



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN
ALIMENTOS**

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

El efecto del uso de probióticos (*Lactobacillus plantarum* & *Lactobacillus casei*) y enzimas amilasas (Fungamyl) & pectinasas (AFPL), en la fermentación ácido-láctica de Camote (*Ipomoea batatas* L.)

Trabajo de Investigación (Graduación), Modalidad: Trabajo Estructurado de Manera Independiente (TEMI) presentado como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos otorgado por la Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

AUTORA: Janina L. Proaño Miniguano
TUTORA: Ing. Gladys Navas Miño

AMBATO-ECUADOR
2012

APROBACIÓN DEL TUTOR

Ing. Gladys Navas Miño

Siendo el tutor del Trabajo de Investigación realizado bajo el tema: “**El efecto del uso de probióticos (*Lactobacillus plantarum* & *Lactobacillus casei*) y enzimas amilasas (Fungamyl) & pectinasas (AFPL), en la fermentación ácido láctica de Camote (*Ipomoea batatas* L.)**”, por la egresada Janina Lissette Proaño Miniguano; tengo a bien afirmar que el estudio es idóneo y reúne los requisitos de una tesis de grado de Ingeniería en Alimentos; y el graduando posee los méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Jurado Examinador que sea designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Ambato, Diciembre del 2012

Ing. Gladys Navas Miño.

TUTORA

DECLARACIÓN, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Los criterios emitidos en el Trabajo de Investigación denominado: “**El efecto del uso de probióticos (*Lactobacillus plantarum* & *Lactobacillus casei*) y enzimas amilasas (Fungamyl) & pectinasas (AFPL), en la fermentación ácido láctica de Camote (*Ipomoea batatas* L.)**”, así como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y recomendaciones, corresponden exclusivamente a Janina Lissette Proaño Miniguano, e, Ing. Gladys Navas Miño, tutora del proyecto de investigación.

Ambato, Diciembre del 2012

Janina Proaño M.
AUTORA

Ing. Gladys Navas Miño
TUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente trabajo de graduación de acuerdo a las disposiciones emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DE TRIBUNAL

MIEMBRO DE TRIBUNAL

DEDICATORIA

A Dios y Virgen María, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Gladys, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, pero más que nada por su paciencia y su amor.

A mi padre Rodrigo, por los ejemplos de perseverancia y por la motivación constante que me ha infundado siempre, para salir adelante y por su amor.

A mi hermana Maite, por ser mi confidente, por su incansable cariño en este camino, cuya compañía me da fuerza y alegra mi vida.

A mis hermanos Martín y Víctor, por el apoyo completo, de los cuales he aprendido aciertos de momentos difíciles.

A mi tío Néstor, a mi tía Vicky, a mi tía Janeth por su apoyo desinteresado, son ejemplo de superación y admiración.

Janina

AGRADECIMIENTO

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente.

A mis padres por su confianza y apoyo, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaron. Gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto se los debo a ustedes.

A la Ing. Gladys Navas por su apoyo y confianza en mi trabajo, le agradezco también el haberme facilitado siempre los medios suficientes para llevar a cabo el desarrollo de esta tesis.

A la Universidad Técnica de Ambato y a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos por su importante labor en impartir conocimientos en beneficio del estudiante.

A mis maestros (as) por sus conocimientos y motivación, por haber aportado tanto en mi vida personal, como profesional.

Y por supuesto el agradecimiento a mis amigos (as), por su ayuda oportuna e incondicional, los (as) llevo presente.

**Gracias
Janina**

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.3. JUSTIFICACIÓN	11
1.4. OBJETIVOS	12

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO	13
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	13
2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA	14
2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL	15
2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	18
2.5. HIPÓTESIS	29
2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	30

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA	31
3.1. ENFOQUE	31
3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	31
3.3. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN	33
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA	34
3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	38
3.6. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	40
3.7. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	40

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	43
4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	43
4.2. INTERPRETACIÓN DE DATOS	43

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
5.1. CONCLUSIONES	64
5.2. RECOMENDACIONES	67

CAPÍTULO VI

PROPUESTA	68
6.1. DATOS INFORMATIVOS	68
6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	69
6.3. JUSTIFICACIÓN	70
6.4. OBJETIVOS	71
6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	71
6.6. FUNDAMENTACIÓN	72
6.7. METODOLOGÍA	72
6.8. ADMINISTRACIÓN	75
6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	76

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA	77
7.1. LIBROS:	77
7.2. REVISTAS:	77
7.3. ARTÍCULOS TÉCNICOS:	80
7.4. TESIS:	82
7.5. INTERNET:	85

ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro1.	Superficie cosechada, rendimiento y producción mundial de camote, 2004
Cuadro2.	Composición media de 100 g de materia fresca de camote
Cuadro3.	Composición química de 100 g de raíz cruda de camote

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.	Estimación de la producción de camote en el Ecuador año 2009
TABLA 2.	Productos Transitorios (detalle anual)
TABLA 3.	Estadística de la prueba
TABLA 4.	Reporte de doce tratamientos producto de la combinación de los factores A, B, C.
TABLA 5.	Operacionalización de la variable Independiente
TABLA 6.	Operacionalización de la variable Dependiente

ÍNDICE DE FIGURAS

- FIGURA 1.** Superficie cosechada, rendimiento y producción mundial de camote, 2004
- FIGURA 2.** Principales Productores y rendimiento de batata en Sur América en el año 2004.
- FIGURA 3.** Árbol de Problemas
- FIGURA 4.** Categorías Fundamentales variable independiente y dependiente
- FIGURA 5.** Diagrama de Flujo de elaboración de Lacto-Jugo de camote
- FIGURA 6.** Cronograma de actividades

ANEXO A

- TABLA A1.** Cambios de °Brix con la adicción de enzimas amilasas (0,025%-0,05%) y enzimas pectinasas (0,025%-0,05%)
- TABLA A2.** Cambios de °Brix de los tratamientos experimentales antes del proceso de fermentación con enzimas alfa-amilasas
- TABLA A3.** Cambios de pH de los tratamientos experimentales durante el proceso de fermentación
- TABLA A4.** Consumo de NaOH 0,1 (ml) de los tratamientos experimentales durante el proceso de fermentación
- TABLA A5.** Cambios de acidez titulable (% ácido láctico) de los tratamientos experimentales durante el proceso de fermentación
- TABLA A6.** Cambios de °Brix de los tratamientos experimentales durante el proceso de fermentación
- TABLA A7.** Viscosidad (mPa.s) sólidos totales (%) y humedad (%) de jugos antes del proceso de fermentación sin enzimas
- TABLA A8.** Viscosidad (mPa.s) de los tratamientos experimentales después de 48 horas de fermentación
- TABLA A9.** Sólidos totales y porcentaje de humedad de los tratamientos, a las 48 horas de fermentación
- TABLA A10.** Respuesta de evaluación sensorial del tratamiento a_{0b0c0} (concentración 1- fructosa- *Lactobacillus plantarum*)
- TABLA A11.** Respuesta de evaluación sensorial del tratamiento a_{0b0c1} (Concentración 1- Fructosa- *Lactobacillus casei*)
- TABLA A12.** Respuesta de evaluación sensorial del tratamiento a_{0b0c2} (Concentración 1- Fructosa- *Lb. plantarum* – *Lb. casei*)
- TABLA A13.** Respuesta de evaluación sensorial del tratamiento a_{0b1c0} (Concentración 1- Stevia - *Lactobacillus plantarum*)

- TABLA A14.** Respuesta de evaluación sensorial del tratamiento a₀b₁c₁
(Concentración 1- Stevia- *Lactobacillus casei*)
- TABLA A15.** Respuesta de evaluación sensorial del tratamiento a₀b₁c₂
(Concentración 1- Stevia- *Lb. plantarum* – *Lb. casei*)
- TABLA A16.** Respuesta de evaluación sensorial del tratamiento a₁b₀c₀
(Concentración 2- Fructosa- *Lactobacillus plantarum*)
- TABLA A17.** Respuesta de evaluación sensorial del tratamiento a₁b₀c₁
(Concentración 2- Fructosa- *Lactobacillus casei*)
- TABLA A18.** Respuesta de evaluación sensorial del tratamiento a₁b₀c₂
(Concentración 2- Fructosa- *Lb. plantarum*- *Lb. casei*)
- TABLA A19.** Respuesta de evaluación sensorial del tratamiento a₁b₁c₀
(Concentración 2- Stevia- *Lactobacillus plantarum*)
- TABLA A20.** Respuesta de evaluación sensorial del tratamiento a₁b₁c₁
(Concentración 2- Stevia- *Lactobacillus casei*)
- TABLA A21.** Respuesta de evaluación sensorial del tratamiento a₁b₁c₂
(Concentración (2)-Stevia- *Lb. plantarum*- *Lb. casei*)
- TABLA A22.** Respuesta de evaluación sensorial del tratamiento sin adición de bacterias.
- TABLA A23.** Análisis proximal del mejor tratamiento a₁: concentración (2), b₁: Stevia y c₀: *Lb. plantarum*, con control.
- TABLA A24.** Análisis microbiológico del tratamiento a₁b₁c₀ Concentración (2) – *Lb. plantarum* y control
- TABLA A25.** Desarrollo microbiano del tratamiento a₁b₁c₀ Concentración (2) – *Lb. plantarum*
- TABLA A26.** Desarrollo de colonias: microorganismos iniciadores *Lactobacillus plantarum* tratamiento a₁b₁c₀, concentración (2).
- TABLA A27.** Desarrollo microbiano por peso: microorganismos iniciadores *Lactobacillus plantarum* tratamiento a₁b₁c₀, concentración (2).

ANEXO B

- TABLA B1.** Cambios de °Brix con la adicción de enzimas amilasas (0,05%) y enzimas pectinasas (0,05%) concentración (1)
- TABLA B1.1** Cambios de °Brix con la adicción de enzimas amilasas (0,05%) y enzimas pectinasas (0,05%) concentración (2)
- TABLA B1.2** Cambios de °Brix con la adicción de enzimas amilasas (0,025%) y enzimas pectinasas (0,025%) concentración (1)
- TABLA B1.3** Cambios de °Brix con la adicción de enzimas amilasas (0,025%) y enzimas pectinasas (0,025%) concentración (2)

- TABLA B1.4** Cambios de °Brix con la adición de enzimas amilasas (0,05-0,025%) y enzimas pectinasas (0,05-0,025%)
- TABLA B1.4.1** Pruebas de múltiple rangos para media por concentración y tipo de enzima
- TABLA B2.** Análisis de varianza para pH de los tratamientos durante las 48 horas de fermentación
- TABLA B2.1** Análisis de múltiple de rangos para pH de los tratamientos durante las 48 horas de fermentación
- TABLA B3.** Análisis de varianza para acidez (g ácido láctico/100g) de los tratamientos durante las 48 horas de fermentación.
- TABLA B3.1** Análisis de múltiple de rangos para acidez (g ácido láctico/100g) de los tratamientos a las 48 horas de fermentación.
- TABLA B4.** Análisis de varianza para °Brix de los tratamientos durante las 48 horas de fermentación.
- TABLA B4.1.** Análisis de múltiple de rangos para °Brix de los tratamientos durante las 48 horas de fermentación.
- TABLA B5.** Análisis de varianza para sólidos totales de los tratamientos durante las 48 horas de fermentación.
- TABLA B5.1.** Análisis de múltiple de rangos para sólidos totales de los tratamientos durante las 48 horas de fermentación.
- TABLA B6.** Análisis de varianza para viscosidad (mPa.s) 5°C de los tratamientos a las 48 horas de fermentación.
- TABLA B6.1.** Análisis de múltiple de rangos para viscosidad (mPa.s) 5°C de los tratamientos a las 48 horas de fermentación.
- TABLA B7.** Análisis de varianza para viscosidad (mPa.s) 10°C de los tratamientos a las 48 horas de fermentación.
- TABLA B7.1** Análisis de múltiple de rangos para viscosidad (mPa.s) 10°C de los tratamientos a las 48 horas de fermentación.
- TABLA B8.** Análisis de varianza para viscosidad (mPa.s) 20°C de los tratamientos a las 48 horas de fermentación.
- TABLA B8.1.** Análisis de múltiple de rangos para viscosidad (mPa.s) 20°C de los tratamientos a las 48 horas de fermentación.
- TABLA B9.** Análisis de varianza para viscosidad (mPa.s) 30°C de los tratamientos a las 48 horas de fermentación
- TABLA B9.1.** Análisis de múltiple de rangos para viscosidad (mPa.s) 30°C de los tratamientos a las 48 horas de fermentación
- TABLA B10.** Análisis de varianza para atributo sensorial aceptabilidad de los tratamientos experimentales a las 48 horas del proceso
- TABLA B10.1.** Pruebas de múltiple rangos para atributo sensorial aceptabilidad por tratamientos

TABLA B11. Análisis de varianza para atributo sensorial acidez de los tratamientos experimentales a las 48 horas del proceso

TABLA B11.1. Prueba de múltiple rangos para atributo sensorial acidez por tratamientos

TABLA B12. Análisis de varianza para atributo sensorial color de los tratamientos experimentales a las 48 horas del proceso

TABLA B12.1. Prueba de múltiple rangos para atributo sensorial color por tratamientos

TABLA B13. Análisis de varianza para atributo sensorial sabor de los tratamientos experimentales a las 48 horas del proceso

TABLA B13.1. Pruebas de múltiple rangos para atributo sensorial sabor por tratamientos

TABLA B14. Análisis de varianza para atributo sensorial acidez de los tratamientos experimentales a las 48 horas del proceso

TABLA B14.1. Pruebas de múltiple rangos para atributo sensorial acidez por tratamientos

TABLA B15. Análisis de varianza para olor de los tratamientos experimentales a las 48 horas del proceso

TABLA B15.1. Pruebas de múltiple rangos para olor por tratamientos

ANEXO E

TABLA E1. Materiales directos e indirectos

TABLA E2. Equipos y utensilios

TABLA E3. Suministros

TABLA E4. Personal

TABLA E5. Inversión estimada para el procesamiento de lacto-jugo

ANEXO C

FIGURA C1. °Brix en las bebidas a las 24 horas del tratamiento con amilasas al 0,05%

FIGURA C2. °Brix vs tiempo (h) de los tratamientos $a_0b_0c_0$ con amilasas 0,05% durante el proceso de fermentación

FIGURA C3. °Brix vs tiempo (h) de los tratamientos $a_0b_0c_1$ amilasas 0,05% durante el proceso de fermentación

FIGURA C4. °Brix vs tiempo (h) en los tratamientos $a_0b_1c_0$ amilasas 0,05% durante el proceso de fermentación

FIGURA C5. °Brix vs tiempo (h) en los tratamientos $a_0b_1c_1$ amilasas 0,05% durante el proceso de fermentación

FIGURA C6. °Brix vs tiempo (h) en los tratamientos $a_0b_1c_2$ amilasas 0,05% durante el proceso de fermentación

- FIGURA C7.** °Brix vs tiempo (h) en los tratamientos a₀b₀c₂ amilasas 0,05% durante el proceso de fermentación
- FIGURA C8.** °Brix vs tiempo (h) en los tratamientos a₁b₀c₀ amilasas 0,05% durante el proceso de fermentación
- FIGURA C9.** °Brix vs tiempo (h) en los tratamiento a₁b₀c₁ amilasas 0,05% durante el proceso de fermentación
- FIGURA C10.** °Brix vs tiempo (h) en los tratamiento a₁b₁c₀ amilasas 0,05% durante el proceso de fermentación
- FIGURA C11.** °Brix vs tiempo (h) en los tratamiento a₁b₀c₂ amilasas 0,05% durante el proceso de fermentación
- FIGURA C12.** °Brix vs tiempo (h) en los tratamiento a₁b₁c₂ amilasas 0,05% durante el proceso de fermentación
- FIGURA C13.** °Brix vs tiempo (h) en los tratamientos durante el proceso de fermentación a₁b₁c₁ amilasas 0,05%
- FIGURA C14.** pH vs tiempo (h) en los tratamientos a₀b₀c₀ (fructosa- *Lb. plantarum*) durante el proceso de fermentación
- FIGURA C15.** pH vs tiempo (h) en los tratamientos durante el proceso de fermentación a₀b₀c₁ (Fructosa- *Lb. casei*)
- FIGURA C16.** pH vs tiempo (h) en los tratamientos durante el proceso de fermentación a₀b₀c₂ (Fructosa- *Lb. casei*+ *Lb. plantarum*)
- FIGURA C17.** pH vs tiempo (h) en los tratamientos durante el proceso de fermentación a₀b₁c₀ (Stevia- *Lb. plantarum*)
- FIGURA C18.** pH vs tiempo (h) en los tratamientos durante el proceso de fermentación a₀b₁c₁ (Stevia- *Lb. casei*)
- FIGURA C19.** pH vs tiempo (h) en los tratamientos durante el proceso de fermentación a₀b₀c₂ (Stevia- *Lb. plantarum* + *Lb. casei*)
- FIGURA C20.** pH vs tiempo (h) en los tratamientos durante el proceso de fermentación a₁b₀c₀ (Fructosa- *Lb. plantarum*)
- FIGURA C21.** pH vs tiempo (h) en los tratamientos durante el proceso de fermentación a₁b₀c₁ (Fructosa- *Lb. casei*)
- FIGURA C22.** pH vs tiempo (h) en los tratamientos durante el proceso de fermentación a₁b₀c₂ (Fructosa- *Lb. plantarum* + *Lb. casei*)
- FIGURA C23.** pH vs tiempo (h) en los tratamientos durante el proceso de fermentación a₁b₁c₀ (Stevia- *Lb. plantarum*)
- FIGURA C24.** pH vs tiempo (h) en los tratamientos durante el proceso de fermentación a₁b₁c₁ (Stevia- *Lb. casei*)
- FIGURA C25.** pH vs tiempo (h) en los tratamientos durante el proceso de fermentación a₁b₁c₂ (Stevia- *Lb. plantarum*+ *Lb. casei*)
- FIGURA C26.** Acidez (g/100g) vs tiempo (h) en los tratamientos durante el proceso de fermentación a₀b₀c₀ (Fructosa- *Lb. plantarum*)
- FIGURA C27.** Acidez (g/100g) vs tiempo (h) en los tratamientos durante el proceso de fermentación a₀b₀c₁ (Fructosa- *Lb. casei*)
- FIGURA C28.** Acidez (g/100g) vs tiempo (h) en los tratamientos durante el proceso de fermentación a₀b₀c₂ (Fructosa-*Lb. plantarum* +*Lb. casei*)
- FIGURA C29.** Acidez (g/100g) vs tiempo (h) en los tratamientos durante el proceso de fermentación a₀b₁c₀ (Stevia- *Lb. plantarum*)

- FIGURA C30.** Acidez (g/100g) vs tiempo (h) en los tratamientos durante el proceso de fermentación $a_0b_1c_1$ (Stevia- *Lb. casei*)
- FIGURA C31.** Acidez (g/100g) vs tiempo (h) en los tratamientos durante el proceso de fermentación $a_0b_1c_2$ (Stevia- *Lb. plantarum* + *Lb. casei*)
- FIGURA C32.** Acidez (g/100g) vs tiempo (h) de los tratamientos durante el proceso de fermentación $a_1b_0c_0$ (Fructosa- *Lb. plantarum*)
- FIGURA C33.** Acidez (g/100g) vs tiempo (h) de los tratamientos durante el proceso de fermentación $a_1b_0c_1$ (Fructosa- *Lb. casei*)
- FIGURA C34.** Acidez (g/100g) vs tiempo (h) de los tratamientos durante el proceso de fermentación $a_1b_0c_2$ (Fructosa-*Lb. plantarum*+*Lb. casei*)
- FIGURA C35.** Acidez (g/100g) vs tiempo (h) de los tratamientos durante el proceso de fermentación $a_1b_1c_0$ (Stevia- *Lb. plantarum*)
- FIGURA C36.** Acidez (g/100g) vs tiempo (h) de los tratamientos durante el proceso de fermentación $a_1b_1c_1$ (Stevia- *Lb. casei*)
- FIGURA C37.** Acidez (g/100g) vs tiempo (h) de los tratamientos durante el proceso de fermentación $a_1b_1c_2$ (Stevia- *Lb. plantarum* + *Lb. casei*)
- FIGURA C38.** Valores de viscosidad (mPa.s) vs. temperatura (°C) en los tratamientos luego del proceso de fermentación $a_0b_0c_0$ (Fructosa- *Lb. plantarum*)
- FIGURA C39.** Valores de viscosidad (mPa.s) vs. temperatura (°C) de tratamientos luego del proceso de fermentación $a_0b_0c_1$ (Fructosa- *Lb. casei*)
- FIGURA C40.** Valores de viscosidad (mPa.s) vs. temperatura (°C) de tratamientos luego del proceso de fermentación $a_0b_0c_2$ (Fructosa- *Lb. plantarum* + *Lb. casei*)
- FIGURA C41.** Valores de viscosidad (mPa.s) vs. temperatura (°C) de tratamientos luego del proceso de fermentación $a_0b_1c_0$ (Stevia- *Lb. plantarum*)
- FIGURA C42.** Valores de viscosidad (mPa.s) vs. temperatura (°C) de tratamientos luego del proceso de fermentación $a_0b_1c_1$ (Stevia- *Lb. casei*)
- FIGURA C43.** Valores de viscosidad (mPa.s) vs. temperatura (°C) de tratamientos luego del proceso de fermentación $a_0b_1c_2$ (Stevia- *Lb. plantarum* + *Lb. casei*)
- FIGURA C44.** Valores de viscosidad (mPa.s) vs. temperatura (°C) de tratamientos luego del proceso de fermentación $a_1b_0c_0$ (Fructosa- *Lb. plantarum*)
- FIGURA C45.** Valores de viscosidad (mPa.s) vs. Temperatura (°C) de tratamientos luego del proceso de fermentación $a_1b_0c_1$ (Fructosa- *Lb. casei*)
- FIGURA C46.** Valores de viscosidad (mPa.s) vs. temperatura (°C) de tratamientos luego del proceso de fermentación $a_1b_0c_2$ (Fructosa- *Lb. plantarum* + *Lb. casei*)
- FIGURA C47.** Valores de viscosidad (mPa.s) vs. temperatura (°C) de tratamientos luego del proceso de fermentación $a_1b_1c_0$ (Stevia- *Lb. plantarum*)

- FIGURA C48.** Valores de viscosidad (mPa.s) vs. temperatura (°C) de tratamientos luego del proceso de fermentación a₁b₁c₁ (Stevia- *Lb. casei*)
- FIGURA C49.** Valores de viscosidad (mPa.s) vs. temperatura (°C) de tratamientos luego del proceso de fermentación a₁b₁c₂ (Stevia- *Lb. plantarum* + *Lb. casei*)
- FIGURA C50.** Promedio de evaluación sensorial del atributo color
- FIGURA C51.** Promedio de evaluación sensorial del atributo olor
- FIGURA C52.** Promedio de evaluación sensorial del atributo sabor
- FIGURA C53.** Promedio de evaluación sensorial del atributo acidez
- FIGURA C54.** Promedio de evaluación sensorial del atributo aceptabilidad
- FIGURA C55.** Tiempo de vida útil: Recuento de mohos y levaduras presentes en el tratamiento a:1 Concentración dos b:1 stevia c:0 *Lb. plantarum* a 5°C
- FIGURA C56.** Tiempo de vida útil: Recuento de mohos y levaduras presentes en el tratamiento a:1 Concentración dos b:1 stevia c:0 *Lb. plantarum* a 20°C.
- FIGURA C57.** Tiempo de vida útil: Recuento de mohos y levaduras presentes en el tratamiento a:1 Concentración dos b:1 stevia c:0 *Lb. plantarum* a 30°C.
- FIGURA C58.** Crecimiento de bacterias ácido lácticas *Lactobacillus plantarum*, (UFC/ml) vs tiempo (h)
- FIGURA C59.** Crecimiento de bacterias ácido lácticas *Lactobacillus plantarum*, (UFC/ml) vs tiempo (h)
- FIGURA C60.** Crecimiento de microorganismos *Lactobacillus plantarum*; pérdida de peso del sustrato (g/ml) vs tiempo (h)

ABREVIATURAS

°C: Grado Celsius

g: Gramo

h: Hora

min: Minuto

s: Segundos

kg: Kilogramo

ha: Hectárea

Ton: Tonelada

Ton/ha: Tonelada por hectárea

Ton/m: Tonelada métrica

UFC/ml: Unidades formadoras de colonias por mililitros

VU: Vida Útil

ml: Mililitro

pH: potencial de hidrógeno

Ln: Logaritmo natural

Log: Logaritmo

MS: Materia Seca

RESUMEN

Los *Lactobacillus casei* y *Lactobacillus plantarum*, proveen efectos beneficiosos sobre el huésped, en este sentido, se les atribuye: ayuda en la digestión de la lactosa, prevención de infecciones intestinales, acción inmunomoduladora, prevención de cáncer y enfermedades cardiovasculares. Esta investigación tiene su importancia en el aprovechamiento de tubérculos como el camote, utilizando probióticos que mejoran y equilibran la microflora intestinal.

El proceso de obtención del lacto-jugo se realizó con la utilización de enzimas (FUNGAMYL) y (AFPL) que actúan en la hidrólisis del almidón, luego se fermenta con la utilización de las bacterias ácido lácticas a una temperatura de 28 ± 2 °C durante 48 horas. Con los datos obtenidos se demostró el efecto que tienen estas bacterias sobre el camote tratado enzimáticamente. Los valores de pH se encuentran en un intervalo de 3,3 a 4,0. Acidez de 0,9 a 1,5 (g ácido láctico/100g), producto de la formación de ácido láctico durante la fermentación como resultado del metabolismo de los azúcares presentes por parte de los *Lactobacillus*. Además se realizaron análisis del mejor tratamiento como son cenizas, proteína, sólidos totales, carbohidratos totales, energía y análisis microbiológicos según normas reguladas por la AOAC. Conjuntamente con datos de viscosidad que se encuentra influenciada por la utilización de enzimas y la concentración del camote, los sólidos totales y la humedad se midieron luego del proceso de fermentación. Las características sensoriales fueron evaluadas, oscilando entre 1-3 (en una escala hedónica de 1-5) de agrada mucho a moderado gusto, siendo analizadas cinco variables sensoriales.

El trabajo realizado proporciona información sobre el bioproceso para la elaboración de lacto-jugos, a través de la selección de la enzima (Fungamyl) como la de mayor actividad cuando se utiliza camote como sustrato y los *Lactobacillus plantarum* para una mejor fermentación, lo cual influyó en mejorar la presentación y las características tanto sensoriales como microbiológicas, de esta manera se espera ofertar un nuevo producto con características funcionales que satisfaga las necesidades del mercado nacional y que sea accesible para todas las familias.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN

El efecto del uso de probióticos (*Lactobacillus plantarum* & *Lactobacillus casei*) y enzimas amilasas (Fungamyl) & pectinasas (AFPL), en la fermentación ácido láctica de Camote (*Ipomoea batatas* L.).

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. CONTEXTUALIZACIÓN

- **Contextualización Macro**

El camote es una raíz con un contenido de almidón 30 a 35 % y algunas variedades contienen carotenos que pueden ser usados como pigmentos naturales. En la actualidad se cultiva en 82 países en desarrollo.

En el mundo el rendimiento del cultivo es de 14,75 ton/ha, se considera como el séptimo cultivo alimenticio más importante del mundo en términos de producción. China es el primer productor, con más de 121 millones de toneladas (el 92% de la producción mundial) y un rendimiento de 17 ton/ha, en América Latina, se destacan en su producción Brasil, Argentina, Perú, Haití y Cuba (FAO, 2005) citado por (Sánchez y Combariza, 2006).

En el Cuadro 1, se exponen las cifras relacionadas con la producción mundial de camote; en la Figura 1, se muestra la distribución porcentual de la producción por continentes.

