las bebidas de proteínas se ha incrementado su tendencia en los últimos tiempos. La actividad deportista aprecia sus cualidades por su alto valor proteico, así también aprecian cantidades muy bajas de carbohidratos, azúcares y grasas. Esta formulación es buena para bajar de peso. Están estipuladas para evitar que el metabolismo se ralentice y ayudar a desplegar masa muscular libre de grasa (Anchundia & Pérez, 2018).

METODOLOGÍA

3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

Se desarrolló una investigación bajo tres modalidades:

Experimental: A través de la asignación de niveles a la variable independiente (concentración de espirulina-espesante) sobre las variables dependientes (características físicas, químicas, microbiológicas y organolépticas de una bebida proteica).

Campo: Las materias primas se recolectaron en lugares comerciales del cantón Chone, por lo que se tuvo que desplazar a cada una de las fincas.

Bibliográfica: La información necesaria para el desarrollo de los temas de investigación se recopiló a través de la biblioteca virtual de la PUCEM a través de los libros físicos disponibles en la biblioteca institucional.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Descriptiva: se aplicaron diferentes teorías y variables de diferentes concentraciones durante la transformación de las muestras, distintos niveles de espirulina según desarrollo de la investigación.

Deductiva: Se realiza mediante razonamientos científicos y conclusiones de objetos de investigación establecidos, que pueden establecer planes alternativos para resolver los problemas planteados.

Asociación de variables: Se enfoca en evaluar la actuación de las variables aplicadas. Esta es la indicación, de cuál de los mejores niveles de Spirulina es el mejor tratamiento.

3.3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.3.1. DATOS GENERALES

El desarrollo de la fase experimental se efectuará en las instalaciones de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí, Campus Chone en la Carrera de Ingeniería Agroindustrial.

Tabla 2.

Datos generales del estudio

CAMPO	Agroindustrial.
ÁREA	Desarrollo e innovación de productos.
ASPECTO ESPECÍFICO	Desarrollo y comercialización de nuevos productos alimentarios y no alimentarios.
DELIMITACIÓN TEMPORAL	6 meses
DELIMITACIÓN ESPACIAL	Laboratorios de alimentos y biblioteca de la PUCEM-Chone

Elaborado por: (Figueroa, 2020)

3.3.2. LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El estudio se desarrolló en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí, Campus Chone en la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, ubicado geográficamente en Latitud

0°38'1.719'' S y Longitud: 80°2'13.824'' O. En el sector predominan tropicales todo el año, con dos estaciones de 28°C época lluviosa y 24°C época seca.

3.4. VARIABLES

3.4.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

- Concentración de espirulina
- Tipo de espesante

3.4.2. VARIABLES DEPENDIENTES

- Análisis sensorial de la bebida proteica elaborada.
- Características bromatológicas de la bebida

3.4.3. FACTOR EN ESTUDIO

Para establecer la formulación se consideraron dos factores de estudio siendo estos:

➤ **Factor A:** Concentración de Spirulina.

A1: 3%

A2: 6%

➤ **Factor B:** Espesante.

B1: Goma Xantan

B2: Gelatina sin sabor

3.4.4. DISEÑO EXPERIMENTAL APLICADO

Se implementó un Diseño Completamente Aleatorio (DCA) con arreglo factorial $A \times B + 1$. Se aplicó una prueba estadística no paramétrica “Test de Friedman”; con 2 factores y cada factor tiene 2 niveles, con 4 tratamientos, más un testigo y 3 réplicas, dando como resultantes 15 unidades experimentales (UE), sometidas al panel sensorial no entrenado.

Tabla 3.

Diseño Factorial

TRATAMIENTOS	Espirulina	Espesante	NÚMERO
A1B1	3%	Goma Xantan	232
A1B2	3%	Gelatina sin sabor	365
A2B1	6%	Goma Xantan	354
A2B2	6%	Gelatina sin sabor	145
T	-	-	206

Elaborado por: Figueroa (2020)

3.5. ANÁLISIS EFECTUADOS

3.5.1. ANÁLISIS SENSORIALES

El producto obtenido fue elaborado según las cantidades pre calculas para cada catación, dándoles una codificación específica respectiva a cada tratamiento y cada replica, esto para poder identificarlas y evitar un sesgo en los resultados durante el proceso de panel sensorial.

Para los paneles sensoriales con características organolépticas, se hizo recurso de un laboratorio donde se ubicaron 15 asientos, donde los catadores antes de realizar las evaluaciones recibieron una inducción por parte del ponente, dando pauta a cada aspecto a evaluar alrededor

de la mesa, frente a cada catado se encontraba un plato con 4 muestras, entre ellas 3 pertenecientes a los 3 tratamientos en estudio, más una que hacía muestra testigo, y así evaluar la relación sensorial del mejor tratamiento.

Cada catador evaluó 5 atributos sensoriales, donde se exponían los siguientes: color, aroma, sabor y apariencia general, estos se calificaban dentro de una escala lineal de “menos” a “más”, que traducida al ponente correspondía a una escala del 1 al 10, donde un rango calificativo del 1 al 3= bueno, del 4 al 6= muy bueno, del 7 al 10= excelente, dicha escala tenía que diferenciar a través de los sentidos entre las muestras de los tratamientos y la testigo.

