

ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL DE BOROJÓ (*Borojoa patinoi*) ENRIQUECIDA CON *Lactobacillus casei*, EMPLEANDO COMO SUSTRATO EL SUERO PROVENIENTE DE LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO DE LA INDUSTRIA LECHERA CARCHI

ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL DE BOROJÓ (*Borojoa patinoi*) ENRIQUECIDA CON *Lactobacillus casei*, EMPLEANDO COMO SUSTRATO EL SUERO PROVENIENTE DE LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO DE LA INDUSTRIA LECHERA CARCHI.

PREPARATION OF A FUNCTIONAL BOROJÓ DRINK (*Borojoa patinoi*) ENRICHED WITH *Lactobacillus casei*, USING AS SUBSTRATE SERUM FROM MAKING FRESH CHEESE IN THE CARCHI DAIRY INDUSTRY
(Entregado 28/07/2015 – Revisado 21/09/2015)

Marco Burbano P.

Ingeniero Agroindustrial graduado en la Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria de la Escuela Politécnica Nacional. Diplomado Superior en Investigación Superior Socio Educativa de la Universidad Tecnológica América. Magíster en Procesamiento de Alimentos de la Universidad Agraria del Ecuador. Docente Ocasional de la Carrera de Ingeniería en Alimentos y de la Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC) desde el 2011.

Carlos Amador S.

Médico Veterinario y Zootecnista graduado en la Universidad Agraria del Ecuador. Magíster en Procesamiento de Alimentos de la Universidad Agraria del Ecuador. Doctor en Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional de Tumbes. Docente Titular de Pregrado, Postgrado y Administrador de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Agraria del Ecuador.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

marco.burbano@upec.edu.ec

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

camador117@hotmail.com

RESUMEN

La presente investigación se fundamentó en la formulación de una bebida láctea funcional, elaborada a base del suero de leche proveniente de la elaboración de quesos frescos de la Industria Lechera Carchi de la ciudad de Tulcán, que tuvo como ingrediente saborizante la pulpa de borojó (*Borojoa patinoi*) y como agente probiótico a *Lactobacillus casei*. En cuanto a la bebida formulada, se partió del análisis cuatro tratamientos T1 (tratamiento con 2,5% de saborizante), T2 (tratamiento con 5% de saborizante), T3 (tratamiento con

7,5% de saborizante) y T4 (tratamiento con 10% de saborizante), a los mismos que se evaluó física, química, bromatológica y sensorialmente, con el propósito de establecer sus parámetros de calidad y seleccionar el mejor tratamiento. Los resultados en muchos de los casos no mostraron diferencias estadísticas significativas desde el punto de vista nutricional, pero si se evidenció un nivel superior por parte de T4 con respecto a T1; T2 y T3 en la mayor parte de análisis presentaron resultados muy parecidos.

Desde el punto de vista microbiológico únicamente T1 presentó inconvenientes; específicamente en cuanto al límite máximo establecido por la normativa INEN en lo que respecta a *Salmonella spp.* Finalmente el análisis organoléptico llevado a cabo por un grupo de 34 catadores arrojó como resultado que los mejores tratamientos fueron T3 y T4, concluyéndose que la mayor concentración del saborizante aportó positivamente a la mayoría de las características sensoriales del producto.

Palabras clave: *Borojoa patinoi*, *Lactobacillus casei*, suero

SUMMARY

This research was based on the formulation of a functional milk beverage, made with whey derived from the production of fresh cheeses in “Industria Lechera Carchi” in Tulcán city, which had pulp borojoa (*Borojoa patinoi*) as flavoring ingredient and “*Lactobacillus casei* agent” as probiotic element. This formula was analyzed under the observation of four treatment or processes: T1 (treatment with 2.5% flavoring), T2 (treatment with 5% of flavoring), T3 (treatment with 7.5% of flavoring) and T4 (treatment with 10% of flavoring), in order to establish their quality parameters and select the best treatment, this four processes went through a physical, chemical, sensory and bromatological assessment. In many cases, from the nutritional point of view, the results were not statistically different but a higher level is evidenced in T4 compared to T1; T2 and T3. Most analysis showed very similar results

From a microbiological point of view only T1 presented drawbacks; specifically as regards to the INEN regulations and the maximum limit allowed of *Salmonella spp.* Finally the organoleptic analysis carried out by a group of 34 tasters showed that treatments T3 and T4 were better, concluding that the highest concentration of flavoring contributed positively to the sensory characteristics of the product.

Keywords: *Borojoa patinoi*, *Lactobacillus casei*, serum

INTRODUCCIÓN

El diseño de nuevos alimentos y bebidas con propiedades beneficiosas adicionales a la salud del ser humano, es uno de los nuevos campos de acción dentro de las líneas de investigación que las distintas empresas del sector alimentario tanto a nivel nacional

como internacional han volcado su foco de atención. Las políticas instauradas tanto por los organismos gubernamentales como las regulaciones internacionales buscan establecer un mercado mundial en el que se prioricen algunos aspectos como lo es la seguridad alimentaria. En el caso de Ecuador se ha tomado a dicho aspecto como una política de estado indispensable y reguladora del quehacer productivo nacional.

Este proyecto se caracteriza por tomar como eje básico el diseño de alimentos funcionales con un énfasis directo al campo de las bebidas lácteas, sustentando el trabajo investigativo en un caso empresarial en la ciudad de Tulcán, para lo cual se ha tomado como materia prima básica uno de los principales residuos de la actividad propia de esta industria como lo es el suero proveniente de la elaboración de quesos frescos, siendo la problemática básica a la cual se apunta dando una alternativa de solución factible.