Cuadro 1. Superficie cosechada, rendimiento y producción mundial de camote, 2004

Región	Superficie (miles ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción (miles t)
África	2 559,2	4 426	11 326,6
Norte y Centro América	180,9	8 316	1 504,2
América del Sur	110,1	11 606	1 277,5
Asia	5 692,1	19 749	112 414,4
Europa	5,5	11 228	61,3
Oceanía	113,5	5 672	644,1
Total	8 661,2	14 689	127 228,1

Fuente: FAO 2008

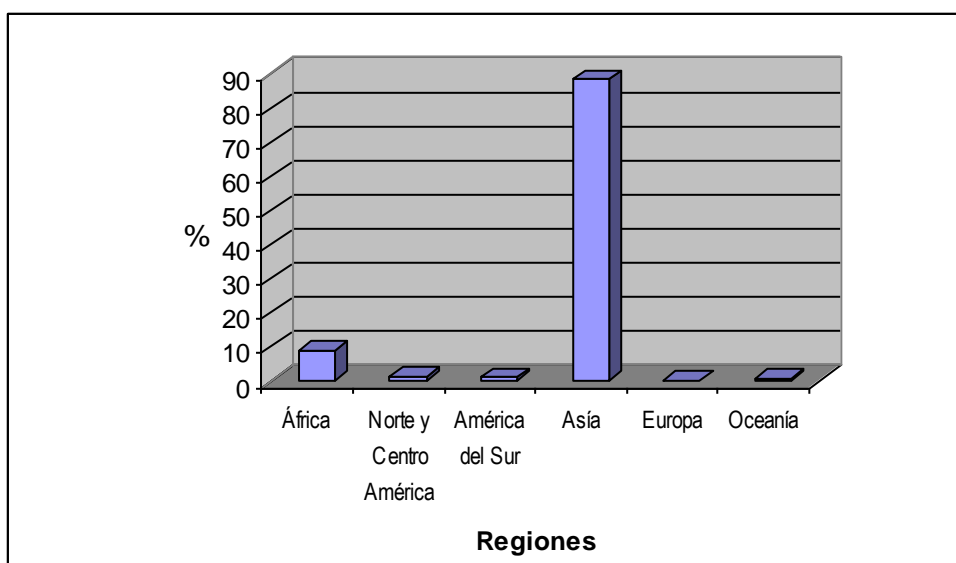


Figura 1. Superficie cosechada, rendimiento y producción mundial de camote, 2004

Elaborado por: Janina Proaño, 2012

1. El 96% de la superficie mundial cosechada es cubierta por Asia (66%) y África (30%).
2. Asia supera en 34% al rendimiento promedio mundial.

En la Figura 1 se observa que el continente asiático aporta con el 88% a la producción mundial de camote.

Según las estadísticas de FAO (2008), citadas por Chamba (2009), en 2004, China fue el principal productor de camote, cultivando el 83% del total mundial. Islas Salomón tienen la mayor producción per cápita del mundo, 160 kg/persona por año.

La oferta y la demanda de raíces y tubérculos (yuca, papa, camote) en los países en desarrollo empezaron a cambiar en forma significativa a partir de los años sesenta, acelerándose en los noventa. Entre 1983 y 1996 el consumo de raíces y tubérculos como alimento en los países en desarrollo se incrementó de 45 millones a 253 millones de ton. El consumo de camote como alimento ha disminuido, al igual que la producción, debido a la urbanización y los cambios asociados a los patrones de consumo; sin embargo, el consumo para alimentación animal se ha incrementado rápidamente en este período (Scott y colaboradores, 2000).

El camote es cultivado en 111 países, donde el 90% de la producción se obtiene en Asia, el 5% en África y el otro 5% en el resto del mundo. Solamente el 2% de la producción se logra en naciones industrializadas como Estados Unidos y Japón. China es el país que más produce, con 100 millones de toneladas (FAO, 2001).

- **Contextualización Meso**

Según diario “La Hora”, el 18 de diciembre del 2011 la producción de camote creció en 543% en los últimos tres años. Pasó de 1.552 ton/m en el 2008 a 9.991 ton/m en la actualidad, gracias a que el área de cultivo se incrementó en 160% y el nivel de productividad en 5.78%. El consumo per cápita anual, sin embargo, todavía es mínimo: 2 kg.

De acuerdo con los datos del programa Cultivos Camote y Yuca del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP), en la actualidad existen 1.030 ha sembradas con camote en el país. En el 2008 apenas eran 396 ha. En términos de productividad, el rendimiento por hectárea pasó de 3.92 a 9.7 ton/m.

Gloria Cobeña, técnica miembro del área de camote en el INIAP, explicó; “en estos años el cultivo ha repuntado porque el instituto está trabajando en varias zonas impulsando su siembra”; pero en 2011 particularmente porque los precios del maíz y la soya se elevaron, lo cual

empujó a los productores de cerdos que sustituyan éstos alimentos por camote.

Según Cobeña, el camote sustituye perfectamente al maíz y a la soya como alimentos de cerdos. Sobre todo en tema de carbohidratos y proteínas. De hecho, en Perú, productor importante de camote, la demanda desde el sector pecuario es importante.

En el Ecuador, la demanda de camote aún es baja, debido que el área de cultivo todavía es reducida en comparación con otros productos. El problema principal, dice Cobeña, “la gente lo consume poco, se ha perdido la costumbre de comerlo, incluso en algunos sectores los niños no lo reconocen, no saben qué es un camote”.

Una organización de agricultores en Rocafuerte (Manabí) trabaja en su cultivo y la elaboración de harina de camote. Pero la funcionalidad de este producto puede ser más amplia, “se lo puede comercializar en fresco, como pulpa, empacado en conservas”, anotó Cobeña.

Manabí es la principal zona productora; Rocafuerte y Charapoto son lugares que poseen más áreas de cultivo. Le sigue Loja y Azuay. Existen otras provincias en donde la superficie sembrada es mínima.

Por el momento no hay camote debido a la demanda de los productores de cerdos. La producción, sin embargo, no es suficiente para cubrir las exportaciones, por eso no se han incrementado. El producto se exporta principalmente a Holanda y EE.UU.

Tabla 1. Estimación de la producción de camote en el Ecuador año 2009

	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	PRODUCCIÓN (t)	RENDIMIENTO (kg/ha)
TOTAL REPÚBLICA	1147	3442	3000,87
SIERRA	505	1519	3007,92
CARCHI	8	18	2250,00
IMBABURA	80	182	2275,00
PICHINCHA	210	645	3071,43
COTOPAXI	28	99	3535,71
TUNGURAHUA	2	7	3500,00
CHIMBORAZO	29	98	3379,31
BOLÍVAR	19	68	3578,95
CAÑAR	50	206	4120,00
AZUAY	27	91	3370,37
LOJA	52	105	2019,23
COSTA	501	1689	3371,26
ESMERALDAS			
MANABÍ	396	1266	3196,97
LOS RÍOS			
GUAYAS	100	405	4050,00
EL ORO			
SANTA ELENA	5	18	3600,00
LOS TSACHILAS			
ORIENTE	141	234	1659,57
SUCUMBÍOS			
ORELLANA			
NAPO	8	22	2750,00
PASTAZA	78	212	2717,95
MORONA	55	171	3109,09
SANTIAGO			
ZAMORA			
CHINCHIPE			
GALÁPAGOS	0	0	212

Fuente: (MAGAP, 2009)

Elaborado por: Janina Proaño, 2012

La composición química del camote se expone en los cuadros 2 y 3.

Cuadro 2. Composición media de 100 g de materia fresca de camote

Componente	Cantidad
Humedad	70 g
Carbohidratos totales	26,1 g
Proteína	1,5 g
Lípidos	0,3 g
Calcio	32 mg
Fósforo	39 mg
Hierro	0,7 mg
Fibras digeribles	3,9 g
Energía	111 kcal

Fuente: Wolfe, citado por Silva y otros 2004

Cuadro 3. Composición química de 100 g de raíz cruda de camote

Componente	Cantidad
Agua	72,8 g
Calorías	102
Fibras digeribles	1,1 g
Potasio	295 mg
Sodio	43 mg
Magnesio	10 mg
Manganeso	0,35 mg
Zinc	0,28 mg
Cobre	0,2 mg
Vitamina A – retinol	300 mg
Vitamina B – tiamina	96 mg
Vitamina B12 - riboflavina	55 mg
Vitamina C - ácido ascórbico	30 mg
Vitamina B5 – niacina	0,5 mg

Fuente: Luengo, citado por Silva y otros 2004

Los principales productores de camote y los rendimientos en Sudamérica se presentan en la Figura 2.

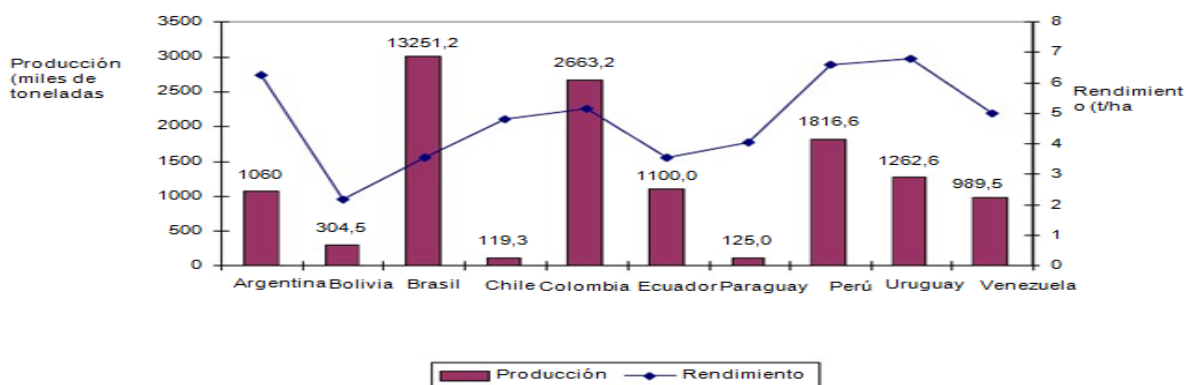


Figura 2. Principales Productores y rendimiento de camote en Sur América en el año 2004.

Fuente: FAO, 2005

- **Contextualización Micro**

Según diario “La Hora” 20 de marzo del 2012, en Baños-Tungurahua 50 productores agrícolas de este cantón recibieron 1.500 plantas de camote para producirlas después de cuatro meses de espera. El proyecto está a cargo del Gobierno Municipal y la Universidad de Cuenca. El proyecto se lo ejecutó en Puñapí, donde se sembraron 10 variedades de camote, siendo las más cotizadas en el mercado. Científicamente se ha comprobado que el camote ayuda a prevenir el cáncer de estómago y enfermedades hepáticas. A diferencia de las papas, el camote se digiere lentamente y tiene un Índice Glucémico (IG) bajo, por lo que no aumenta la glucosa en la sangre, además es de fácil cocción y preparación.

Los hidratos de carbono que contienen el camote son nutrientes energizantes, principalmente recomendado para los niños y las personas que hacen mucha actividad física o ejercicio.

Tabla 2. Productos Transitorios (detalle anual)

Cultivo	Condición del cultivo	Superficie Sembrada Has	Superficie Cosechada Has	Cantidad Cosechada TM	Cantidad Vendida TM	Rendimiento
Camote	Sólo	3	2	3	1	0,97
Zanahoria blanca	Asociado	1	0	3	2	4,20
Camote	Asociado	1	0	1	1	1,01
Zanahoria amarilla	Sólo	0	0	0	0	2,57
Zambo	Asociado	0	0	0	0	0,01

FUENTE: III Censo Nacional Agropecuario

1.2.2. ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA

- **Árbol de Problemas**

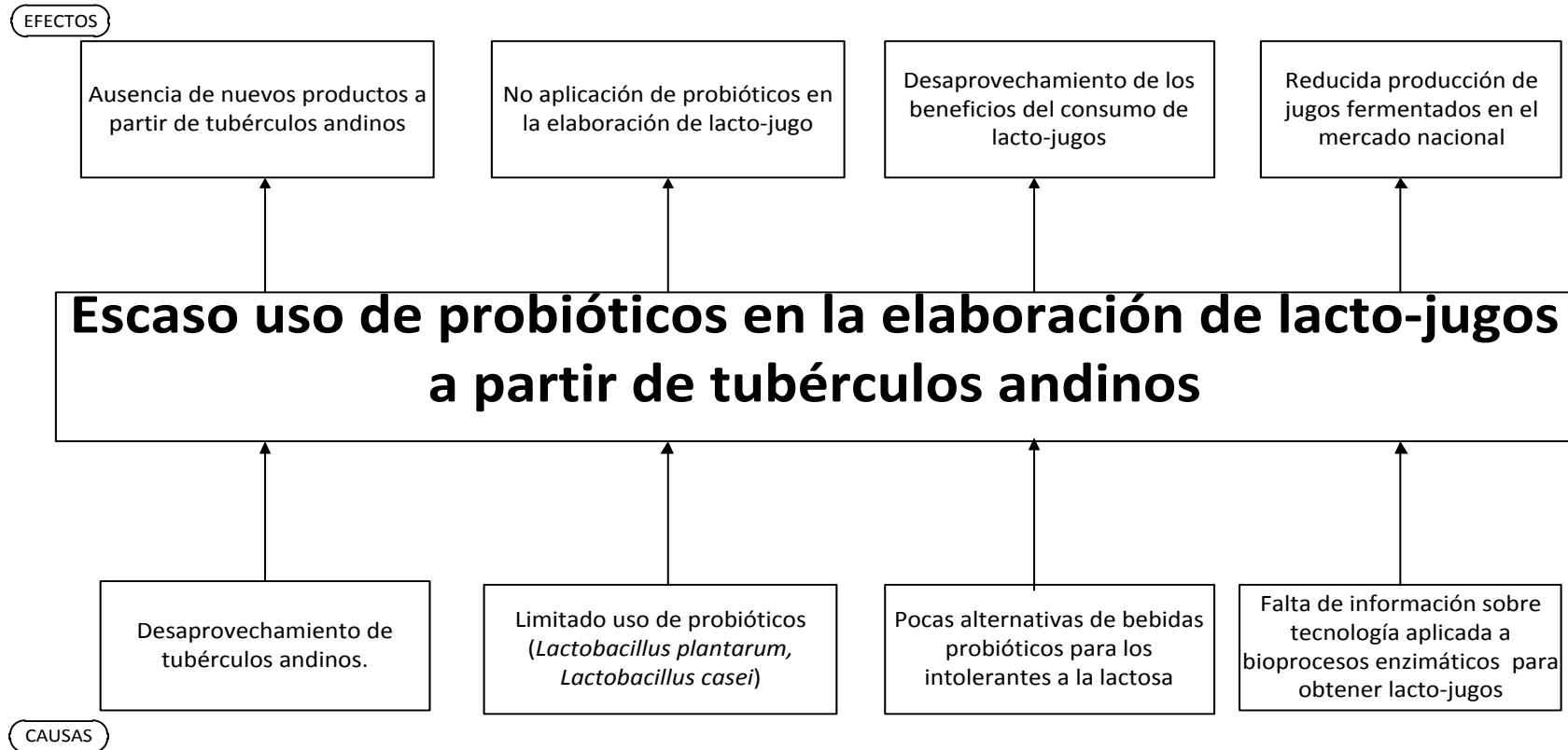


Figura 3. Árbol de Problemas

Elaborado por: Janina Proaño, 2012

Consecuentemente el presente trabajo de investigación pretende incentivar el aprovechamiento de tubérculos andinos, utilizando enzimas: amilasas o pectinasas, para convertir azúcares complejos a más simples, llevando así a cabo los procesos fermentativos, con la utilización de probióticos. Se pretende obtener un producto con excelente características tanto nutricionales como organolépticas.

Se contribuye así, con un producto probiótico, es decir con microorganismos vivos adicionados que permanecen activos en el intestino y ejercen importantes efectos fisiológicos. Ingeridos en cantidades suficientes, tienen efectos muy beneficiosos.

1.2.3. PROGNOSIS

En los últimos años en el desarrollo y mejoramiento de tecnologías de obtención y utilización de cultivos microbianos en alimentos, ha provocado un incremento en la seguridad alimentaria, donde se promueva el desarrollo de nuevos productos alimentos funcionales para mejorar la calidad de vida.

En el caso de no llevarse a cabo el estudio, con la utilización de probióticos tendrá un impacto negativo, ya que al confiar en procesos naturales de fermentación se incrementa el riesgo de contaminación con el desarrollo de microflora patógena, mientras que las bacterias ácido lácticas contribuyen a promover otras bacterias beneficiosas y evitan el crecimiento excesivo de patógenos en las bebidas.

Además, al no utilizar probióticos en la elaboración de una bebida fermentada con camote, no se está dando importancia a rescatar los tubérculos, que cuentan con una cantidad importante de proteína, carotenos, grasas entre otros.

Por lo tanto, se estaría privando al consumidor de adquirir un producto donde se aproveche los tubérculos andinos propios de la región, los cuales se trataran enzimáticamente para obtener un producto con un mejor rendimiento, con alta calidad tanto microbiológica como sensorial.

1.2.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es la manera en que influye el uso de probióticos en la elaboración de lacto-jugos?

Variable Independiente: Uso de probióticos (*Lactobacillus plantarum* & *Lactobacillus casei*) y enzimas amilasas “Fungamyl” o pectinasas “AFPL”.

Variable Dependiente: Fermentación ácido láctica de Camote (*Ipomoea batatas L.*), siendo sus principales indicadores: pH, acidez titulable, azúcares totales, azúcares reductores, calidad sensorial (color, olor, sabor, aceptabilidad).

1.2.5. INTERROGANTES

¿Cómo afecta el empleo de bacterias ácido lácticas como indicadores de un lacto-jugo?

¿Cómo afecta el tipo de microorganismo iniciador en el desarrollo de las características sensoriales del lacto-jugo?

¿Cuál es el efecto de la adición de enzimas pectinasas y amilasas en la extracción del jugo de camote?

¿Qué factores afectarían al adecuado desarrollo de microorganismo iniciadores en la elaboración de lacto-jugos?

¿Qué cantidad será adecuada de stevia y fructosa en la lacto-jugo?

¿Cuál es el tiempo de vida útil del lacto jugo?

1.2.6. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Área : Biotecnología
Sub-área : Alimentos funcionales
Sector : Fermentación
Sub-sector : Fermentación ácido láctica
Temporal : El trabajo fue investigado durante el año 2012

Tiempo de investigación: Enero 2012 a Octubre 2012.

Espacial : Universidad Técnica de Ambato en los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Ambato-Tungurahua, Ecuador.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación tiene su importancia en el aprovechamiento de tubérculos y de contribuir a la difusión de esta relegada pero importante tuberosa, el camote es una raíz con mucho potencial nutritivo, medicinal, debido a la gran presencia en él de vitaminas, proteínas minerales, buen contenido de hierro, almidón, sodio, ácido fólico, calcio, magnesio, fósforo, potasio, sodio y vitaminas C, A, B1, B2, B6.

Además, éste trabajo de investigación presentó una importancia práctica por cuanto se buscó aplicar probióticos que mejoren y lleguen a equilibrar la microflora intestinal, los *Lactobacillus casei* y *Lactobacillus plantarum*, proveen efectos beneficiosos sobre el huésped, en este sentido, se les atribuye: ayuda en la digestión de la lactosa, prevención de infecciones intestinales, acción inmunomoduladora, prevención de cáncer y enfermedades cardiovasculares.

En conjunción se pretendió demostrar los beneficios que ofrece la fermentación en los alimentos, en este caso en los jugos, con los efectos positivos hacia la salud que pueden ejercer los probióticos y la calidad nutricional de las proteínas del camote cultivada en nuestro país, que han motivado este trabajo de investigación, cuyos resultados pueden servir de sustento para la elaboración, en un futuro no muy lejano y a escala industrial, de una bebida fermentada a base de camote con microorganismos probióticos para ofrecer a la población ecuatoriana, que ya cuenta con el hábito de consumo de alimentos fermentados.

La investigación realizada proporcionó una nueva información sobre la tecnología de elaboración de lacto-jugos, los datos sobre que *Lactobacillus* influyó en mejorar las características tanto sensoriales como microbiológicas, de esta manera satisfacer las necesidades del mercado nacional y que sea accesible para todas las familias.

Por lo tanto, los datos obtenidos en este trabajo, nos demostró el efecto que tiene las bacterias ácido lácticas con la utilización de camote como sustrato, influyendo estas bacterias en reducir el pH, a un punto que otros organismos competidores ya no pueden crecer, esta fermentación tiene claras ventajas se vuelve resistente a la descomposición microbiana, estimula el sistema inmune del intestino y contribuyendo a la acidificación del contenido en el colón, lo cual es desfavorable para el crecimiento de patógenos. Las tendencias actuales están mucho más dirigidas a la investigación y desarrollo de productos fermentados con *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus casei*.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto del uso de probióticos (*Lactobacillus plantarum* & *Lactobacillus casei*) y enzimas amilasas “Fungamyl” & pectinasas “AFPL” para la fermentación ácido láctica de Camote (*Ipomoea batatas* L.).

1.4.2. Objetivos Específicos

- Indicar qué enzimas amilasas o pectinasas permiten obtener mejores resultados en la obtención del sustrato para proceso de fermentación.
- Establecer la influencia de los *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus casei* en la calidad del lacto-jugo con la aplicación de análisis físico-químicos, microbiológicos y sensoriales.
- Determinar la cinética de crecimiento de los probióticos presentes en el mejor tratamiento.
- Indicar la calidad microbiológica del mejor tratamiento del lacto-jugo mediante análisis microbiológicos de *Coliformes totales*, *Staphylococcus aureus*, mohos y levaduras.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Peñaloza (1978), comparó la optimización de parámetros de la fermentación láctica para yogurt utilizando *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bugarius*, en donde muestra según los resultados que mientras aumenta la acidez desciende el pH, la velocidad de agitación influye sobre la velocidad específica de crecimiento en forma inversamente proporcional y la fase de adaptación es menor cuando la agitación aumenta además de la temperatura de incubación.

Ramos (1986), estudio la fermentación láctica de vegetales, se obtuvieron como resultados que a medida que transcurre la fermentación el pH tiende a descender. En la col, la zanahoria y rábano fue notable la producción de ácido láctico, el incremento es debido a la concentración de azúcares en cada uno de estos vegetales. Además los vegetales fermentados fueron sometidos a análisis químicos proximales, vitamina C y aceptabilidad, siendo que en los análisis proximales no hubo diferencia, en cuanto a la vitamina C hubo una ligera disminución dependiendo del almacenamiento, y para la aceptabilidad fue mayor en la col seguida de zanahoria y rábano.

Peñaherrera y Soria (1997), industrialización del camote (*Ipomoea batata*) mediante fermentación alcohólica y ensilaje del residuo, mostró que utilizando camote sin ajustar el contenido de azúcar permite obtener una bebida de bajo grado alcohólico con la levadura Munton & Fison, siendo fermentada a una temperatura ambiente, lo que favorece a disminuir costos.

Cacéres y Freire (2002), uso de una alfa-amilasa para la disminución de la viscosidad aparente en la edulcoración de la colada escolar "CE", en donde se utilizó varias cantidades de enzimas siendo los cambios de viscosidad notables proporcional a la concentración, además el incremento de viscosidad aumenta ligeramente los umbrales de detección del azúcar y

del aspartame, siendo interpretado que a mayor viscosidad favorece un contacto de mayor duración entre las moléculas responsables del dulzor y los órganos receptores.

Recalde y Rodríguez (2003), estudiaron la utilización de las enzimas amilasas y xilanasas con ácido l-ascórbico como mejorantes de las cualidades panarias en la harina de trigo, determinaron que la utilización de las alfa-amilasas, xilanasas y ácido l-ascórbico, permitió obtener resultados favorables en la harina, determinado por análisis en el farinógrafo y extensógrafo. Las enzimas alfa-amilasas reducen el tiempo de desarrollo de la masa de una harina de trigo en un 5,71%, alcanzando una utilidad del 13,67%.

Ordoñez (2008), elaboración de un bocadillo de dulce con la utilización de soya (*Glicine max L.- Merril*) y camote (*Ipomoea batata*) destinado para alimentación infantil, en donde se comprobó que el tratamiento experimental con 40% de soya, 60% camote y 40% de azúcar, permite obtener un producto con aceptabilidad por parte de los catadores, según el análisis proximal un valor de 9.12% de proteína, y de 5,24%, los factores trascendentes para este bocadillo la cocción, la agitación y el tipo de cocción, en este caso se utilizó una paila de bronce una cocción abierta.

2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La investigación se basa en el paradigma positivista que según Reichart y Cook (1986), esto tiene como escenario de investigación el laboratorio a través de un diseño pre-estructurado y esquematizado; su lógica de análisis está orientada a lo confirmatorio, reduccionista, verificación, inferencial e hipotético deductivo mediante el respectivo análisis de resultados.

La realidad es única además de fragmentable en partes que se pueden manipular independientemente, la relación sujeto-objeto es independiente. Para este enfoque la realidad es algo exterior, ajeno, objetivo y puede y debe ser estudiada y por tanto conocida.

La investigación es una actividad que ha preocupado a filósofos y científicos porque les ha inquietado conocer el valor y sentido de su actividad, por lo tanto sus preocupaciones no han sido exclusivamente de

carácter epistemológico, sino también de orden axiológico. Ambos aspectos han sido objeto de su interés incrementándose su atención en los últimos años.

Históricamente ha ejercido una influencia predominante el paradigma positivista que presenta serias limitaciones, como son el extrapolar, mecánicamente la metodología de la investigación científica en la naturaleza de la sociedad.

Considerar que la realidad social es independiente del sujeto cognoscente, que está regida por “leyes naturales” una vez conocidas permiten explicarla matemáticamente, predecirla y controlarla de manera exacta y precisa; la función de la ciencia radica en realizar una descripción empírica generalizadora de las características y regularidades observables de los fenómenos, sin profundizar en sus esencias; y la absolutización de los métodos empíricos, cuantitativos, hipotéticos-deductivos en la investigación en detrimento de los cualitativos.

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Se ha investigado las leyes establecidas según la Constitución de la República del Ecuador como sustentos legales fundamentales para este proyecto.

TÍTULO II. DERECHOS

Capítulo II: Derechos Del Buen Vivir

Agua y alimentación

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales.

El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria.

TÍTULO VI RÉGIMEN DE DESARROLLO

Capítulo III: Soberanía Alimentaria

Art. 281.- La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente

Para la elaboración de este tipo de lacto-jugo es necesario cumplir con los requisitos establecidos en las Normas INEN, se tomarán como referencia las siguientes normas:

- Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 2395) Leches Fermentadas.
- MERCOSUR (C/RES 1997) Reglamento Técnico de Identidad y Calidad de Leches Fermentadas.
- Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 391 1985-12) Conservas Vegetales Jugos de Frutas Determinación de la Densidad Relativa.
- Norma Venezolana (COVENIN 658:1997) Leche y sus Derivados. Determinación de la Acidez Titulable.
- A.O.A.C Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist.
- Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 1529-11:98) Control Microbiológico de Alimentos Mohos y Levaduras Viables Detección.
- Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 2608:2012) Bebida de Leche Fermentada Requisitos.
- Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 13) Determinación de la Acidez Titulable
- Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 14). Determinación de Sólidos Totales y Cenizas. Quito-Ecuador

- Norma Técnica Ecuatoriana (INEN1529-8) Control Microbiológico de los Alimentos. Determinación de Coliformes Fecales y E. coli.
- Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 1 529-5) Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos.
- Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 1 529-11:98). Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables.
- Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 1 529-10:98). Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables, recuento en placa por siembra en profundidad.

