

BEBIDA DE LACTOSUERO Y SOYA (GLYCINE MAX) INOCULADA CON MUCÍLAGO DE CACAO (THEOBROMA CACAO L) NACIONAL

Muñoz Mendoza Gema ¹, Erazo Solórzano Cyntia ², Vera Chang Jaime ³, Tuarez García Diego ⁴,
gema.munoz2014@uteq.edu.ec, cerazo@uteq.edu.ec, jverac@uteq.edu.ec, dtuarez@uteq.edu.ec,
ORCID 0000-0001-8822-9472.

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Alimentos Finca Experimental “La María” km 7 de la vía Quevedo–El Empalme, Los Ríos, Ecuador.

Recibido (08/05/20), Aceptado (22/05/20)

Resumen: La presente investigación se orienta al desarrollo de una bebida fermentada a base de lactosuero y soya inoculada con mucílago de cacao nacional al 5%, 10% y 15% mejorando así sus características organolépticas y dándole el uso adecuado a dichos subproductos, se aplicó un Diseño Completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Para comparar las medias de los tratamientos en cuánto a los análisis físico-químicos (pH, acidez °Brix, humedad, ceniza, sólidos totales) se utilizó la Prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) demostrando así la diferencia significativa que existía en dichos parámetros. Para el análisis organoléptico (olor, color, sabor, gusto y textura) se utilizó la Prueba de Kruskal Wallis, en donde, el tratamiento que más destacó fue el T3, para la prueba de preferencia el que obtuvo mayor aceptación por los panelistas fue el T3 (67%) con 15% de mucílago de cacao considerándolo el mejor tratamiento, seguido del T2 (17%) con 10% de mucílago de cacao y el de menor valor T0 (6%) sin adición de mucílago. La viabilidad microbiológica que presentó mejores valoraciones fue del T3 con un 4×10^7 y el de menor valor el T0 al día 20 de almacenamiento. La vida útil del mejor tratamiento T3, se realizó mediante la ecuación de vidas medias dando como resultado 17 días de durabilidad en condiciones de refrigeración.

Palabras Clave: Bebida fermentada, mucílago de cacao, soya, lactosuero, bacterias ácido lácticas (BAL), inoculación.

FERMENTED DRINK BASED WITH LACTOSUERO AND SOY INOCULATED WITH MUCÍLAGO DE NATIONAL COCOA

Abstract: The present investigation is oriented to the development of a fermented beverage based on whey and soybean inoculated with 5%, 10% and 15% national cocoa mucilage thus improving its organoleptic characteristics and giving appropriate use to these by-products, a Design was applied Completely random with four treatments and four repetitions. To compare the treatment means in terms of physical-chemical analyzes (pH, acidity Brix, humidity, ash, total solids), the Tukey Test ($p \leq 0.05$) was used, thus demonstrating the significant difference that existed in these parameters. For the organoleptic analysis (smell, color, taste, taste and texture), the Kruskal Wallis Test was used, where the treatment that stood out the most was T3, for the preference test the one that obtained the greatest acceptance by the panelists was T3 (67%) with 15% cocoa mucilage considering it the best treatment, followed by T2 (17%) with 10% cocoa mucilage and the lowest T0 value (6%) without adding mucilage. The microbiological viability that presented better evaluations was the T3 with a 4×10^7 and the lowest value the T0 at day 20 of storage. The useful life of the best T3 treatment was carried out by means of the half-life equation, resulting in 17 days of durability under refrigeration conditions.

Keywords: Fermented beverage, cocoa mucilage, soy, whey, lactic acid bacteria (BAL), inoculation

I. INTRODUCCIÓN

El uso adecuado de los desechos, residuos o subproductos que se originan por parte de las industrias de alimentos corresponde a los acontecimientos que se han suscitado a lo largo de los años en las industrias que se han perdido. En la actualidad se considera una de las investigaciones más importantes en el desarrollo de esta industria [1].

El lactosuero es rico en proteínas, especialmente lactoalbúminas, lactoglobulinas y minerales se obtiene de la fabricación de quesos conteniendo una gran cantidad de nutrientes, lo cual hace a este subproducto una materia prima interesante para alternativas de fabricación de productos aumentando su valor nutritivo, en este caso el lactosuero ha sido utilizado para la elaboración de una bebida fermentada del mismo con soya inoculada con mucílago de cacao nacional [2].

La concentración de proteínas del lactosuero contiene fracciones tales como lactoalbúmina, lactoferrina, lactoperoxidasas y péptidos, sustancias que poseen propiedades dirigidas a beneficiar el estado de salud. Algunas de estas fracciones están siendo consideradas como antibióticos naturales por su capacidad de preservar naturalmente a los alimentos [2]. El suero ha sido utilizado para la elaboración de bebidas fermentadas con acidez final del 0,54% de ácido láctico para los consumidores son las de mayor aceptabilidad [3].