La hipótesis de esta investigación en sí fue analizar la viabilidad técnica de la formulación de una bebida probiótica a partir de suero enriquecida con *Lactobacillus casei*, en la que adicionalmente se adicionó como saborizante la pulpa de *Borojoa patinoi*, producto agrícola poco aprovechado en la zona. Los análisis físico químicos, microbiológicos y organolépticos realizados a la bebida obtenida, sustentaron la calidad nutricional como la viabilidad comercial de la misma.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

- Suero proveniente de la elaboración de queso fresco de la industria Lechera Carchi.
- Pulpa de borojón
- Manjar de leche
- Sacarosa
- CMC
- Cultivo *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* y *Lactobacillus casei*
- Recipientes de aluminio
- Despulpadora
- Marmita
- Botellas plásticas
- pHmetro
- Refractómetro de Abbe
- Balanza gramera
- Probetas
- Estufa
- Equipo Kjeldahl
- Sistema de extracción de reflujo (Soxhlet)
- Embudo Buchner
- Papel filtro
- Erlenmeyers

- Crisol de vidrio de poro grueso
- Matraces aforados
- Hidróxido de Sodio 0,01 N, grado reactivo.
- Fenoftaleína

Métodos

Método de recolección del lactosuero

El suero que es el fluido obtenido de la coagulación de la leche en la fabricación del queso luego de la separación de la mayor parte de la caseína y la grasa fue colocado en recipientes de aluminio, para posteriormente ser direccionados a los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, en donde se llevarán a cabo la formulación de la bebida y algunos de los análisis concernientes a la investigación. El lactosuero fue almacenado a una temperatura de 3°C. (Gorozabel & Loor, 2010)

Método de estandarización del suero

Una vez analizado bromatológicamente el suero, este fue estandarizado al 1% de grasa; para conseguir este objetivo se añadió a la misma crema de leche, dado a que su contenido graso es alto además de brindar al producto terminado características organolépticas agradables (Londoño, Sepúlveda, Hernández, & Parra, 2008).

Método de inoculación de *Lactobacillus casei*

El suero estandarizado y pasteurizado debe fue enfriado hasta una temperatura de 40°C, para proceder a la adición de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* como agentes acidificadores del medio y *Lactobacillus casei* como agente probiótico de la formulación.

Método de preparación de la pulpa de borojón (*Borojoa patinoi*)

Una vez seleccionados los mejores frutos en base a parámetros como grado de madurez, coloración libre de partes verdes, ausencia de daños físicos o fisiológicos; estos fueron sometidos a un proceso de limpieza y desinfección, para posteriormente ser sometidos aun escaldado a 80°C durante 3 minutos. Los frutos escaldados luego de dejarse enfriar fueron colocados en una despulpadora para separar semillas, cáscara y otros elementos propios del fruto no deseados. La pulpa obtenida fue escaldada a 70°C durante 10 minutos con el objetivo de reducir la carga microbiana, para finalmente ser empacada y almacenada a -10°C.

Tabla 1: Metodología seguida para la caracterización del producto desarrollado

Análisis a desarrollarse	Método empleado
pH	pHmetro
Solidos solubles	Refractometría
Acidez	Titulación
Densidad	Matemático
Viscosidad	Viscosímetro Brookfield
Humedad	Gravimétrico PEE/L-B/01
Proteína	Kjeldahl PEE/L-B/02
Cenizas	Gravimétrico PEE/L-B/04
Grasa	Soxhlet PEE/L-B/03
Fibra	Gravimétrico PEE/L-B/05
Carbohidratos Totales	Matemático
Energía	Matemático
Sensorial	Catación
Microbiológico	Aerobios Totales (INEN 1529-5) AOAC 966.23 Coliformes totales (AOAC 991.14) Mohos y Levaduras (INEN 1529-10) E. coli (AOAC 991.14) Salmonella (AOAC 967 25.26.27)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CARACTERÍSTICAS FÍSICO, QUÍMICAS, NUTRICIONALES, BROMATOLÓGICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL SUERO EMPLEADO COMO MATERIA PRIMA

Los resultados obtenidos en la caracterización del suero de leche pueden ser apreciados en la tabla 2:

Tabla 2: RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN FÍSICO, QUÍMICA Y BROMATOLÓGICA DEL LACTOSUERO

Análisis realizado	Unidad	Resultado
Ph	-	6,59
Humedad	%	93,49
Proteína	%	1,05
Cenizas	%	0,52
Grasa	%	0,40
Fibra	%	0,00
Carbohidratos Totales	%	4,54
Energía	Kcal/100 g	25,96

Elaborado por Burbano (2015)

En lo concerniente a la evaluación microbiológica realizada al lactosuero los resultados pueden apreciarse en la Tabla 3:

Tabla 3: RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL LACTOSUERO

Microorganismos	ufc/ml
<i>Aerobios Totales</i>	<10
<i>Coliformes totales</i>	<10
<i>Mohos y Levaduras</i>	AUSENCIA
<i>Echerichia Coli</i>	AUSENCIA
<i>Salmonella spp</i>	AUSENCIA

Elaborado por Burbano (2015)

FORMULACIONES DESARROLLADAS

De acuerdo al diseño experimental planteado, los distintos tratamientos desarrollados tienen como variable central de análisis el porcentaje de pulpa de borojó empleado como saborizante en la bebida y su efecto directo en las características físicas, químicas y microbiológicas del fluido alimenticio desarrollado. Siendo así, las cuatro formulaciones planteadas se detallan en la Tabla 4.