2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

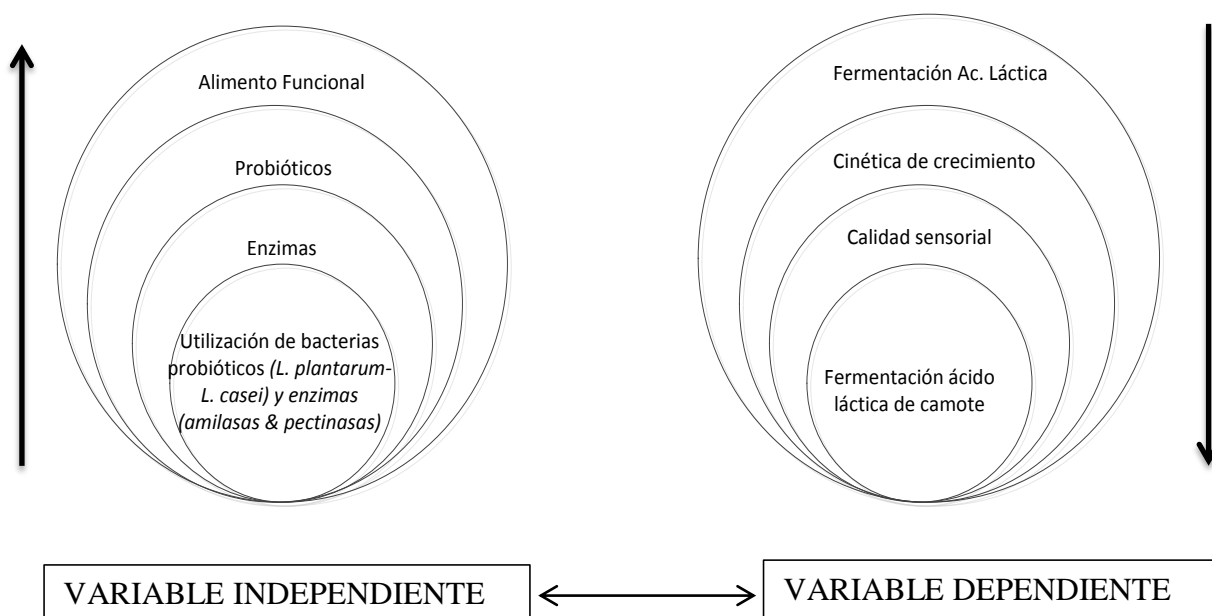


FIGURA 4. Categorías Fundamentales, variable independiente y dependiente

2.4.1. Marco Teórico de la Variable Independiente:

2.4.1.1. Alimento funcional

Las tendencias mundiales de la alimentación en los últimos años indican un interés acentuado de los consumidores hacia ciertos alimentos, que además del valor nutritivo aporten beneficios a las funciones fisiológicas del organismo humano, para elevar su calidad de vida. Esta tendencia se ha enfocado a desarrollar nuevos productos bajo el concepto de alimentos funcionales, definidos como “productos que contienen un componente, nutriente o no nutriente, con efecto selectivo sobre una o varias funciones del organismo y que proporcionan un mejor estado de salud y bienestar, con un efecto añadido por encima de su valor nutrimental”. Entre los alimentos funcionales se encuentran los probióticos, que son cultivos vivos de microorganismos añadidos a los alimentos que ejercen efectos fisiológicos benéficos en concentraciones óptimas (Siuta, 2001).

El término "alimento funcional" apareció por primera vez en el mundo de la nutrición hace ya unos doce años. Los primeros en utilizarlo fueron los

japoneses, quienes, aprovechando el impulso que les dio su gobierno, desarrollaron distintos productos alimentarios destinados a un uso específico.

Poco tiempo después, Estados Unidos autorizó la declaración de propiedades nutricionales relativas a la reducción del riesgo de algunas patologías crónicas, liberando más tarde la introducción en el mercado de suplementos alimentarios con propiedades a veces inesperadas (Danone, 2012).

Las bebidas fermentadas tienen su origen en las culturas clásicas mediterráneas. Muchos expertos afirman que nacieron al mismo tiempo que la agricultura, probablemente por fermentación espontánea y casual de granos húmedos (cebada, trigo, uvas, dátiles), (U.C.M, 2012).

Según Aguirre y Alvares, (2009) consideran que el mercado de alimentos ha presentado importantes cambios en la última década. El público consumidor está evolucionando hacia una cultura de alimentación más sana. Esta es una tendencia importante de los mercados del siglo XXI. Así por ejemplo, los suplementos nutricionales y los probióticos han encontrado nichos importantes en la industria de alimentos y la industria farmacéutica.

El mercado de los probióticos está en franca expansión. De hecho en México, la demanda por estos productos probióticos comenzó a ser evidente. Actualmente, la gran mayoría de los productos probióticos existentes se comercializan en forma líquida, principalmente como bebida láctea fermentada. La industria de bebidas probióticas ha tenido un crecimiento exponencial, gracias a que la tendencia en estas últimas décadas se ha dirigido hacia la alimentación saludable, por su comprobado efecto positivo en la calidad de vida de las personas que las consumen.

El desarrollo de nuevos productos, es una alternativa importante considerando que la situación económica de la población ecuatoriana no ha mejorado en los últimos años y a causa de ello prevalecen los diferentes grados de desnutrición.

2.4.1.2. Probióticos

Lilly y Stilwell, (1965) mencionados por Mennickent y Green, (2009) describieron que utilizaron por primera vez el término “probiótico” para

representar a “sustancias secretadas por un organismo y capaces de estimular el crecimiento de otro”. Nueve años después, Parker describió los probióticos como “organismos y sustancias que contribuyen al balance microbiano intestinal”. Quince años después, Fuller postuló que los probióticos eran “suplementos microbianos que influyen beneficiosamente en el huésped animal mejorando su balance microbiano”. Tiempo después, Salminen definió los probióticos como “alimentos que contienen bacterias vivas las cuales son beneficiosas para la salud”.

Los probióticos se definen como: “Microorganismos vivos que ejercen una acción benéfica sobre la salud del huésped al ser administrados en cantidades adecuadas”. El concepto de alimentos funcionales (AF) tiene su origen en una mayor comprensión de las bases moleculares de la relación existente entre alimentación, salud y la posibilidad de contar con reguladores biológicos (donde las bacterias lácticas juegan un papel protagónico) que disminuyan el riesgo de contraer enfermedades. Se definen también como "alimentos susceptibles de producir un efecto benéfico sobre una o varias funciones específicas en el organismo, más allá de los efectos nutricionales habituales, de mejorar el estado de salud y de bienestar y/o de reducir el riesgo de una enfermedad"(Mollet y Rowland, 2002).

Mattila-Sandholm y colaboradores, (2002) citados por Yoon y colaboradores, (2007) indican que productos probióticos más comunes generalmente se catalogan como leche fermentada y yogurt. Sin embargo, la intolerancia a la lactosa y el contenido de colesterol son dos inconvenientes relacionados con su consumo. Se ha sugerido que un jugo de fruta podría servir como medio de cultivo de probióticos. Las frutas y vegetales no contienen ningún alérgeno lácteo que pudiera prevenir su uso por cierto segmento de la población.

Yoon, y colaboradores (2007), mencionan que la probiotización es uno de los métodos usados para producir alimentos funcionales fermentados. Adicionar probióticos a alimentos proporciona varios beneficios a la salud incluyendo la reducción de nivel de colesterol en suero sanguíneo, mejora la función gastrointestinal, mejora el sistema inmune y reduce el riesgo de cáncer de colon. Para beneficiar la salud, las bacterias probióticas deben estar viables y disponibles en altas concentraciones, típicamente 10^6 UFC/g de producto.

Según León y colaboradores (2006), afirma que las bacterias ácido lácticas (BAL) desdoblan carbohidratos y producen ácido láctico y otros metabolitos descendiendo el pH hasta 4,7; se clasifican en homo o heterofermentativas. Las bacterias homofermentativas sintetizan sólo ácido láctico sin liberar CO₂. Entre ellas está *Lactobacillus plantarum*, utilizado para fabricación de masas ácidas, leches ácidas, cárnicos madurados y vegetales fermentados.

2.4.1.3. Enzima

Las enzimas son catalizadores muy potentes y eficaces, químicamente son proteínas. Como catalizadores, los enzimas actúan en pequeña cantidad y se recuperan indefinidamente, no llevan a cabo reacciones que sean energéticamente desfavorables, no modifican el sentido de los equilibrios químicos, sino que aceleran su consecución.

Las enzimas son grandes proteínas que aceleran las reacciones químicas. En su estructura globular, se entrelazan y se pliegan una o más cadenas polipeptídicas, que aportan un pequeño grupo de aminoácidos para formar el sitio activo, o lugar donde se adhiere el sustrato, y donde se realiza la reacción. Una enzima y un sustrato no llegan a adherirse si sus formas no encajan con exactitud (Benavides y Pozo, 2008).

2.4.1.3.1. Alfa-amilasas

Según García (2008), las alfa-amilasas son hidrolasas que tienen la función de degradar complejos de carbohidratos, son una familia de enzimas que rompen el almidón (polisacárido), primero en cadenas cortas y luego en glucosa libre, su origen es Fúngico (*Aspergillus oryzae*), bacteriano (*B. stearothermophilus*, *B. subtilis*), de cereales y del páncreas.

Padro (2008), menciona que las alfa-amilasas catalizan la hidrólisis de la cadena lineal (amilosa) y la ramificada (amilopectina) del almidón, rompiendo enlaces 1,4 interiores (endoamilasa) para formar una mezcla de dextrinas; por ello se la conoce como enzima dextrinogénica (mezcla de amilodextrina, eritrodextrina, acrodextrina y maltodextrina) con poca producción de maltosa.

Es sensible a una acidez elevada y se vuelve inactiva a pH 3,3 o a pH menor a 0°C por 15 min. El pH óptimo de acción está dentro del rango 5-7, siendo de 6,5 para las alfa-amilasas bacterianas y pancreáticas. Las enzimas son resistentes al calor, pues a 70°C conserva un 70% de su actividad (Angulo, 2010).

2.4.1.3.2. Pectinasas

Las pectinasas son producidas a partir de *Aspergillus niger* a través de fermentación profunda y procesos de extracción, es un tipo de compuesto bio-catalizador, con múltiples ingredientes. Puede romper la macromolecular de los mucopolisacáridos de los jugos en pequeñas moléculas solubles. Esto puede ayudar a reducir la viscosidad, mejorar la tasa de filtración y mejorar la calidad del producto (Carbonell y colaboradores, 1990).

Según Silva y colaboradores, (2004) las enzimas pectinasas son un conjunto de enzimas que hidrolizan la pectina. Éstas presentan una extensa aplicación en la industria alimentaria, principalmente en la obtención y clarificación de jugos, vinos y cervezas. Como aplicación potencial de las pectinasas se estudia actualmente su empleo en la extracción de aceites esenciales de frutas cítricas, productos de alto valor comercial.

Las pectinasas representan un grupo de heteropolisacáridos formados principalmente por polímeros lineales de ácido galacturónico, presentes en los tejidos vegetales, donde funcionan como agente hidratante y material cementante de la red de celulosa. Tienen rango de temperatura efectivo: 25-55 °C, un rango pH efectivo: 3.5-6.0 (Willats y colaboradores, 2006).

2.4.2. Marco Teórico de la Variable Dependiente:

2.4.2.1. Proceso fermentativo

La fermentación es un proceso de oxidación anaeróbica total o parcial de carbohidratos ya que los microorganismos son capaces, en anaerobiosis, de transformar las sustancias químicas para proveer sus necesidades energéticas.

Los microorganismos tienen disponibles carbohidratos, proteínas grasas, minerales y nutrientes menores en los materiales alimenticios nativos. Atacan primero a los carbohidratos, después a las proteínas, luego a las grasas. Hay un orden de ataque aun en los carbohidratos, primero los azúcares, después los alcoholes y luego los ácidos. Ya que el primer requerimiento para la actividad microbiana es la energía, parece que las formas más eficaces, en orden de preferencia, son las cadenas de carbono CH_2 , CH , CHOH y COOH . Algunas cadenas tales como los radicales CN son inútiles para los microorganismos.

El metabolismo de los carbohidratos es una vía común de reacciones que conduce desde la glucosa hasta el ácido pirúvico; siendo, éste último el punto de ramificación para las diferentes vías que conducen a alcohol etílico, ácido láctico u otros productos finales (Ramos, 1986).

2.4.2.2. Fermentación ácido láctica

El ácido láctico es de amplio uso en la industria; debido a sus características benéficas, se utiliza en la industria alimentaria (en bebidas y como conservante), en farmacia, medicina, textilera, en la industria del cuero y para la producción de plásticos biodegradable. El Food Chemical Codex en el año 1996 especificó el uso del ácido láctico en alimentos con una pureza del 88% (Lopera y colaboradores, 2009).

El ácido láctico se obtiene por síntesis química o por vía fermentativa. En la actualidad se prefiere la vía fermentativa, debido a la necesidad de obtener puro. La principal desventaja de la producción por la vía fermentativa es el alto costo que ocasionan su aislamiento y purificación, por esta razón las investigaciones se han enfocado en la disminución del costo de producción e incrementar la pureza.

Los factores limitantes en la producción por la vía fermentativa son principalmente, la baja concentración de bacterias lácticas en el sistema y la inhibición del crecimiento por el producto. Las bacterias lácticas están conformadas por un amplio grupo de bacterias no esporuladas, Gram positivas y que metabolizan un amplio rango de azúcares para producir principalmente ácido láctico (Mora y García, 2007).

Waldir y colaboradores (2007), mencionan que para la producción industrial de ácido láctico son de mayor importancia las bacterias lácticas homofermentativas, aquellas que sólo producen ácido láctico. Los mayores productores de ácido láctico pertenecen a las familias *Streptococcaceae* (géneros *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Aerobacter* y *Gemella*) y *Lactobacillaceae* (género *Lactobacillus*).

El género *Lactobacillus* está comprendida por bacterias en forma bacilar de 0,5 – 1,2 x 1,0 – 10,0 µm, comúnmente se asocian en cadenas cortas, son anaerobias facultativas ó microaerófilas, catalasa y citocromo negativos. Excepcionalmente pueden poseer motilidad, se mueven ayudados por flagelos peritricos. Los lactobacilos son auxótrofos quimioorganotróficos, necesitan medios complejos para su crecimiento, degradan la sacarosa para producir lactato. La temperatura óptima de crecimiento de los lactobacilos está entre 30 – 40 °C. Su hábitat natural es variado pudiéndolos encontrar en el aparato gastrointestinal de mamíferos y aves, incluyen alimentos de origen vegetal y animal (Waldir y colaboradores, 2007).

Lederberg (1992), describió que el ácido láctico es de amplio uso en la industria; debido a sus características benéficas, se utiliza en la industria alimentaria (en bebidas y como conservante), en farmacia, medicina, textilera, en la industria del cuero y para la producción de plásticos biodegradables.

La producción mundial de ácido láctico es de 100.000 toneladas por año, con un crecimiento en la demanda del 8,6% anual, debido al potencial que tiene este monómero de producir ácido poliláctico, un polímero biodegradable con aplicaciones industriales y médicas. Para la producción biotecnológica de ácido láctico se han utilizado diferentes sustratos puros, tales como glucosa, lactosa, almidón y celulosa, sin embargo, estos sustratos son económicamente desfavorables, no sólo porque los sustratos puros son costosos y requieren la adición de fuentes nitrogenadas complejas para producir ácido láctico en un tiempo razonable, sino también porque se requiere de un pre tratamiento de los polisacáridos naturales para su posible fermentación (Cock y Rodríguez, 2007).

Según García y colaboradores, (2010) la producción biotecnológica de ácido láctico ofrecen varias ventajas como el bajo costo de los sustratos, bajas temperaturas de producción y bajo consumo de energía. Las recientes

investigaciones están enfocadas en encontrar nuevas y efectivas fuentes nutricionales y nuevas técnicas de fermentación encaminadas a alcanzar altas conversiones de sustrato y altos rendimientos en ácido láctica.

2.4.2.3. Microorganismos de la fermentación láctica

2.4.2.3.1. *Lactobacillus plantarum*

Lactobacillus plantarum son heterofermentativos, metabólicamente muy flexible y versátil, se encuentran en muchos nichos ambientales, y con amplias aplicaciones, por ejemplo, como una cultivo iniciador en vegetales y la carne las fermentaciones; como probiótico para los seres humanos y animales, y últimamente como un vehículo de entrega para compuestos terapéuticos.

Lactobacillus plantarum difiere del resto de especies *Lactobacillus* en los siguientes aspectos (Cermeño, 2012):

1. Posee un genoma relativamente grande con numerosos genes que codifican su capacidad de adaptación a diversas condiciones.
2. Puede fermentar gran cantidad de carbohidratos.
3. Requiere una alta concentración de manganeso para su crecimiento, y lo acumula de manera intracelular. El manganeso provee a *Lactobacillus plantarum* de una defensa frente al estrés oxidativo.
4. Tiene una alta tolerancia al pH bajo lo que implica que frecuentemente predomine en fermentaciones ácido lácticas espontáneas e incluso, sea capaz de sobrevivir a través del tracto gastrointestinal humano.

Es ampliamente utilizada como estárter en productos vegetales o animales, como probiótico para humanos debido a sus actividades de mejora de la salud y últimamente como un vehículo para la producción de compuestos terapéuticos (Mercerier y colaboradores, 2003).

Lactobacillus plantarum se está mostrando como una especie de gran interés dada su capacidad de ejercer de cultivo iniciador, es decir, es capaz de fermentar las materias primas con eficacia, incluyendo matrices de origen vegetal, y además, muchas cepas presentan probada capacidad probiótica (Cermeño, 2012).

2.4.2.3.2. *Lactobacillus casei*

Probiotic (2009), indica que *Lactobacillus casei* es una bacteria beneficiosa que se encuentra naturalmente en la boca y los intestinos de los seres humanos. Se produce ácido láctico que ayuda a reducir los niveles de pH en el sistema digestivo e impide el crecimiento de bacterias dañinas. *Lactobacillus casei* se pueden encontrar en "productos lácteos crudos o fermentados y los productos vegetales frescos o fermentados".

Lactobacillus casei, esta cepa destaca por ser la única cepa probiótico de origen latinoamericano comercializada a nivel internacional. De acuerdo con algunos informes: Los científicos han encontrado *Lactobacillus casei* que poseen propiedades beneficiosas que apoyan la salud humana. Es capaz de mejorar y promover la digestión. Algunas cepas de las bacterias ayudan a controlar la diarrea, mientras que otras cepas tienen un efecto anti-inflamatorio en el intestino.

Otros efectos beneficiosos incluyen la reducción de intolerancia a la lactosa, aliviar el estreñimiento, e incluso la modulación del sistema inmune. Las bacterias son vitales para el desarrollo adecuado del sistema inmunológico, a la protección contra los microorganismos que pueden causar la enfermedad, la digestión y la absorción de los alimentos y nutrientes "asegurar que el cuerpo tiene una cantidad adecuada de *Lactobacillus casei* que habita el cuerpo es importante. Esto puede especialmente cierto para los individuos que sufren de la enfermedad de Crohn y niños críticamente enfermos que sufren de diarrea.

Según Marín y colaboradores, (2009) citan que *Lactobacillus plantarum* y *casei* se caracterizan por ser microorganismos auxótrofos, porque no son capaces de sintetizar todos los factores de crecimiento, como las bases nitrogenadas, aminoácidos y vitaminas del complejo B, requiriendo un sustrato ácido; hacen parte de la microbiota de la leche, la carne, los vegetales, las frutas, los vinos, las mucosas intestinales y vaginales, de donde toman sus requerimientos nutricionales; son genéticamente estables, capaces de alcanzar el intestino humano y multiplicarse sin producir daños al huésped. Estos, para considerarse probióticos, deben ser viables en el alimento en concentraciones de 10^6 - 10^{11} UFC/ml, durante el tiempo de vida útil.

En general, la presencia de ácidos en el alimento produce una drástica reducción de la supervivencia de los microorganismos. Los ácidos fuertes (inorgánicos) producen una rápida bajada del pH externo, aunque su presencia en la mayoría de los alimentos es inaceptable. Los ácidos orgánicos débiles son más efectivos que los inorgánicos en la acidificación del medio intracelular; se supone que esto ocurre porque es más fácil su difusión a través de la membrana celular en su forma no disociada (lipofílica) y posteriormente se disocian en el interior de la célula inhibiendo el transporte celular y la actividad enzimática.

La mayoría de los microorganismos crecen a pH entre 5 y 8, en general de hongos y las levaduras son capaces de crecer a pH más bajos que las bacterias. Puesto que la acidificación del interior celular conduce a la pérdida del transporte de nutrientes, los microorganismos no pueden generar más energía de mantenimiento y, a una velocidad variable según las especies, se produce la muerte celular (Microbiología de los Alimentos, 2012).

2.4.2.4. Aspectos nutricionales de la fermentación del ácido láctico

Karovičová y Kohajdová, (2003) describen que el valor nutritivo de un alimento en particular depende de su digestibilidad y su contenido de nutrientes esenciales. Tanto la digestibilidad y su contenido de nutrientes puede mejorarse mediante la fermentación. Durante la fermentación, la actividad enzimática de cultivo microbiano puede pre digerir los macronutrientes. Las diferentes formas en que el proceso de fermentación puede afectar a la calidad nutricional de los alimentos incluyen la mejora de la densidad de nutrientes y aumentar la cantidad de biodisponibilidad y de nutrientes. El último puede lograrse por la degradación de factores anti nutricionales, pre-digestión de ciertos componentes de los alimentos, la síntesis de los promotores para la absorción y por influir en la absorción de nutrientes por la mucosa.

La fermentación del ácido láctico, aumenta la solubilidad de proteínas y la disponibilidad de aminoácidos limitantes en algunos casos por tanto como 50%. El impacto nutricional de los alimentos fermentados en las enfermedades nutricionales puede ser directo o indirecto. Fermentaciones de alimentos que aumentan el contenido de proteína o mejorar el equilibrio de

aminoácidos esenciales o su disponibilidad tendrá un efecto curativo directo. Del mismo modo fermentaciones que aumentan el contenido o la disponibilidad de vitaminas como la tiamina, la riboflavina, la niacina o el ácido fólico puede tener profundos efectos directos sobre la salud de los consumidores de estos alimentos (Steinkraus, 1997).

La fermentación láctica puede reducir el contenido de materia no digerible en los alimentos vegetales tales como celulosa, hemicelulosa y poligalacturónico y ácidos glucurónico. El desglose de estos compuestos puede conducir a la mejora de la biodisponibilidad de los elementos minerales y elementos traza (Kalantzopoulos, 1997).

Los alimentos fermentados pueden reducir la concentración de colesterol sérico, al reducir la absorción intestinal de la dieta y colesterol endógeno o la inhibición de la síntesis de colesterol en el hígado (Kalantzopoulos, 1997).

La fermentación del ácido láctico imparte atributos de completa estabilidad y seguridad para el producto, y de ese modo se adelanta a las enfermedades con infecciones tales como la diarrea y salmonelosis (Nout y Ngoddy, 1997).

Según Samaniego y Sosa del Castillo, (2010) indicaron que la mayor parte de los lactobacilos son mesófilos (30 - 40°C), con un límite superior de 40°C. Aunque su rango de temperaturas para el crecimiento oscila entre 2 y 53°C, algunos crecen por debajo de 15°C y hay cepas que crecen por debajo de 5°C. Otros crecen a temperaturas bajas, cercanas al punto de congelación (por ejemplo, los que habitan en carnes y pescados congelados).

Los llamados lactobacilos “termófilos” pueden tener un límite superior de temperatura de 55°C y no crecen por debajo de 15°C. Aún no se conocen los verdaderos lactobacilos termófilos que crezcan por encima de 55°C

2.4.2.5. Camote

El camote es enormemente apreciado en el mundo, pues es la especie que posee mayor cantidad de vitamina A. Motivo que explica también el hecho de que su consumo se haya generalizado en la mayoría de los países en desarrollo.

La importancia de los carotenoides en los alimentos va más allá de su rol como pigmentos naturales. En forma creciente se han atribuido a estos compuestos funciones y acciones biológicas. De hecho, por mucho tiempo se ha sabido de la actividad de provitamina A de los carotenoides. Sobre una base mundial, se estima que aproximadamente el 60% de la vitamina A dietaria proviene de las provitaminas A (Rodríguez y Amaya, 1997).

FAO, (2004) citado por Tique y colaboradores (2009), mencionan que el camote es el séptimo en el mundo de los cultivos alimentarios más importantes después del trigo, arroz, maíz, papa, cebada y yuca. El camote como especie fue domesticada y cultivada antes del descubrimiento de América; fue llevado a Europa de donde se dispersó rápidamente como cultivo a zonas tropicales y subtropicales (Ray y Ravi, 2005).

Burga, (1987) mencionado por Tique y colaboradores (2009), hablan de la importancia del camote en la alimentación humana como un sustituto de harinas que se consumen en fresco, como papa y yuca, al igual que de productos de alto valor energético, como la harina de trigo y el arroz.

2.5. HIPÓTESIS

2.5.1. Hipótesis nula (H₀)

El uso de *Lactobacillus plantarum* & *Lactobacillus casei* y la utilización de enzimas pectinasas o enzimas amilasas, no influyen en la fermentación ácido láctica y los atributos organolépticos del lacto-jugo.

2.5.2. Hipótesis Alternativa (H₁)

El uso de *Lactobacillus plantarum* & *Lactobacillus casei* y la utilización de enzimas pectinasas o enzimas amilasas, si influyen significativamente en la fermentación ácido láctica y los atributos organolépticos del lacto-jugo.

2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.6.1. Variable Independiente:

Uso de probióticos (*Lactobacillus plantarum* & *Lactobacillus casei*) y enzimas amilasas “Fungamyl” o pectinasas “AFPL”.

2.6.2. Variable Dependiente:

Fermentación ácido láctica de Camote (*Ipomoea batatas* L.)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE

El enfoque que se manejó en esta investigación es tanto cuantitativo como cualitativo debido a que se lo realizó mediante revisiones bibliográficas y experimentales; se efectuó una medición controlada de los datos a obtenerse, por medio de un análisis físico-químico, microbiológico, y evaluación sensorial del producto terminado.

Los datos obtenidos en este estudio, se interpretaron mediante análisis estadísticos en el programa InfoStat y Stragraphis Plus. Estos programas permitieron el análisis de regresión avanzada, el grado de distribución de los datos, análisis de hipótesis nula y alternativa, entonces se conoció el o los tratamientos en los cuales ha tenido mejores resultados de la aplicación de los probióticos, se demostró los resultados gráficamente, tabulados y la comprobación de hipótesis nula e alternativa.

3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación se respaldó en una modalidad “bibliográfica-documental” puesto que consistió en la recopilación de información, acerca del uso de probióticos para la elaboración del lacto-jugo.

Además tuvo modalidad básica de investigación experimental, dado que se realizó una evaluación de las características que atribuye a la calidad del lacto-jugo, de cada uno de los tratamientos establecidos, que relacionaron la variable independiente e dependiente, en los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

3.2.1. Métodos de la investigación:

- **Método deductivo**

Este método permitió parte de los datos generales aceptados como válidos y que por medio del razonamiento lógico, pueda deducirse varias suposiciones. Se presentó conceptos, principios, definiciones, leyes o normas generales, de las cuales se extraen conclusiones o consecuencias en las cuales se aplican; o se examinan casos particulares sobre la base de las afirmaciones generales presentadas.

- **Método inductivo**

Este método de lo particular a lo general, mediante el cual se parte del estudio de casos, hechos o fenómenos particulares para llegar al descubrimiento de un principio o ley que los rige.

- **Método Científico**

Este tipo de método involucró el conjunto de procedimiento por los cuales:

- a) se plantea los problemas
- b) se ponen a prueba las hipótesis científicas

Para ello se siguió el planteamiento de los siguientes pasos: Identificación del problema, planteamiento del problema, revisión bibliográfica, formulación de hipótesis, elección de técnicas, recolección de información, análisis de datos y conclusiones respectivas.

3.2.2. Técnicas e instrumentos de la investigación

Se utilizó las siguientes modalidades:

- Técnica de campo: Dirigido a recoger información primaria. Es la que se realizó en lugares no determinados específicamente para ello, sino que corresponden al medio en donde se encuentran los sujetos o el objeto de la investigación, donde ocurren los hechos o fenómenos investigados.

Para la investigación de campo se utilizó las siguientes técnicas:

- Observación científica: Se observó con un objetivo, claro, definido preciso, en donde se sabrá lo que se desea observar y para que se quiere hacerlo, lo cual implica que se debe preparar cuidadosamente el análisis.
- Encuesta: Esta técnica permitió obtener datos de varias personas, lo cual será información importante para esta investigación, se realizó a operarios de la planta.
- Técnica Bibliográfica: destinado a obtener información de fuentes secundarias que constan en libros y documentos en general.

Tiene el propósito de conocer, comparar, ampliar, profundizar y deducir diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre una cuestión determinada, basándose en documentos (fuentes primarias) o libros, revistas, periódicos y otras publicaciones (fuentes secundarias).

Para ello se utilizó la técnica de análisis de documentos, en donde se extraerá información de libros, revistas, tesis, artículos, proyectos, internet entre otros.

3.3. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se utilizó los siguientes tipos de investigación:

- **Investigación Descriptiva**: este tipo de investigación estudia, analiza o describe la realidad presente, actual, en cuanto a hechos, personas y situaciones. En esta investigación se aplicó en la descripción del proceso tecnológico en la elaboración de lacto-jugo con el fin de identificar las causas y efectos que originan el problema. Una vez aplicado en el proceso tecnológico, se procedió a la realización de cataciones del producto, donde se determinó de ésta manera su grado de aceptación. Se comparó los resultados de los diferentes tratamientos aplicando técnicas de análisis estadístico.