Culminando la evaluación sensorial, se recolectaron los datos y se procedió a digitalizarlos, se analizaron e interpretaron los datos para obtener el mejor tratamiento del experimento en estudio y de igual forma la relación entre el mejor tratamiento, y la muestra testigo con ayuda de un programa estadístico, SPSS 21.0, se procedió a determinar el grado de significancia de los tratamientos.

Se aplicó una prueba estadística no paramétrica Friedman y que relacionadas entre sí, dan como resultantes 15 unidades experimentales (UE).

3.5.2. ANÁLISIS FÍSICOS QUÍMICOS

- **Porcentaje de proteínas**

El porcentaje de proteínas de los alimentos consiste en una combinación compleja de proteínas. Con la presencia de carbohidratos o grasas, ya sean físicas o químicas. El procedimiento de referencia de Kjeldahl determina el nitrógeno total, incluyendo todo tipo de proteínas (Aurand *et al.*, 1987).

- **Lípidos**

Además de las grasas, las proteínas y los carbohidratos son las principales unidades estructurales de los alimentos (Nielsen, 1998). Los lípidos están formados por grupos de sustancias que tienen una composición similar a las propiedades comunes, pero algunas sustancias, como los triacilglicéridos, son altamente hidrófobas. Otros, como di y monoacilglicerol, tienen movilidad hidrófoba e hidrófila dentro de la molécula y, por tanto, son solubles en disolventes relativamente polares. La medición de extracción con éter es una extracción por solvente semicontinua en la que una cierta cantidad de solvente rodea la muestra y burbujea. Cuando el condensado alcanza un cierto nivel dentro del Soxhlet, se devuelve al recipiente de ebullición y la grasa se mide por la masa de la muestra perdida o la cantidad de muestra tomada (Nielsen, 2003).

- **Humedad**

El agua es el único ingrediente que se encuentra en abundancia en los alimentos. La medición del contenido de agua en los alimentos es una de las medidas más importantes y ampliamente utilizadas en los procesos y el control de los alimentos porque indica la cantidad de agua presente en la composición de los alimentos. La humedad generalmente se expresa como un porcentaje y los números varían entre el 60% y el 95% para los alimentos naturales. Hay dos formas comunes de tejido vegetal y tejido animal. Agua libre y agua ligada como solutos o disolventes. En forma libre, agua hidratada o adsorbida. La medición de la humedad se realiza en la mayoría de los alimentos midiendo la pérdida de masa que sufre el alimento cuando se expone

a la combinación exacta de tiempo y temperatura. El residuo formado se denomina materia seca o sólida total.

- **Ceniza**

: Este es el nombre que se le da a las sustancias inorgánicas (sales minerales) que son los componentes de los alimentos. Una vez que se calienta la materia orgánica de los alimentos, la ceniza permanece. La calcinación debe llevarse a cabo a una temperatura necesaria con la función de destruir el material orgánico presente, pero se debe tener cuidado para asegurarse de que la temperatura no sea demasiado alta para evitar que los compuestos inorgánicos cambien.

- **Fibra bruta:**

La fibra cruda es un indicador de sustancias en los alimentos de origen vegetal que tienen el mismo valor nutricional que el heno. Está compuesto principalmente por celulosa, lignina, pentosano, suberina, cutina, alginato y pectina. Un componente de la estructura de las células vegetales y una pequeña cantidad de nitrógeno. La fibra no tiene un valor nutricional significativo, pero su objetivo en la digestión es acrecentar la ingesta de nutrientes y estimular las deposiciones. El extracto de nitrógeno se obtiene restando 100 de la suma de los porcentajes de agua, proteína cruda, ceniza, extracto etéreo y fibra cruda. A veces se usa el término "carbohidratos diferenciados" o "carbohidratos totales", pero a menudo también se fibra bruta. Tenga en cuenta que cualquier error en las mediciones de grasas, proteínas, cenizas, agua o fibra cruda se reflejará en los valores del extractor sin nitrógeno.

- **Nivel de calorías. –**

El valor calorífico de cualquier alimento es ajustado a la cantidad de energía que pueden suministrar los alimentos cuando se queman en presencia de oxígeno. Esto por lo general se mide en calorías. Esta es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1 gramo de agua en 1 grado. Dado que su valor es tan bajo, las kilocalorías se utilizan como medida en la dieta (1 Kcal. = 1000 calorías). A veces, las kilocalorías incorrectas también se denominan calorías (en mayúsculas). Si escuchas que un alimento tiene 100 calorías, realmente tienes que explicar que ese alimento tiene 100 calorías por 100 g. peso. La comida para adultos contiene de 1000 a 5000 kcal por día.

Los distintos grupos energéticos (carbohidratos, grasas o proteínas) dan un valor calórico diferente, que es casi idéntico dentro de cada grupo. Se han adoptado valores estándar para cada grupo para facilitar el cálculo de los valores de energía alimentaria: 1 gramo de carbohidratos o proteínas libera aproximadamente calorías cuando se queman, y 1 gramo de grasa crea 9. Por tanto, los alimentos ricos en grasas tienen un contenido energético superior a los compuestos por hidratos de carbono y proteínas. De hecho, toda la energía que almacenamos en nuestro cuerpo como reserva a largo plazo se almacena en forma de grasa.