Tabla 4: FORMULACIONES DESARROLLADAS EN EL PROYECTO

Pulpa de borojó	2,5 % - 5%- 7,5% - 10% m/m
* Suero de leche	97,5 % - 95%- 92,5% - 90% m/m
Azúcar	80 g por litro de suero
Carboximetil celulosa (CMC)	0,1% m/m
<i>Lactobacillus casei</i> y microorganismos iniciadores	Cantidades señaladas por los fabricantes
Benzoato de Sodio (E211)	0,5 % m/m
Sorbato de Potasio (E202)	0,5 % m/m

Elaborado por Burbano (2015)

* El suero previamente se estandarizó con manjar de leche hasta alcanzar el 1% en contenido de grasa

Figura 1. Producto obtenido



PARÁMETROS DE CALIDAD DEL PRODUCTO OBTENIDO

Humedad

Los resultados arrojados por este indicador señalan que T1 (tratamiento con 2,5% de saborizante) contiene un 82,82% de humedad, T2 (tratamiento con 5% de saborizante) posee el 81,96%, T3 (tratamiento con 7,5% de saborizante) posee un 81,37% y T4 (tratamiento con 10% de saborizante) con el 80,41% en dicho factor.

Tabla 5: ANÁLISIS DE VARIANZA HUMEDAD

Treatment	Mean	Standard Deviation
T1	82,82	0,53
T2	81,96	0,53
T3	81,37	0,53
T4	80,41	0,53

Elaborado por Burbano (2015)

El coeficiente de variación es de 0,53 y se observa una diferencia significativa entre T1 y T4 ya que son los tratamientos con la menor y mayor concentración de saborizante respectivamente. T3 presenta características diferentes a T4 pero muy parecidas a T2.

Materia seca

Este indicador lógicamente tiene una relación directa y complementaria con el porcentaje de humedad de las distintas muestras ya señalado anteriormente, por lo que se pueden señalar los resultados que son T1 (tratamiento con 2,5% de saborizante) posee un 17,18% de materia seca, T2 (tratamiento con 5% de saborizante) contiene el 18,04%, T3 (tratamiento con 7,5% de saborizante) posee un 18,63% y T4 (tratamiento con 10% de saborizante) con el 19,59%.

Tabla 6: ANÁLISIS DE VARIANZA MATERIA SECA

Materia Seca

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Materia Seca	16	0,85	0,81	2,34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12,36	3	4,12	22,38	<0,0001
TRATAMIENTOS	12,36	3	4,12	22,38	<0,0001
Error	2,21	12	0,18		
Total	14,56	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,90061

Error: 0,1840 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T1	17,18	4	0,21 A
T2	18,04	4	0,21 A B
T3	18,64	4	0,21 B
T4	19,59	4	0,21 C

Elaborado por Burbano (2015)

En el análisis de varianza se observan resultados también complementarios a lo que ocurrió en el factor humedad, evidenciándose una diferencia significativa entre T1 y T4, lo que guarda relación lógica con el mayor contenido de pulpa de borojó en éste último, lo cual obviamente contribuye a la mayor cantidad de materia seca en esta formulación. Entre T2 y T1 no existe diferencia significativa, al igual que lo que ocurre entre T2 y T3.

Cenizas

Este indicador está relacionado con la cantidad de residuos inorgánicos presentes en las muestras, dichos residuos están conformados por óxidos, carbonatos, fosfatos y sustancias minerales. Es lógico pensar que el tratamiento que contenga mayor cantidad de saborizante, contendrá un mayor porcentaje de cenizas; lo mencionado anteriormente queda confirmado con los resultados que a continuación se detallan: T1 (tratamiento con 2,5% de saborizante) posee un 0,54% de cenizas, T2 (tratamiento con 5% de saborizante) contiene el 0,58%, T3 (tratamiento con 7,5% de saborizante) posee un 0,63% y T4 (tratamiento con 10% de saborizante) con el 0,67% en cuanto a esta variable. El análisis de varianza para el porcentaje de cenizas se observa en la tabla 7.

Tabla 7: ANÁLISIS DE VARIANZA CENIZAS**Cenizas**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cenizas	16	0,71	0,64	6,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,04	3	0,01	9,71	0,0016
TRATAMIENTOS	0,04	3	0,01	9,71	0,0016
Error	0,02	12	1,4E-03		
Total	0,06	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07790

Error: 0,0014 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T1	0,54	4	0,02	A
T2	0,58	4	0,02	A B
T3	0,63	4	0,02	B C
T4	0,67	4	0,02	C

Elaborado por Burbano (2015)

Como se puede apreciar en la tabla 37, no existe una diferencia significativa entre T1 y T2, además T2 tiene características similares en cuanto a este indicador si se compara con T3; T3 y T4 también presentaron características parecidas. En cuanto a T1 y T4 se puede mencionar que son tratamientos muy diferentes en lo referente a cantidad de cenizas.

Proteína

La cantidad de materia nitrogenada total tuvo una representación más alta en T4 (tratamiento con 10% de saborizante) con 1,48% de proteína en su composición, pese a esto, no se observa diferencia significativa entre dicho tratamiento y los tratamientos T2 (tratamiento con 5% de saborizante) con 1,31% y T3 (tratamiento con 7,5% de saborizante) con 1,37%. El tratamiento T1 (tratamiento con 2,5% de saborizante) tiene el valor más bajo en cuanto a este nutriente (1,08%) y una diferencia relevante en relación a los demás tratamientos.

La tabla 8 resume lo anteriormente expuesto.

Tabla 8: ANÁLISIS DE VARIANZA PROTEÍNA**Proteína**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Proteína	16	0,78	0,73	6,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,35	3	0,12	14,32	0,0003
TRATAMIENTOS	0,35	3	0,12	14,32	0,0003
Error	0,10	12	0,01		
Total	0,44	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,18814

Error: 0,0080 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T1	1,08	4	0,04	A
T2	1,31	4	0,04	B
T3	1,37	4	0,04	B
T4	1,48	4	0,04	B

Elaborado por Burbano (2015)

Todos los valores están sobre el límite inferior establecido por la norma técnica INEN 2609:2012. La cantidad de saborizante empleado tuvo una incidencia poco marcada entre T2, T3 y T4, quedando únicamente T1 como el tratamiento estadísticamente diferente y con el porcentaje más bajo de proteína.