- **Investigación Explorativa:** se permitió establecer cuál será el mejor tratamiento con la utilización de análisis físico-químicos, sensoriales, microbiólogos. Este tipo de investigación reconoce, registra, o averigua con diligencia una cosa o un lugar.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. Población

La investigación tiene como población camote (*Ipomoea batatas L.*) tratados enzimáticamente.

Se aplicó la siguiente fórmula, tomada de (Bravo, 1996):

$$n = \frac{4 p q N}{e^2 (N - 1) + 4 p q}$$

n: es el tamaño muestra a calcularse

4: es una constante

p y q: es la proporción de éxito y fracaso, representada por p=50 y q=50

e²: es el error admitido

N: es el tamaño de la población, tomado de Tabla 1. Provincia de Tungurahua.

$$n = \frac{(4 * 0,5 * 0,5 * 3500000 g)}{((0,1)^2 * (3500000 - 1) + 4 * (0,5) * (0,5))} = 100 g$$

3.4.2. Muestra

Se trabajó con Camote variedad (*Ipomoea batatas L.*) de la provincia de Tungurahua, según la fórmula de Bravo (1996), se tuvo como muestra 100 gramos.

3.4.3. Diseño Experimental

Para el cumplimiento eficaz de los objetivos propuestos en la investigación, se consideró un diseño experimental que abarque el tipo de mezcla del jugo, la utilización de enzimas, y los microorganismos iniciadores.

Se aplicó un diseño estadístico T- student, donde se verificó el nivel adecuado de enzimas para mejorar la obtención del jugo, con el propósito de saber que concentración es la adecuada y descartar factores.

MODELO MATEMÁTICO

Según Saltos (2010), se indicó el estadístico “t” student, para muestras emparejadas:

H₀: $\mu_1 = \mu_2$ -> La concentración de enzimas influyó en el cambio de °Brix.

H₁: $\mu_1 \neq \mu_2$ -> La concentración de enzimas no influyó en el cambio de °Brix.

$$t = \frac{(\bar{d} - \mu_d)}{\left(\frac{S_d}{\sqrt{n}}\right)}$$

Con (n-1) grados de libertad

Siendo

- Que las diferencias $d_i = [x_{1i} - x_{2i}]$, en los distintos pares individuales están distribuidas alrededor de la diferencia promedio en los efectos de los tratamientos sobre la población, es decir de la media $\mu_d = (\mu_1 - \mu_2)$.
- Que las desviaciones $d_i - \mu_d$ están distribuidas independientemente y son normales con media cero. La media muestral de las diferencias, \bar{d} posee varianza cuyo estimador es S_d^2
- Que por el teorema del límite central, la desviación estándar de la diferencia de medias muestrales es $\frac{S_d}{\sqrt{n}}$.

NIVELES DE CADA FACTOR

EFECTOS

C=Enzimas pectinasas y amilasas

C₀:0,05% C₁: 0,025%

Tabla 3. Estadística de la prueba

N°	TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN	ENZIMAS
1	Jugo Camote	0,05%-0,025%	Pectinasas
2	Jugo Camote	0,025%-0,05%	α -Amilasas

Luego de descartar factores, se aplicó un diseño experimental completamente aleatorio con arreglo factorial, a*b*c (2*2*3) con tres replicas, determinándose un número de doce tratamientos con un control:

El modelo matemático aplicable en esta investigación es:

Modelo Matemático

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + R_h + E_{ijk}$$

Donde:

μ = Efecto global atribuible al material experimental

A_i =Efecto principal del factor A; i=1, 2

B_j =Efecto principal del factor B; j=1,2

C_k =Efecto principal del factor C; k=1,2

$(AB)_{ij}$ =Efecto de interacción doble entre los factores A y B

$(AC)_{ik}$ =Efecto de interacción doble entre los factores A y C

$(BC)_{jk}$ =Efecto de interacción doble entre los factores B y C

$(ABC)_{ijk}$ =Efecto de interacción doble entre los factores A, B y C

R_h = Efecto de la replicación; h=1,...,r

E_{ijk} = Efecto residual

Y_{ijkl} = Observación en la unidad experimental.

Por lo tanto se tienen en cuenta los siguientes factores y niveles:

FACTORES

A=Camote, concentración jugo Camote

B=Edulcorante, tipo de edulcorante

C=Especie de microorganismos

NIVELES

a₀: 1:5

a₁: 1:10

b₀: Fructosa

b₁: Stevia

c₀: *Lb. plantarum*

c₁: *Lb. casei*

c₂: *Lb. plantarum* - *Lb. casei*

TRATAMIENTOS

Tabla 4. Reporte de los doce tratamientos, producto de la combinación de los factores A, B, C.

N°	TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
1	$a_0 b_0 c_0$	1:5 Camote, Fructosa, <i>Lb. plantarum</i>
2	$a_0 b_0 c_1$	1:5 Camote, Fructosa, <i>Lb. casei</i>
3	$a_0 b_0 c_2$	1:5 Camote, Fructosa, <i>Lb. plantarum - Lb. casei</i>
4	$a_0 b_1 c_0$	1:5 Camote, Stevia, <i>Lb. plantarum</i>
5	$a_0 b_1 c_1$	1:5 Camote, Stevia, <i>Lb. casei</i>
6	$a_0 b_1 c_2$	1:5 Camote, Stevia, <i>Lb. plantarum - Lb. casei</i>
7	$a_1 b_0 c_0$	1:10 Camote, Fructosa, <i>Lb. plantarum</i>
8	$a_1 b_0 c_1$	1:10 Camote, Fructosa, <i>Lb. casei</i>
9	$a_1 b_0 c_2$	1:10 Camote, Fructosa, <i>Lb. plantarum - Lb. casei</i>
10	$a_1 b_1 c_0$	1:10 Camote, Stevia, <i>Lb. plantarum</i>
11	$a_1 b_1 c_1$	1:10 Camote, Stevia, <i>Lb. casei</i>
12	$a_1 b_1 c_2$	1:10 Camote, Stevia, <i>Lb. plantarum - Lb. casei</i>

Lo anterior evaluó el efecto combinado de los factores indicados, en la calidad del lacto-jugo. Siendo doce tratamientos con tres réplicas, correspondiente a 36 corridas y con un testigo.

La obtención de las respuestas experimentales; fase fisicoquímica del lacto-jugo, se evaluaron los siguientes parámetros: pH, acidez titulable, °Brix, viscosidad, sólidos totales, humedad.

Se trabajó con un diseño factorial de bloques incompletos, para determinar la calidad sensorial del lacto-jugo.

Para la evaluación sensorial del lacto-jugo, se consideró los siguientes atributos de calidad: color, aceptabilidad, sabor, olor, acidez. En el mejor tratamiento, se analizó propiedades físico-químicas del lacto-jugo, cinética de desarrollo de los microorganismos iniciadores, tiempo de vida útil.

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TABLA 5. Operacionalización de la variable Independiente: Utilización de bacterias probióticas *Lactobacillus plantarum* & *Lactobacillus casei*, y enzimas amilasas o pectinasas

Conceptualización	Categorías	Indicadores Tipo	Ítems Básicos	Técnicas e instrumentos de recolección de información
<p>Utilización de bacterias probióticas, y enzimas en diferentes tratamientos:</p> <p>Los probióticos son bacterias que ayudan a reforzar el sistema inmunológico, sobreviven a una digestión llegando vivas al colón y ayudando a restituir la flora intestinal.</p> <p>Las enzimas son biocatalizadores de naturaleza proteica.</p>	<p>Tipos de enzimas</p> <p>Cultivos microbianos iniciadores</p>	<p>Especificidad</p> <p>Viabilidad</p> <p>Cambios Físico-Químicos</p> <p>Características organolépticas</p>	<p>¿Cómo actúa las enzimas en la extracción del jugo?</p> <p>¿Cómo influyen los probióticos en la producción de ácido láctico?</p> <p>¿Por qué es importante la utilización de probióticos?</p> <p>¿Cómo influyen los probióticos en las características organolépticas?</p>	<p>Revisión bibliográfica</p> <p>Análisis Físico químico</p> <p>Análisis microbiológicos</p> <p>Análisis sensorial</p> <p>Libros</p> <p>Artículos técnicos</p> <p>Hojas técnicas</p>

Elaborado por: Janina Proaño, 2012

TABLA 6. Operacionalización de la variable Dependiente: Fermentación ácido láctica de camote.

Conceptualización	Categorías	Indicadores Tipo	Ítems Básicos	Técnicas e instrumentos de recolección de información
<p>Fermentación ácido láctica de camote.</p> <p>La fermentación láctica es un proceso celular anaeróbico donde se utiliza glucosa para obtener energía y donde el producto de desecho es el ácido láctico</p>	Bebida fermentada	Incremento de acidez Cambios de pH Cenizas	¿El tipo de enzimas influye en la bebida?	Artículos técnicos
	Calidad sensorial	Color Olor Sabor Aceptabilidad	¿Hay diferencia en la calidad sensorial entre los tratamientos?	Revistas Libros Panel de catación Hojas de catación
	Tiempo de vida útil	Análisis microbiológicos	¿El recuento microbiano del producto se encuentra dentro de los límites permisibles?	Encuestas Normas INEN
Análisis proximal	Análisis de Proteína	¿El producto presenta un contenido proximal acorde a las normas?	Normas INEN	

Elaborado por: Janina Proaño, 2012

3.6. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La recolección de los datos se realizó mediante Tablas, se procedió a tabular la información en un paquete informático Excel del total de los tratamientos y posteriormente los cálculos correspondientes, se observó simplifícadamente mediante figuras.

En la elaboración de lacto-jugo se registraron los siguientes datos:

- pH, con el empleo de un pH-metro.
- Acidez titulable, con el uso de una bureta graduada.
- °Brix con un Brixometro.
- Viscosidad con un viscosímetro de Ostwald.
- Calidad microbiológica.
- Calidad sensorial mediante evaluación organoléptica.

Con los resultados de la evaluación organoléptica, y análisis físico químico, se estableció el mejor tratamiento al cual se aplicaron los ensayos de:

- Cinética de crecimiento de microorganismos iniciadores.
- Tiempo de vida útil.
- Análisis Bromatológico.
- Calidad Microbiológica.

3.7. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

Los resultados estadísticos, tendencias o relaciones fundamentales de acuerdo con los objetivos e hipótesis.

Revisión crítica de la información recogida; sobre la elaboración de lacto-jugos, enzimas. Tabulación o cuadros según variables de cada hipótesis: manejo de información, estudio estadístico de datos para presentación de resultados y representaciones gráficas.

Resultados estadísticos, destacando tendencias o relaciones fundamentales de acuerdo con los objetivos e hipótesis. Interpretación de los resultados, con apoyo del marco teórico, en el aspecto pertinente. Comprobación de hipótesis. Establecimiento de conclusiones y recomendaciones.

3.7.1. Diagrama de flujo para el proceso de elaboración de Lacto-jugo

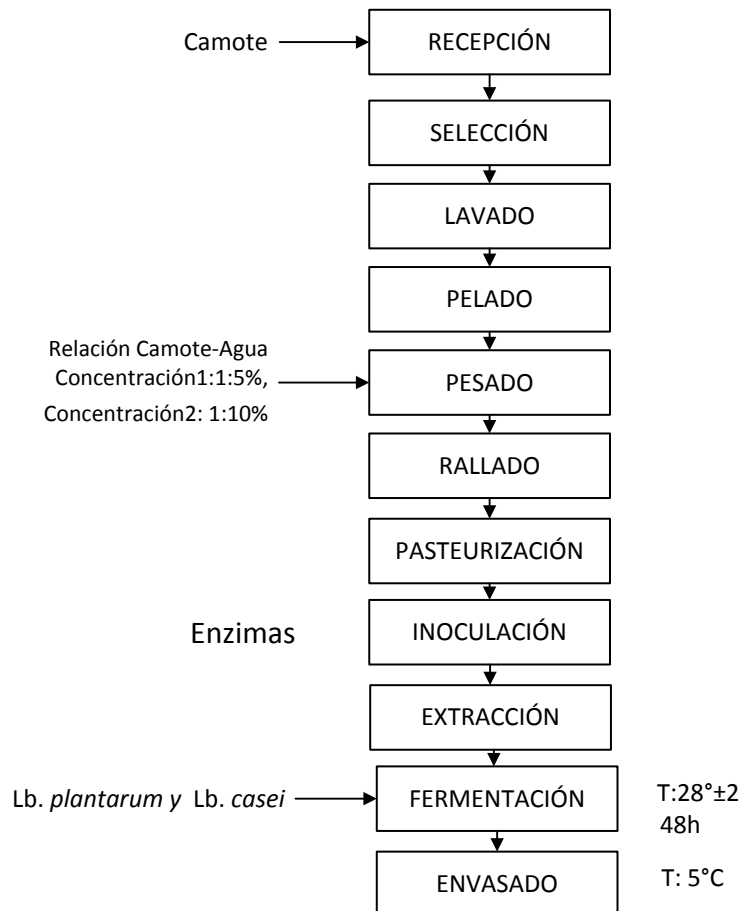


Figura 5. Diagrama de Flujo de Lacto-Jugo de camote
Elaborado por: Janina Proaño, 2012

3.7.2. Proceso de Elaboración de Lacto-Jugo a partir de Camote

- **Recepción de la materia prima:** El camote empleado debe encontrarse semi maduro, sin golpes, esto será un factor determinante en el producto final.
- **Pesado:** Luego de la selección de camote las raíces se lavó con agua del grifo se cortaron y rallaron, fue distribuido en frascos de vidrio a diferentes volúmenes, con agua.
- **Pasteurización:** Se pasteurizó a 100°C, y se dejó enfriar a 45°C.
- **Inoculación:** Las botellas se incubaron en la cámara de laboratorio a temperatura ambiente 28°C ± 2 durante 24 h, con las enzimas utilizando la concentración adecuada.
- **Extracción de jugo:** Después 24 h de incubación del jugo se extrajo al presionar el contenido por una tela blanca de algodón.
- **Fermentación:** El jugo extraído se inoculó con los *Lactobacillus* (cultivo iniciador), (1 x 10⁷ UFC/ml) y se incubará durante 48 horas en el laboratorio a temperatura ambiente 28°C ± 2. Tres repeticiones por tratamiento.
- **Envasado:** Concluido el proceso de fermentación se envasa a 5°C± 2.
- **Preparación de cultivo iniciador**

Para realizar las diluciones respectivas de los probióticos, se utilizó cien gramos de buena calidad de la uva dulce, fue seleccionado y lavado bajo el chorro de agua. Estas uvas fueron licuadas y se extrajo mediante el uso de un exprimidor de jugo, el volumen de jugo se filtra a través de un lienzo, la mezcla se hirvió durante 10-15 minutos en un plato caliente y se enfrió a 28 ± 2 °C, se realizó por duplicado este procedimiento, se inoculó con el cultivo de *Lb. plantarum* y con el cultivo de *Lb. casei*, la acción se llevó a cabo en una cámara de flujo laminar vertical (Novatech) y se incubó en una incubadora (Mettler) a 30°C durante 1 hora para preparar el arranque del cultivo.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los análisis de las distintas determinaciones se realizó en los Laboratorios de: Biotecnología, Ingeniería de Procesos de Alimentos, Análisis Instrumental, Control y Análisis de los Alimentos (LACONAL) de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, de la Universidad Técnica de Ambato, los resultados se presentaron en los Anexos A, B y C.

En dichos Anexos se muestran las mediciones de °Brix al adicionar las enzimas y en el proceso de fermentación con la utilización de un Brixometro de escala de 0 a 35 marca Bougue, se midió el pH a través de un pH-metro Extech pH100, el incremento de acidez titulable (% ácido láctico) método descrito en Anexo G1, viscosidad en Anexo G2, sólidos totales y humedad en Anexo G3, se realizó la evaluación sensorial, análisis de calidad microbiológica y tiempo de vida útil del mejor tratamiento experimental a diferentes temperaturas.

Se utilizó dos concentraciones: la concentración uno se trabajó con 100 gramos de camote y 500 ml de agua, la concentración dos se trabajó con 100 gramos de camote y 1000 ml de agua, los microorganismos utilizados tanto *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus casei* se utilizaron a una misma concentración $1,0 \times 10^7$ UFC/ml.

4.2. INTERPRETACIÓN DE DATOS

4.2.1. Materia prima

El camote variedad (*Ipomoea batatas L.*) se adquirió en el Mercado Modelo de la ciudad de Ambato provincia de Tungurahua, y seleccionados para el proceso.

Los edulcorantes utilizados para el proceso tanto Stevia como Fructosa se los adquirió en el Megamaxi del cantón Ambato, de la provincia de Tungurahua.

Las enzimas amilasas y pectinasas utilizadas se adquirieron de la empresa Quifatex S.A – del cantón Quito, de la provincia de Pichincha.

Lactobacillus plantarum fueron suministrados por la Universidad de California en Irvine USA y *Lactobacillus casei* se adquirió en la Farmacia Sana Sana de la ciudad Ambato, de la provincia de Tungurahua.

4.2.2. Respuestas experimentales

- **Grados Brix (°Brix)**

Los °Brix miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido, con el fin de mejorar el proceso de fermentación láctica en los jugos; en este proceso se utilizó las enzimas alfa-amilasas al (0,05%-0,025%) y pectinasas al (0,05%-0,025%), para determinar que enzima favorecía el incremento.

En la Anexo A, Tabla A1 se muestran los datos de las pruebas realizadas con las enzimas amilasas y pectinasas, siendo valores que tienden a incrementarse debido a la hidrólisis del almidón presente en el camote dando como productos dextrinas y polímeros compuestos por unidades de glucosa.

Al aplicar T-student, Anexo B, se rechaza H_0 al 95% de confianza nótese Tabla 1 el valor estadístico $t=3,05$ es mayor que el valor crítico $t=2,36$. En consecuencia se rechaza la hipótesis nula y concluye que existen cambios de °Brix, específicamente con la utilización de enzimas amilasas al 0,05% con una media de 4,99.

Además de aplicó T-student, en las concentración 2 con amilasas a 0,05% en la Tabla 1.1 se muestra el valor estadístico $t=1$ es menor que el valor crítico $t=2,36$ por lo tanto se acepta la hipótesis nula, mientras que la media sigue siendo mayor con la utilización de alfa-amilasas.

Nótese en la Tabla 1.2 y Tabla 1.3 el valor estadístico es menor que el valor crítico, al 95% se acepta la hipótesis nula, además se muestra que las medias son mayores favoreciendo la utilización de enzimas amilasas.

Acordé a los ensayos T-student se aplicó una prueba de Tukey, en el Anexo B, Tabla Anexo B1.4 a un 95% de nivel de confianza se rechaza la

hipótesis nula, se establece así que existe diferencia entre las medias significativamente. Se pudo determinar que para optimizar el lacto-jugo y así obtener un mejor rendimiento de °Brix, se recomienda la concentración de 0,05% de enzimas alfa-amilasas.

La utilización de enzimas termoestables presenta muchas ventajas, entre ellas se eliminan riesgos de contaminación por microorganismos y disminuyen la viscosidad del medio ya que actúan a altas temperaturas. Sin embargo, las alfa-amilasas fúngicas son más eficaces cuando no es necesario gelatinizar previamente el almidón además de que ofrecen la posibilidad de trabajar a bajas temperaturas (Godfey y Reinchelt, 1983)

El Anexo A, la Tabla A2 indica los cambios durante 24 horas de los °Brix con la utilización de las enzimas alfa-amilasas, es importante recalcar que el almidón (presente en el camote) que es una cadena de carbohidratos al ser hidrolizada por las enzimas rompen la cadena produciendo monosacáridos como la glucosa, fructosa en menor grado además de producir disacáridos, los cuales serán nutrientes de las bacterias. A continuación se muestra la figura que relaciona la formación de °Brix con relación al tiempo.

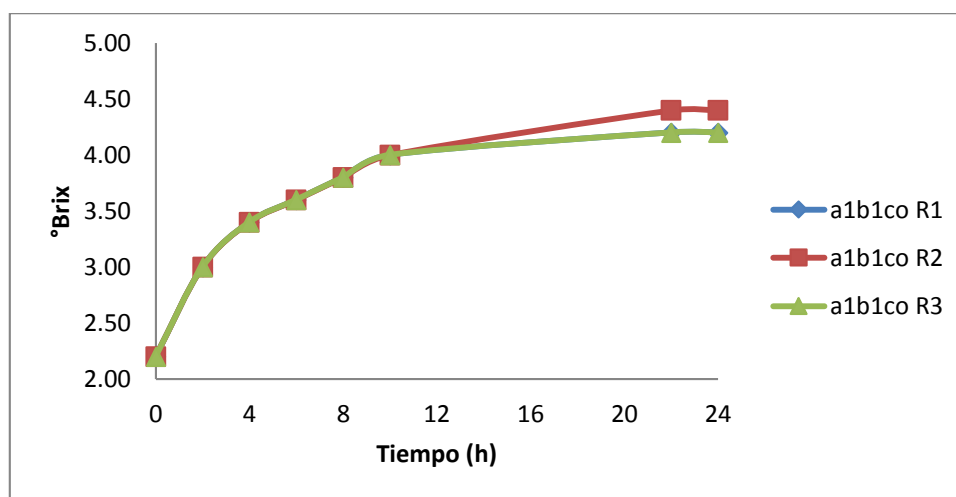


FIGURA 1. Curva de crecimiento de °Brix vs Tiempo en el tratamiento (Concentración 2: 100 camote-1000 ml de agua, edulcorante stevia, y *Lactobacillus plantarum*).

La evaluación de los °Brix en el producto al momento de la fermentación fue de suma importancia debido a que es un indicador de este, el consumo de °Brix se debe a la bioconversión en ácido láctico en mayor

medida, a la utilización durante el crecimiento y metabolismo de los *Lactobacillus*, siendo reportado mismo comportamiento por (Gardner y colaboradores, 2010).

Durante las 48 horas de fermentación Anexo A, Tabla A6 muestra que a medida que transcurre la fermentación láctica los valores de °Brix van disminuyendo con el tiempo se observa en el Anexo C, Figuras C2 a C13, las concentraciones de °Brix obtenidas en la Tabla A2 en el proceso de hidrólisis caen drásticamente hasta una concentración determinada para cada tratamiento, cambios notables con las dos concentraciones.

El descenso o consumo de sustrato, es causado por que los azúcares disponibles en el medio que son utilizados por los *Lb. plantarum* & *Lb. casei* para la biotransformación.

Según Ossa y colaboradores, (2010) lo anterior puede ser atribuido a la transformación de la sacarosa a monómeros de azúcar (glucosa y fructosa) por las enzimas utilizadas, pueden disminuir su actividad a concentraciones altas de sustrato, a determinadas temperaturas y pH, permitiendo el aumento de la velocidad de crecimiento.

En el Anexo B, desde la Tabla B4 se reportan Análisis de Varianza para °Brix de los tratamientos experimentales durante 48 horas de fermentación, a un nivel de confianza del 95%, se demostró que hay diferencias significativas, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula que establece que no hay diferencia significativa en el descenso de °Brix en el proceso de fermentación.

La prueba de rangos múltiples Tukey Anexo B, expuesta en la Tabla B41, muestra que el tratamiento a_1 : concentración 2, b_1 : stevia y c_0 : *Lb. plantarum*, con una media de 0,93 sólidos totales, precedido de a_1 : concentración 1, b_1 : stevia y c_0 : *Lb. casei* con una media de 1,20.

El consumo de sustrato, demuestra que los azúcares reductores presentes en el hidrolizado son fácilmente metabolizados por las bacterias, *Lb. plantarum* es una bacteria homo fermentativa juega un papel importante debido a su alta producción de ácido láctico (Nabais y Malcata, 1997).

La actividad de las enzimas se determinó cualitativamente mediante la disminución de la capacidad de la solución para formar el color azul Anexo F Fotografía F14, esta reacción es el resultado de la formación de cadenas de poliyoduro a partir de la reacción del almidón con el yodo. Las amilosas, el componente del almidón de cadena lineal, forman hélices donde se juntan las moléculas de yodo, formando un color azul oscuro.

La amilopectina, el componente del almidón de cadena ramificada, forma hélices mucho más cortas, y las moléculas de yodo son incapaces de juntarse, conduciendo a un color entre naranja y amarillo. Al romperse o hidrolizarse el almidón en unidades más pequeñas de carbohidrato, el color azul-negro desaparece. En consecuencia, esta prueba determinó el final de una hidrólisis (GodFey y Reinchelt, 1993).

- **pH**

Se realizó mediciones de pH en el transcurso de las 48 horas de fermentación, es un parámetro crítico en el cultivo de microorganismos debido a que sólo pueden crecer en un rango estrecho de pH (Ingraham y Ingraham, 1998).

En los Anexos A, Tabla A3 se encuentra los resultados del descenso del pH en los tratamientos, siendo de un rango entre 6,10 - 6,98 al inicio de la fermentación luego de 48 horas de fermentación se mantuvo en un rango de 3,00 - 4,77, mostrándose así que las bacterias influyeron en el descenso del pH, además se realizó un control el cual no contenía bacterias lácticas, disminuyendo valores de 6,15 a 5,86.

En el Anexo B, Tabla B2 se reporta el Análisis de varianza de pH, a un intervalo del 95% de nivel de confianza, se demuestra que existe diferencias significativas, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, que establece que no hay diferencia significativa en el descenso de pH en el lacto-jugo con la utilización de bacterias lácticas. Se muestra que existen diferencias entre la concentración, tipo de microorganismo, no existe diferencias significativas con las réplicas y edulcorantes. Además existen diferencias en la interacción doble entre; la concentración y edulcorante, concentración y tipo de microorganismo, edulcorante y tipo de microorganismo, y la interacción triple concentración, edulcorante y tipo de microorganismo.

La prueba de rangos múltiple de Tukey Tabla B2.1, se estableció que el tratamiento con menor pH media de 3,13 es el (a₁): concentración con dos, (b₀): con edulcorante stevia, (c₀): *Lb. plantarum*, seguida de (a₁): concentración dos, (b₁): edulcorante fructosa (c₀): *Lb. plantarum* con una media de 3,25.

El Anexo C, Figuras C14 a C25, se muestra las tendencias de los tratamientos a disminuir tanto con los tratamientos con bacterias *Lb. plantarum* y con *Lb. casei*, de las tres réplicas.

- **Acidez**

La producción de ácido láctico fue de suma importancia en la elaboración del lacto jugo, la cantidad de ácido láctico producido va a depender de la conversión de los azúcares disponibles y de tipo de microorganismo.

En los Anexos A, Tabla A4 - A5 se reportan los resultados de Acidez Titulable (g ácido láctico/100g) durante las 48 horas de fermentación, demostrando que hubo la producción de ácido láctico de todos los tratamientos, siendo valores en un rango de 0,90% a 1,35%. Dicha producción es mayor con la utilización de *Lb. plantarum*. No existe una norma específica de este tipo de jugos, se comparó con la norma (INEN 710) para el yogurt que establece que lo permisible es de 1,5%, los jugos se encuentran dentro de este rango. El tratamiento que sirvió como control se observó que alcanzo una acidez de 0,38%.

En el Anexo B, Tabla B3 se reportan el Análisis de varianza de Acidez titulable (g ácido láctico/100g) donde a un nivel de confianza al 95% se demostró que existen diferencias significativas en los tratamientos, rechazándose la hipótesis nula en la que expresa que no existe diferencia significativa en la cantidad de acidez titulable del lacto jugo. Existen diferencias significativas; en el tipo de concentración, tipo de edulcorante, tipo de microorganismos, la interacción doble entre; concentración y edulcorante, la interacción entre concentración y microorganismos, edulcorante y tipo de microorganismos y con la interacción triple entre; concentración, edulcorante y tipo de microorganismo.

Al realizar la prueba de rango múltiple de Tukey en el Anexo B, Tabla B3.1 a ($p \leq 0,05$) de confianza, se estableció que el tratamiento con mayor producción de ácido láctico es (a_1): concentración dos, (b_0): con edulcorante stevia, (c_0): *Lb. plantarum*, con un promedio de 1,50 significativamente mayor a los demás tratamientos, seguido de (a_0): concentración uno, (b_0): edulcorante stevia y (c_0): *Lb. plantarum* con una media de 1,32.

El Anexo C, muestra las Figuras C26-C37 con tendencias a aumentar, a medida que transcurre el tiempo.