La soya es un producto de alto valor biológico utilizado principalmente en la fabricación de alimento animal, siendo muy poco su uso en las industrias alimentarias lo que conlleva a varias alternativas siendo una de ellas la bebida fermentada [4]. Actualmente se han dado crecimientos rápidos en Sudamérica con una producción del 123% la cual no muestra signos de parar de acuerdo con la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) sugiere que la producción se duplicara para el 2050 [5], ha sido considerada uno de los descubrimientos más importantes en nutrición, aparte de su contenido de calcio, el grano de soya es el único de origen vegetal de igual calidad que la de proteína animal [6].

El cacao nacional es el de mayor exportación a los países europeos, posee características que lo hacen propio y diferente a los producidos en otras regiones del mundo. Actualmente el material mucilaginoso es desaprovechado en su totalidad lo que conlleva alternativas [7]. Las BAL provenientes del mucílago de cacao, tienen características que al ser procesadas producen ácido láctico, son empleadas actualmente por las industrias alimentarias en la elaboración de bebidas fermentadas, yogurt, vino, embutidos, entre otros [8]. La incorporación de estos microorganismos en el desarrollo

de nuevos productos de derivados lácteos, logra brindar características sensoriales y extender la vida útil del producto fin [1].

La fermentación del mucílago de cacao a las primeras 24 horas se instalan las bacterias lácticas y acéticas, especialmente las (BAL) de género *Lactococcus* spp donde comienza su incremento, luego empiezan la del género *Enterococcus* spp y es así que a las 48 horas se obtienen el máximo de su incremento [8]. Por esa razón, el presente trabajo se trazó como objetivo desarrollar una bebida fermentada rico en bacterias ácido lácticas. A diferencia de Santana [9] quien realizó una bebida hidratante a base de mucílago de diferentes variedades de cacao, la presente investigación mejoró la bebida con adición de lactosuero y soya, inoculada solo con mucílago de cacao Nacional en diferentes formulaciones.

II. METODOLOGÍA

La investigación se realizó en la planta de lácteos de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo la misma que está ubicada en el km 7.5 vía Quevedo – El Empalme, entrada el Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos, Ecuador.

II.I. Condiciones meteorológicas

Tabla I. Condiciones meteorológicas de la Finca Experimental “La María”.

Datos meteorológicos	Valores promedio
Humedad Relativa (%)	85,84
Temperatura	22,47
Precipitación (mm/año)	2 223,85
Heliofania (horas luz/año)	898,66
Zona ecológica	Bosque semi húmedo tropical

Fuente: (INAMHI, 2014).

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA), con 4 tratamientos, y 4 repeticiones, se elaboraron 4 bebidas fermentadas a base de (75%) lactosuero y (25%) soya inoculada con mucílago de cacao nacional en diferentes niveles (5%; 10%; 15%), tomando en cuenta al Testigo (T0) con un 0% de mucílago de cacao. Para la comparación de medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). El análisis estadístico se realizó mediante el software libre.

II.II. Esquema del experimento

En la Tabla II se plantea el esquema del experimento con los tratamientos, repeticiones y unidades experimentales de una manera detallada, se elaboró cuatro bebidas a base de estas materias primas con una for-

mulación única con diferentes niveles (5; 10; 15%) de mucílago de cacao nacional.

Tabla II. Esquema experimental.

Tratamientos	Repeticione s	Unidad experimental (mL)	Subtotal (mL)
T0 (bebida fermentada a base de lactosuero y soya).	4	2000	8000
T1 (bebida fermentada inoculada con mucílago de cacao nacional al 5%).	4	2000	8000
T2 (bebida fermentada inoculada con mucílago de cacao nacional al 10%).	4	2000	8000
T3 (bebida fermentada inoculada con mucílago de cacao nacional al 15%).	4	2000	8000
		Total	32000

II.III.Descripción de la recolección del mucílago de cacao

Las mazorcas de cacao nacional se obtuvieron en el cantón “La Concordia” a la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Se clasificó las mazorcas de cacao según su apariencia física y estado de madurez, observando que se encuentren libres de enfermedades, las mazorcas fueron desinfectadas con agua clorada en una proporción de 100 ppm. Luego se realizó el corte de las mazorcas con cuchillo de acero inoxidable, en forma transversal y longitudinal de manera que facilite la extracción de las almendras mucilaginosas. Para la recolección del mucílago de cacao se utilizó un lienzo de color blanco de 100 x 100 cm, en el cual se colocaron las almendras de cacao y se ejerció presión (con el propósito de extraer el líquido mucilaginoso), obtenida la muestra se filtró y se realizó el análisis inicial de la materia prima (pH, acidez, y °Brix de acuerdo a la INEN [10]).

La fermentación del mucílago se realizó por 24 y 48 horas a temperatura ambiente para que se produzcan las (BAL). Una vez transcurrido el tiempo especificado se recolectó 10 mL para análisis de crecimiento microbiológico, se recolectó y almacenó a temperatura de 4°C, para su respectiva utilización de acuerdo a la formulación, previamente se realizaron los análisis microbiológicos para bacterias ácido lácticas y coliformes totales.