Grasa

La cantidad de lípidos presentes tanto en el suero como en el saborizante empleado definieron que los diferentes tratamientos tengan contenidos de grasa por debajo del 0,66%. Los resultados en cuanto a la cantidad de grasa se detallan a continuación: T1 (tratamiento con 2,5% de saborizante) contiene un 0,34% de lípidos T2 (tratamiento con 5% de saborizante) posee una media del 0,54% al igual que T3 (tratamiento con 7,5% de saborizante) y T4 (tratamiento con 10% de saborizante) con el 0,65% de lípidos. El análisis de varianza para la cantidad de grasa se detalla en la tabla 9

Tabla 9: ANÁLISIS DE VARIANZA GRASA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Grasa	16	0,38	0,23	32,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,20	3	0,07	2,48	0,1106
TRATAMIENTOS	0,20	3	0,07	2,48	0,1106
Error	0,33	12	0,03		
Total	0,53	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,34804
Error: 0,0275 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T1	0,34	4	0,08 A
T3	0,54	4	0,08 A
T2	0,54	4	0,08 A
T4	0,65	4	0,08 A

Elaborado por Burbano (2015)

Un hecho particular encontrado en este ensayo es que tanto T2 y T3 obtuvieron los mismos valores para las medias estadísticas; T4 pese a tener un valor superior de 0,65% en grasa, estadísticamente no guarda una diferencia significativa con estos últimos ni con respecto a T1.

Fibra

La cantidad de fibra representa la cantidad de oligosacáridos, polisacáridos lignina y otras sustancias análogas presentes en las muestras. Los resultados obtenidos en esta variable son: T1 (tratamiento con 2,5% de saborizante) contiene un 0,16% de fibra, T2 (tratamiento con 5% de saborizante) posee el 0,48%, T3 (tratamiento con 7,5% de saborizante) con un 0,56% y T4 (tratamiento con 10% de saborizante) con el 0,91% de fibra. El análisis de varianza para la cantidad de fibra presente se detalla en la tabla 10.

Tabla 10: ANÁLISIS DE VARIANZA FIBRA**Fibra**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Fibra	16	0,55	0,44	53,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,15	3	0,38	4,95	0,0184
TRATAMIENTOS	1,15	3	0,38	4,95	0,0184
Error	0,93	12	0,08		
Total	2,08	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,58487

Error: 0,0776 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T1	0,16	4	0,14 A
T2	0,48	4	0,14 A B
T3	0,56	4	0,14 A B
T4	0,91	4	0,14 B

Elaborado por Burbano (2015)

Del análisis de varianza se puede concluir que T1 guarda similitud estadística en relación a T2 y T3; T2 y T3 tienen características muy similares en cuanto a este indicador; de manera análoga a lo que ocurrió entre T1 y los tratamientos T2 y T3; T4 guarda características también similares a estos últimos pero muy diferentes a T1.

Carbohidratos Totales

La cantidad total de carbohidratos para los distintos tratamientos son: T1 (tratamiento con 2,5% de saborizante) con una media de 15,07%, T2 (tratamiento con 5% de saborizante) posee el 15,14%, T3 (tratamiento con 7,5% de saborizante) con un 15,42% y T4 (tratamiento con 10% de saborizante) con el 15,88% en contenido total de carbohidratos. La tabla 11 muestra el análisis de varianza para este indicador.

Tabla 11: ANÁLISIS DE VARIANZA CARBOHIDRATOS TOTALES**CHT**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CHT	16	0,77	0,71	1,31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,63	3	0,54	13,45	0,0004
TRATAMIENTOS	1,63	3	0,54	13,45	0,0004
Error	0,48	12	0,04		
Total	2,11	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,42140

Error: 0,0403 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T1	15,07	4	0,10 A
T2	15,14	4	0,10 A
T3	15,42	4	0,10 A
T4	15,88	4	0,10 B

Elaborado por Burbano (2015)

En cuanto a los resultados de este análisis, se puede apreciar que no existe diferencia significativa entre T1, T2 y T3. T4 muestra un valor ligeramente superior en cuanto a este indicador en comparación con los demás tratamientos.

Energía Total

La cantidad de energía de cada tratamiento está relacionada con su composición

bromatológica y nutricional. Este aspecto es uno de los más importantes a considerar dentro de esta investigación, ya que el propósito básico de la misma está centrado en la obtención de una bebida que aporte una cantidad considerable de energía a sus consumidores. Las medias estadísticas para los diferentes tratamientos fueron las siguientes: T1 (tratamiento con 2,5% de saborizante) con 70,75 kcal /100 g, T2 (tratamiento con 5% de saborizante) aporta 74,15 kcal /100 g, T3 (tratamiento con 7,5% de saborizante) con 76,85 kcal /100 g y T4 (tratamiento con 10% de saborizante) brinda 78,41 kcal /100 g como aporte energético. El análisis de varianza para la cantidad de energía establecida por cada tratamiento se puede observar en la tabla 12.

Tabla 12: ANÁLISIS DE VARIANZA ENERGÍA TOTAL

Energía Total

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Energía Total	16	0,55	0,44	4,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	135,30	3	45,10	4,90	0,0190
TRATAMIENTOS	135,30	3	45,10	4,90	0,0190
Error	110,51	12	9,21		
Total	245,81	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,37089
Error: 9,2095 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T1	70,75	4	1,52 A
T2	74,15	4	1,52 A B
T3	76,85	4	1,52 A B
T4	78,41	4	1,52 B

Elaborado por Burbano (2015)

El análisis de varianza muestra que T1 es relativamente diferente en comparación a T4, obviamente este último presenta una cantidad más alta en cuanto a la cantidad de energía que podría aportar dada su mayor concentración de borojó. T2 y T3 son tratamientos estadísticamente muy similares en cuanto a este factor.