- **Viscosidad**

Según Espitia, (2009) a menudo se nombra las α -amilasas como enzimas licuante, debido a su rápida acción para disminuir la viscosidad de las soluciones de almidón reduce la viscosidad, pues rompe los enlaces alfa 1-4 al azar y forma cadenas de glucosa de distintos tamaños.

Al analizar los datos del Anexo A, Tabla A8, se determinó que existe una relación directa, puesto que los valores van disminuyendo a medida que aumenta la temperatura, existiendo valores altos de correlación como se muestran en las gráficas Anexo C, C38 a C49 donde se indican los valores promedio de las determinaciones realizadas por triplicado a las diferentes temperaturas utilizadas 5°C, 10°C, 20°C, 30°C con el fin de evaluar el jugo a estas posibles temperaturas de almacenamiento. En general, en todos los Figuras la relación que existe entre la temperatura y la viscosidad es inversamente proporcional.

Los altos valores de los coeficientes de correlación establecen que en todos los Figuras hay armonía de sus valores, también permiten determinar los valores de viscosidad en el rango de temperatura trabajado. De las Figuras se deduce que las viscosidades deben estar influenciadas por las enzimas utilizadas, que además entre mayor sea la concentración de camote mayor viscosidad tendrá 2,34E-03 mPa.s tratamiento (a_0): concentración uno de camote, (b_0): fructosa (c_0): *Lb. plantarum* es notable la diferencia con el tratamiento 1,89E-03 mPa.s (a_1): concentración 2, (b_0): fructosa, (c_0): *Lb. plantarum*.

También se realizó el control de viscosidad de los tratamientos sin que tengan enzimas, ni bacterias Tabla A7, mostrando valores de viscosidad

diferentes en comparación con los valores de la Tabla A8 donde se muestran los valores de viscosidad menores, luego del proceso de fermentación, siendo factores influyentes las bacterias lácticas y las enzimas.

Así mismo, existen diferencias de viscosidad de las bacterias utilizadas con *Lb. plantarum*, *Lb. casei* y con la utilización de las dos como se muestra en la Tabla A8. Dicho esto, conforme se aumenta la temperatura la viscosidad tiende a disminuir.

En el Anexo B, de análisis de varianza Tablas B6 a B9 a las diferentes temperaturas utilizadas al 95% de confianza se demuestra que existen diferencias entre los tratamientos, es decir se rechaza la hipótesis nula que expresa que no existe diferencias significativas sobre la viscosidad, a diferentes temperaturas.

Al realizar el análisis de varianza para todas las temperaturas se nota que a la temperatura de 5°C en el Anexo B, Tabla B6 existen diferencias significativas; en el tipo de concentración, edulcorante, microorganismo, en las interacciones dobles; entre concentración e edulcorante, concentración e microorganismo, edulcorante e microorganismo y en la interacción triple; concentración, edulcorante y tipo de microorganismo, se detalló los valores de media determinados en Infostat para cada temperatura.

A 10°C en el Anexo B, Tabla B7 los valores de viscosidad se vio afectado por la concentración, edulcorante. La réplica, microorganismos, la interacción entre concentración e edulcorante no presenta diferencias significativas, en las interacciones doble; concentración e microorganismos, edulcorante e microorganismo y en la interacción triple; concentración, edulcorante y tipo de microorganismo, existe diferencias significativas.

A 20°C en el Anexo B, Tabla B8 existen diferencias significativas entre la concentración, tipo de edulcorante, microorganismos, la interacción entre concentración y edulcorante, interacción entre el microorganismo y edulcorante, y la interacción triple concentración, edulcorante y microorganismos.

A 30°C en el Anexo B, Tabla B9 existen diferencias con concentración, edulcorante, tipo de microorganismo, la interacción entre concentración e

edulcorante, interacción entre el microorganismo y edulcorante, y la interacción triple entre concentración, edulcorante y microorganismos.

La prueba de Tukey para los tratamientos, que se muestran en las Tablas B7.1, B8.1, B9.1, mostraron valores menores de viscosidad a las temperaturas de: 5°C, 10°C, 20°C, 30°C, con el tratamiento; (a₁): concentración dos (b₀): con edulcorante stevia, (c₀): *Lb. plantarum*, siendo con un valor de media a 5°C de 1,40, a 10°C de 1,21, a 20°C, de 1,00, a 30°C de 0,80. A diferencia del tratamiento cuyos valores de media fueron mayores; (a₀): concentración uno, (b₁): edulcorante fructosa y (c₂): *Lb. plantarum* & *Lb. casei*

- **Sólidos Totales**

Al finalizar la fermentación se realizó un análisis de sólidos totales mediante la utilización de cápsulas por estufa, del cual se pudo calcular la humedad, Anexo A, Tabla A9 los valores son notablemente diferentes para cada tipo de bacteria láctica, el decrecimiento y aumento debe atribuirse al consumo del sustrato por parte de las mismas.

Así mismo, en el Anexo A, Tabla A7 se indicó que los valores de las diferencias significativas de los tratamientos, sin la adición de enzimas y bacterias a una concentración uno, nótese que existen valores dentro de un rango de 4,08 a 4,49 %, mientras que en la concentración dos al 10% se encuentran dentro de un rango de 2,03 a 2,58.

En Anexo A, Tabla A9 los valores de sólidos totales y la de humedad a las 48 horas del proceso de fermentación de los tratamientos, estos valores han presentado, un incremento de peso a diferencia de la Tabla A7 de los cuales no se trabajó con bacterias.

Al realizar el análisis estadístico Anexo B, Tabla B5 se indican que al 95% de confianza, existe diferencia significativa para los sólidos totales en cuanto a concentración, edulcorante y microorganismos. En interacciones dobles: concentración y microorganismo, concentración y edulcorante, edulcorante y microorganismos, y la interacción triple entre concentración, edulcorante y microorganismos.

El análisis múltiple de rangos para sólidos a las 48 horas Tabla B5.1 siendo con un valor de media de 4,73 es decir mayor contenido de sólidos para el tratamiento (a₁): la concentración dos, (b₁): edulcorante stevia, (c₀): *Lactobacillus plantarum* es significativamente diferente ($p \leq 0,05$), con un valor de media de 2,46, con menor contenido de sólidos es el tratamiento: (a₀): concentración uno, (b₀): edulcorante stevia, (c₀): *Lactobacillus casei*.

4.2.3. Evolución sensorial

El Instituto de Tecnólogos de Alimentos de Estados Unidos (IFT), define a la Evaluación Sensorial como una “ciencia utilizada para provocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a determinadas características de los alimentos y materiales, tal y como son percibidos por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”. En este sentido, la evaluación Sensorial puede considerarse una herramienta eficaz a la hora de analizar y estudiar las características de los alimentos (Ferreiro, 2009).

Se efectuó el análisis sensorial transcurrido las cuarenta y ocho horas del proceso de fermentación, se aplicó un diseño factorial de bloques incompletos con la finalidad de facilitar la evaluación de los tratamientos experimentales, de forma que existieron seis réplicas para cada tratamiento que fueron catados por un total de veinte y seis personas, cada persona cató tres muestras.

En el ensayo se aplicó dos réplicas, fue aplicado a los estudiantes semi-entrenados que cursan los últimos semestres de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, de la Universidad Técnica de Ambato, a quienes se les solicitó evaluar: color, olor, sabor, acidez, aceptabilidad, utilizando una hoja estructurada de cinco puntos siendo uno agrada mucho a cinco desagrada mucho, hoja de catación Anexo F.

Las respuestas experimentales de los catadores se encuentran detalladas en el Anexo A, desde la Tabla A10 a Tabla A22 por parte de los catadores para cada atributo. Nótese en el Anexo B, Tabla B10 a Tabla B15 los resultados de análisis de varianza para cada atributo sensorial.

- **Aceptabilidad**

En el Anexo B, Tabla B10, se reportó el análisis de varianza efectuado sobre el atributo aceptabilidad evaluado por los catadores, en la cual a un intervalo de confianza al 95% de confianza existen diferencias significativas en los B: Tratamientos experimentales y no se encontró diferencia en A: Catadores.

Nótese la Tabla B10.1 la prueba múltiple de rangos Tukey para el atributo sensorial aceptabilidad, el tratamiento valorado como: bastante aceptable es el que tiene una media de 2,46, siendo (a₁): de concentración dos, (b₁): edulcorante stevia (c₀): *Lb. plantarum*, precedido del tratamiento en el cual se utilizó (a₁): concentración dos, (b₀): edulcorante fructosa y (c₂): *Lb. plantarum* & *Lb. casei*, correspondiendo en la escala Hedónica (Bastante aceptable - muy aceptable) con una media de 2,53 como se muestra en el Anexo C, la Figura C54.

- **Acidez**

En el Anexo B, Tabla B11, el análisis de varianza efectuado sobre el atributo acidez evaluado por los catadores, en la evaluación sensorial en la cual a un intervalo de confianza al 95% de confianza muestra que existen diferencias significativas en los B: Tratamientos experimentales y no se encontró diferencia en A: Catadores.

Al realizar la prueba múltiple de rangos de Tukey en la Tabla B11.1, el tratamiento que actuó como testigo tiene menor valor de media 1,86, es decir según la escala Hedónica 1-2 (Ácido apenas perceptible a Débilmente ácido), seguido del tratamiento con concentración dos, edulcorante fructosa, *Lb. plantarum* con una media de 2,61, según la escala Hedónica 2-3 (Débilmente ácido a moderadamente ácido) y el tratamiento con concentración uno, edulcorante fructosa y *Lb. casei* muestra que tiene un valor de media de 3,84, es decir que según la escala Hedónica 3-4 (Muy ácido a Extremadamente Ácido), nótese en el Anexo C, la Figura C53.

- **Color**

Al extraer los jugos presentan un color gris oscuro, luego del proceso de fermentación un color salmón en el Anexo E Fotografía E10 para los

tratamiento con los que se utilizó *Lb. plantarum*, para los tratamientos con *Lb. casei* un color mocasín Fotografía E11, para los tratamientos que se aplicó *Lb. plantarum* & *Lb casei* anaranjado Fotografía E12, según la tabla de colores, siendo atribuido este cambio de color a las bacterias, posiblemente este cambio fue ocurrido debido al descenso de pH y ascenso de acidez.

En el Anexo B, Tabla B12, se reportó el análisis de varianza efectuado sobre el atributo color, evaluado por los catadores en la cual a un intervalo de confianza al 95% de confianza, muestra que existen diferencias significativas en los B: Tratamientos experimentales y no se encontró diferencia en A: Catadores.

La prueba múltiple de rangos de Tukey, en la que muestra Tabla B12.1 el tratamiento con una media de 1,92, indicó que tiene mayor valoración para este atributo sensorial (a₁): concentración dos, (b₁): edulcorante stevia, (c₀): *Lb. plantarum*, seguido con un valor de media 2,07, a diferencia del tratamiento; (a₀): concentración uno, (b₁): edulcorante stevia y (c₀): *Lb. plantarum*, por lo tanto dichos tratamientos se encuentran dentro de la escala hedónica “Agrada mucho”, mostrándose en el Anexo C, Figura C50.

- **Olor**

En el Anexo B, Tabla B15, se reportó el análisis de varianza efectuado sobre el atributo olor evaluado por los catadores, en la cual a un intervalo de confianza al 95% de confianza, muestra que existen diferencias significativas en los B: Tratamientos experimentales y no se encontró diferencia en A: Catadores.

En la Tabla B15.1 se muestra la prueba múltiple de rangos para los tratamientos, con una media de 1,42, para el tratamiento (a₁): concentración dos, (b₁): edulcorante fructosa y (c₀): *Lb. plantarum*, siendo evaluado dentro de la escala Hedónica (Muy perceptible - Bastante perceptible), seguido del tratamiento (a₁): concentración dos, (b₁): edulcorante stevia, (c₀): *Lb. plantarum*, con un valor de media de 1,96, dichos tratamientos son catalogados como Bastante perceptible, nótese en el Anexo C, Figura C51.

- **Sabor**

En el Anexo B, Tabla B13, se reportó el análisis de varianza efectuado sobre el atributo sabor, en la cual a un intervalo de confianza al 95% de confianza, muestra que existen diferencias significativas en los B: Tratamientos experimentales y no se encontró diferencia en A: Catadores.

La Tabla B13.1 se reporta la tabla múltiple de rangos de Tukey, indicando un valor de media de 2,08 para el atributo sensorial sabor, (a₁): concentración dos, (b₁): edulcorante stevia y (c₀): *Lb. plantarum* por lo tanto indica mayor predilección por parte de los catadores. Seguido de un valor de media de 2,32 del tratamiento (a₀): concentración uno, (b₁): edulcorante fructosa y (c₀): *Lb. plantarum*, según la escala Hedónica correspondería a (Agrada mucho a Agrada poco).

Además se muestra en el Anexo C, Figura C52 los promedios, para cada tratamiento del atributo sabor.

4.2.4. MEJOR TRATAMIENTO

Los resultados expresaron diferencias significativas ($\alpha=0,05$) entre los tratamientos de las tres siembras, siendo más influyente la cepa de *Lactobacillus plantarum*, a una concentración dos y con edulcorante stevia, la cual tuvo mejor desarrollo en el medio en cuanto a parámetros de crecimiento, consumo de sustrato (2,71%), generación de ácido láctico 1,32 (g/l) y disminución de pH (3,13).

Georgieva y colaboradores, (2009) indicaron que *Lb. plantarum* es una bacteria heterofermentativa, esta bacteria tiene una gran capacidad biocinética y una perfecta adaptación en medios abundantes en nutrientes y fuentes energéticas gracias al tamaño de su genoma, el cual es 50% más grande que la mayoría de bacterias ácido lácticas presentando una gran capacidad metabólica (Vázquez, 2008), razón por la cual puede tener rendimientos mayores.

Asimismo, en la evaluación sensorial se indicó que el tratamiento (a₁): concentración dos, (b₁): edulcorante stevia, (c₀): *Lb. plantarum*, por parte de los catadores fue asignado en los atributos sabor, aceptabilidad, acidez,

como: agrada mucho, bastante aceptable y débilmente ácido respectivamente.

Al mejor tratamiento se aplicó los ensayos de análisis microbiológico, tiempo de vida útil, análisis proximal, cinético de crecimiento de los microorganismos iniciadores y estimación económica.

- **Análisis proximal**

En el Anexo A, Tabla A23 se reportó los análisis realizados al mejor tratamiento y a un tratamiento al cual no se le aplicó bacterias denominado control, de lo cual se estableció que el valor de cenizas tiene 0,105% para el mejor tratamiento, para el control un valor de 0,0827%, este incremento se debe al residuo mineral que se obtiene por la combustión de sustancia orgánica.

Además el valor determinado de proteína para el mejor tratamiento de 0,0143%, mientras que para el tratamiento control un valor de 0,0142% mostrando ligera diferencia con la utilización de bacterias. Sin embargo una vez agotada la fuente de energética es capaz de aprovechar otros nutrientes como proteínas y grasas en el medio (Agudelo y colaboradores, 2011), por lo que se recomienda que la fermentación no sea prolongada más allá de las 48 horas en donde se ha agotado prácticamente todo el sustrato.

Conjuntamente el valor de análisis de sólidos totales reportando que para el mejor tratamiento un valor de 3,27% mucho mayor que el tratamiento que no tenía bacterias con un valor de 2,43%, debido a la utilización de enzimas amilasas y edulcorantes.

Asimismo el valor de carbohidratos totales la principal función es suministrarle energía al cuerpo, especialmente al cerebro y al sistema nervioso, para el mejor tratamiento siendo de 3,15% mayor que el de control 2,33%, proporcionando así esta bebida una buena cantidad de energía.

Finalmente se indicó un valor de energía para el mejor tratamiento de 13 kcal mientras el de control con 9 kcal, siendo una bebida con bajas calorías.

4.2.5. Estabilidad durante el tiempo

- **Calidad microbiológica**

El análisis microbiológico de alimentos no tiene carácter preventivo sino simplemente es una inspección que permite valorar la carga microbiana. Por eso la importancia de inspeccionar el alimento y que cumpla con las normas vigentes para poder ser distribuido.

Para el mejor tratamiento se determinó el recuento de *Staphylococcus aureus*, coliformes totales, *Enterobacteriace*, mohos y levaduras. Estas pruebas se realizaron a los nueve días de haber concluido con la elaboración, estuvo almacenado a 5°C, conjuntamente con una muestra que no contenga bacterias.

Nótese en los resultados de estas pruebas microbiológicas en el Anexo A, Tabla A24., se identificó la ausencia de estos microorganismos.

- **Tiempo de vida útil**

Para la elaboración de este jugo fue importante alcanzar acidez y pH deseados por el proceso de fermentación, cabe recalcar que este producto no lleva ningún conservante y ni tampoco fue pasteurizado.

Para el cálculo de vida útil, se ejecutó recuento de mohos y levaduras a 5°C, 20°C, 30°C para elaborar una recta, además las mediciones de acidez a dichas temperaturas, dichos análisis se determinó hasta llegar a los niveles permitidos de la Norma (INEN: 2395) de leches fermentadas.

En el Anexo C, Figura C55 para la temperatura de 5°C se obtuvo la siguiente ecuación:

$$y = 2E-06x + 3,3376$$

Que será remplazada en:

$$\ln C = \ln C_0 + kt$$

Donde:

C=Parámetro escogido como límite de tiempo de vida útil: 500 UFC Norma (INEN: 2395)

Co= Concentración Inicial: 3,3376

t= Tiempo de reacción

k=Constante de velocidad de reacción: 2E-06

$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{k}$$

$$t = \frac{6,21 - 3,3534}{2E - 06} = 1430604 \text{ s}$$

Es decir, el tiempo de vida útil estimado una vez realizado el cálculo es de 17 días, en la parte microbiológica. Cabe recalcar que también los análisis de acidez Tabla A25 en donde indica que a 5°C puede conservarse bajo el límite permisible de acidez hasta los 13 días según la norma MERCOSUR/97, en la que señala que el % de ácido láctico permisible es de 0,6% a 2%, según las normas (INEN 2395) en la que menciona que el % de ácido láctico permitido es 0,6% a 1,5%.

En el Anexo C, Figura C56 para la temperatura de 20°C se obtuvo la siguiente ecuación:

$$y = 4E-06x + 3,3191$$

Que será remplazada en:

$$\ln C = \ln C_0 + kt$$

Donde:

C=Parámetro escogido como límite de tiempo de vida útil: 500 UFC Norma (INEN: 2395)

Co= Concentración Inicial: 3,3191

t= Tiempo de reacción

k=Constante de velocidad de reacción: 4E-06

$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{k}$$

$$t = \frac{6,21 - 3,3191}{4E - 06} = 723877 \text{ s}$$

El tiempo de vida útil estimado una vez realizado el cálculo es de 8 días, en la parte microbiológica. Además, se realizó análisis de acidez Tabla A25 en donde indicó que a 20°C puede conservarse bajo el límite permisible de acidez hasta los 5 días, según la norma MERCOSUR/97.

En el Anexo C, Figura C57 para la temperatura de 30°C se obtuvo la siguiente ecuación:

$$y = 4E-06x + 3,3191$$

Que será remplazada en:

$$\ln C = \ln C_0 + kt$$

Donde:

C=Parámetro escogido como límite de tiempo de vida útil: 500 UFC Norma (INEN: 2395)

C₀= Concentración Inicial: 3,3191

t= Tiempo de reacción

k=Constante de velocidad de reacción: 4E-06

$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{k}$$

$$t = \frac{6,21 - 3,3191}{4E - 06} = 340523 \text{ s}$$

El tiempo de vida útil estimado una vez realizó el cálculo es de 4 días, en la parte microbiológica. En la Tabla A25 muestra el análisis de acidez en donde indica que a 30°C y al comparar con las normas registran que tendría una durabilidad menor a tres días.

- **Curva de crecimiento**

En el Anexo C, las Figura C58 y C59, se muestra que el crecimiento de *Lactobacillus plantarum* describe en dos fases, una primera fase que va desde 0 hasta 24 horas de fermentación correspondiente a la fase exponencial, en donde las células se reproducen sin limitación de sustancias nutritivas a velocidad máxima (Flores, 2000), seguido de una fase estacionaria hasta las 48 horas en donde no se diferencia un aumento significativo en la densidad celular. Las gráficas muestran que *Lb. plantarum*

logra establecerse y crecer rápidamente, nótese que la curva que manifestó una correlación de 0,9796.

- **Determinación del número de generación (n)**

Para la determinación del número de generaciones se aplicó la siguiente fórmula, señalando que es la etapa de crecimiento exponencial. Es un período de balance o de estado estacionario en el desarrollo, durante el cual la velocidad específica de crecimiento es constante.

La composición química del medio de cultivo está cambiando debido a que los nutrientes, se están consumiendo y productos metabólicos son producidos.

$$N=N_02^n$$

Donde:

N= número final de células

N₀= número inicial de células

n= número de generaciones

Despejando, se tiene:

$$\log N = \log N_0 + n \log 2$$

$$\log N - \log N_0 = n \log 2$$

$$n = \frac{\log N - \log N_0}{\log 2} = \frac{\log N - \log N_0}{0,301}$$

$$n=3,3 (\log N - \log N_0)$$

Remplazando,

$$n=3,3 (\log 4,40 \times 10^7 - \log 2,80 \times 10^6)$$

$$n=3,3(1,1962)$$

$$n=3,95$$

Siendo 3,95 el número de generaciones de *Lactobacillus plantarum*, durante la fase exponencial, es decir durante las primeras 24 horas del proceso.

- **Determinación del tiempo de generación (g)**

Para la determinación del tiempo de generación, es el tiempo requerido para que una célula se duplique, se aplicó la siguiente ecuación:

$$m = \frac{0,301}{g}$$

Donde:

g= tiempo de generación

m=pendiente de la curva de crecimiento exponencial

Siendo para *Lb. plantarum* en el Anexo C, Figura C58 una pendiente de 0,0494. Obteniendo un tiempo de generación de:

$$g = \frac{0,301}{0,0494} = 6,09 \text{ h}$$

Lo anterior demuestra que la población de *Lactobacillus plantarum* puede duplicarse a las 6,09 h.

- **Determinación de la constante de velocidad de crecimiento (k)**

Para la constante de velocidad de crecimiento de *Lactobacillus plantarum*, se utilizó el tiempo de generación aplicando la siguiente ecuación:

$$k = \frac{\ln 2}{g}$$

Donde:

k: constante de velocidad de crecimiento (hora⁻¹)

g: tiempo de generación (hora)

Utilizando el tiempo de generación 6,09 horas, se aplicó la siguiente fórmula siendo:

$$k = \frac{\ln 2}{6,09} = 0,11 \text{ h}^{-1}$$

Con lo anterior, se demostró que la velocidad de crecimiento de *Lactobacillus plantarum* tienen valores altos como menciona (Wenge y Mathews, 1999).

Agudelo y colaboradores, (2010) indicaron que la velocidad específica de crecimiento depende de la concentración de nutrientes, así a altas concentraciones la velocidad específica alcanza valores máximos fijados por la cinética intrínseca de las reacciones intracelulares, las cuales están relacionadas en la transcripción y traducción del DNA (Orozco y Solarte, 2003).

Por su parte *Lb. plantarum* son microorganismos que bajo óptimas condiciones de crecimiento puede llegar a tener una velocidad máxima específica de crecimiento mayor a $0,5\text{h}^{-1}$ (Wenge y Mathews, 1999), dependiendo de variables como la temperatura, pH y la concentración del sustrato y del producto.

4.2.6. Estimación Económica

Se estableció el costo en base a la utilización de 1 Kg de camote, siendo que en nuestra formulación para el mejor tratamiento se necesitó 100 gramos con 1000 ml de agua.

En el Anexo H, se ha considerado: gastos directos e indirectos Tablas H1, equipos y utensilios Tabla H2, suministros y salarios Tabla H3, para el mejor tratamiento. Se debe considerar tanto las enzimas, como el cultivo iniciador. Se pretende vender en envases de 750 ml a un costo de 0,93 ctv.

Bebidas de este tipo aún no se encuentra en las despensas, siendo que se lo puede comparar con una bebida tipo yogurt de la empresa “Toni” que manifiestan costos de venta entre \$ 2,50 a 3,5. Por lo tanto la tecnología de elaboración de Lacto-jugo puede competir en el mercado nacional, siendo rentable su aplicación.

4.2.7. Verificación de la hipótesis

En este trabajo se planteó la hipótesis nula (H_0) que establece que el uso de *Lactobacillus plantarum* & *Lactobacillus casei*, la utilización de las enzimas pectinasas & enzimas amilasas, no influye en la fermentación ácido láctica y los atributos organolépticos del lacto-jugo, siendo por ende la hipótesis alternativa (H_1) el uso de *Lactobacillus plantarum* & *Lactobacillus casei* y la utilización de enzimas pectinasas & enzimas amilasas, si influyen significativamente en la fermentación ácido láctica y los atributos organolépticos del lacto-jugo.

Se comprobó estas afirmaciones con ensayos en los que abarca tanto pruebas de análisis sensorial y análisis físicos, determinando así que en consecuencia se acepta la hipótesis alternativa en la que establece que el uso de *Lactobacillus plantarum* & *Lactobacillus casei* y la utilización de enzimas pectinasas & enzimas amilasas, influyen significativamente en la fermentación ácido láctica y los atributos organolépticos del lacto-jugo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se evaluó el uso de microorganismos probióticos *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus casei* en la elaboración de lacto-jugos, dichos microorganismos influyeron significativamente, tanto en propiedades físicas; nótese que el pH se encontraba dentro de un rango de 6,00 a 6,54, disminuyó a las 24 horas a un rango de 5,78 a 4,57, hasta llegar a un pH de 3,13 a 4,64 a las 48 horas de fermentación; al igual que la acidez comenzó con un valor de 0,09 (g/100g) un incremento dentro de un rango de 0,30 - 0,72 (g/100g) a las 24 horas, a las 48 horas del proceso de fermentación terminó con un rango de 0,90 - 1,3 (g/100g); con un ensayo de Tukey se rechazó la utilización de enzimas pectinasas (AFPL) por ende se utilizó enzimas amilasas (Fungamyl), se observó un incremento a las 24 horas de °Brix de un rango de 2,00 a 5,00 a un rango de 3,4 a 6,00, en el proceso de fermentación a las 24. El uso de probióticos influyó en las características sensoriales del lacto-jugo mejorando así organolépticamente. En el análisis proximal efectuado muestra que con la utilización de probióticos se afectó a las características bromatológicas; en donde la energía terminó con 13 kcal, además de carbohidratos con un valor de 3,15%, proteína con 0,0143, sólidos totales 3,27% y cenizas 0,105%, a diferencia del tratamiento que no contiene probióticos valores de 9 kcal en energía, 2,33% de carbohidratos totales, proteína de 0,0142% y cenizas 0,0827%. Además se comprobó que los cultivos iniciadores también ejercen el efecto inhibitor debido a la ausencia de microorganismos tales como coliformes fecales, *Enterobacter* y *Staphylococcus aureus*.
- Se evaluó los cambios tanto en las enzimas alfa-amilasas como pectinas utilizando dos concentraciones 0,05% - 0,025%, se aplicaron ensayos T-student y Tukey donde se estableció la concentración que influyó en obtener incrementos en °Brix, determinándose diferencia significativa al 95% confianza con la utilización de enzimas alfa-amilasas al 0,05%, se obtuvieron rangos entre 4,20 a 6,00 mientras que con las enzimas pectinasas rangos entre 4,20 a 4,60, en

concentración uno: 100 gramos de camote en 500 ml de agua, de igual forma en concentración dos: 100 gramos de camote en 1000 ml de agua respectivamente para las enzimas alfa-amilasas, por lo tanto se utilizó dichas enzimas. Nótese que en el proceso de extracción a las 8 horas de colocar las enzimas se observó un incremento de entre 1 a 2°Brix por tratamiento, finalizando a las 24 horas con valores de 3,60 a 6,00 para la concentración dos y uno, respectivamente de cada lacto-jugo.