II.IV.Descripción de la obtención del extracto de soya

Se receptaron los granos de soya y se pesó de acuerdo a la formulación. Posteriormente, se enjuagó con agua potable para remover todas las impurezas del grano. Una vez lavado se sometieron en remojo en agua fría por 12 horas con el fin de facilitar el descascariado. En este punto se reemplaza el agua con una más fresca, y se procede a pelar cada uno de los granos de

soya para posteriormente escaldarlos a una temperatura de 100°C por un lapso de 30 minutos esto tiene como objetivo desactivar la enzima lipoxigenasa.

El grano se licuó con agua caliente a 90°C, en una proporción de peso/volumen (1 kilo de soya/ 1 litro de agua), luego a través de un lienzo de tela algodón de 100 x 100 cm con el fin de eliminar el bagazo. Se realizó control de calidad de la soya como pH método 981.12 AOAC, acidez método 950.15 AOAC., °Brix método 983.17 AOAC., en la INEN [11].

Se pasteurizó a una temperatura de 75°C por un lapso de 15 minutos con la finalidad de destruir microorganismos patógenos y mejorar la digestibilidad de la proteína al inactivar los inhibidores de tripsina. Se realizó un enfriamiento rápido hasta 37°C para continuar con la elaboración de la bebida fermentada.

II.V.Descripción de la obtención del lactosuero

Se receptó el lactosuero obtenido del Cantón “El Carmen” y se pesó la cantidad a utilizar de acuerdo a la formulación establecida. Se analizaron los parámetros iniciales del lactosuero como pH con la NTE INEN 2594:2011 y acidez con la NTE INEN 13 para saber si se encuentra dentro de los rangos establecidos, se filtró empleando un lienzo de tela de 100 x 100 cm esterilizado para la eliminación de cualquier agente extraño, se pasteurizó a 65°C por un lapso de 30 minutos para evitar la desnaturalización de la proteína.

II.VI.Descripción de elaboración de la bebida fermentada

Previamente enfriado el lactosuero y la soya se procedió a inocular junto con el mucílago de cacao nacional rico en bacterias ácidos lácticas (BAL), al igual que el resto de ingredientes, la fermentación se realizó a 42°C - 45°C por un lapso de 4 horas hasta obtener un pH 4,2 a 4,9. Se colocaron las bebidas en envases de vidrio de

1 litro y el almacenamiento fue a una temperatura de 2 a 4°C de acuerdo al INEN. [12]

Se realizaron análisis físico-químicos y microbiológicos (BAL) a las bebidas, pasada las 48 horas se evaluó sensorialmente y se escogió al mejor tratamiento para su respectivo control físico-químico y microbiológico de agentes patógenos para la estimación de su vida útil.

Tabla III. Formulación para ocho litros de bebida fermentada inoculada con mucílago de cacao nacional a los diferentes tratamientos

Materia prima e insumos	Formulación 1		Formulación 2		Formulación 3		Formulación 4	
	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.
Lactosuero (mL)	75	6000	75	6000	75	6000	75	6000
Soya (mL)	25	2000	25	2000	25	2000	25	2000
Mucílago de cacao Nacional (mL)	0	0	5	400	10	800	15	1200
CMC (mg)	0,2	16	0,2	16	0,2	16	0,2	16

II.VIII. Instrumentos de investigación

II.VIII.I. Viabilidad microbiológica de las (BAL).

Se determinó la viabilidad de las bacterias ácido lácticas realizando los análisis respectivos una vez extraído el mucílago de cacao nacional fermentado durante 48 horas para evitar el crecimiento microbiano de bacterias patógenas y a la bebida elaborada en un lapso de cada 5 días durante 20 días, de esta manera se obtuvo el crecimiento (BAL).

II.VIII.II. Variables físico-químicas

Se determinaron los parámetros físico-químicos del

II.VII. Formulación de la bebida fermentada inoculada con mucílago de cacao

La elaboración de la bebida fermentada a base de lactosuero y soya inoculada con mucílago de cacao, se conforma de 4 formulaciones descritas en la Tabla III.

mucílago de cacao nacional (pH, acidez y °Brix), analizados bajo el INEN [10]. En el lactosuero se analizaron pH y acidez. Los parámetros físico-químicos que se analizaron al extracto de soya fueron (pH, acidez, °Brix) cumpliendo con la norma establecida [13].

II.VIII.III. Variables físico-químicas a la bebida fermentada

Los parámetros físico-químicos que se evaluaron a las bebidas fermentadas fueron: pH, acidez, °Brix, sólidos totales, ceniza y proteína, siguiendo las respectivas técnicas establecidas en la norma [14].

Tabla IV. Parámetros físico-químicos y sus normativas para la bebida fermentada.