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

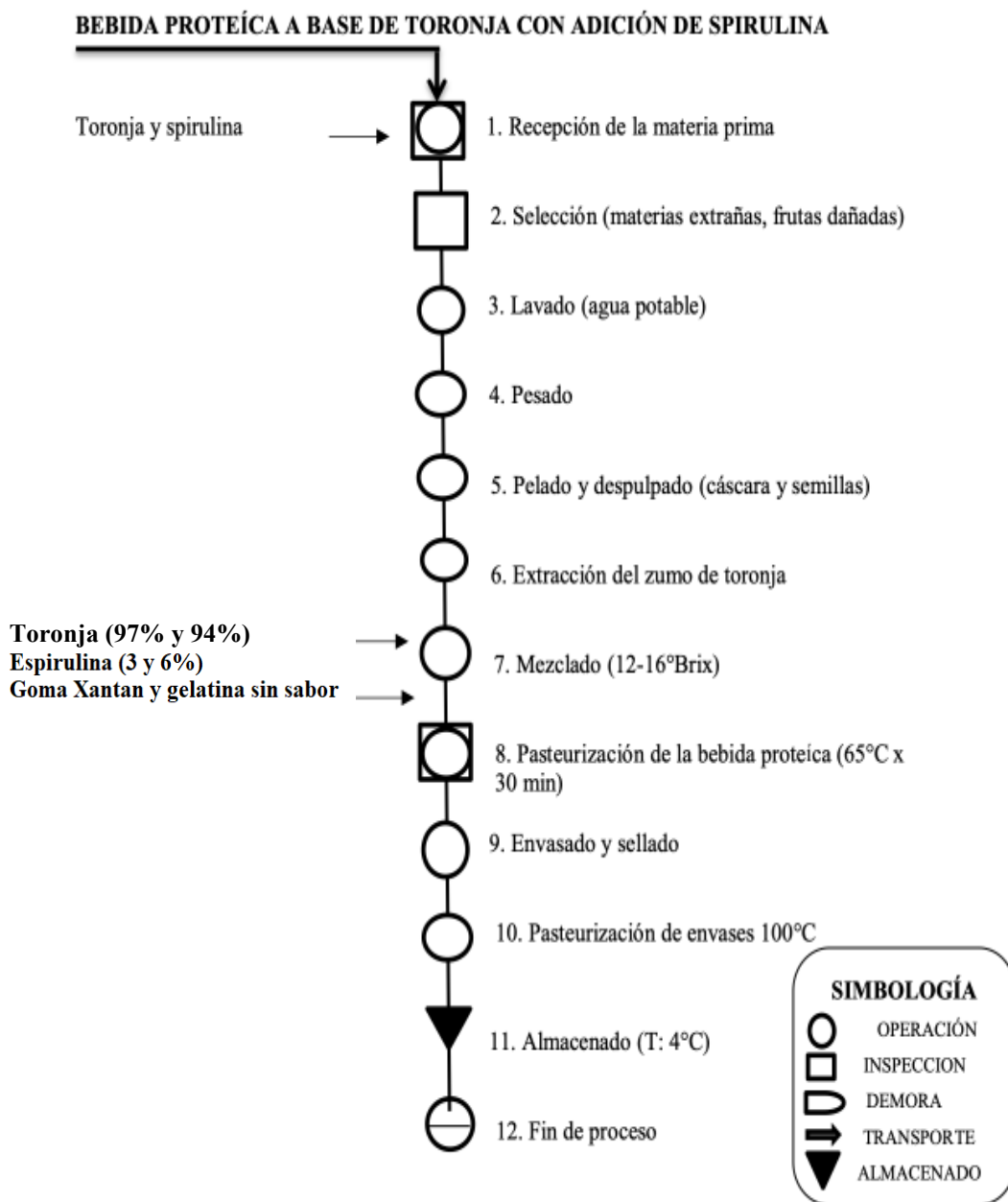
Se empleó la prueba estadística no paramétrica de Friedman. La prueba de Friedman es una alternativa no paramétrica al ANOVA unidireccional cuando los datos son dependientes

(combinados). Esta es una extensión de la prueba de clasificación destacada de Wilcoxon para tres o más grupos (según la clasificación total). Con algunas simplificaciones. Esto puede verse como una comparación entre los valores medios de diferentes grupos.

Es una aplicación recomendada cuando los datos tienen un orden natural (debe ordenarlos si los comprende) y están concatenados. Por ejemplo, si desea analizar las diferencias de rendimiento entre grupos de personas que gestionan la temporada del año, ejecute el mismo grupo de personas una vez por temporada. Por tanto, se pueden utilizar dos tipos de datos. Tiempo por participante (análisis ANOVA emparejado) o posición que cada participante completó en cada carrera (análisis de la prueba de Friedman)

Similar al ANOVA, la prueba crítica de Friedman fue significativamente diferente en el grupo comparado, pero no indica si pertenece a uno o no. Para averiguarlo, debe compararlos entre sí. Esto significa realizar una corrección del nivel de significancia para evitar un aumento en los errores de Tipo I.