Densidad

Los resultados de esta variable física fueron los siguientes: T1 (tratamiento con 2,5% de saborizante) con una media de 0,90 g/cm³, T2 (tratamiento con 5% de saborizante) con 0,92 g/cm³, T3 (tratamiento con 7,5% de saborizante) obtuvo 0,97 g/cm³ y T4 (tratamiento con 10% de saborizante) posee una media de 0,99 g/cm³ en cuanto a densidad. El análisis de varianza se observa en la tabla 13.

Tabla 13: ANÁLISIS DE VARIANZA DENSIDAD

Densidad

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Densidad	16	1,00	1,00	0,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,02	3	0,01	2626,80	<0,0001
TRATAMIENTOS	0,02	3	0,01	2626,80	<0,0001
Error	3,5E-05	12	2,9E-06		
Total	0,02	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00360
Error: 0,0000 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T1	0,90	4	8,6E-04 A
T2	0,92	4	8,6E-04 B
T3	0,97	4	8,6E-04 C
T4	0,99	4	8,6E-04 D

Elaborado por Burbano (2015)

En este análisis los resultados muestran un valor de p inferior a 0,0001, por lo que se puede concluir que existe una diferencia significativa entre todos los tratamientos diseñados en cuanto a este factor. T1 resultó ser el fluido alimenticio menos denso y T4 mostró tener el valor más alto.

Potencial Hidrógeno

Las medias estadísticas para el potencial hidrógeno de cada tratamiento se mencionan a continuación: T1 (tratamiento con 2,5% de saborizante) con una media de pH de 4,75, T2 (tratamiento con 5% de saborizante) obtuvo un valor de 4,65, T3 (tratamiento con 7,5% de saborizante) obtuvo 4,55 y T4 (tratamiento con 10% de saborizante) posee una media de 4,43 de pH. En la tabla 14 se detalla el análisis de varianza para el pH de todos los tratamientos.

Tabla 14: ANÁLISIS DE VARIANZA pH

pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	16	0,98	0,98	0,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,23	3	0,08	231,67	<0,0001
TRATAMIENTOS	0,23	3	0,08	231,67	<0,0001
Error	4,0E-03	12	3,3E-04		
Total	0,23	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03821
Error: 0,0003 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T4	4,43	4	0,01	A
T3	4,55	4	0,01	B
T2	4,65	4	0,01	C
T1	4,75	4	0,01	D

Elaborado por Burbano (2015)

Este es otro de los análisis en los que se encontró un nivel de diferencia significativa alta entre todos los tratamientos. T4 resultó ser el tratamiento más ácido mientras que T1 obtuvo el nivel de pH más alto. Por lo que se puede señalar que la cantidad de saborizante empleado tiene una relación directa con la acidificación del medio; los tratamientos con mayor cantidad de borjój obtuvieron valores de pH más bajos.

Concentración de Sólidos Solubles

A continuación se indican los resultados obtenidos en cuanto a esta variable: T1 (tratamiento con 2,5% de saborizante) con una media de 17,63 °Brix, T2 (tratamiento con 5% de saborizante) obtuvo un valor de 17,25 °Brix, T3 (tratamiento con 7,5% de saborizante) obtuvo 16,88 °Brix y T4 (tratamiento con 10% de saborizante) posee una media de 16,75 °Brix. En la tabla 15 se establece el análisis de varianza para la concentración de sólidos solubles para los distintos tratamientos.

Tabla 15: ANÁLISIS DE VARIANZA CONCENTRACIÓN SÓLIDOS SOLUBLES

° Brix

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
° Brix	16	0,50	0,38	2,31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,88	3	0,63	4,00	0,0346
TRATAMIENTOS	1,88	3	0,63	4,00	0,0346
Error	1,88	12	0,16		
Total	3,75	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,82983
Error: 0,1563 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T4	16,75	4	0,20 A
T3	16,88	4	0,20 A B
T2	17,25	4	0,20 A B
T1	17,63	4	0,20 B

Elaborado por Burbano (2015)

De la prueba de Tukey aplicada se pudo establecer que existe una diferencia significativa entre T1 y T4, este último presentó la menor concentración de sólidos solubles; en cuanto a T2 y T3 se observa que no existe una diferencia marcada.

Acidez

Este factor se relaciona directamente con el pH y de manera inversa con la concentración de sólidos solubles analizado anteriormente. Los valores para las medias de la acidez titulable fueron: T1 (tratamiento con 2,5% de saborizante) con una media de 51,75 °D, T2 (tratamiento con 5% de saborizante) con 53,50 °D, T3 (tratamiento con 7,5% de saborizante) tiene 55,50 °D y T4 (tratamiento con 10% de saborizante) posee una media de 58,25 °D. El análisis de varianza para la acidez se observa en la tabla 16.

Tabla 16: ANÁLISIS DE VARIANZA ACIDEZ

Acidez

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez	16	0,96	0,95	0,99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	93,50	3	31,17	106,86	<0,0001
TRATAMIENTOS	93,50	3	31,17	106,86	<0,0001
Error	3,50	12	0,29		
Total	97,00	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,13377
Error: 0,2917 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T1	51,75	4	0,27 A
T2	53,50	4	0,27 B
T3	55,50	4	0,27 C
T4	58,25	4	0,27 D

Elaborado por Burbano (2015)

Los resultados del análisis de varianza muestran una diferencia significativa entre los cuatro tratamientos, T1 contiene el menor indicador en cuanto al factor acidez, mientras que T4 obtuvo el valor de acidez más alto.