Parámetros	Normativas	Detalle
pH	NTE INEN 0973	
Acidez	NTE INEN 13	
°Brix	Refractómetro	ATC (0-32 °Brix)
Humedad	NTE INEN 63	
Sólidos totales	NTE INEN 14	
Ceniza	NTE INEN 14	
Proteína	NTE INEN 16	

II.IX. Variables organolépticas evaluadas

Una vez realizado todo el proceso de elaboración después 48 horas previamente refrigerada, se proporcionó a cada panelista 30 mL de las cuatro muestras codificadas aleatoriamente, se procedió a entregar su respectiva hoja para determinar las cualidades organolépticas del mejor tratamiento, la misma que se logró

con la ayuda de 30 panelistas no entrenados, entre los cuales encontraremos ingenieros/as que trabajan en la UTEQ – FCP y estudiantes de la carrera de Ingeniería en Alimentos, mediante una prueba de preferencia, diferentes porcentajes de mucílago de cacao nacional para cada atributo organoléptico (olor, sabor, color, gusto, apariencia general bajo la metodología y la guía gene-

ral para establecer un perfil sensorial [15], utilizando una escala de cuatro puntos, en la que el número uno significa “ligero” hasta el número cuatro que significa “Mucho”.

Tabla V. Atributos sensoriales.

Olor	Sabor	Color	Gusto	Textura
Suero	Suero	Beige	Ácido	Fluidez
Soya	Soya	Blanco lechoso	Dulce	
Mucílago	Mucílago			
Yogurt	Yogurt			

II.X. Estimación de la vida útil de la bebida fermentada

Una vez determinado el mejor tratamiento de las diferentes muestras de bebidas fermentadas inoculadas con mucílago de cacao nacional, se controlaron los parámetros físico-químicos descritos anteriormente como: pH, acidez expresada en porcentaje de ácido láctico, para verificar su inocuidad y el incremento microbiano se efectuó recuentos de mohos-levaduras de acuerdo con los requerimientos [14]- [6].

III. RESULTADOS

En la tabla VI, se detallan los parámetros iniciales

Tabla VI. Parámetros iniciales de las materias primas FCP-UTEQ.2019.

PARÁMETROS INICIALES			
	pH	Acidez %	°Brix
Mucílago	3,58	0,68	17°
Soya	6,62	0,08	6°
Suero	6,5	0,19	6°

III.I. Análisis físico- químicos de la bebida fermentada a base de lactosuero y soya inoculada con mucílago de cacao nacional

Los análisis físico-químicos realizados: pH, acidez, grados brix y proteína manifiestan diferencias signifi-

previo a la elaboración de la bebida fermentada: pH, acidez y grados brix. Se realizaron una vez fermentado a 48 horas, lo cual presento un pH de 3,58, acidez de 0,68% y grados brix de 17, los mismos que se encuentran dentro de los parámetros establecidos en la NTE INEN 176:2006, la soya con un pH de 6,62, acidez de 0,08% y grados brix de 6 cumpliendo así con los requisitos de la NTE INEN 3028:2018-02, por otro lado el suero con un pH de 6,5, considerándolo como un suero dulce, acidez de 0,19% y grados brix de 6 se encuentran dentro del rango establecido en la NTE INEN 2609:2012

cativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$), mientras que los sólidos totales, humedad y ceniza no existió diferencia significativa entre tratamientos ($p \geq 0,05$), los promedios se pueden observar en la (Tabla VII).

Tabla VII. Análisis físico-químicos de la bebida fermentada a base de lactosuero y soya inoculada con mucílago de cacao nacional.

Tratamiento	Parámetros Físico -Químicos						
	pH	Acidez (%)	Humedad (%)	Sólidos totales (%)	Ceniza (%)	Proteína (%)	°Brix
°Brix	5,54 a	0,17 d	82,00 a	2,66	2,10 a	1,46 c	7,08 d
T0	5,06 b	0,23 c	83,75 a	2,63 a	2,01 ab	1,54 b	8,03 c
T1	4,72 c	0,32 b	89,50 a	2,49 ab	1,96 ab	1,54 b	11,03 b
T2	4,56 d	0,41 a	89,50 a	2,39	1,89 b	1,61 a	12,20 a
T3	4,97	0,28	86,19	2,54	1,99	1,53	9,60
X	1,44	1,78	4,67	4,26 ⁽⁺⁾	3,89 ⁽⁺⁾	2,06	3,52
C.V %	0,04	2,5	2,01	1,85	0,46	0,02	0,17
E.E.	<0,0001	<0,0001	0,0419	0,0144	0,0160	0,0007	<0,0001
P- Valor	**	**	ns	*	*	**	**

En el análisis de varianza para la variable pH, presentaron diferencias significativas Tukey ($p \leq 0,05$) entre tratamientos, el T3 con el 15% de mucílago presentó el menor pH (4,56) que fue estadísticamente difiriendo de los demás tratamientos, mientras el T0 sin adición de mucílago presentó los valores más altos de pH (5,54).

Los valores de pH descritos en esta investigación son similares a los descritos por [6], en su estudio de utilización de probióticos en la elaboración de una bebida de soya, donde el pH de menor valor fue de 4,3 con un máximo de 7 y la relación existente entre el descenso del mismo con relación al tiempo de fermentación, presentando diferencias estadística significativas en sus factores por la concentración de inóculo. Comparando los resultados obtenidos por [16], en la elaboración de una bebida fermentada a base de lactosuero y soya, presenta valores superiores de pH en un rango de 6,2- 6,6, esta diferencia se debe a los niveles de mucílago de cacao inoculada en la bebida fermentada. En base a esto se logra deducir que el T3, se encuentra dentro de los rangos establecidos de las bebidas fermentadas.