3.7. DIAGRAMA DE PROCESO DEL JUGO DE TORONJA CON ESPIRULINA.



3.7.1. DESCRIPCION DEL PROCESO

- Recepción de la materia prima: Empleando gavetas plásticas se procedió a recibir 12 kilogramos de toronja en fruta fresca, observando el estado de madurez de las mismas y almacenándolas en un lugar fresco.
- Una vez almacenadas, se procedió a seleccionar las frutas verificando la calidad de las mismas. Se tuvo cuidado de descartar frutas con madurez fisiológica avanzada y podridas o defectos mecánicos.
- Empleando agua clorada, se procedió a lavar las frutas de toronja con la finalidad de eliminar microorganismos superficiales, residuos de insecticidas y suciedad adherida a la fruta.
- Con la ayuda de una balanza de reloj se procedió a pesar 10 kilogramos de la fruta.
- Empleando un cuchillo, se procedió a pelar las frutas, eliminando la cáscara y despulpando para descartar las semillas de forma manual.
- Posterior a la obtención de la materia prima (despulpado), se procedió a mezclar de 4kg de pulpa de toronja con espirulina (6%) y goma xantan.
- Después de obtener las bebidas, se pasó a la pasteurización (65 grados centígrados por 30 minutos).
- Una vez obtenidas las bebidas pasteurizadas, se dejó enfriar y se procedió a envasar.
- Posterior al envasado de las bebidas, se procedió a sellar y etiquetar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. GRADO DE ACEPTABILIDAD

4.1.1. AROMA

En la tabla 4 se muestran los valores promedio del análisis sensorial para evaluación del aroma. El mejor promedio fue alcanzado por el tratamiento con espirulina al 6% y gelatina sin sabor. La prueba de Friedman para el atributo aroma expuesta en la tabla 4.5 arrojó un valor de probabilidad de significancia de 0.973, demostrando que no existen diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$), lo que indica que ninguna variante en la formulación se distingue lo suficiente de entre todas y del testigo.

Tabla 4.

Resultados de análisis sensorial para evaluación del aroma

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
A2B2 (t145)	10	3,1	3,281	0	9
Testigo (t206)	10	3,1	2,885	0	9
A1B1 (t232)	10	3,1	2,424	0	7
A1B2 (t365)	10	3,1	2,424	0	7
A2B1 (t354)	10	3,1	2,424	0	8

Tabla 5.

Prueba de Friedman para evaluación del aroma en análisis sensorial

Rango promedio		Estadísticos de contraste	
A1B1 (t232)	3	N	10
Testigo (t206)	3,25	Chi-cuadrado	0,505
A1B2 (t365)	3,05	gl	4
A2B1 (t354)	2,9	Sig. asintót.	0,973
A2B2 (t145)	2,8		

4.1.2. APARIENCIA GENERAL

En la tabla 4.6 se presentan los valores promedio del análisis sensorial para la apariencia general de la bebida. El mejor promedio fue alcanzado por el tratamiento con espirulina al 3% y Goma Xantan. La prueba de Friedman para el atributo apariencia general expuesta en la tabla 4.7 expone un valor de probabilidad de significancia de 0.934, demostrando que no existen diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$), lo que indica que ninguna variante en la formulación se distingue lo suficiente de entre todas y del testigo.

Tabla 6.

Resultados de análisis sensorial para evaluación de la apariencia general de la bebida

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
A1B1 (t232)	10	3,1	3,178	0	9
A2B2 (t145)	10	3,1	2,846	1	10
A1B2 (t365)	10	3,1	2,424	0	8
A2B1 (t354)	10	3,1	2,378	0	7
Testigo (t206)	10	3,1	1,853	1	6

Tabla 7.

Prueba de Friedman para evaluación de la apariencia general de la bebida

Rango promedio		Estadísticos de contraste	
A1B1 (t232)	2,75	N	10
Testigo (t206)	3	Chi-cuadrado	0,83
A1B2 (t365)	2,9	gl	4
A2B1 (t354)	3	Sig. asintót.	0,934
A2B2 (t145)	3,35		

4.1.3. COLOR

En la tabla 4.8 se presentan los valores promedio del análisis sensorial para el color de la bebida. El mejor promedio fue alcanzado por el tratamiento con espirulina al 6% y gelatina sin sabor. La prueba de Friedman para el atributo apariencia general expuesta en la tabla 4.9 expone un valor de probabilidad de significancia de 0,732, demostrando que no existen diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$), lo que indica que ninguna variante en la formulación se distingue lo suficiente de entre todas y del testigo.

Tabla 8.

Resultados de análisis sensorial para evaluación del color de la bebida

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
A2B2 (t145)	10	3,1	3,695	0	13
A2B1 (t354)	10	3,1	2,234	0	7
Testigo (t206)	10	3,1	2,183	1	7
A1B1 (t232)	10	3,1	1,912	0	6
A1B2 (t365)	10	3,1	1,792	0	5

Tabla 9.

Prueba de Friedman para evaluación del color de la bebida

Rango promedio		Estadísticos de contraste	
A1B1 (t232)	3,2	N	10
Testigo (t206)	3,05	Chi-cuadrado	2,023
A1B2 (t365)	2,8	gl	4
A2B1 (t354)	3,4	Sig. asintót.	0,732
A2B2 (t145)	2,55		

4.2.4. SABOR

En la tabla 4.10 se presentan los valores promedio del análisis sensorial para el sabor de la bebida. El mejor promedio fue alcanzado por el tratamiento con espirulina al 3% y goma Xantan. La prueba de Friedman para el atributo apariencia general expuesta en la tabla 4.11 determina un valor de probabilidad de significancia de 0,789, demostrando que no existen diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$), lo que indica que ninguna variante en la formulación se distingue lo suficiente de entre todas y del testigo.

Tabla 10.