- Con la utilización de *Lactobacillus plantarum* se observó diferencias significativas al 95% de confianza, obteniendo rangos de pH; entre 4,64 a 5,58 a las 24 horas del proceso de fermentación, mientras que a las 48 horas rangos de 3,00 entre 3,46, además se comprobó que la acidez va en aumento en relación al pH ya que a las 24 horas; se obtiene valores de 0,60 a 0,74 % ácido láctico, mientras que las 48 horas se obtiene valores de 0,90 a 1,35 % ácido láctico. Con la utilización de *Lactobacillus casei* al igual que con la utilización de los dos probióticos, se determinó análisis de pH, acidez, °Brix ocurridos durante el proceso de fermentación, con la utilización de las bacterias mostraron cambios favorables en las propiedades sensoriales, cambios en la coloración y sabor.
- Se determinó la cinética de crecimiento del mejor tratamiento siendo para *Lactobacillus plantarum* un crecimiento dentro de 48 horas, la primera fase exponencial dentro del rango 0 a 24 horas mientras que la fase estacionaria y de muerte en un rango de 24 a 48, el número de generación que corresponde a un valor de 3,95 lo que se atribuye a los cambios de pH y acidez a las 24 horas del proceso de fermentación debido a la multiplicación microbiana durante este tiempo, el tiempo de generación que fue de 6,09 horas y la constante de crecimiento de $0,11h^{-1}$.

- Se determinó la calidad microbiológica del mejor tratamiento; a₁: concentración dos, b₁: edulcorante stevia, c₀: *Lactobacillus plantarum*, mostrando que existe ausencia de *Coliformes Totales, aerobios*, en lo que se refiere a mohos y levaduras se encuentra dentro de la norma (INEN 2395) (leches fermentadas). Se estimó el tiempo de vida útil del producto a tres temperaturas, el recuento de mohos & levaduras y acidez titulable, siendo que a 5°C se tiene una vida útil de 17 días, a 20°C de 8 días y a 30°C de 4 días, se valoró los valores de acidez con normas INEN mencionadas siendo que a 5°C se tiene una vida útil de 13 días, a 20°C de 5 días y a 30°C de 3 días. Cabe recalcar que a los jugos al finalizar el proceso de fermentación no se colocó conservantes.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se utilizó agua a diferentes concentraciones se recomienda trabajar con otro tipo de sustituto como leche entera, leche semidescremada, con suero de quesería, con el fin de aumentar el valor nutricional de la bebida.
- Se recomienda trabajar con camote; semi cocido y crudo, para comparar con los datos experimentales, tanto físicos, químicos y microbiológicos.
- Debe vigilarse adecuadamente el proceso de fermentación, que no sobrepase las 48 horas, ya que es un factor crítico en la elaboración de lacto-jugo.
- Se utilizó edulcorantes para mejorar las características sensoriales, además se recomienda trabajar con otro tipo de azúcares tales como: sacarosa o azúcar invertido, o panela.
- Se deberá aplicar la tecnología adecuada para la elaboración de este tipo de bebidas, utilizando otro tipo de tubérculos con alto contenido de almidón.
- Se recomienda realizar un estudio de factibilidad para la implementación de una planta productora de lacto-jugo.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1. DATOS INFORMATIVOS

6.1.1. Título:

Obtención de Lacto-jugo a partir de Camote (*Ipomoea batatas*) utilizando alfa-amilasas, *Lactobacillus plantarum* y prebióticos

6.1.2. Institución Ejecutora:

- Universidad Técnica de Ambato - Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

6.1.3. Beneficiarios:

- Intolerantes a la lactosa que actualmente buscan alternativas de alimentos funcionales.
- Este tipo de productos funcionales acrecienta tanto en el mercado nacional como internacional.
- El consumidor final adquiere un producto con beneficios para su organismo y con alta cantidad de energía.

6.1.4. Ubicación:

- Universidad Técnica de Ambato

6.1.5. Tiempo estimado de ejecución:

- 6 meses

6.1.6. Equipo técnico responsable:

- Janina Proaño
- Ing. Gladys Cecilia Navas Miño

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Según Sandoval (2011), la industria de alimentos y bebidas tiene una particular relevancia en la producción y desempeño económico del país. Según las Cuentas Nacionales del Banco Central del Ecuador, en el 2009 el Valor Agregado de la industria manufacturera sin incluir la refinación de petróleo representó en valores constantes el 13.6% del Producto Interno Bruto, siendo la industria de Alimentos y Bebidas la de mayor aporte al Sector Industrial.

Dentro de la agroindustria, un sector importante es la elaboración de jugos y conservas de frutas. Estos sectores, se han desarrollado en los últimos años debido al potencial que posee el Ecuador como productor de materias primas agrícolas. A partir de esta sección, el análisis se centrará en el sector de alimentos y bebidas, y más específicamente, en el de jugos y conservas de frutas.

El camote (*Ipomoea batatas* L.) es una de las raíces más importantes para el consumo humano a nivel mundial, por su alto contenido de calorías, vitaminas y minerales. Al mismo tiempo, las especies silvestres del género *Ipomoea* poseen características altamente deseables para la obtención de variedades comerciales que respondan a los requerimientos agronómicos de los agricultores (Lasso, 2012).

El camote, contiene una importante fuente de calorías, proteínas, vitaminas; por ejemplo, 27.3g de carbohidratos; 1.3g de proteínas; 34.0mg de calcio; 500 IU de vitamina A; agua 70.0g; grasa 0.4g; 23.0mg de vitamina C; 200mg de fósforo y 1.0mg de hierro. Es bajo en sodio, y constituye una buena fuente de otros minerales y vitaminas (Mendoza, 2009).

Los probióticos pueden mejorar la digestión y protegerla de bacterias nocivas. Los probióticos son útiles también en los casos en que las bacterias intestinales útiles (saprofitas) son destruidas por tratamientos con antibióticos. Los alimentos funcionales pueden beneficiar a todo el organismo, como es en el caso de los probióticos, y los prebióticos, pueden disminuir el riesgo de algunas enfermedades, y en algunos casos pueden curar ciertas enfermedades.

Los probióticos son definidos como microorganismos vivos que al ser ingeridos en cantidades adecuadas le confieren al huésped beneficios para la salud. Las bacterias más utilizadas en la composición de los probióticos son las bifidobacterias y los lactobacilos. Ambas son bacterias propias de la flora intestinal humana (Barberá, 2008).

Los prebióticos son ingredientes no digeribles de la dieta, que producen efectos beneficiosos estimulando selectivamente el crecimiento y/o actividad de uno o más tipos de bacterias en el colon, las que tienen a su vez la propiedad de elevar el potencial de salud del hospedero (Reig y Anesto, 2002).

La propuesta del presente estudio se fundamenta en utilizar probióticos y prebióticos, en jugos con camote para aportar bacterias benéficas para el intestino.

6.3. JUSTIFICACIÓN

La producción nacional de jugos envasados se ha incrementado rápidamente en los últimos años, los productos de jugos de frutas son modificados, la tendencia tiene un gran énfasis en la calidad, la conservación de energía, el control de desperdicios, y la eficiencia de la manufactura presenta un desafío importante a la industria de jugos envasados.

El apresurado ritmo de vida actual, así como el alto grado de estrés al que estamos sometidos, sin importar el área en que nos desempeñamos, han obligado a modificar la alimentación, haciendo cada vez más difícil encontrar el punto medio entre las necesidades orgánicas y las exigencias sociales tan comunes como trabajo y escuela. En este contexto, han surgido los llamados alimentos funcionales, considerados como aquellos que, además de aportar nutrientes recomendados, ejercen efectos beneficiosos sobre una o más funciones del organismo, fomentando la salud y reduciendo el riesgo de enfermedad (Sanz y colaboradores, 2003). Entre los más importantes se encuentra, los probióticos y prebióticos.

Uno de los beneficios de los alimentos probióticos es la mejora del equilibrio, ayudan a mejorar los síntomas y problemas, como la astenia, problema de defensas, períodos de lactancia y reforzar el sistema inmunitario. Las bacterias probióticas sobreviven al paso por el tracto gastrointestinal y se implantan en el colon o en el intestino delgado y ayudan a mejorar la salud del huésped. Los lácteos probióticos afectan menos a las personas con intolerancia a la lactosa.

El camote es una raíz propia en nuestro país, que se caracteriza por un alto valor nutritivo, principalmente de vitamina A; pero que lamentablemente no es explotada lo suficiente, razón por la cual está perdiendo lugar dentro de los principales cultivos alimenticios e importancia también como cultivo nativo, y por lo que no es posible encontrar variedad de

sub productos de la misma en el mercado. Usualmente se lo vende en fresco.

6.4. OBJETIVOS

6.4.1. Objetivo General

- Obtener lacto-jugo a partir de camote (*Ipomoea batatas*) utilizando alfa-amilasas y *Lactobacillus plantarum*

6.4.2. Objetivos Específicos

- Aplicar la concentración adecuada de enzimas y probióticos para la elaboración de lacto-jugos.
- Establecer la capacidad de producción de la planta realizando un estudio de mercado.
- Establecer el análisis económico de lacto-jugo en base a la capacidad de producción de la planta.

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

El proyecto de investigación es de tipo tecnológico, ya que con ello se puede desarrollar una nueva alternativa en la elaboración de jugos fermentados funcionales. Es decir la fase tecnológica que con lleva el presente estudio corresponde a la elaboración de un lacto jugo con enzima α -amilasa y *Lactobacillus plantarum*.

Además es preciso considerar que el análisis económico se efectúa con el objeto de tener un producto rentable con características sensoriales de venta al público accesible y con un precio de venta al público adecuado con el mercado nacional.

El análisis de factibilidad es de carácter socio-económico, en vista que se podrá fomentar el procesamiento de tubérculos que se encuentran en Ecuador que normalmente no son aprovechados, de esta manera se incrementarán los recursos económicos de familias ecuatorianas dedicadas a la siembra de este tubérculo.

6.6. FUNDAMENTACIÓN

Lactobacillus plantarum es una bacteria ácido láctica de gran interés tanto probiótico como tecnológico. La capacidad probiótica de algunas cepas de *L. plantarum* ha sido ampliamente estudiada, habiéndose demostrado su capacidad de colonizar la mucosa intestinal. Por otro lado, es una de las principales especies involucradas en procesos de fermentación, sobre todo en productos de origen vegetal (Cermeño, 2012).

El Ecuador, es considerado uno de los países con mayor riqueza en biodiversidad, haciendo de ello una oportunidad para el cultivo de este tipo de tubérculos que con el fin de rescatar esta clase de siembras mismo que al proporcionarle valor agregado y transformarlo.

El Ecuador por su posición sobre la línea ecuatorial goza de toda clase de climas, lo que le permite tener diversidad de cultivos, siendo el camote (*Ipomoea batatas* L.) uno de los cultivos tradicionales explotados en la costa, sierra y oriente (Cruz y Vargas, 2011).

6.7. METODOLOGÍA

6.7.1. Tecnología de la elaboración

Descripción del proceso de elaboración de lacto-jugo con *Lactobacillus plantarum*

- **Recepción:** De la materia prima el camote empleado debe encontrarse semi maduro, sin golpes, este será un factor determinante en el producto final.
- **Pesado:** se seleccionara el camote, las raíces se lavarán con agua del grifo se cortaran y rallaran y serán distribuidas en frascos de vidrio a diferentes volúmenes, con agua.
- **Pasteurización:** Se pasteuriza a 100°C, y se dejara enfriar a 45°C.
- **Inoculación:** Las botellas se incubaran en la cámara de laboratorio a temperatura ambiente 28°C ± 2 durante 24 h, con las enzimas utilizando dos concentraciones 0,05% y 0,025%.
- **Extracción de jugo:** Después de 24 h se incubaran los *Lactobacillus*, el jugo se extrajo al presionar el contenido por una tela blanca de algodón.

- **Fermentación:** El jugo extraído se inoculara con los *Lactobacillus* (cultivo iniciador) (1×10^7 UFC/ml) y se incubara durante 48 horas en el laboratorio a temperatura ambiente $28^{\circ}\text{C} \pm 2$. Se deben realizar tres repeticiones por tratamiento.
- **Envasado:** Concluido el proceso de fermentación se envasara a $5^{\circ}\text{C} \pm 2$.
- **Preparación de cultivo iniciador:** La uva dulce se seleccionara y se lavara, la cantidad se calculara según el número de tratamientos y réplicas. Estas uvas será licuadas y se extraerá mediante el uso de un exprimidor de jugo, el volumen de jugo se filtra a través de un lienzo, la mezcla se hervirá durante 10-15 minutos en un plato caliente y se enfriara a $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$, se realizará por duplicado este procedimiento con el inculo con el cultivo de *Lb. plantarum* y con el cultivo de *Lb. casei* la acción se llevara a cabo en una cámara de flujo laminar vertical (Novatech) y se incubara, en una incubadora (Memmert) a 30°C durante 1 hora para preparar el arranque del cultivo.

Tabla 7. Modelo operativo (Plan de Acción)

Fases	Metas	Actividades	Responsable	Recursos	Presupuesto	Tiempo
1. Formular la propuesta	Usar tubérculos en la elaboración de lacto-jugos con la adición de probióticos a nivel semi-industrial.	Revisión bibliográfica Encuestas	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 200	2 meses
2. Desarrollo preliminar de la propuesta	Cronograma de la propuesta	Pruebas preliminares sobre la elaboración de lacto-jugos	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$400	1 mes
3. Implementación de la propuesta	Ejecución de la propuesta	Aplicación de Tecnología de elaboración de lacto-jugos	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 150	2 meses
4. Evaluación de la propuesta	Verificación del proceso de elaboración para implementar una microempresa	Comprobación con datos experimentales	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 100	1 mes

Elaborado por: Janina Proaño, 2012

6.8. ADMINISTRACIÓN

La ejecución de la propuesta estará coordinada por los responsables del proyecto Ing. Gladys Navas Miño y Egda. Janina Proaño.

Tabla 8. Modelo operativo (Plan de Acción)

Indicadores a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsables
Tecnología de elaboración de lacto-jugo	Uso de probióticos en la formulación del lacto-jugo	Producción de lacto-jugos con calidad e inocuidad alimentaria. Disponibilidad en el mercado de lacto-jugos. Rentabilidad del producto frente a alimentos similares en el mercado.	Estudio de mercado Elaboración del producto Análisis sensorial Estudio financiero	Ing. Gladys Navas Miño Egda. Janina Proaño

Elaborado por: Janina Proaño, 2012

6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Tabla 9. Previsión de la evaluación

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
¿Quiénes solicitan evaluar?	Personas de la rama de Ingeniería en Alimentos Industria de Alimentos y Consumidor final
¿Por qué evaluar?	Para garantizar un producto de buena calidad. Para corregir errores que pueden suscitarse en el proceso de fabricación
¿Para qué evaluar?	Verificar la inocuidad y calidad del producto
¿Qué evaluar?	Materia prima Proceso de fermentación Calidad microbiológica del producto.
¿Quién evalúa?	El investigador
¿Cuándo evaluar?	Durante el proceso de fermentación
¿Cómo evaluar?	Mediante análisis físico-químicos y microbiológicos.
¿Con que evaluar?	Experimentación Mediante métodos establecidos por normas. Referencias bibliográficas

Elaborado por: Janina Proaño, 2012

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA

7.1. LIBROS:

A.O.A.C Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist: 16th Ed, Vol. II Cap.33, pág. 7.

Alais. 1985. Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera Ed. Reverte. S.A. pp. 332, 763-764.

Cochram, W. 1973. Diseño experimental. 2^a edición, Editorial Trillas, México – México, PP.: 471

Cook, T. y Reichardt. 1986. Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa Publicación Madrid: ediciones Morata, Descrip. Física 228 p.

Ingraham J., Ingraham C. 1998. Métodos de estudio de los microorganismos. En: Introducción a la microbiología, Editorial Reverté S.A., pp. 48-73. Consultado en: <http://es.scribd.com/doc/17103580/crecimiento-microbiano>

Santos, S. 2010. Sensometria. Análisis en el desarrollo de alimentos probióticos. Editorial pedagógica Freire. Pág. 140, 293-300

Sierra Bravo, R. 2006. Técnicas de investigación social. Madrid. Editorial Paraninfo. 12^o edición. p. 150-164

7.2. REVISTAS:

Alvarado, C. y Díaz, Rivero, Cándida; G. 2009. Estudio preliminar del potencial probiótico de lactobacilos aislados de pastizal de una finca lechera. Laboratorio de Microbiología de Alimentos. Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela. Rev. Fac Farm.51 (1): 8-14

Aguirre, E. y Álvarez, M. 2009. Desarrollo y Evaluación de Néctares y Jugos Probióticos de Larga Vida de Anaquel que no Requieren Refrigeración de Biotecnología FEMSA, Tecnológico de Monterrey. Rev. 14 (2): 87-92

Agudelo, C.; Ortega, R.; Hoyos, J. L. 2010. Determinación de parámetros cinéticos de dos inóculos lácticos: *Lactobacillus plantarum* a6 y bacterias ácido lácticas de yogurt. Ingeniera Agroindustrial. Universidad del Cauca. Rev. 15 (4): 50-55

Barberá, J. 2008. Alimentos Funcionales. Instituto de Nutrición y trastornos Alimentarios. Grupo Inmunonutrición. Departamento de Metabolismo y Nutrición. Rev. Vol. 1 (1): 200-238

Cáceres, P. y Gotteland, M. 2010. Artículos de actualización: Alimentos probióticos en Chile: qué cepas y qué propiedades saludables. Carrera de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile. Laboratorio de Microbiología y Probióticos, Instituto de Nutrición y Tecnología de los alimentos (INTA), Universidad de Chile, Santiago. Rev. Chil Nutr Vol.31 (1): 20

Carbonell, E., E. Costell y L. Durán. 1990. Determinación del contenido en pectinas en productos vegetales. Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment. 30(1):1-9

Chamba, L. 2009. Cultivo del camote para el mercado internacional. Ecuador. Rev. Vol. (1): 80-90

Cermeño, M. 2012. Estudio de propiedades de interés probióticos y tecnológico de dos cepas de *Lactobacillus plantarum*. Universidad de Zaragoza. Facultad de Veterinaria. Rev. Vol.I (1): 1- 54

Cock, L.; Rodríguez, A. 2007. Producción Económica de Ácido Láctico Utilizando Residuos de Cosecha y Jugos de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.). Agric. Téc. V.67 N.1

Kalantzopoulos, G., 1997. Fermented products with probiotic qualities. Anaerobe. Rev. Vol. (3): 185–190.

García, C. A., Guillermo, S. Arrázola. Durango, A. M. 2010. Producción de Ácido Láctico por vía Biotecnológica. Rev. Vol II. (1): 65

Godfey, T.; Reinchelt, J. 1983. The Applications of Enzymes in Industry. The Nature Press. USA. Universidad de las Américas de Puebla. Rev. Vol.2 (2). 45-56

Lederberg, J. 1992. Encyklopedia of Microbiology (2nd edition), The Rockefeller University New York, NY. Rev. Vol.3 (1): 1 – 17.

León; Montoya; Motato; Granda; Restrepo; Echeverri, Valencia y Quinchía. 2006. Bacterias ácido lácticas (bal) silvestres colombianas presentan propiedades adecuadas para la fabricación de masa ácida. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Vitae, Universidad de Antioquia Vol. 13(2). 26-35.

López, V; Cook, L; Sobel, J. 1990. Emerging role of lactobacilli in the control and maintenance of the bacterial microflora. Rev. Infect Dis; 12(2):856-872.

Lopera, O.; Agudelo, M.; Ochoa, M.; Ramirez, M.; 2009. Adaptación de microorganismos a la mora de castilla (*rubus glaucus Benth*) para la producción de ácido l-láctico. Universidad Pontificia Bolivariana, Revista Investigaciones Aplicadas Vol. I (1): 90- 96

Marín, A. Z., Cortés, R. M., Montoya, O. C. 2009. Evaluación de la viabilidad de crecimiento de la cepa nativa *Lactobacillus plantarum* LPBM10 y la cepa Comercial *Lactobacillus casei* ATCC 393 en pulpa de Uchuva y en solución isotónica de glucosa. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Vitae, Revista De La Facultad De Química Farmacéutica. Vol. 16(2):210-217

Mennickent, S. y Green, K. 2009. Los probióticos y su utilidad terapéutica. Facultad de Farmacia, Casilla 237, Universidad de Concepción, Concepción. Rev. Ciencia 24(1):89-56

Microbiología De Los Alimentos. 2012. Factores Que Afectan A La Supervivencia De Los Microorganismos En Los Alimentos. Rev. 10 (2): 60-64

Ossa, J.; Consuelo, M.; Badillo, Á. 2010. Ciencias Agropecuarias y Biológicas. Evaluación de la melaza de caña como sustrato para el crecimiento de *Lactobacillus plantarum*. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica Print versión ISSN 0123-4226. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 13 (1): 97-104.

Pérez, A. 2008. Probióticos: Una alternativa en la prevención de la caries dental Rev. Estomatol Herediana.; Rev. 18 (1): 65-68

Rodríguez y Amaya. 1997. Carotenoides y Preparación de Alimentos: La Retención de los Carotenoides Provitamina A en Alimentos Preparados, Procesados y Almacenados. Departamento de Ciencias de Alimentos. Rev. Vol I: 105.

Reig, A. y Anesto, B. 2002. Prebióticos y probióticos, una relación beneficiosa. Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. Rev. Cubana Aliment Nutr: 16(1):63-8

Samaniego, M. F.; Castillo, M. S. 2010. *Lactobacillus* spp.: Importantes promotores de actividad probiótica, antimicrobiana y bioconservadora. Centro de Estudios Biotecnológicos. Facultad de Agronomía. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Matanzas, Cuba. Rev. Vol (1): 25-26

Sanz, Y.; Collado M. y Dalmau, J. 2003. Probióticos: criterios de calidad y orientaciones para el consumo. Acta Pediátrica española. Rev. Vol. 61(9):476-482

Silva, C.; Silveira, M.; Riveros, R. y Zeni, M. 2004. Concentración de pectinasas por ultrafiltración con membranas de polisulfonas. Rev. 13 (2): 20-28

Siuta. 2001. Improving probiotic survival rates. Food Technology. Rev. 55(1): 36-42.

Waldir, E.; Mojmír, R.; Karel, M; Quillama, E.; Egoavil, E. 2007. Producción de ácido láctico por *Lactobacillus plantarum* L10 en cultivos batch y continuo. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Rev. Peruna de Biología. Vol. 14 (2): 271-275

Yoon, Y.; Woodams, E.; Yong, H. 2007. Jugo de Tomate Probiótico con Bacterias Ácido Lácticas. Departamento de nutrición y Alimentos, Yeungman University, kyungsan Departamento de ciencias Y tecnología de Alimentos, Cornell University, Geneva, NY. República de Corea, Rev. Vol I (1): 712-749.

7.3. ARTÍCULOS TÉCNICOS:

Asgher M.; Javid M.; Rahman S.U; Legge R.L.; 2007. Thermostable α -amylase from a moderately thermophilic *Bacillus subtilis* strain for starch processing. Journal of Food Engineering. P 950.

Gardner, N.; Savarda, T.; Obermeierb, P.; Caldwellb, G.; Champagne, C. 2000. Selection and characterization of mixed starter cultures for lactic acid fermentation of carrot, cabbage, beet and onion vegetable mixtures. International. Journal of Food Microbiology 64: 261–275

Georgieva, R.; Koleva, P.; Nikolova, D.; Yankov, D.; Danova, S. 2009. Growth parameters of probiotic strain *Lactobacillus plantarum*, isolated from

traditional white cheese. *Biotechnol. & Biotechnol.* pH, substrate, and oxygen. *Science Direct. Biochem Eng. Journal.* 3: 163- 170.

Giraud, E.; Champalier, A.; Raimbault, M. 1994. Degradation the raw starch by a wild amylolytic strain of *Lactobacillus plantarum*. *Journal Appl. Environ. Microb.* ; 60 (12): 4319-4323.

Karovičová, J.; Kohajdová, Z. 2003. Lactic acid fermented vegetable juices Food Horticultural Science. Slovak Technical University, Faculty of Chemical and Food Technology, Bratislava, Slovak Republic. (Prague). *Journal of Food Science:* 30, (4): 152–158

Klewicka, E., Motyl, I., Libudzisz, Z. (2004). Fermentation of beet juice by bacteria of genus *Lactobacillus* sp. *European Food Research and Technology*, 218, 178-183.

Mollet, B.; Rowland, I. 2002. Functional foods: at the frontier between food and pharma. *Current in Opinion and Biotechnology* 13:483-5

Mousavi, S.; Mousavi, M.; Razavi, H. 2009. Fermentation of pomegranate juice by probiotic lactic acid bacteria. *World Journal Microbiol Biotechnology.* 27, 123–128

Nabais, R. M. y Malcata, F. X. 1997. Some aspects of vegetable pickling processes. *Food Science and Technology International.* 3(1), 1-2.

Nout, M.J.R.; Ngoddy, P.O., 1997. Technological aspects of preparing affordable fermented complementary foods. *Food Control.* , 8: 279–287.

Rao. 2004. Kinetic growth parameters of different amylolytic and non-amylolytic *Lactobacillus* strains under various salt and pH conditions. *Science Direct. Bioresource Technol.*; 94:331-337.

Ray, R.C.; Ravi, V. 2005. Post-harvest spoilage of sweet potato in tropics and control measures. *Crit Rev. Food Sci Nutr* 45: 623–644.

Smita, J. y Panda, L. 2007. Ray fermentación ácido láctica de camote rico en β -carotenos (*Ipomoea batatas* L.) En lacto – jugo. *Plant Foods for Human Nutrition* 62: 65–70.

Steinkraus, K. H. 1997. Classification of fermented foods: worldwide review of household fermentation techniques. *Food Control.*, 8: 311–317.

Torres, M.; Paz, K.; Salazar, F. G. 2006. Tamaño de una muestra para una investigación de mercado. *Facultad de Ingeniería - Universidad Rafael*

Tique, J.; Chaves, B.; Zurita, J. H. 2009. Evaluación agronómica de diez clones promisorios CIP y dos materiales nativos de (*Ipomoea batatas* L.) Departamento de Agronomía, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. *Agronomía Colombiana Journal Agronomía Colombiana* Vol. 27 No. 2 pp. 151-158

Wenge, F.U.; Mathews, A.P. 1999. Lactic acid production from lactose by *Lactobacillus plantarum*: Kinetic model and effects of pH, substrate, and oxygen. *Science Direct. Biochem end Journal*. Vol.3: 163-170

Willats, W.G., J.P. Knox y J.D. Mikkelsen. 2006. Pectin: new insights into an old polymer are starting to gel. *Trends Food Sci. Technology*. 17: 97-104.

7.4. TESIS:

Angulo, E. 2010. "Efectividad de microorganismos nativos en relación a *Aspergillus niger*, *Clostridium thermocellum* ATCC 27405 Y *Zymomonas mobilis* para la producción de bioetanol a partir de residuos de sandía "*Citrullus lanatus*" a escala piloto". Tesis previa a la obtención de grado académico Ingeniera En Biotecnología. Escuela politécnica del ejército departamento de ciencias de la vida. Ingeniería en biotecnología. Sangolquí-Ecuador

Benavides, A. y Pozo, M. 2008. Elaboración de una bebida alcohólica destilada (vodka) a partir de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) utilizando dos tipos de enzimas. Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniera Agroindustrial. Universidad Técnica Del Norte. Facultad De Ingeniería En Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ibarra-Ecuador

Cacéres, M. y Freire, G. 2002. Uso de alfa-amilasas para la disminución de la viscosidad aparente en la edulcoración de la colada escolar "CE" Tesis de Ingeniero en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador

Cermeño, M. 2012. Estudio de propiedades de interés probiótico y tecnológico de dos cepas de *Lactobacillus plantarum*. Tesis de Obtención de Master en Iniciación a la Investigación en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Zaragoza Facultad de Veterinaria Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Zaragoza-España

Cruz, E. y Vargas, M. 2011. Diseño de una Planta Procesadora de Galletas, utilizando Harina de Camote (*Ipomoea Batata*), ubicada en Guayllabamba provincia de Pichincha al Nororiente de la ciudad de Quito. Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos para optar por el título de Ingeniería Agroindustrial y de Alimentos. Quito-Ecuador FAO.

Espitia, L. 2009. Determinación de la concentración de alfa y beta amilasas comerciales en la producción de etanol a partir de almidón de cebada empleando *Saccharomyces cerevisiae*. Pontifica Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Carrera de Microbiología Industrial. Bogotá-Colombia.