La acidez expresada como ácido láctico en la bebida fermentada con diferentes porcentajes de mucílago de cacao nacional, demuestra que existe diferencia significativa ($p \leq 0,05$) entre tratamientos, el T3 con mayor porcentaje de mucílago presentó mayor valor de ácido láctico (0,41%), por otro lado, el de menor valor (0,17%) lo adquirió el T0 identificado como testigo debido a que no contiene porcentajes de mucílago.

La acidez de acuerdo con Guerrero [6], tiene un incremento en el transcurso del tiempo de fermentación, es decir directamente proporcional por el porcentaje de inóculo siendo altamente significativo sobre las respuestas experimentales. Concluyendo con Andres [17], el porcentaje de ácido láctico se encuentra en (0,40%) como dato menor, sin embargo refleja porcentajes aún mayores y esto se debe a la cantidad de bacterias ácido lácticas y azúcar añadidas en el yogurt, considerando que el tiempo de fermentación es el mismo, siendo así que el T3 de la presente investigación se encuentra un poco más del rango menor a diferencia que no contiene azúcar pero si el 15% de mucílago de cacao con presencia de bacterias ácido lácticas.

Para la variable humedad (Tabla VII), indica que entre tratamientos no existe diferencia estadísticamente significativa ($p \geq 0,05$), En comparación a lo obtenido [16], nos indica que en su bebida fermentada de lactosuero y soya obtuvo un 80% de humedad, deduciendo así que los rangos concuerdan con el T0 ya que este tratamiento no contiene mucílago de cacao nacional.

En sólidos totales existió diferencia significativa ($p \geq 0,05$), debido a que contienen menor humedad y

más sólidos en comparación al T2 (2,49%) y T3 (2,39), coincidiendo con lo expuesto por [16], en su bebida sin adición de mucílago pero con adición de otros componentes sólidos con un valor de 20% de sólidos totales. Los resultados obtenidos son superiores a los descritos por [18] de acuerdo a su investigación bebida de suero fermentado con la adición de jugo de sábila (*Aloe vera* L.) y pulpa de mora (*Rubus glaucus* Benth) con características probióticos sus formulaciones son estandarizadas de 1 a 9% de sólidos totales lácteos con suero en polvo.

En cuanto al porcentaje de ceniza no existe diferencia significativa ($p \geq 0,05$), dado que el T0 (2,10%) y T3 (1,89%) con adición de mucílago en mayor porcentaje. Discrepando [16], determina que el porcentaje de ceniza tanto en el lactosuero, soya y en su bebida final se observa un aumento considerable por los minerales de las materias primas e insumos utilizados, diferenciando así la bebida fermentada inoculada con mucílago, con menor porcentaje de ceniza por su mayor contenido de mucílago en comparación de los demás tratamientos en estudio. En comparación a la caracterización bromatológica de las bebidas autóctonas investigadas por [19] presentó valores menores de (1,39%) y como el mayor valor (4,29%).

La proteína en la bebida fermentada mostró diferencia significativa ($p \leq 0,05$), indicado en el (Gráfico 6), el mayor porcentaje (1,61) lo tiene el T3 y el T0 con menor porcentaje (1,46), de acuerdo a la NTE INEN 2608:2012. Los grados brix que se encuentran reportados en el (Gráfico 7), donde se observa que el de mayor grado es el T3 con 12,2 °Brix, siendo el que contiene mayor cantidad de mucílago el mismo con 17°brix adicionado al 15%, diferenciándose con el de menor grado el T0 con 7,08 brix sin adición de mucílago. A diferencia de [6], se observa claramente que el descenso del °Brix dependen de la cantidad de inóculo, convirtiendo los azúcares en ácido láctico durante la fermentación debido a los porcentajes de adición de azúcares de sus tratamientos.

Análisis sensorial

Según el análisis de Kruskal Wallis en el atributo de olor a soya se encontró que el T0 (1,53) sin adición de mucílago, con T1(1,90) con adición del 5% de mucílago fueron estadísticamente iguales difiriendo de los T2(1,13) Y T3 (1,00), con una media general de 1,39 un límite inferior de 0,74 y límite superior 2,04. El atributo olor a suero presento diferencias significativas entre tratamientos, reflejando el valor mayor al T0 (3,1), en base a la escala de intervalo, el T0 en olor a suero moderado y el T3 nada de olor a suero. Para el parámetro

olor a mucílago presentó diferencia significativa valorando al T3 como el valor más alto seguido del T2 con un límite inferior (0,70) y un límite superior (3,29) de acuerdo a la escala sensorial el T3 tiene un olor moderado a mucílago.