Viscosidad

La viscosidad es un parámetro reológico muy importante ya que está relacionado con la consistencia de los fluidos formulados. Los resultados en este análisis fueron los siguientes: T1 (tratamiento con 2,5% de saborizante) posee una viscosidad de 8800 mPa/s, T2 (tratamiento con 5% de saborizante) con 10325 mPa/s, T3 (tratamiento con 7,5% de saborizante) marcó 12000 mPa/s y T4 (tratamiento con 10% de saborizante) con un valor de 17275 mPa/s. Los resultados del análisis de varianza pueden apreciarse en la tabla 17.

Tabla 17: ANÁLISIS DE VARIANZA VISCOSIDAD

Viscosidad

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Viscosidad	16	1,00	1,00	0,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	163325000,00	3	54441666,67	4839,26	<0,0001
TRATAMIENTOS	163325000,00	3	54441666,67	4839,26	<0,0001
Error	135000,00	12	11250,00		
Total	163460000,00	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=222,66758
Error: 11250,0000 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T1	8800,00	4	53,03 A
T2	10325,00	4	53,03 B
T3	12000,00	4	53,03 C
T4	17275,00	4	53,03 D

Elaborado por Burbano (2015)

El análisis de varianza muestra una diferencia significativa en cuanto a la viscosidad de cada uno de los tratamientos. T1 presenta un valor relativamente muy bajo en comparación al resto de Tratamientos, mientras que T4 dado su mayor contenido de materia seca presentó también un valor de viscosidad alto.

Análisis organoléptico del producto desarrollado

Para establecer las características sensoriales del producto desarrollado en esta investigación, se trabajó con un grupo de 34 catadores los cuales evaluaron a los diferentes tratamientos basándose en rasgos como aroma, color, sabor, consistencia y aceptabilidad; cabe señalar que dichas características fueron escalonadas de acuerdo a la tabla 18.

Tabla 18: ESCALAS ASIGNADAS A LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

AROMA	DESAGRADABLE 1	NO TIENE 2	LIGERAMENTE PERCEPTIBLE 3	NORMAL CARACTERÍSTICO 4	MUY BUENO 5
COLOR	MUY OSCURO 1	LIGERAMENTE OSCURO 2	NORMAL 3	LIGERAMENTE CLARO 4	MUY CLARO 5
SABOR	DESAGRADABLE 1	POBRE 2	REGULAR 3	BUENO 4	MUY BUENO 5
CONSISTENCIA	MUY SUAVE 5	SUAVE 4	NORMAL 3	LIGERAMENTE DURA 2	DURA 1
ACEPTABILIDAD	DESAGRADA MUCHO 1	DESAGRADA POCO 2	NI AGRADA NI DESAGRADA 3	GUSTA POCO 4	GUSTA MUCHO 5

Elaborado por Burbano (2015)

Para correlacionar los resultados obtenidos en el análisis organoléptico se ha establecido un análisis de varianza no paramétrico sustentado en la prueba de Friedman al 5% de significancia tanto en el software Info Stat versión 2008 como en el IBM SPSS. Los parámetros evaluados fueron aroma, color, sabor, consistencia y aceptabilidad.

En cuanto a la primera característica organoléptica evaluada, los resultados de este análisis se observan en la tabla 19.

Tabla 19: PRUEBA DE FRIEDMAN AROMA

Prueba de Friedman						
T1	T2	T3	T4	T ^a	p	
2,34	2,22	2,75	2,69	1,97	0,1229	
Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 17,680						
Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n			
T2	75,50	2,22	34	A		
T1	79,50	2,34	34	A	B	
T4	91,50	2,69	34	A	B	
T3	93,50	2,75	34	B		
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,050)						
Estadísticos de contraste ^a						
N	34					
Chi-cuadrado	5,755					
gl	3					
Sig. asintót.	,124					
a. Prueba de Friedman						

Elaborado por Burbano (2015)

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede apreciar que no existe una diferencia significativa entre los tratamientos. El tratamiento con mejores resultados en cuanto a este indicador fue T3.

El aspecto visual de cualquier alimento o bebida es muy importante al momento de su selección; el potencial consumidor se sustentará en este parámetro antes de adquirirlo o ingerirlo; los resultados obtenidos en este análisis se detallan en la tabla 20.

Tabla 20: PRUEBA DE FRIEDMAN COLOR

Prueba de Friedman						
T1	T2	T3	T4	T ^a	p	
3,43	2,97	2,22	1,38	40,21	<0,0001	
Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 13,477						
Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n			
T4	47,00	1,38	34	A		
T3	75,50	2,22	34	B	C	
T2	101,00	2,97	34	B	C	
T1	116,50	3,43	34	D		
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,050)						
Estadísticos de contraste ^a						
N	34					
Chi-cuadrado	56,023					
gl	3					
Sig. asintót.	,000					
a. Prueba de Friedman						

Elaborado por Burbano (2015)

En cuanto a este indicador existe una diferencia significativa entre los 4 tratamientos, T1 obtuvo un mayor ponderado en cuanto a esta calificación, en tanto que T4 fue quien presentó una tonalidad más oscura debido a poseer una mayor concentración de borojón en su composición.

Sin lugar a duda, el sabor es uno de los parámetros más importantes en la caracterización de los tratamientos formulados; características como el color, o aroma pueden ser relegadas a un segundo plano por parte del consumidor, si el sabor de la bebida no cumple con las necesidades previstas por su paladar. En la tabla 21 se detallan los resultados para este análisis.