Flores, N. 2000. Elaboración de cultivos microbianos a partir de pasta de coco y su utilización para borregos en engorda. Tesis de grado para optar por el título Maestra en Ciencias pecuarias. Universidad de Colima. Postgrado Interinstitucional de Ciencias Pecuarias. Tecomán- México

Lopatinsky, M. M. 2008 “Obtención de Bio-combustible orgánico a partir de Zea Mays con aplicación de Alfa-Amilasa”. Tesis de grado para optar el título de Ingeniero de Alimentos. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil-Ecuador

Mendoza, N. 2009. Proyecto de inversión para la producción y Comercialización del camote frito como un snack Alternativo para el consumo en el Ecuador. Tesis de grado para obtención de Ingeniero Comercial Y Empresarial Especialización – Finanzas. Escuela Superior Politécnica Del Litoral Facultad De Economía Y Negocios. Guayaquil-Ecuador.

Mora, N.; García A. 2007. Susceptibilidad de bacterias ácido lácticas (BAL) frente a diversos antibióticos. Tesis para obtener licenciado en química en alimentos. Universidad Dautónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo-México

Mosquera, A. y Loyola, J. 2010. Elaboración de Papa y Zanahoria Mínimamente Procesadas. Tesis de grado para optar por el Título a Ingeniero en Alimentos. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Escuela Superior Politécnica del Litoral Guayaquil-Ecuador.

Ordoñez, G. 2008. Elaboración de un bocadillo de dulce con la utilización de soya (glicenemax- manitol) y camote (*Ipomoea batata*) destinado para alimentación infantil. Tesis de Ingeniero en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador.

Orozco, M. y Solarte, J. 2003. Búsqueda del mejor medio de cultivo modelamiento cinético para la obtención de ácido láctico a partir de glucosa por vía fermentativa. Tesis para la obtención de título de Ingeniero Químico. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad Nacional De Colombia. Manizales - Colombia

Prado, M. M. 2008. "Obtención de Bio-combustible orgánico a partir de Zea Mays con aplicación de Alfa-Amilasa" Tesis de grado Previo a la obtención del Título de: ingeniero de alimentos. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Quito-Ecuador

Pedroza, A. 1999. Producción de amilasas termoestable a partir de *Thermus sp.* Tesis de maestría. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Microbiología Industrial. Bogotá - Colombia.

Peñaherrera, J y Soria, P. 1997. Industrialización del camote (*Ipomoea batata*) mediante fermentación alcohólica y ensilaje del residuo. Tesis de Ingeniero en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador

Peñaloza, W. 1978. La optimización de parámetros de la fermentación láctica para yogurt utilizando *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*. Tesis de Ingeniero en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador

Ramos, A. 1986. Fermentación láctica de vegetales. Tesis de Ingeniero en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador

Recalde, H. y Rodríguez, M. 2003. Utilización de las enzimas amilasas y xilonasa con ácido ascórbico como mejorantes de las cualidades pancreáticas en la harina de trigo. Tesis de Ingeniero en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador

Salazar, G. 2001. Influencia del kilol L-20 y del ácido láctico en conversión de la carne de bominí pierna (*Biceps termoris* y *cuadriceps*). Tesis de Ingeniero en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador

Sánchez, D.; Combariza, A. 2006. Estudio De La Obtención De Un Alimento A Partir De Cultivos Biofortificados. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Químico. Santiago de Cali- Colombia

Sedano José. 2006. Selección de cepas nativas de Lactobacillus con actividad inhibitoria y tolerantes al etanol aisladas de "masato". Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Tesis para la optar al título de Biólogo con mención en microbiología parasitología. Lima- Perú

Vázquez, A.; 2008 Viabilidad y propiedades fisicoquímicas de leche fermentada probiótica. Tesis de grado para optar por el título Maestra en Ciencia de Alimentos. Escuela de Ingeniería y Ciencias. Departamento de Ingeniería Química y Alimentos. Puebla- México.

7.5. INTERNET:

Análisis e interpretación del III censo agropecuario. 2011. Consultado en: <http://www.agroecuador.com/HTML/Censo/Censo.htm> (20/03/12)

Danone, V. 2012. Probióticos Consultado en: URL:http://www.danonevitapole.com/nutri_views/searchArchives/index.html (12/02/12)

El Universo. 2012. Camote. Consultado en: <http://www.eluniverso.com/2012/01/14/1/1416/alianza-publica-privada-industrializar-exportar-camote.html> (02/04/2012).

Enzyme Development Corporation.2012.Consultado en: <http://enzymedevelopment.com/es/pect.html> (08/08/2012)

Ferreiro, E. 2009. Evaluación sensorial en bebidas. Consultado en <http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/14641-EVALUACIÓN-sensorial-bebidas>

García, P. F. 2008. Enzimas utilizados en la industria alimentaria. Consultado en: www.rincondelasciencias.com (21/08/12)

Garayar, C. 2009. Centro de Estudios: Universidad de San Martín de Porres. Lima, Perú. Ciencias Administrativas y RR.HH. Consultado en: <http://www.monografias.com/trabajos58/produccion-camote/produccion-camote.shtml> (12/02/12)

La Hora. 2011. Siembra de camote mejora. Consultado en: <http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101253347> (20/03/12)

La Hora. Noticias Tungurahua. 2012. Promoverán producción de camote. Consultado en: <http://www.lahora.com.ec/index.php> (08/03/12)

Lasso, E. 2012. Caracterización molecular de la colección nacional de camote. Consultado en: [epositorio.espe.edu.ec/handle/21000/5151](http://positorio.espe.edu.ec/handle/21000/5151)(20/09/12)

Probiotic.org. 2009. Lactobacillus casei. Consultado en: <http://www.probiotic.org/lactobacillus-casei.htm> (20/03/2012)

Sandoval, J. 2011. La industria de alimentos y bebidas. Consultado en: <http://es.scribd.com/doc/46268335/La-Industria-de-Alimentos-y-Bebidas> (05/09/12)

Siuta. 2001. Consultado en: <http://www.pncta.com.mx/pages/> (24/03/12)

Scott, G.; Rosegrant, M.; Ringler, C. 2000. Raíces y tubérculos para el siglo 21: tendencias, proyecciones y opciones políticas (en línea). Resumen 2020 no. 66. Consultado en: www.ifpri.org/spanish/2020/briefs/br66sp.pdf (07/03/12)

Silva, J. da; López, C.A.; Magalhães, J. 2004. Cultura da batata doce (en línea). Embrapa Hortaliças Sistemas de Produção. Consultado en www.cnph.embrapa.br/sistprod/batata doce/referencias.htm (27/02/12)

Tripathi Pallavi; Leggio, Leila; Mansfeld, Johanna; Ulbrich-Hofmann, Renate; Kayastha, Arvind. 2007. Apha- Amylase Of Mung Bean (Vigna Radiata) Correlation Of Biochemical Properties and Terciary Structureby Homology Modelling. Consultado en: docencia.izt.uam.mx/ (09/08/12)

Universidad Complutense de Madrid (U. C. M). 2012. Bebidas fermentadas. Consultado en: <http://www.ucm.es/info/bebferm/historia.php> (15/02/12)

ANEXOS

ANEXOS A TABLAS

TABLA A1.CAMBIOS DE °BRIX CON LA ADICCIÓN DE ENZIMAS ALFA-AMILASAS (0,025%-0,05%) Y ENZIMAS PECTINASAS (0,025%-0,05%)

TIEMPO (H)

	Tratamientos	TIEMPO (H)								
		0	2	4	6	8	10	12	24	
ALFA-AMILOSAS (0,05%)	1-500	4,20	4,40	4,60	4,80	5,00	5,20	5,20	6,00	
		4,40	4,60	4,80	5,00	5,30	5,40	5,60	6,10	
		4,20	4,40	4,60	4,80	5,00	5,20	5,40	5,60	
	Promedio	4,27	4,47	4,67	4,87	5,10	5,27	5,40	5,90	
	1-1000	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40	4,60	4,80	
		3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,60	
3,60		3,80	4,00	4,20	4,40	4,60	4,80	5,00		
Promedio	3,33	3,53	3,73	3,93	4,13	4,33	4,53	4,80		
ALFA-AMILOSAS (0,025%)	1-500	4,20	4,20	4,40	4,60	4,80	5,00	5,00	5,00	
		4,40	4,40	4,60	4,80	5,00	5,20	5,20	5,20	
		4,20	4,40	4,60	4,80	5,00	5,00	5,00	5,00	
	Promedio	4,27	4,33	4,53	4,73	4,93	5,07	5,07	5,07	
	1-1000	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,20	
		3,40	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40	4,40	
3,60		3,80	4,00	4,20	4,40	4,60	4,60	5,00		
Promedio	3,33	3,47	3,67	3,87	4,07	4,27	4,40	4,53		
PECTINASAS (0,05%)	1-500	4,20	4,40	4,40	4,40	4,60	4,60	4,60	4,60	
		4,40	4,40	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	
		4,20	4,40	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	
	Promedio	4,27	4,40	4,53	4,53	4,60	4,60	4,60	4,60	
	1-1000	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40	4,60	4,80	
		3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40	
3,60		3,80	4,00	4,20	4,40	4,60	4,80	5,00		
Promedio	3,33	3,53	3,73	3,93	4,13	4,33	4,53	4,73		
PECTINASAS (0,025%)	1-500	4,20	4,40	4,60	4,80	5,00	5,00	5,00	5,00	
		4,40	4,60	4,80	5,00	5,00	5,00	5,00	5,20	
		4,20	4,20	4,40	4,60	4,80	4,80	4,80	4,80	
	Promedio	4,27	4,40	4,60	4,80	4,93	4,93	4,93	5,00	
	1-1000	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	3,80	3,80	3,80	
		3,40	3,60	3,80	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	
3,60		3,80	4,00	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20		
Promedio	3,33	3,53	3,73	3,93	4,00	4,00	4,00	4,00		

Elaborado por: Janina Proaño, 2012

TABLA A2. CAMBIOS DE °BRIX DE LOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES ANTES DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN CON ENZIMAS ALFA-AMILASAS

Tratamientos	TIEMPO (H)							
	0	2	4	6	8	10	12	24
a₀b₀c₀ R₁	5,00	5,20	5,80	5,80	6,00	6,00	6,00	6,00
a₀b₀c₀ R₂	5,00	5,40	5,60	5,80	5,80	6,00	6,00	6,20
a₀b₀c₀ R₃	5,00	5,20	5,80	5,80	5,80	5,80	5,80	5,80
Promedio	5,00	5,27	5,73	5,80	5,87	5,93	5,93	6,00
a₀b₀c₁ R₁	5,00	5,20	5,20	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
a₀b₀c₁ R₂	5,00	5,20	5,20	5,40	5,40	5,40	5,40	5,60
a₀b₀c₁ R₃	5,00	5,20	5,20	5,40	5,40	5,40	5,40	5,60
Promedio	5,00	5,20	5,20	5,40	5,40	5,40	5,40	5,53
a₀b₀c₂ R₁	5,00	5,20	5,40	5,60	6,00	6,00	6,00	6,00
a₀b₀c₂ R₂	5,00	5,20	5,40	5,60	5,80	5,80	5,80	5,80
a₀b₀c₂ R₃	5,00	5,20	5,40	5,60	5,80	5,80	5,80	5,80
Promedio	5,00	5,20	5,40	5,60	5,87	5,87	5,87	5,87
a₀b₁c₀ R₁	4,80	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00	6,20	6,20
a₀b₁c₀ R₂	4,80	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00	6,00	6,00
a₀b₁c₀ R₃	4,80	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00	6,20	6,20
Promedio	4,80	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00	6,13	6,13

a₀b₁c₁ R₁	5,00	5,80	6,00	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20
a₀b₁c₁ R₂	5,00	5,80	6,00	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20
a₀b₁c₁ R₃	5,00	5,80	6,00	6,20	6,40	6,40	6,40	6,40
Promedio	5,00	5,80	6,00	6,20	6,27	6,27	6,27	6,27
a₀b₁c₂ R₁	4,60	4,80	5,00	5,20	5,40	5,40	5,40	5,40
a₀b₁c₂ R₂	4,60	4,80	5,00	5,20	5,40	5,40	5,40	5,40
a₀b₁c₂ R₃	4,60	4,80	5,00	5,20	5,40	5,40	5,40	5,40
Promedio	4,60	4,80	5,00	5,20	5,40	5,40	5,40	5,40
a₁b₀c₀ R₁	3,00	3,20	3,40	3,60	4,00	4,00	4,00	4,00
a₁b₀c₀ R₂	3,00	3,20	3,40	3,60	4,00	4,00	4,00	4,00
a₁b₀c₀ R₃	3,00	3,20	3,40	3,60	4,20	4,40	4,40	4,40
Promedio	3,00	3,20	3,40	3,60	4,07	4,13	4,13	4,13
a₁b₀c₁ R₁	2,20	3,00	3,60	3,80	4,00	4,00	4,00	4,00
a₁b₀c₁ R₂	2,20	3,00	3,60	3,80	4,00	4,00	4,00	4,00
a₁b₀c₁ R₃	2,20	3,00	3,60	3,80	4,20	4,20	4,20	4,20
Promedio	2,20	3,00	3,60	3,80	4,07	4,07	4,07	4,07
a₁b₀c₂ R₁	2,00	2,60	2,80	3,00	3,40	3,40	3,40	3,40
a₁b₀c₂ R₂	2,00	2,60	2,80	3,00	3,40	3,40	3,40	3,40
a₁b₀c₂ R₃	2,00	2,60	2,80	3,00	3,40	3,40	3,40	3,40
Promedio	2,00	2,60	2,80	3,00	3,40	3,40	3,40	3,40

a₁b₁c₀ R₁	2,20	3,00	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,20
a₁b₁c₀ R₂	2,20	3,00	3,40	3,60	3,80	4,00	4,40	4,40
a₁b₁c₀ R₃	2,20	3,00	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,20
Promedio	2,20	3,00	3,40	3,60	3,80	4,00	4,27	4,27
a₁b₁c₁ R₁	2,00	3,00	3,20	3,40	3,40	3,40	3,40	3,60
a₁b₁c₁ R₂	2,00	3,00	3,20	3,40	3,40	3,40	3,60	3,60
a₁b₁c₁ R₃	2,00	3,00	3,20	3,40	3,40	3,40	3,40	3,60
Promedio	2,00	3,00	3,20	3,40	3,40	3,40	3,47	3,60
a₁b₁c₂ R₁	2,00	3,40	3,60	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80
a₁b₁c₂ R₂	2,00	3,40	3,60	3,80	4,00	4,00	4,00	4,00
a₁b₁c₂ R₃	2,00	3,40	3,60	3,80	4,00	4,00	4,00	4,00
Promedio	2,00	3,40	3,60	3,80	3,93	3,93	3,93	3,93
Control R₁	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Control R₂	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Control R₃	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Promedio	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00

Elaborado por: Janina Proaño, 2012

FACTORES

A=Camote, concentración agua
 B=Edulcorante, tipo de edulcorante
 C=Especie de microorganismos

NIVELES

a₀: 1:5 a₁: 1:10
 b₀: Fructosa b₁: Stevia
 c₀: *Lb. plantarum* c₁: *Lb. casei* c₂: *Lb. plantarum* - *Lb. casei*

TABLA A3. CAMBIOS DE pH DE LOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN

	TIEMPO (H)													
	0	2	4	6	8	10	22	24	26	28	30	32	34	48
a_ob_oc_o R₁	6,22	5,86	5,73	5,62	5,45	5,26	4,78	4,57	4,19	4,04	3,97	3,85	3,76	3,46
a_ob_oc_o R₂	6,24	6,08	5,98	5,84	5,67	5,41	4,87	4,68	4,21	4,08	3,98	3,81	3,73	3,46
a_ob_oc_o R₃	6,45	6,05	5,91	5,72	5,63	5,47	4,81	4,62	4,22	4,01	3,92	3,85	3,74	3,46
Promedio	6,30	6,00	5,87	5,73	5,58	5,38	4,82	4,62	4,21	4,04	3,96	3,84	3,74	3,46
a_ob_oc₁ R₁	6,30	6,19	6,08	5,99	5,81	5,78	5,66	5,58	5,57	5,52	5,45	5,36	5,09	4,73
a_ob_oc₁ R₂	6,30	6,24	6,17	6,13	6,03	5,92	5,74	5,53	5,41	5,18	5,08	4,89	4,82	4,74
a_ob_oc₁ R₃	6,27	6,15	6,00	5,98	5,90	5,85	5,78	5,52	5,46	5,15	5,22	5,05	4,79	4,70
Promedio	6,29	6,19	6,08	6,03	5,91	5,85	5,73	5,54	5,48	5,28	5,25	5,10	4,93	4,72
a_ob_oc₂ R₁	6,10	5,92	5,73	5,61	5,53	5,31	4,98	4,74	4,71	4,68	4,64	4,45	4,33	4,06
a_ob_oc₂ R₂	6,50	6,46	6,40	6,30	6,18	6,05	5,68	5,63	5,50	5,32	5,12	4,98	4,66	4,06
a_ob_oc₂ R₃	6,81	6,74	6,60	6,48	6,27	6,10	5,78	5,62	5,55	5,41	5,35	5,16	5,00	4,53
Promedio	6,47	6,37	6,24	6,13	5,90	5,76	5,48	5,33	5,25	5,14	5,04	4,86	4,66	4,22
a_ob₁c_o R₁	6,15	5,97	5,72	5,58	5,32	5,17	5,01	4,86	4,61	4,45	4,23	4,06	3,94	3,57
a_ob₁c_o R₂	6,26	5,98	5,71	5,52	5,36	5,18	4,98	4,84	4,60	4,44	4,21	4,11	3,96	3,57
a_ob₁c_o R₃	6,54	6,32	6,03	5,95	5,83	5,67	5,58	5,48	5,32	5,18	5,02	4,98	3,95	3,57
Promedio	6,32	6,09	5,82	5,68	5,50	5,34	5,19	5,06	4,84	4,69	4,49	4,38	3,95	3,57

a₀b₁c₁ R₁	6,57	6,43	6,35	6,28	6,19	6,15	5,89	5,81	5,72	5,63	5,51	5,34	5,17	4,78
a₀b₁c₁ R₂	6,49	6,46	6,39	6,31	6,25	6,20	5,86	5,68	5,61	5,51	5,46	5,29	5,15	4,77
a₀b₁c₁ R₃	6,38	6,18	6,10	6,05	5,98	5,80	5,60	5,55	5,40	5,35	5,30	5,20	5,16	4,67
Promedio	6,48	6,36	6,28	6,21	6,14	6,05	5,78	5,68	5,58	5,50	5,42	5,28	5,16	4,74
a₀b₁c₂ R₁	6,10	5,89	5,63	5,56	5,41	5,37	5,02	4,97	4,81	4,72	4,68	4,57	4,55	4,48
a₀b₁c₂ R₂	6,34	6,21	6,17	6,09	5,93	5,86	5,63	5,43	5,31	5,27	5,16	5,06	4,98	4,82
a₀b₁c₂ R₃	6,35	6,20	6,10	6,00	5,98	5,85	5,68	5,48	5,32	5,25	5,16	5,06	4,95	4,76
Promedio	6,26	6,10	5,97	5,88	5,77	5,69	5,44	5,29	5,15	5,08	5,00	4,90	4,83	4,69
a₁b₀c₀ R₁	6,50	5,89	5,78	5,61	5,46	5,21	4,61	4,48	4,27	4,16	4,01	3,92	3,81	3,25
a₁b₀c₀ R₂	6,33	5,96	5,89	5,67	5,53	5,25	4,72	4,53	4,29	4,19	4,04	3,93	3,85	3,25
a₁b₀c₀ R₃	6,42	6,03	5,82	5,62	5,46	5,27	4,81	4,72	4,61	4,51	4,32	4,12	3,96	3,26
Promedio	6,42	5,96	5,83	5,63	5,48	5,24	4,71	4,58	4,39	4,29	4,12	3,99	3,87	3,25
a₁b₀c₁ R₁	6,19	6,17	6,15	6,09	5,94	5,91	5,71	5,62	5,53	5,47	5,31	5,15	4,98	4,65
a₁b₀c₁ R₂	6,46	6,45	6,41	6,37	6,31	6,26	5,87	5,78	5,63	5,53	5,42	5,28	5,15	4,68
a₁b₀c₁ R₃	6,50	6,44	6,37	6,29	6,19	6,13	5,84	5,72	5,63	5,51	5,45	5,31	5,18	4,66
Promedio	6,38	6,35	6,31	6,25	6,15	6,10	5,81	5,71	5,60	5,50	5,39	5,25	5,10	4,66
a₁b₀c₂ R₁	6,29	5,92	5,87	5,71	5,63	5,52	5,32	5,18	5,11	4,92	4,74	4,65	4,57	4,13
a₁b₀c₂ R₂	6,40	6,37	6,28	6,20	6,14	6,08	5,85	5,70	5,54	5,35	5,29	5,14	5,02	4,45
a₁b₀c₂ R₃	6,35	6,18	6,05	5,98	5,87	5,78	5,67	5,63	5,50	5,22	5,01	4,68	4,65	4,08
Promedio	6,35	6,16	6,07	5,96	5,88	5,79	5,61	5,50	5,38	5,16	5,01	4,82	4,75	4,22

a₁b₁c₀ R₁	6,15	5,86	5,72	5,59	5,34	5,02	4,64	4,47	4,28	4,14	3,98	3,81	3,62	3,19
a₁b₁c₀ R₂	6,52	5,98	5,78	5,53	5,34	5,08	4,78	4,65	4,47	4,18	3,99	3,85	3,64	3,19
a₁b₁c₀ R₃	6,48	5,99	5,80	5,67	5,51	5,11	4,85	4,78	4,52	4,23	4,06	3,95	3,81	3,00
Promedio	6,38	5,94	5,77	5,60	5,40	5,07	4,76	4,63	4,42	4,18	4,01	3,87	3,69	3,13
a₁b₁c₁ R₁	6,38	6,17	6,08	5,97	5,82	5,72	5,51	5,42	5,34	5,26	5,18	5,08	4,96	4,61
a₁b₁c₁ R₂	6,50	6,49	6,45	6,39	6,36	6,17	5,86	5,67	5,52	5,42	5,38	5,24	5,16	4,70
a₁b₁c₁ R₃	6,98	6,78	6,53	6,31	6,15	6,04	5,67	5,57	5,43	5,35	5,16	5,09	4,89	4,61
Promedio	6,62	6,48	6,35	6,22	6,11	5,98	5,68	5,55	5,43	5,34	5,24	5,14	5,00	4,64
a₁b₁c₂ R₁	6,29	6,01	5,98	5,85	5,67	5,42	5,01	4,93	4,80	4,73	4,67	4,58	4,48	4,10
a₁b₁c₂ R₂	6,24	6,19	6,07	5,93	5,88	5,76	5,47	5,35	5,22	5,15	5,09	4,93	4,85	4,07
a₁b₁c₂ R₃	6,48	6,38	6,21	6,08	5,98	5,87	5,50	5,45	5,30	5,12	4,97	4,82	4,67	4,08
Promedio	6,34	6,19	6,09	5,95	5,84	5,68	5,33	5,24	5,11	5,00	4,91	4,78	4,67	4,08
Control R₁	6,15	6,15	6,13	6,10	6,09	6,07	5,98	5,95	5,95	5,94	5,87	5,86	5,86	5,86
Control R₂	6,15	6,14	6,11	6,09	6,04	6,05	5,98	5,95	5,90	5,88	5,85	5,84	5,82	5,79
Control R₃	6,20	6,18	6,13	6,10	6,09	6,07	5,99	5,92	5,90	5,88	5,87	5,85	5,83	8,83
Promedio	6,17	6,16	6,12	6,10	6,07	6,06	5,98	5,94	5,92	5,90	5,86	5,85	5,84	6,83

Elaborado por: Janina Proaño, 2012

FACTORES

A=Camote, concentración agua
 B=Edulcorante, tipo de edulcorante
 C=Especie de microorganismos

NIVELES

a₀: 1:5 a₁: 1:10
 b₀: Fructosa b₁: Stevia
 c₀: *Lb. plantarum* c₁: *Lb. casei* c₂: *Lb. plantarum* - *Lb. casei*

TABLA A4. CONSUMO DE NaOH 0,1 (ml) DE LOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN

Tratamientos	TIEMPO (H)													
	0	2	4	6	8	10	22	24	26	28	30	32	34	48
a₀b₀c₀ R₁	0,10	0,21	0,34	0,40	0,42	0,44	0,70	0,72	0,74	0,80	0,83	0,85	0,90	1,30
a₀b₀c₀ R₂	0,10	0,21	0,35	0,44	0,46	0,51	0,70	0,72	0,77	0,84	0,87	0,92	1,10	1,30
a₀b₀c₀ R₃	0,10	0,22	0,36	0,41	0,46	0,52	0,77	0,82	0,84	0,89	0,92	0,94	0,97	1,30
Promedio	0,10	0,21	0,35	0,42	0,45	0,49	0,72	0,75	0,78	0,84	0,87	0,90	0,99	1,30
a₀b₀c₁ R₁	0,10	0,14	0,16	0,18	0,21	0,22	0,68	0,73	0,76	0,81	0,86	0,91	0,95	1,00
a₀b₀c₁ R₂	0,10	0,14	0,17	0,18	0,19	0,22	0,48	0,53	0,61	0,68	0,73	0,82	0,86	1,00
a₀b₀c₁ R₃	0,10	0,14	0,17	0,24	0,26	0,28	0,47	0,55	0,65	0,71	0,74	0,76	0,83	0,90
Promedio	0,10	0,14	0,17	0,20	0,22	0,24	0,54	0,60	0,67	0,73	0,78	0,83	0,88	0,97
a₀b₀c₂ R₁	0,10	0,15	0,17	0,21	0,23	0,26	0,71	0,74	0,75	0,80	0,83	0,87	0,93	1,20
a₀b₀c₂ R₂	0,10	0,12	0,18	0,22	0,24	0,25	0,68	0,74	0,78	0,80	0,85	0,92	0,95	1,20
a₀b₀c₂ R₃	0,10	0,15	0,18	0,23	0,25	0,28	0,69	0,73	0,77	0,82	0,85	0,87	0,95	1,20
Promedio	0,10	0,14	0,18	0,22	0,24	0,26	0,69	0,74	0,77	0,81	0,84	0,89	0,94	1,20
a₀b₁c₀ R₁	0,10	0,18	0,22	0,24	0,26	0,32	0,52	0,54	0,62	0,74	0,86	0,92	0,97	1,40
a₀b₁c₀ R₂	0,10	0,20	0,32	0,38	0,42	0,46	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,92	0,94	1,40
a₀b₁c₀ R₃	0,10	0,21	0,24	0,32	0,37	0,43	0,86	0,87	0,89	0,92	0,93	0,94	0,96	1,30
Promedio	0,10	0,20	0,26	0,31	0,35	0,40	0,74	0,75	0,79	0,85	0,89	0,93	0,96	1,37

a₀b₁c₁ R₁	0,10	0,16	0,17	0,21	0,25	0,27	0,38	0,43	0,48	0,50	0,52	0,62	0,72	1,00
a₀b₁c₁ R₂	0,10	0,14	0,17	0,22	0,25	0,27	0,32	0,40	0,46	0,51	0,54	0,61	0,72	1,00
a₀b₁c₁ R₃	0,10	0,17	0,18	0,23	0,26	0,28	0,41	0,43	0,48	0,50	0,52	0,62	0,72	1,00
Promedio	0,10	0,16	0,17	0,22	0,25	0,27	0,37	0,42	0,47	0,50	0,53	0,62	0,72	1,00
a₀b₁c₂ R₁	0,10	0,15	0,18	0,21	0,26	0,33	0,42	0,43	0,46	0,52	0,54	0,58	0,63	1,10
a₀b₁c₂ R₂	0,10	0,14	0,16	0,20	0,24	0,32	0,44	0,47	0,52	0,54	0,60	0,62	0,64	1,10
a₀b₁c₂ R₃	0,10	0,15	0,18	0,21	0,26	0,33	0,43	0,45	0,47	0,52	0,54	0,58	0,63	1,10
Promedio	0,10	0,15	0,17	0,21	0,25	0,33	0,43	0,45	0,48	0,53	0,56	0,59	0,63	1,10
a₁b₀c₀ R₁	0,10	0,18	0,23	0,27	0,32	0,42	0,78	0,80	0,81	0,83	0,85	0,92	1,00	1,20
a₁b₀c₀ R₂	0,10	0,19	0,23	0,27	0,32	0,42	0,78	0,80	0,81	0,83	0,85	0,92	0,94	1,30
a₁b₀c₀ R₃	0,10	0,18	0,23	0,27	0,32	0,42	0,78	0,80	0,81	0,83	0,85	0,92	0,94	1,40
Promedio	0,10	0,18	0,23	0,27	0,32	0,42	0,78	0,80	0,81	0,83	0,85	0,92	0,96	1,30
a₁b₀c₁ R₁	0,10	0,15	0,18	0,21	0,26	0,32	0,51	0,53	0,61	0,66	0,78	0,81	0,97	1,10
a₁b₀c₁ R₂	0,10	0,18	0,23	0,24	0,28	0,34	0,54	0,56	0,58	0,62	0,67	0,72	0,82	1,10
a₁b₀c₁ R₃	0,10	0,15	0,18	0,21	0,26	0,32	0,51	0,53	0,61	0,66	0,78	0,81	0,97	1,10
Promedio	0,10	0,16	0,20	0,22	0,27	0,33	0,52	0,54	0,60	0,65	0,74	0,78	0,92	1,10
a₁b₀c₂ R₁	0,10	0,12	0,14	0,18	0,21	0,34	0,52	0,62	0,67	0,72	0,78	0,82	0,98	1,20
a₁b₀c₂ R₂	0,10	0,14	0,14	0,18	0,21	0,34	0,52	0,62	0,67	0,72	0,78	0,82	0,98	1,20
a₁b₀c₂ R₃	0,10	0,12	0,14	0,18	0,21	0,34	0,52	0,62	0,67	0,72	0,78	0,82	0,98	1,20
Promedio	0,10	0,13	0,14	0,18	0,21	0,34	0,52	0,62	0,67	0,72	0,78	0,82	0,98	1,20

a₁b₁c₀ R₁	0,10	0,19	0,21	0,32	0,41	0,52	0,62	0,67	0,73	0,78	0,84	0,88	0,93	1,40
a₁b₁c₀ R₂	0,10	0,21	0,24	0,30	0,34	0,38	0,64	0,67	0,75	0,81	0,85	0,90	0,94	1,50
a₁b₁c₀ R₃	0,10	0,19	0,21	0,32	0,41	0,52	0,62	0,67	0,73	0,78	0,84	0,88	0,93	1,50
Promedio	0,10	0,20	0,22	0,31	0,39	0,47	0,63	0,67	0,74	0,79	0,84	0,89	0,93	1,47
a₁b₁c₁ R₁	0,10	0,16	0,18	0,21	0,31	0,37	0,48	0,53	0,54	0,61	0,68	0,73	0,84	1,00
a₁b₁c₁ R₂	0,10	0,16	0,18	0,19	0,28	0,41	0,50	0,53	0,55	0,58	0,62	0,73	0,80	1,00
a₁b₁c₁ R₃	0,10	0,17	0,18	0,21	0,31	0,37	0,48	0,53	0,54	0,61	0,68	0,73	0,84	1,00
Promedio	0,10	0,16	0,18	0,20	0,30	0,38	0,49	0,53	0,54	0,60	0,66	0,73	0,83	1,00
a₁b₁c₂ R₁	0,10	0,19	0,26	0,32	0,43	0,52	0,68	0,72	0,74	0,83	0,87	0,93	0,97	1,21
a₁b₁c₂ R₂	0,10	0,18	0,24	0,32	0,45	0,52	0,68	0,72	0,74	0,83	0,87	0,93	0,97	1,20
a₁b₁c₂ R₃	0,10	0,16	0,24	0,32	0,45	0,52	0,68	0,72	0,74	0,83	0,87	0,93	0,97	1,20
Promedio	0,10	0,18	0,25	0,32	0,44	0,52	0,68	0,72	0,74	0,83	0,87	0,93	0,97	1,20
Control R₁	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Control R₂	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Control R₃	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Promedio	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Elaborado por: Janina Proaño, 2012