El tratamiento que destacó en olor, en comparación del resto de tratamientos es el T3 con un valor de 4 siendo el mismo identificado en la escala organoléptica como “mucho”, esto se debe al contenido mayor de mucílago que contiene a diferencia del T0 Y T1 que presentaron los valores de 1 siendo nada, de esta manera se demuestra que existe diferencia significativa con un límite inferior (0,37) y superior (4,17).

Para el atributo sabor soya presento diferencia significativa el tratamiento T0 con el valor mayor de (2,97) seguido del T1 (1,57) en comparación con T2 Y T3 que resultaron iguales, con una media de 1,69, con un límite inferior de 0,29 y superior de 3,09. En el parámetro sabor a suero presentó diferencias significativas de acuerdo con Wallis con valoraciones mayores de 3,80 para el tratamiento T0 y la menor en los tratamientos T3 y T2 ya que son iguales, con un nivel de confianza del 95%, un límite inferior de 0,30 y superior de 3,95. En sabor a mucílago hubo diferencia significativa y se debe a las diferentes adiciones mucílago adquiriendo la mayor valoración el T3 con (2,67) inoculado al 15% y el menor T0 con valoración 1 “nada”. El atributo más destacado y es el T3 con 4 significa mucho sabor a yogurt debido a la presencia de bacterias ácido lácticas.

En atributo color beige los resultados de la prueba de Kruskal en indican que no existe diferencia entre tratamientos, sin embargo, en el color blanco lechoso indica que existe diferencia no tan significativa ya que el T0 y T1 son iguales y difieren con el tratamiento T2 y T3 que son iguales.

Para el atributo Gusto a ácido presentó diferencia significativa entre tratamientos. En donde, el valor mayor lo obtuvo el T3 (3,40) con 15% de mucílago y el menor T0 (2,53) con una media de 2,92. En el parámetro dulce las pruebas no paramétrica indica que existe diferencia estadística entre tratamientos. Sin embargo, el T0 Y T1 tiene similitud ante el T2, el valor menor lo presenta el T3 (1,40) con una media de 1,74 con un límite inferior de 1,33 y superior de 2,14.

Y el atributo textura en cuanto a fluidez no mostró diferencia significativa entre ellos con una media de 3,00, un límite inferior de 3,14 y superior de 3,70.

Mediante la prueba de preferencia realizada, de acuerdo a los catadores, el tratamiento de mayor aceptación fue el T3 67% inoculado al 15% de mucílago y el de menor el T0 6% como testigo sin adición de mucílago, seguido del T2 que ocupa el un 17% de acep-

tación con un 10% de mucílago de cacao nacional. De tal manera que se confirma el mejor tratamiento el T3.

La estimación de vida útil de la bebida fermentada realizada al mejor tratamiento, T3 inoculado con mucílago de cacao al 15%, fue almacenada durante 20 días, con la finalidad de registrar su comportamiento, tomando en consideración el pH, acidez expresada en ácido láctico y el incremento microbiano de mohos y levaduras. Aplicando la ecuación de vidas medias descrita se describe una cinética de primer orden. Un producto envasado asépticamente, tendrá una vida útil mayor de anaquel, favoreciendo condiciones de anaerobiosis o incluso modificar la atmósfera entre el alimento, el material de empaque y el lugar de almacenamiento, de tal manera que en tales condiciones contribuyan a que se pueda prolongar la vida útil de alimento. Entre el grupo de microorganismos que pueden desarrollarse en un alimento se encuentran: bacterias y hongo capaces de multiplicarse [20]

Los valores de pH se presentan en forma lineal decreciente en la (Figura 1) durante los 20 días de almacenamiento, con un inicio de 1,53 hasta 1,44 valores que frecuentan los productos de derivados lácteos fermentados. Los alimentos ácidos se distinguen por cuyo pH es menor de 4,6, y alimentos poco ácidos en los que el pH es mayor de y 4,6 [21], en sus resultados de caracterización físico-química de dos bebidas fermentadas, sus valores iniciales de pH antes de la fermentación fueron (6,5), bebida uno con 4,85 y bebida dos con un valor de 5, el valor bajo indica el desarrollo del proceso de fermentación, con una evaluación de vida útil de 21 días bajo refrigeración.

Santana [9], en su estudio de bebida hidratante con mucílago de cacao proveniente de diferentes variedades de cacao, registraron diferencias estadísticas significativas en el pH, según Tukey (0,05%) estableció que la variedad de mucílago influye sobre el pH obtenido, con una media para la variedad Nacional de 4,05 y para la variedad Trinitario de 3,86.

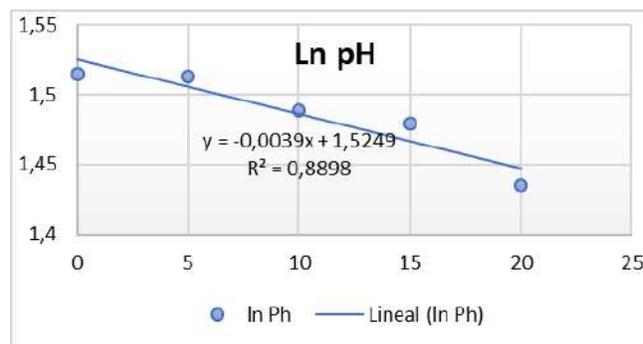


Figura 1. Método lineal de pH al mejor tratamiento a bebida fermentada a base de lactosuero y soya ino-

culada con mucílago de cacao nacional.