Resultados de análisis sensorial para evaluación del color de la bebida

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
A1B2 (t365)	10	3,1	3,178	0	10
A2B1 (t354)	10	3,1	3,071	0	10
A2B2 (t145)	10	3,1	2,283	0	6
Testigo (t206)	10	3,1	2,183	1	7
A1B1 (t232)	10	3,1	1,912	0	6

Tabla 11.

Prueba de Friedman para evaluación del color de la bebida

	Rango promedio	Estadísticos de contraste	
A1B1 (t232)	3,2	N	10
Testigo (t206)	3,15	Chi-cuadrado	1,711
A1B2 (t365)	2,9	gl	4
A2B1 (t354)	2,5	Sig. asintót.	0,789
A2B2 (t145)	3,25		

Se determina luego del procesamiento de los resultados, que ningún criterio de evaluación sensorial en el experimento realizado mostró una marcada diferencia (diferencia

significativa), entendiéndose el comportamiento de los 3 tratamientos y el testigo, como estadísticamente similares.

4.3. PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS

4.3.1. PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS

Una vez identificado el mejor tratamiento mediante prueba sensorial (T145), se procedió a almacenar las muestras en condiciones de refrigeración para conservar y reducir el crecimiento microbiológico durante su envío al laboratorio CESECCA. (Laboratorio de ULEAM - MANTA), donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Según los análisis realizados (tabla 4.4) la muestra del tratamiento T145 contiene un 0,43% de grasa, 0,27 % de cenizas, 90,5% de humedad, 1,28% de proteína, 7,52% de carbohidratos y 39,7 kcal/g de energía.

Tabla 12.

Resultados de análisis proximal de muestra T145 en elaboración de una bebida proteica a partir de toronja enriquecida con espirulina.

Variable	%	Método de análisis
Materia grasa (%)	0,43	PEE/CESECCA/QC/04 Método de Referencia AOAC Ed. 21, 2019; 2003.06 NTE INEN 466:1980
Cenizas (%)	0,27	PEE/CESECCA/QC/09 Método de Referencia AOAC Ed. 21, 2019; 938.08; 900.02 NTE INEN 467:1980 ; AACC 08-12, Ed. 1999
Humedad (%)	90,50	PEE/CESECCA/QC/12 Método de Referencia AOAC Ed. 21, 2019; 934.01
Proteína (%)	1,28	PEE/CESECCA/QC/15 Método de Referencia AOAC Ed. 21, 2019; 2001.11 NTE INEN 465: 1980
Carbohidratos (%)	7,52	Cálculo
Energía (kcal/g)	39,07	Cálculo

4.3.2. PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS

Los resultados de los análisis microbiológicos (tabla 4.13) evidencian que la carga microbiana para todas las variables medidas (coliformes totales, coliformes fecales, *E. coli*, anaerobios y mohos) está dentro de los rangos permitidos por la legislación ecuatoriana para este tipo de productos, considerándose apta para el consumo, por ende, se viabiliza la industrialización del jugo de toronja en función de la tecnología y procedimientos evaluados por la presente investigación.

Tabla 13.

Resultados de análisis microbiológico de muestra T145 en elaboración de una bebida proteica a partir de toronja enriquecida con espirulina.

Variable	%	Método de análisis
Coliformes totales	<1x10	PEE/CESECCA/MI/10 Método de Referencia AOAC Ed 21, 2019; 991.14
Coliformes fecales	<1x10	PEE/CESECCA/MI/09 AFNOR Método Validado 3M 01/2-09/89C
<i>E. coli</i>	<1x10	PEE/CESECCA/MI/02 Método de Referencia AOAC Ed. 21, 2019; 998.08
Anaerobios	1,1x10 ²	PEE/CESECCA/MI/19 Método de Referencia FDA/CFSAN/BAM; Cap 3, 2006
Mohos	<1x10	PEE/CESECCA/MI/20 Método de Referencia AOAC Ed 21, 2019; 997.02

4.4.DISCUSIÓN

El presente estudio determinó al T145 con mejores atributos sensoriales. De este modo el jugo de toronja con el 6% de espirulina y gelatina sin sabor, contiene el mejor desempeño para el olor (3,28), color (3,70) y sabor (2,28) según el panel de catación. Este desempeño se debe fundamentalmente por la adición de la espirulina.

Con estos resultados coincide Calderón (2018), quien en su estudio elaboración de una bebida de amaranto (*Amaranthus tricolor*) y espirulina (*Spirulina maxima*), determinó una alta aceptabilidad de la bebida, empleando un panel de catación semientrenado.

Por otra parte, el T145 (jugo de toronja con el 6% de espirulina y gelatina sin sabor) obtuvo un 0,43% de grasa, 0,27 % de cenizas, 90,5% de humedad, 1,28% de proteína, 7,52% de carbohidratos y 39,7 kcal/g de energía. Las propiedades nutritivas del jugo y sus deseables atributos físicos, viabilizan la formulación industrial de la bebida para su comercialización a gran escala.

Resultados que confirman los de Fonseca et al. (2019), quienes en su estudio propuesta de elaboración jugo de pulpa natural de mango endulzado con stevia y enriquecido con spirulina marca Frutirists SAS., evidenciaron mejores resultados sobre las muestras que contenían espirulina al 6%. Los valores de proteína llegaron al 3%, mientras que los de energía superaron 27,8 kcal/g de energía.

Finalmente, los resultados microbiológicos evidencian que la carga microbiana para todas las variables medidas (coliformes totales, coliformes fecales, E. coli, anaerobios y mohos) está dentro de los rangos permitidos por la legislación ecuatoriana para este tipo de productos,

considerándose apta para el consumo, por ende, se viabiliza la industrialización del jugo de toronja en función de la tecnología y procedimientos evaluados por la presente investigación.