Tabla 21: PRUEBA DE FRIEDMAN SABOR

Prueba de Friedman

T1	T2	T3	T4	T ²	p
2,07	1,78	2,87	3,28	16,05	<0,0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 16,519

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n
T2	60,50	1,78	34 A
T1	70,50	2,07	34 A B
T3	97,50	2,87	34 C
T4	111,50	3,28	34 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

Estadísticos de contraste^a

N	34
Chi-cuadrado	33,380
gl	3
Sig. asintót.	,000

a. Prueba de Friedman

Elaborado por Burbano (2015)

El análisis estadístico desarrollado señala que existe una diferencia significativa entre los tratamientos estudiados. T2 obtuvo la calificación más baja, mientras que el mejor tratamiento fue T4, pese a que este último no marcó una diferencia relevante con respecto a T3. T1 tiene una calificación similar a T2 en cuanto al sabor.

La consistencia se relaciona directamente con la viscosidad del producto, los tratamientos que presenten una mayor concentración de saborizante presentarán una textura más firme. Los resultados de la prueba de Friedman para este indicador se detallan en la tabla 22.

Tabla 22: PRUEBA DE FRIEDMAN CONSISTENCIA

Prueba de Friedman

T1	T2	T3	T4	T*	p
3,47	2,84	2,19	1,50	34,08	<0,0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 13,841

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n
T4	51,00	1,50	34 A
T3	74,50	2,19	34 B
T2	96,50	2,84	34 C
T1	118,00	3,47	34 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,050)

Estadísticos de contraste^a

N	34
Chi-cuadrado	51,823
gl	3
Sig. asintót.	,000

a. Prueba de Friedman

Elaborado por Burbano (2015)

Los resultados en cuanto a esta prueba demuestran que existe una diferencia significativa entre los cuatro tratamientos. Concluyéndose que T1 tiene una consistencia más atractiva para los catadores, dada su baja viscosidad en relación a los demás tratamientos; por lo contrario T4 presentó una consistencia más fuerte dada su mayor concentración de pulpa de borojó.

Finalmente la aceptabilidad sintetiza en un solo análisis la aceptación percibida por parte de los catadores al producto desarrollado; de cierta manera resume los resultados de los estudios organolépticos anteriores. En la tabla 23 se detalla la información obtenida en esta prueba.

Tabla 23: PRUEBA DE FRIEDMAN ACEPTABILIDAD

Prueba de Friedman

T1	T2	T3	T4	T*	p
1,97	1,87	2,88	3,28	18,13	<0,0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 15,492

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n
T2	63,50	1,87	34 A
T1	67,00	1,97	34 A B
T3	98,00	2,88	34 C
T4	111,50	3,28	34 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,050)

Estadísticos de contraste^a

N	34
Chi-cuadrado	36,164
gl	3
Sig. asintót.	,000

a. Prueba de Friedman

Elaborado por Burbano (2015)

Los resultados obtenidos en la prueba de Friedman señalan que existe una diferencia significativa alta entre T4 y los tratamientos T2 y T1. También se concluye que T3 y T4 no son diferentes de una manera significativa pese a que T4 obtuvo los mejores resultados en este análisis.

Figura 2. Análisis físico – químicos del producto formulado



Análisis microbiológicos del producto desarrollado

En la tabla 24 se detallan los resultados obtenidos en cuanto al recuento microbiológico para los cuatro tratamientos desarrollados.

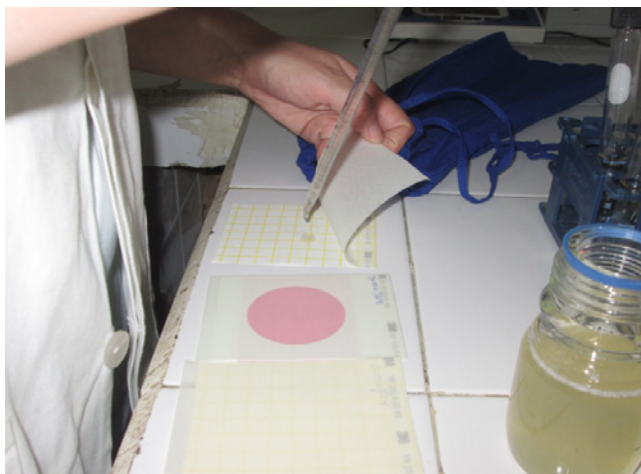
Tabla 24: CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA DE LOS TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS							
T1		T2		T3		T4	
Microorganismos	ufc/ml	Microorganismos	ufc/ml	Microorganismos	ufc/ml	Microorganismos	ufc/ml
<i>Aerobios Totales</i>	<10	<i>Aerobios Totales</i>	<10	<i>Aerobios Totales</i>	<10	<i>Aerobios Totales</i>	<10
<i>Coliformes totales</i>	<10	<i>Coliformes totales</i>	<10	<i>Coliformes totales</i>	<10	<i>Coliformes totales</i>	<10
<i>Mohos y Levaduras</i>	AUSENCIA	<i>Mohos y Levaduras</i>	AUSENCIA	<i>Mohos y Levaduras</i>	AUSENCIA	<i>Mohos y Levaduras</i>	AUSENCIA
<i>Echerichia Coli</i>	AUSENCIA	<i>Echerichia Coli</i>	AUSENCIA	<i>Echerichia Coli</i>	AUSENCIA	<i>Echerichia Coli</i>	AUSENCIA
<i>Salmonella spp</i>	<10	<i>Salmonella spp</i>	AUSENCIA	<i>Salmonella spp</i>	AUSENCIA	<i>Salmonella spp</i>	AUSENCIA

Elaborado por Burbano (2015)

De acuerdo a los resultados obtenidos se pueden mencionar que los tratamientos en general están por debajo de los límites establecidos por la norma técnica INEN 2609:2012 para bebidas a base de suero.