En el caso de acidez de los valores obtenidos van incrementando en relación al tiempo, lo que indica que la fermentación no se detuvo durante el almacenamiento (Ver Figura 2).

$$\ln(\text{Acidez}) = -0,9265 + 0,0094x$$

Con un valor de $r^2 = 0,7873$ con lo cual el valor de estimación de vida útil es de 25 días.

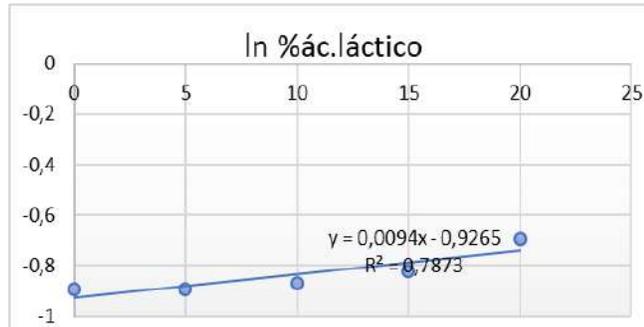


Figura 2. Método lineal del % ac. láctico al mejor tratamiento de la bebida fermentada a base de lactosuero y soya inoculada con mucílago de cacao nacional.

En cuanto a la presencia de mohos y levaduras no debe pasar con lo requerido en la NTE INEN 2608:2012 que indica el mínimo de 100UFC, por ende el T3 identificado como el mejor tratamiento con una cantidad de 0 UFC los primeros días y 80 UFC los últimos 20 días expresados en forma lineal (Figura 3) de los valores obtenidos del (Anexo 14) afirmando que el producto fue

elaborado bajo estos requerimientos por lo tanto puede ser considerado como un producto apto para el consumo humano.

$$\ln(\text{Mohos y levaduras}) = 0,6931 + 0,2156x$$

Con un valor de $r^2 = 0,9883$. se obtuvo un valor de estimación de vida útil de 17 días.



Figura 3. Método lineal de Mohos y levaduras al mejor tratamiento de la bebida fermentada a base de lactosuero y soya inoculada con mucílago de cacao nacional.

Los análisis de las BAL homofermentativas y heterofermentativas realizados a las 48 horas de fermentación tomados como referencia de [7] indicando que a las 48 horas se registra el mayor recuento de UFC 2,47x 10⁵, demostrando así la presencia de dichos microorganismos en el mucílago fermentado con un valor mayor de 2x10⁵ como lo indica la (Tabla VIII). En cuanto a los coliformes totales realizados registro ausencia de UFC los mismos que se encuentran dentro de la NTE INEN 2395-2011 que indica como mínimo <10UFC.

Tabla VIII. Análisis de viabilidad de las BAL en la bebida fermentada a base de lactosuero y soya inoculada con mucílago de cacao nacional.

TRATAMIENTO	Unidad	Día 0	Día 5	Día 15	Día 20	Método referencial aplicado
T0 (BFLS)	u.f.c/g	5x10 ⁴	7x10 ⁴	7,3x10 ⁴	7,9x10 ⁴	Petrifilm-BAL
T1 (BFLS5%)	u.f.c/g	1x 10 ⁶	1.3x10 ⁶	2x10 ⁶	2,8x10 ⁶	Petrifilm-BAL
T2 (BFLS10%)	u.f.c/g	1,5x10 ⁷	2x10 ⁷	3x10 ⁷	3,7x10 ⁷	Petrifilm-BAL
T3 (BFLS15%)	u.f.c/g	2,5x10 ⁷	3x10 ⁷	3,8x10 ⁷	4x10 ⁷	Petrifilm-BAL

IV.CONCLUSIONES

1. Se desarrolló una bebida fermentada a base de lactosuero y soya inoculada con mucílago de cacao nacional, los análisis estadísticos establecen diferencia significativa en las respuestas experimentales por lo que se determinó el T3 como mejor tratamiento destacando en los parámetros físico-químicos con 15% de mucílago, el cuál registró datos de pH (4,56), acidez expresada en ácido láctico (0,41%), °Brix (12,20), proteína (1,61),

humedad (89,5) los mismos que cumplen con los requisitos establecidos en la NTE INEN 2608:2012.

2. Mediante la prueba de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$), indica que existió diferencia significativa entre tratamientos respecto a los atributos organolépticos de olor, color, sabor, gusto a excepción de textura que no mostró diferencia significativa se concluye que el T3 presentó mejores resultados en cuanto a la escala de valoración

que indica 1 nada y 4 mucho.

3. Se determinó la viabilidad de las bacterias ácido lácticas, presentando aumentos durante los 20 días de almacenamiento, siendo el T3 con mayor contenido (4×10^7), a diferencia del T0 que no contenía mucílago de cacao nacional con ($7,9 \times 10^5$) de BAL.