Estos resultados ratifican los obtenidos por Barahona et al. (2020), quienes evidenciaron en su estudio desarrollo de una bebida a base de espirulina, maracuyá y agua de coco, altos niveles de inocuidad, determinando niveles de coliformes totales, coliformes fecales, E. coli, anaerobios y mohos, dentro de los niveles permitidos por la normativa ecuatoriana.

5. CONCLUSIONES

5.1. CONCLUSIONES

Según los resultados evidenciados, la fórmula idónea para la elaboración de la bebida proteica a base de toronja debe formularse de la siguiente manera: Extracto de toronja + espirulina (6%) + gelatina sin sabor.

Los resultados del presente estudio indican que el tratamiento T145 obtuvo los mejores atributos sensoriales. De este modo el jugo de toronja con el 6% de espirulina y gelatina sin sabor, contiene el mejor desempeño para el olor (3,28), color (3,70) y sabor (2,28) según el panel de catación. Este desempeño se debe fundamentalmente por la adición de la espirulina.

El mismo tratamiento (T145) registró el 0,43% de grasa, 0,27 % de cenizas, 90,5% de humedad, 1,28% de proteína, 7,52% de carbohidratos y 39,7 kcal/g de energía. Las propiedades nutritivas del jugo y sus deseables atributos físicos, viabilizan la formulación industrial de la bebida para su comercialización a gran escala. Finalmente, los resultados microbiológicos evidencian que la carga microbiana para todas las variables medidas (coliformes totales, coliformes fecales, *E. coli*, anaerobios y mohos) está dentro de los rangos permitidos por la legislación ecuatoriana para este tipo de productos, considerándose apta para el consumo, por ende, se viabiliza la industrialización del jugo de toronja en función de la tecnología y procedimientos evaluados por la presente investigación.

5.2.RECOMENDACIONES

Se sugiere desarrollar formulaciones comerciales de bebidas proteicas a base de toronja con la adición de espirulina (6%) + gelatina sin sabor. De este modo, existe un mejor rendimiento en el extracto de la toronja, incremento de la calidad del producto y crecimiento de a rentabilidad de los productores.

Previo al establecimiento de la formulación de una bebida proteica a base de toronja, se sugiere desarrollar una evaluación de catación con la finalidad de determinar el nivel de aceptación del producto en el mercado, calculando las posibles ventas a desarrollar en el futuro.

Con base en los resultados obtenidos tras la evaluación proximal de la bebida proteica, es necesario generalizar el control continuo y permanente de los productos desde el contexto nutricional. De este modo se podría garantizar la calidad de los productos a ofertar en el mercado.

BIBLIOGRAFÍA

- ALANUR. (2021). *La importancia de los suplementos alimenticios en Latinoamérica*. San Pablo: ALANUR.
- Anchundia, M., & Pérez, E. (2018). Características nutricionales y evaluación sensorial de una bebida elaborada con harina de batata para personas con fenilcetonuria. *Agroindustrial Science*, 8(1), 15-19.
- Arango, D., & Llanos, A. (2021). Selección de tecnologías adaptables para la cosecha de cítricos cultivados en ladera en Colombia. *Revista Mutis*, 11(2).
- Barahona, D., Almeida, M., Valencia, E., & Pineda, K. (2020). *Desarrollo de una bebida a base de espirulina, maracuyá y agua de coco*. Quito: USFQ.
- Basantes, R., Basantes, A., Martínez, P., & Santana, K. (2020). Elaboración de una bebida a base de suero lácteo y pulpa de *Theobroma grandiflorum*. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 18(2), 166-175.
- Bernal, C., Díaz, C., & Gutiérrez, C. (2017). Probióticos y prebióticos en matrices de origen vegetal: Avances en el desarrollo de bebidas de frutas. *Revista chilena de nutrición*, 44(4), 383-392.
- Cabrera, X., & Cuca, L. (2021). Metabólitos secundarios aislados de especies da família Myristicaceae que produzem inibição enzimática. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 50(2), 352-385.
- Calderón, S. (2018). *Elaboración de una bebida de amaranto (Amaranthus tricolor) y espirulina (Spirulina maxima)*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.