Figura 3. Análisis microbiológicos del producto formulado.



Se puede concordar con Londoño, al mencionar que es factible formular una bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*, y así obtener un producto con niveles de aceptación buenos (Londoño, Sepúlveda, Hernández, & Parra, 2008). Además esta investigadora y sus colaboradores obtuvieron resultados satisfactorios empleando un 10% de pulpa de maracuyá en peso como saborizante, lo que coincide con la formulación T4 de esta investigación.

Al igual que en la investigación “Elaboración de una bebida funcional de alto valor biológico a base de borjój (*Borojoa patinoi* Cuatrec)”, desarrollada por Salamanca, Osorio y Montoya, se obtuvo un producto funcional y de alto valor biológico a partir de la pulpa de borjój. El producto obtenido, así mismo mantuvo las propiedades de la fruta, proveyendo antioxidantes, minerales y vitaminas, aportados por sus componentes (Salamanca, Osorio, & Montoya, 2010).

Se conviene con Gutiérrez, cuando se afirma que se puede emplear el lactosuero dulce derivado de la fabricación de queso fresco en la elaboración de bebidas a las que se ha inoculado diferentes cepas de probióticos, obteniéndose posteriormente en los análisis sensoriales y reológicos resultados satisfactorios; demostrando así, ser bebidas con un alto potencial de consumo (Gutiérrez, 2006).

CONCLUSIONES

- Se ha establecido que el suero empleado como materia prima en esta investigación presentó características idóneas para su posterior tratamiento, tal como lo señala la norma técnica INEN 2594:2011. Su composición física, química, bromatológica y microbiológica se ajusta a los requerimientos técnicos y legales enmarcados en dicha norma.

- Se ha concluido que desde el punto de vista nutricional y bromatológico, la formulación con 10% de saborizante presentó características superiores al resto de tratamientos formulados, esto se relaciona directamente con el mayor contenido de pulpa de borojón en su composición.
- Se ha establecido que todas las formulaciones, no presentaron inconvenientes con el aspecto microbiológico, al no superar los límites establecidos por la norma técnica INEN 2609:2012.
- Se ha caracterizado organolépticamente a los cuatro tratamientos formulados, obteniéndose mejores resultados en la prueba de catación para las formulaciones con 7,5% y 10% de saborizante, entre los que no se encontró una diferencia significativa en la prueba de Friedman aplicada.

RECOMENDACIONES

- Se debe tener particular cuidado en el manejo de la cadena de frío para la conservación del suero previo a su tratamiento, ya que el incremento de temperatura luego de su recolección influye directamente en el incremento tanto de su nivel de acidez como de flora microbiana.
- Es aconsejable realizar una selección adecuada del borojón a emplearse, ya que al ser un fruto con una cantidad considerable de materia seca, tiende a elevar drásticamente esta concentración en función de los días posteriores a su cosecha, volviéndolo un fruto difícil de trabajar al momento de extraer su pulpa.
- El proceso de fermentación del medio de cultivo es un punto crítico a tener cuidado, ya que en pre ensayos realizados pHs por debajo de 4,3 alteraron drásticamente las características reológicas del fluido formulado.
- Se puede considerar al borojón como una materia prima innovadora y nutricionalmente atractiva para la formulación y desarrollo de nuevos productos alimentarios. La industria ecuatoriana tiene múltiples alternativas productivas en cuanto a este tipo de bebidas; la investigación en frutos o productos agrícolas poco empleados puede ampliar la gama de productos derivados y por ende establecer nuevos nichos de mercados.
- Se recomienda a la Industria Lechera Carchi incursionar en el mercado con una bebida láctea a base de lactosuero, *Lactobacillus casei* y borojón al 10% m/m.

BIBLIOGRAFÍA

1. Almeida, J. (2007). Auditoría energética y elaboración del proyecto de optimización del uso de la energía en la Industria Lechera Carchi S. A., ILCSA. Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejército.
2. Castro, K. (2011). Tecnología de Alimentos. Bogotá: Ediciones de la U.
3. Freire, R. (2010). Alimentos Funcionales: Función cognitiva y comportamiento. Galicia: Ferrol.
4. Gorozabel, G., & Loor, J. (2010). Efecto de la glucosa y cultivos lácticos mesófilos sobre una bebida a partir del lactosuero. Portoviejo: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.
5. Gutiérrez, E. (2006). Desarrollo de una bebida de suero dulce derivado de la fabricación de queso fresco, fermentada con cultivos *Lactobacillus helveticus* y *Streptococcus salivarius* var *thermophilus* (TCC – 20), adicionada con cultivos probióticos *Lactobacillus paracasei* subsp. San José: Escuela de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica,.
6. Jeantet, R., Croguennec, T., Pierre, S., & Brulé, G. (2010). Ciencia de los alimentos. Zaragoza: Acribia S.A.
7. Londoño, M., Sepúlveda, J., Hernández, A., & Parra, J. (Junio de 2008). Bebida Fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus Casei*. Facultad Nacional de Agronomía, 61(1), 4408 - 4421.
8. Pantoja, D. (2013). Utilización de suero de queso en la elaboración de helado saborizado con pulpa de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunt). Tulcán: UPEC.
9. Salamanca, G., Osorio, M., & Montoya, L. (Marzo de 2010). Elaboración de una bebida funcional de alto valor biológico a base de borojo (*Borojoa patinoi* cuatrec). Revista Chilena de Nutrición, 37(1), 87 - 96.
10. Thamer, K., & Penna, A. (2006). Caracterizacáo de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de probiótico. Ciencia y Tecnología de Alimentos, 589-595.
11. Villavicencio, L. (2006). Viabilidad de *Lactobacillus casei* Shirota y *Lactobacillus*. Valdivia: Universidad Austral de Chile.