REFERENCIAS

- [1] M. Nuñez, M. Boumba, Y. Castro, K. Mijares, and O. Hernández, “Desarrollo de bebida fermentada a partir de suero requesón,” *Cienc. y Tecnol. Aliment.*, vol. 16, pp. 39–44, 2016.
- [2] C. Naranjo, “Elaboración de una bebida fermentada a base de suero lácteo con pulpa de manzana Emilia (malus comunis-L),” Universidad Técnica de Ambato, 2006.
- [3] D. Rodríguez, J. Rodríguez, and A. Hernández, “Bebida de suero fermentado con la adición de jugo de sábila (*Aloe vera L.*) y pulpa de mora (*Rubus glaucus Benth*) con características probióticas,” *Tecnol. Quim.*, vol. 39, no. 2, pp. 301–317.
- [4] L. Vanegas, D. Restrepo, and J. López, “Características de las bebidas con proteína de soya,” *Rev. Fac. Nac. Agron.*, vol. 62, no. 2, pp. 5165–5175, 2009.
- [5] N. D. Sue Stolton, “El Crecimiento de la Soja: Impactos y Soluciones WWF International,” 2014.
- [6] J. Guerrero, “Utilización de probióticos (*Lactobacillus plantarum*) en la elaboración de una bebida de soya,” Universidad Técnica de Ambato, 2011.
- [7] D. Verdezoto, “Aislamiento e identificación de bacterias ácido lácticas (BAL) presentes en el mucílago de cacao (*Theobroma cacao L.*) Trinitario y Nacional,” Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2017.
- [8] J. Chávez, “Utilización de las bacterias ácido lácticas provenientes del mucílago de cacao (*Theobroma Cacao L.*) nacional para mejorar el sabor y textura del queso mozzarella,” Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2019.
- [9] P. Santana, J. Vera, C. Vallejo, and A. Alvarez, “Mucílago de cacao, Nacional y Trinitario para la obtención de una bebida hidratante,” Universidad, *Cienc. y Tecnol.*, vol. 04, pp. 179–189, 2019.
- [10] INAMHI, “Anuario Meteorológico Nro 51-2011,” 2014.
- [11] Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, “NTE INEN 0176: Cacao en grano. Requisitos,” 2006.
- [12] Instituto Ecuatoriano de Normalización, “NTE INEN 452: 2013 Cereales y leguminosas. Soya en grano. Requisitos,” 2013.
- [13] Instituto Ecuatoriano de Normalización, “NTE INEN 2609:2012 Bebidas de suero. Requisitos,” 2010.

[14] Instituto Ecuatoriano de Normalización, “NTE INEN 3028 Bebida de Soya no fermentada. Requisitos,” 2018.

[15] Instituto Ecuatoriano de Normalización, “NTE INEN-ISO 13299 Análisis sensorial. Metodología. Guía general para establecer un perfil sensorial,” 2014.

[16] M. Villacís, “Elaboración y evaluación nutricional de una bebida proteica para Infantes a base de lactosuero y leche de soya,” Escuela Politécnica de Chimborazo, 2011.

[17] O. Alcívar, “Evaluación de la acidez titulable en la elaboración de yogurt en base a la norma INEN 2395 en lácteos nacionales,” Universidad Técnica de Machala, 2016.

[18] Y. I. Pastrana, A. M. Durango, and C. D. De Paula, “Caracterización Fisicoquímica, Bromatológica y Microbiológica de Bebidas Autóctonas de Córdoba, Colombia,” *SciELO*, vol. 26, no. 4, pp. 53–62, 2015, doi: 10.4067/S0718-07642015000400008.

[19] M. Carrillo and A. Reyes, “Vida útil de los alimentos Lifetime food,” *CIBA Rev. Iberoam. las Ciencias biológicas y Agropecu.*, vol. 2, pp. 32–56, 2014.

[20] M. Porcar, “Estudio de vida útil de zumos de frutas envasados,” Universidad Politécnica de Valencia, 2016.

RESUMEN CURRICULAR



Gema Muñoz Mendoza, Ingeniera en Alimentos, graduada en enero del 2020 en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.



Cynthia Erazo Solorzano, Ingeniero Agroindustrial, área de conocimiento: Agroindustrias. Magíster en Gestión de la Producción, área de conocimiento: Producción. Master en Prevención de Riesgos Laborales, área de conocimiento: Ciencias sociales y jurídicas. Cursando: Doctorado en Ingeniería agraria, alimentaria, forestal y de desarrollo rural sostenible



Jaime Vera Chang, Ingeniero Agropecuario graduado en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Magíster en Procesamiento de Alimentos en la Universidad Agraria del Ecuador. Miembro del Comité de Investigación de la Facultad de Ciencias Pecuarias.



Diego Tuarez Garcia, Ingeniero Agroindustrial en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo en el año 2013. Magister en Gestión de la Producción universidad Técnica de Cotopaxi en el año 2017. Msc en Prevención de Riesgos Laborales, salud laboral en la Universidad de Madrid, docente de la Carrera de Ingeniería en Alimentos.