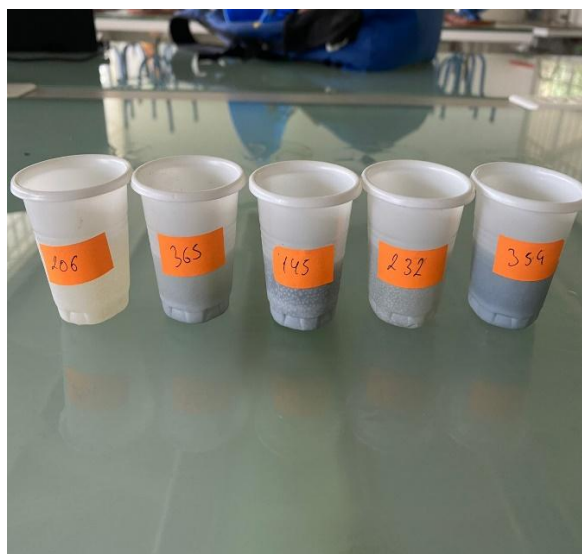
- Carpenter, R., Lyon, D., Hasdell, T., & Aguilera, M. (2012). *Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos*. Zaragoza: Acribia.
- Castillo, V., Fernández, S., Cueto, M., & Ramos, G. (2019). Criterios y estrategias tecnológicas para la incorporación y supervivencia de probióticos en frutas, cereales y sus derivados. *Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 22.
- Chaparro, P., Otálvaro, M., & Figueroa, L. (2017). Evaluación de una bebida vegetal a partir de harina de arroz (Fedearroz 50) con adición de probióticos y prebióticos. *Prácticas de investigación en torno al conocimiento*, 24.
- Cordero, G. (2017). *Análisis sensorial de los alimentos*. AMV Ediciones: Madrid.
- Di Majo, D., Giammanco, M., La Guardia, M., Tripoli, E., Giammanco, S., & Finotti, E. (2016). Flavanones in Citrus fruit: Structure- antioxidant activity relationships. *Food Research International*, 1161–1166.
- Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. (2016). *Guías tecnológicas de frutas y vegetales*. Tegucigalpa: DICTA.
- Espinoza, G. (2018). *Análisis químico proximal de granos y harina de "Pajuro" (Erythrina edulis) y elaboración de una bebida proteica con sabor a chocolate*. Chiclayo: Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- Estrada, H., Restrepo, C., & Iglesias, M. (2018). Aceptabilidad sensorial de productos de panadería y repostería con incorporación de frutas y hortalizas deshidratadas como ingredientes funcionales. *Información tecnológica*, 29(4), 13-20.
- Fernández, A., Alvítez, E., & Rodríguez, E. (2019). Taxonomía e importancia de "spirulina" *Arthrospira jenniferi* (Cyanophyceae: Oscillatoriaceae). *Arnaldoa*, 26(3), 1091-1104.

- Fernández, I., García, E., & Fuentes, A. (2018). *Aplicación de las escalas de punto ideal o Just-About-Right (JAR) en análisis sensorial de alimentos*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- González, C., Ruz, R., Ruiz, F., Sánchez, D., & De la Cruz, J. (2016). Efectos de bebidas carbohidratadas y proteicas sobre la recuperación del esfuerzo. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte/International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, 16(62), 373-401.
- Guallasamín, A., Ávila, J., & Sotomayor, C. (2018). Elaboración de una bebida pasteurizada a partir de un extracto proteico de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). *Enfoque UTE*, 9(2), 36-47.
- Guilcaso, J. (2021). *Efecto inhibitorio del aceite esencial de la cáscara de toronja a diferentes concentraciones y tiempos sobre *Cándida albicans* y *Enterococcus faecalis*. Estudio comparativo in vitro*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Habib, B., Parvin, M., Huntington, T., & M., H. (2016). *A review on culture, production and use of spirulina as food for humans and feeds for domestic animals and fish*. *Fao Fisheries and Aquaculture Circular*. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0424e/i0424e00.pdf>: FAO.
- Jiménez, M., & Margalef, M. (2019). Reseña Histórica de Instituto de Investigación y Análisis Sensoriales de Alimentos. *Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud*, 1(2), 44-45.
- Keller, M., Manzocchi, E., Rentsch, D., Lugarà, R., & Giller, K. (2021). Antioxidant and Inflammatory Gene Expression Profiles of Bovine Peripheral Blood Mononuclear Cells in Response to *Arthrospira platensis* before and after LPS Challenge. *Antioxidants*, 10(5), 814.

- Levine, M., Wang, J., Padayatty, S., & Morrow, J. (2017). A new recommended dietary allowance of vitamin C for healthy young women. *Proc Natl Acad Sci USA*, 98(17): 9842-9846.
- Lupatini, A., Colla, L., Canan, C., & Colla, E. (2016). Potential application of microalga *Spirulina platensis* as a protein source. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 97(3).
- Maldonado, R., Carrillo, P., Ramírez, L., & Carvajal, F. (2018). Elaboración de una bebida fermentada a base de quinoa *Chenopodium quinoa*. *Enfoque UTE*, 9(3), 1-11.
- Martínez, B. (2016). *Desfasamiento de Cosecha con Aplicaciones de AG3 en Toronja (Citrus paradisi Macf.) Variedad Rio Red, General Terán, Nuevo León*. General Terán: Universidad Autónoma Antonio Narro.
- Marzal, A. (2019). *El aislamiento de las yemas axilares respecto de la influencia del fruto y del árbol activa la capacidad de florecer en variedades alternantes de cítricos*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Mejía, M. (2019). *Desarrollo de una metodología para el entrenamiento de un grupo de jueces y propuesta para el uso de las herramientas del análisis sensorial en una escuela de Ingeniería de Alimentos*. Cuenca: Universidad del Azuay.
- Monsen, R. (2020). Dietary reference intakes for the antioxidant nutrients: Vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids. *J Am Diet Assoc*, 100(6) :637-640.
- Nascimento, M., Carvalho, V., Guerra, A., & Luchese, R. (2020). Bebida Proteica Vegana. *Brazilian Journal of Development*, 6(10), 76853-76869.
- Nilsen, F. (2016). Inclusión de especias y su incidencia sobre características organolépticas del extracto industrial de toronja. *Ceiba*, 11(4), 123-144.

- Ordoñez, E., Reátegui, D., & Villanueva, J. (2018). Polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y hojas de doce cítricos. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 113-121.
- Perricone, M., Corbo, M., Sinigaglia, M., Speranza, B., & Bevilacqua, A. (2016). Viability of *Lactobacillus reuteri* in fruit juices. *J Funct Foods*, 10: 421-426.
- Reboleira, J., Freitas, R., Pinteus, S., Silva, J., Alves, C., Pedrosa, R., & Bernardino, S. (2019). Spirulina. In Nonvitamin and nonmineral nutritional supplements. *Academic Press*, 409-413.
- Recalde, C. A. (2018). *Evaluación de la calidad nutricional de la morcilla artesanal mediante la sustitución de arroz Oriza sativa Por quina Chenopodium quinoa W.* Ibarra: Universidad Técnica del Norte. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7885/2/ART%C3%8DCULO.pdf>
- Rodríguez, D., Rodríguez, J., & Monzón, A. (2019). Bebida de suero fermentado con la adición de jugo de sábila (*Aloe vera* L.) y pulpa de mora (*Rubus glaucus* Benth) con características probióticas. *Tecnología Química*, 39(2), 298-315.
- Trujillo, L., Hernández, O., & Bárzana, E. (2019). Rendimiento de extracción de aceite esencial de toronja (*Citrus paradisi*) en un reactor termo-mecano-químico, en función del tiempo de cosecha. *Química de Productos Naturales(QPNT)*, 91-93.
- Villagrán, M., Muñoz, M., Díaz, F., Troncoso, C., Celis, C., & Mardones, L. (2019). Una mirada actual de la vitamina C en salud y enfermedad. *Revista chilena de nutrición*, 46(6), 800-808.

ANEXOS

Anexo 1. Tratamientos para evaluación sensorial con bebida proteica de toronja

Anexo 2. Evaluación sensorial (salones de catación) para los diferentes tratamientos con bebida proteica de toronja.



Anexo 3. Análisis microbiológicos y Análisis físico-químicos

INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/56822

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

CLIENTE: SR. JOSEPH FIGUEROA GOMEZ
 ATENCIÓN: SR. JOSEPH FIGUEROA GOMEZ
 DIRECCIÓN: EL CARMEN
 ESPECIE: N/A
 TIPO DE ENVASE: BOTELLA DE PLASTICO
 No. CAJAS: N/A
 UNIDADES/PESO: 2/3l
 MARCA: N/A
 PAIS DE DESTINO: N/A
 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : JUGO DE FRUTA

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

FECHA MUESTREO: N/A
 FECHA DE INGRESO: 23/06/2021
 FECHA INICIO DE ENSAYO: 23/06/2021
 FECHA FINALIZACION ENSAYO: 30/06/2021
 FECHA EMISION RESULTADOS: 01/07/2021
 FACTURA: 026-002-3565
 ORDEN: 56822
 TIPO DE PRODUCTO: NO APLICA

ENSAYO	LOTE	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	NORMA		MÉTODO DE ANÁLISIS
					Mínimo	Máximo	
Coliformes Totales	NO APLICA	UPC/g	<1x10	-	-	-	PEE/CESECCAM10 Método de Referencia AOAC Ed 21, 2019; 991.14
Coliformes Fecales		UPC/g	<1x10	-	-	-	PEE/CESECCAM09 AFNOR Método Validado 2012-09/03C
E. Coli		UPC/g	<1x10	-	-	-	PEE/CESECCAM02 Método de Referencia AOAC Ed. 21, 2019; 993.08
Recuento de Aerobios		UPC/g	1,1x10 ²	-	-	-	PEE/CESECCAM19 Método de Referencia FDA/CFR 21CFR 310.50
Mohos		UPC/g	<1x10	-	-	-	PEE/CESECCAM05 Método de Referencia AOAC Ed 21, 2019; 997.02
Levaduras		UPC/g	<1x10	-	-	-	PEE/CESECCAM21 Método de Referencia AOAC Ed 21, 2019; 997.02
Materia Grasa		%	0,43	-	-	-	PEE/CESECCAG04 Método de Referencia AOAC Ed 21, 2019; 2003.06 NTE INEN 486:1983
Cenizas		%	0,27	-	-	-	PEE/CESECCAG09 Método de Referencia AOAC Ed. 21, 2019; 939.09; 939.02 NTE INEN 487:1983; ANCC 08-12; Ed. 1999
Humedad		%	90,50	-	-	-	PEE/CESECCAG12 Método de Referencia AOAC Ed. 21, 2019; 934.01
Proteína		%	1,28	-	-	-	PEE/CESECCAG15 Método de Referencia AOAC Ed. 21, 2019; 2001.11 NTE INEN 485:1983
Carbohidratos		%	7,52	-	-	-	Cálculo
Energía		Kcal/g	39,07	-	-	-	Cálculo

Observaciones:

Muestreo realizado Por: El cliente (X) El Laboratorio ()

Nota 1 Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

Nota 2 El laboratorio CE.SE.CA se responsabiliza por la confidencialidad de la información y los resultados obtenidos en la muestra recibida o tomada por el laboratorio.

Nota 3 Para la declaración de la conformidad se considerará el resultado con el intervalo de la incertidumbre. Esto permite obtener una probabilidad de confianza del 95%.

Nota 4 Para queries, reclamos o sugerencias realizarlo a través de la página web: www.iesam.edu.ec o al correo electrónico: iesam.cececca@iesam.edu.ec.

N/A: No aplica

ND: No detectable