FACTORES

A=Camote, concentración agua
 B=Edulcorante, tipo de edulcorante
 C=Especie de microorganismos

NIVELES

a₀: 1:5 a₁: 1:10
 b₀: Fructosa b₁: Stevia
 c₀: *Lb. plantarum* c₁: *Lb. casei* c₂: *Lb. plantarum* - *Lb. casei*

TABLA A5. CAMBIOS DE ACIDEZ TITULABLE (% Ácido Láctico) DE LOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN

Tratamientos	HORAS													
	0	2	4	6	8	10	22	24	26	28	30	32	34	48
a₀b₀c₀ R₁	0,09	0,19	0,31	0,36	0,38	0,40	0,63	0,65	0,67	0,72	0,75	0,77	0,81	1,17
a₀b₀c₀ R₂	0,09	0,19	0,32	0,40	0,41	0,46	0,63	0,65	0,69	0,76	0,78	0,83	0,99	1,17
a₀b₀c₀ R₃	0,09	0,20	0,32	0,37	0,41	0,47	0,69	0,74	0,76	0,80	0,83	0,85	0,87	1,17
Promedio	0,09	0,19	0,32	0,38	0,40	0,44	0,65	0,68	0,71	0,76	0,79	0,81	0,89	1,17
a₀b₀c₁ R₁	0,09	0,13	0,14	0,16	0,19	0,20	0,61	0,66	0,68	0,73	0,77	0,82	0,86	0,90
a₀b₀c₁ R₂	0,09	0,13	0,15	0,16	0,17	0,20	0,43	0,48	0,55	0,61	0,66	0,74	0,77	0,90
a₀b₀c₁ R₃	0,09	0,13	0,15	0,22	0,23	0,25	0,42	0,50	0,59	0,64	0,67	0,68	0,75	0,81
Promedio	0,09	0,13	0,15	0,18	0,20	0,22	0,49	0,54	0,61	0,66	0,70	0,75	0,79	0,87
a₀b₀c₂ R₁	0,09	0,14	0,15	0,19	0,21	0,23	0,64	0,67	0,68	0,72	0,75	0,78	0,84	1,08
a₀b₀c₂ R₂	0,09	0,11	0,16	0,20	0,22	0,23	0,61	0,67	0,70	0,72	0,77	0,83	0,86	1,08
a₀b₀c₂ R₃	0,09	0,14	0,16	0,21	0,23	0,25	0,62	0,66	0,69	0,74	0,77	0,78	0,86	1,08
Promedio	0,09	0,13	0,16	0,20	0,22	0,24	0,62	0,66	0,69	0,73	0,76	0,80	0,85	1,08
a₀b₁c₀ R₁	0,09	0,16	0,20	0,22	0,23	0,29	0,47	0,49	0,56	0,67	0,77	0,83	0,87	1,26
a₀b₁c₀ R₂	0,09	0,18	0,29	0,34	0,38	0,41	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,83	0,85	1,26
a₀b₁c₀ R₃	0,09	0,19	0,22	0,29	0,33	0,39	0,77	0,78	0,80	0,83	0,84	0,85	0,86	1,17
Promedio	0,09	0,18	0,23	0,28	0,32	0,36	0,67	0,68	0,71	0,76	0,80	0,83	0,86	1,23
a₀b₁c₁ R₁	0,09	0,14	0,15	0,19	0,23	0,24	0,34	0,39	0,43	0,45	0,47	0,56	0,65	0,90
a₀b₁c₁ R₂	0,09	0,13	0,15	0,20	0,23	0,24	0,29	0,36	0,41	0,46	0,49	0,55	0,65	0,90
a₀b₁c₁ R₃	0,09	0,15	0,16	0,21	0,23	0,25	0,37	0,39	0,43	0,45	0,47	0,56	0,65	0,90
Promedio	0,09	0,14	0,16	0,20	0,23	0,25	0,33	0,38	0,43	0,45	0,47	0,56	0,65	0,90

a₀b₁c₂ R₁	0,09	0,14	0,16	0,19	0,23	0,30	0,38	0,39	0,41	0,47	0,49	0,52	0,57	0,99
a₀b₁c₂ R₂	0,09	0,13	0,14	0,18	0,22	0,29	0,40	0,42	0,47	0,49	0,54	0,56	0,58	0,99
a₀b₁c₂ R₃	0,09	0,14	0,16	0,19	0,23	0,30	0,39	0,41	0,42	0,47	0,49	0,52	0,57	0,99
Promedio	0,09	0,13	0,16	0,19	0,23	0,29	0,39	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53	0,57	0,99
a₁b₀c₀ R₁	0,09	0,16	0,21	0,24	0,29	0,38	0,70	0,72	0,73	0,75	0,77	0,83	0,90	1,08
a₁b₀c₀ R₂	0,09	0,17	0,21	0,24	0,29	0,38	0,70	0,72	0,73	0,75	0,77	0,83	0,85	1,17
a₁b₀c₀ R₃	0,09	0,16	0,21	0,24	0,29	0,38	0,70	0,72	0,73	0,75	0,77	0,83	0,85	1,26
Promedio	0,09	0,17	0,21	0,24	0,29	0,38	0,70	0,72	0,73	0,75	0,77	0,83	0,86	1,17
a₁b₀c₁ R₁	0,09	0,14	0,16	0,19	0,23	0,29	0,46	0,48	0,55	0,59	0,70	0,73	0,87	0,99
a₁b₀c₁ R₂	0,09	0,16	0,21	0,22	0,25	0,31	0,49	0,50	0,52	0,56	0,60	0,65	0,74	0,99
a₁b₀c₁ R₃	0,09	0,14	0,16	0,19	0,23	0,29	0,46	0,48	0,55	0,59	0,70	0,73	0,87	0,99
Promedio	0,09	0,14	0,18	0,20	0,24	0,29	0,47	0,49	0,54	0,58	0,67	0,70	0,83	0,99
a₁b₀c₂ R₁	0,09	0,11	0,13	0,16	0,19	0,31	0,47	0,56	0,60	0,65	0,70	0,74	0,88	1,08
a₁b₀c₂ R₂	0,09	0,13	0,13	0,16	0,19	0,31	0,47	0,56	0,60	0,65	0,70	0,74	0,88	1,08
a₁b₀c₂ R₃	0,09	0,11	0,13	0,16	0,19	0,31	0,47	0,56	0,60	0,65	0,70	0,74	0,88	1,08
Promedio	0,09	0,11	0,13	0,16	0,19	0,31	0,47	0,56	0,60	0,65	0,70	0,74	0,88	1,08
a₁b₁c₀ R₁	0,09	0,17	0,19	0,29	0,37	0,47	0,56	0,60	0,66	0,70	0,76	0,79	0,84	1,26
a₁b₁c₀ R₂	0,09	0,19	0,22	0,27	0,31	0,34	0,58	0,60	0,68	0,73	0,77	0,81	0,85	1,35
a₁b₁c₀ R₃	0,09	0,17	0,19	0,29	0,37	0,47	0,56	0,60	0,66	0,70	0,76	0,79	0,84	1,35
Promedio	0,09	0,18	0,20	0,28	0,35	0,43	0,56	0,60	0,66	0,71	0,76	0,80	0,84	1,32

a₁b₁c₁ R₁	0,09	0,14	0,16	0,19	0,28	0,33	0,43	0,48	0,49	0,55	0,61	0,66	0,76	0,90
a₁b₁c₁ R₂	0,09	0,14	0,16	0,17	0,25	0,37	0,45	0,48	0,50	0,52	0,56	0,66	0,72	0,90
a₁b₁c₁ R₃	0,09	0,15	0,16	0,19	0,28	0,33	0,43	0,48	0,49	0,55	0,61	0,66	0,76	0,90
Promedio	0,09	0,15	0,16	0,18	0,27	0,35	0,44	0,48	0,49	0,54	0,59	0,66	0,74	0,90
a₁b₁c₂ R₁	0,09	0,17	0,23	0,29	0,39	0,47	0,61	0,65	0,67	0,75	0,78	0,84	0,87	1,09
a₁b₁c₂ R₂	0,09	0,16	0,22	0,29	0,41	0,47	0,61	0,65	0,67	0,75	0,78	0,84	0,87	1,08
a₁b₁c₂ R₃	0,09	0,14	0,22	0,29	0,41	0,47	0,61	0,65	0,67	0,75	0,78	0,84	0,87	1,08
Promedio	0,09	0,16	0,22	0,29	0,40	0,47	0,61	0,65	0,67	0,75	0,78	0,84	0,87	1,08
Control R₁	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Control R₂	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Control R₃	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Promedio	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09

Elaborado por: Janina Proaño, 2012

FACTORES

A=Camote, concentración agua

B=Edulcorante, tipo de edulcorante

C=Especie de microorganismos

NIVELES

a₀: 1:5

a₁: 1:10

b₀: Fructosa

b₁: Stevia

c₀: *Lb. plantarum* c₁: *Lb. casei* c₂: *Lb. plantarum* - *Lb. casei*

TABLA A6. CAMBIOS DE °Brix DE LOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN

°Brix	0	2	4	6	8	10	22	24	26	28	30	32	34	48
a₀b₀c₀ R₁	6,00	6,00	5,80	5,80	5,60	5,40	4,80	4,60	4,40	4,00	3,80	3,60	3,40	2,80
a₀b₀c₀ R₂	6,20	6,00	6,00	5,80	5,60	5,40	5,20	5,00	4,80	4,60	4,40	4,20	4,00	3,20
a₀b₀c₀ R₃	5,80	5,60	5,40	5,20	5,00	4,80	4,60	4,40	4,20	4,00	3,80	3,60	3,40	3,20
Promedio	6,00	5,87	5,73	5,60	5,40	5,20	4,87	4,67	4,47	4,20	4,00	3,80	3,60	3,07
a₀b₀c₁ R₁	5,40	5,40	5,20	5,00	4,80	4,60	4,40	4,20	4,00	3,80	3,60	3,40	3,20	3,00
a₀b₀c₁ R₂	5,60	5,60	5,40	5,40	5,20	5,00	4,80	4,60	4,40	4,20	4,00	3,80	3,60	3,40
a₀b₀c₁ R₃	5,60	5,60	5,40	5,20	5,00	4,80	4,60	4,40	4,20	4,00	3,80	3,60	3,40	3,20
Promedio	5,53	5,53	5,33	5,20	5,00	4,80	4,60	4,40	4,20	4,00	3,80	3,60	3,40	3,20
a₀b₀c₂ R₁	6,00	6,00	5,80	5,60	5,40	5,20	5,00	4,80	4,60	4,40	4,20	4,00	3,80	3,80
a₀b₀c₂ R₂	5,80	5,80	5,60	5,40	5,20	5,00	4,80	4,60	4,40	4,20	4,00	3,80	3,60	3,40
a₀b₀c₂ R₃	5,80	5,80	5,60	5,40	5,20	5,00	4,80	4,60	4,40	4,20	4,00	3,80	3,60	3,40
Promedio	5,87	5,87	5,67	5,47	5,27	5,07	4,87	4,67	4,47	4,27	4,07	3,87	3,67	3,53
a₀b₁c₀ R₁	6,20	6,00	5,80	5,60	5,40	5,20	5,00	4,80	4,60	4,40	4,20	4,00	3,80	3,00
a₀b₁c₀ R₂	6,00	5,80	5,60	5,40	5,20	5,00	4,80	4,60	4,40	4,20	4,00	3,80	3,60	2,80
a₀b₁c₀ R₃	6,20	6,00	5,80	5,60	5,40	5,20	5,00	4,80	4,60	4,40	4,20	4,00	3,80	2,80
Promedio	6,13	5,93	5,73	5,53	5,33	5,13	4,93	4,73	4,53	4,33	4,13	3,93	3,73	2,87

a_ob₁c₁ R₁	6,20	6,20	6,00	5,80	5,60	5,40	5,20	5,00	4,80	4,60	4,40	4,20	4,00	3,80
a_ob₁c₁ R₂	6,20	6,20	6,00	5,80	5,60	5,40	5,20	5,00	4,80	4,60	4,40	4,20	4,00	3,60
a_ob₁c₁ R₃	6,40	6,20	6,00	5,80	5,60	5,40	5,20	5,00	4,80	4,60	4,40	4,20	3,80	3,40
Promedio	6,27	6,20	6,00	5,80	5,60	5,40	5,20	5,00	4,80	4,60	4,40	4,20	3,93	3,60
a_ob₁c₂ R₁	5,40	5,20	5,00	4,80	4,60	4,40	4,20	4,00	3,80	3,60	3,40	3,20	3,00	2,80
a_ob₁c₂ R₂	5,40	5,20	5,00	4,80	4,60	4,40	4,20	4,00	3,80	3,60	3,40	3,20	3,00	2,60
a_ob₁c₂ R₃	5,40	5,20	5,00	4,80	4,60	4,40	4,20	4,00	3,80	3,60	3,40	3,20	3,00	2,40
Promedio	5,40	5,20	5,00	4,80	4,60	4,40	4,20	4,00	3,80	3,60	3,40	3,20	3,00	2,60
a₁b_oc_o R₁	4,00	3,80	3,60	3,40	3,20	3,00	2,80	2,60	2,40	2,20	2,00	1,80	1,60	1,40
a₁b_oc_o R₂	4,00	3,60	3,40	3,20	3,00	2,80	2,60	2,40	2,20	2,00	1,80	1,60	1,40	1,20
a₁b_oc_o R₃	4,40	4,20	4,00	3,80	3,60	3,40	3,20	3,00	2,80	2,60	2,40	2,20	2,00	1,80
Promedio	4,13	3,87	3,67	3,47	3,27	3,07	2,87	2,67	2,47	2,27	2,07	1,87	1,67	1,47
a₁b_oc₁ R₁	4,00	3,80	3,60	3,40	3,20	3,00	2,80	2,60	2,40	2,20	2,00	1,80	1,60	1,40
a₁b_oc₁ R₂	4,00	3,80	3,60	3,40	3,20	3,00	2,80	2,60	2,40	2,20	2,00	1,80	1,60	1,40
a₁b_oc₁ R₃	4,20	4,00	3,80	3,60	3,40	3,20	3,00	2,80	2,60	2,40	2,20	2,00	1,80	1,60
Promedio	4,07	3,87	3,67	3,47	3,27	3,07	2,87	2,67	2,47	2,27	2,07	1,87	1,67	1,47
a₁b_oc₂ R₁	3,40	3,40	3,20	3,00	3,00	2,80	2,60	2,40	2,20	2,00	1,80	1,60	1,40	1,20
a₁b_oc₂ R₂	3,40	3,40	3,20	3,00	3,00	2,80	2,60	2,40	2,20	2,00	1,80	1,60	1,40	1,20
a₁b_oc₂ R₃	3,40	3,40	3,20	3,00	3,00	2,80	2,60	2,40	2,20	2,00	1,80	1,60	1,40	1,20
Promedio	3,40	3,40	3,20	3,00	3,00	2,80	2,60	2,40	2,20	2,00	1,80	1,60	1,40	1,20

a₁b₁c₀ R₁	4,20	4,00	3,80	3,60	3,40	3,20	3,00	2,80	2,60	2,40	2,20	2,00	1,80	1,00
a₁b₁c₀ R₂	4,40	4,20	4,00	3,80	3,60	3,40	3,20	3,00	2,80	2,60	2,40	2,20	2,00	1,00
a₁b₁c₀ R₃	4,20	4,00	3,80	3,60	3,40	3,20	3,00	2,80	2,60	2,40	2,20	2,00	1,80	0,80
Promedio	4,27	4,07	3,87	3,67	3,47	3,27	3,07	2,87	2,67	2,47	2,27	2,07	1,87	0,93
a₁b₁c₁ R₁	3,60	3,40	3,40	3,20	3,00	2,80	2,60	2,40	2,20	2,00	1,80	1,60	1,40	1,20
a₁b₁c₁ R₂	3,60	3,40	3,40	3,20	3,00	2,80	2,60	2,40	2,20	2,00	1,80	1,60	1,40	1,20
a₁b₁c₁ R₃	3,60	3,40	3,40	3,20	3,00	2,80	2,60	2,40	2,20	2,00	1,80	1,60	1,40	1,20
Promedio	3,60	3,40	3,40	3,20	3,00	2,80	2,60	2,40	2,20	2,00	1,80	1,60	1,40	1,20
a₁b₁c₂ R₁	3,80	3,80	3,60	3,40	3,20	3,00	2,80	2,60	2,40	2,20	2,00	1,80	1,60	1,40
a₁b₁c₂ R₂	4,00	4,00	3,80	3,60	3,40	3,20	3,00	2,80	2,60	2,40	2,20	2,00	1,80	1,60
a₁b₁c₂ R₃	4,00	4,00	3,80	3,60	3,40	3,20	3,00	2,80	2,60	2,40	2,20	2,00	1,80	1,60
Promedio	3,93	3,93	3,73	3,53	3,33	3,13	2,93	2,73	2,53	2,33	2,13	1,93	1,73	1,53
Control R₁	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Control R₂	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Control R₃	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Promedio	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00

Elaborado por: Janina Proaño, 2012

FACTORES

A=Camote, concentración agua
 B=Edulcorante, tipo de edulcorante
 C=Especie de microorganismos
casei

NIVELES

a₀: 1:5 a₁: 1:10
 b₀: Fructosa b₁: Stevia
 c₀: *Lb. plantarum* c₁: *Lb. casei* c₂: *Lb. plantarum* - *Lb.*

TABLA A7. VISCOSIDAD (mPa.s) SÓLIDOS TOTALES (%) Y HUMEDAD (%) DE JUGOS ANTES DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN SIN ENZIMAS

Tratamientos	Viscosidad 5°C (mPa.s)	Viscosidad 10°C (mPa.s)	Viscosidad 20°C (mPa.s)	Viscosidad 30°C (mPa.s)	SÓLIDOS TOTALES (%)	HUMEDAD (%)
1	4,27E-03	3,14E-03	2,75E-03	2,39E-03	4,08	95,92
1	4,27E-03	3,14E-03	2,75E-03	2,39E-03	4,49	95,51
1	4,27E-03	3,14E-03	2,75E-03	2,39E-03	4,49	95,51
Promedio	4,27E-03	3,14E-03	2,75E-03	2,39E-03	4,36	95,64
2	1,46E-03	1,07E-03	7,63E-04	7,24E-04	2,35	97,65
2	1,46E-03	1,07E-03	7,63E-04	7,24E-04	2,58	97,42
2	1,46E-03	1,07E-03	7,63E-04	7,24E-04	2,03	97,97
Promedio	1,46E-03	1,07E-03	7,63E-04	7,24E-04	2,32	97,68

Elaborado por: Janina Proaño, 2012

TRATAMIENTOS

1: Camote con agua 500 ml (a₀: 1:5)

2: Camote con agua 1000 ml (a₁: 1:10)

CS: Sólidos Totales de camote sin adición de agua.

TABLA A8. CAMBIOS DE VISCOSIDAD (mPa.s) DE LOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES DESPUÉS DE 48 HORAS DE FERMENTACIÓN

Tratamientos	Densidad 5°C (kg/m ³)	Viscosidad 5°C (mPa.s)	Densidad 10°C (kg/m ³)	Viscosidad 10°C (mPa.s)	Densidad 20°C (kg/m ³)	Viscosidad 20°C (mPa.s)	Densidad 30°C (kg/m ³)	Viscosidad 30°C (mPa.s)
aob₀c₀ R1	1020,04	2,340E-03	1018,75	1,756E-03	1016,01	1,253E-03	1014,11	9,848E-04
aob₀c₀ R2	1020,57	2,341E-03	1018,87	1,757E-03	1016,07	1,253E-03	1014,99	9,857E-04
aob₀c₀ R3	1018,00	2,335E-03	1018,87	1,757E-03	1016,07	1,253E-03	1014,99	9,857E-04
Promedio	1019,53	2,339E-03	1018,83	1,757E-03	1016,05	1,253E-03	1014,70	9,854E-04
aob₀c₁ R1	1018,33	1,710E-03	1015,62	1,494E-03	1013,32	1,149E-03	1013,44	8,932E-04
aob₀c₁ R2	1018,37	1,711E-03	1015,67	1,494E-03	1015,38	1,151E-03	1013,18	8,930E-04
aob₀c₁ R3	1018,00	1,710E-03	1015,67	1,494E-03	1013,32	1,149E-03	1013,18	8,930E-04
Promedio	1018,23	1,710E-03	1015,65	1,494E-03	1014,01	1,149E-03	1013,27	8,931E-04
aob₀c₂ R1	1020,35	2,074E-03	1018,95	1,738E-03	1016,72	1,293E-03	1013,21	1,011E-03
aob₀c₂ R2	1020,17	2,074E-03	1018,19	1,737E-03	1016,12	1,292E-03	1014,80	1,013E-03
aob₀c₂ R3	1020,17	2,074E-03	1018,19	1,737E-03	1016,12	1,292E-03	1013,21	1,011E-03
Promedio	1020,23	2,074E-03	1018,44	1,737E-03	1016,32	1,292E-03	1013,74	1,012E-03
aob₁c₀ R1	1017,45	1,960E-03	1017,95	1,624E-03	1014,06	1,223E-03	1014,49	9,867E-04
aob₁c₀ R2	1017,54	1,960E-03	1016,66	1,622E-03	1015,94	1,226E-03	1013,62	9,859E-04
aob₁c₀ R3	1017,00	1,959E-03	1016,66	1,622E-03	1014,06	1,223E-03	1013,62	9,859E-04
Promedio	1017,33	1,959E-03	1017,09	1,623E-03	1014,69	1,224E-03	1013,91	9,862E-04

a_ob₁c₁ R₁	1012,88	1,973E-03	1009,57	1,597E-03	1006,65	1,275E-03	1002,17	9,589E-04
a_ob₁c₁ R₂	1012,08	1,971E-03	1009,70	1,597E-03	1005,56	1,274E-03	1002,67	9,594E-04
a_ob₁c₁ R₃	1012,08	1,971E-03	1009,00	1,596E-03	1006,00	1,274E-03	1002,00	9,588E-04
Promedio	1012,35	1,972E-03	1009,42	1,597E-03	1006,07	1,274E-03	1002,28	9,590E-04
a_ob₁c₂ R₁	1011,06	1,755E-03	990,21	1,459E-03	970,43	1,031E-03	926,93	8,090E-04
a_ob₁c₂ R₂	1011,00	1,755E-03	990,21	1,459E-03	970,43	1,031E-03	926,93	8,090E-04
a_ob₁c₂ R₃	1011,00	1,755E-03	990,00	1,459E-03	970,43	1,031E-03	926,93	8,090E-04
Promedio	1011,02	1,755E-03	990,14	1,459E-03	970,43	1,031E-03	926,93	8,090E-04
a₁b_oc_o R₁	1011,93	1,888E-03	1010,75	1,529E-03	1009,79	1,218E-03	1008,78	9,217E-04
a₁b_oc_o R₂	1011,24	1,887E-03	1010,77	1,529E-03	1009,25	1,217E-03	1008,40	9,214E-04
a₁b_oc_o R₃	1011,24	1,887E-03	1010,77	1,529E-03	1009,25	1,217E-03	1008,40	9,214E-04
Promedio	1011,47	1,887E-03	1010,76	1,529E-03	1009,43	1,218E-03	1008,53	9,215E-04
a₁b_oc₁ R₁	1010,02	1,669E-03	1009,65	1,369E-03	1008,04	1,125E-03	1007,98	8,881E-04
a₁b_oc₁ R₂	1010,72	1,671E-03	1010,00	1,369E-03	1008,50	1,125E-03	1007,61	8,878E-04
a₁b_oc₁ R₃	1010,72	1,671E-03	1009,65	1,369E-03	1008,04	1,125E-03	1007,61	8,878E-04
Promedio	1010,49	1,670E-03	1009,76	1,369E-03	1008,19	1,125E-03	1007,74	8,879E-04
a₁b_oc₂ R₁	1080,02	1,80E-03	1060,92	1,46E-03	1053,24	1,11E-03	1039,88	1,10E-03
a₁b_oc₂ R₂	1080,79	1,81E-03	1060,85	1,46E-03	1050,83	1,11E-03	1041,04	1,10E-03
a₁b_oc₂ R₃	1080,79	1,81E-03	1007,84	1,11E-03	1050,00	1,11E-03	1041,04	1,10E-03
Promedio	1080,53	1,80E-03	1043,20	1,34E-03	1051,36	1,11E-03	1040,65	1,10E-03

a1b1c0 R1	1010,45	1,29E-03	1007,03	1,11E-03	1005,01	1,00E-03	1002,63	7,98E-04
a1b1c0 R2	1010,37	1,29E-03	1007,84	1,11E-03	1005,95	1,00E-03	1002,99	7,98E-04
a1b1c0 R3	1010,37	1,29E-03	1010,37	1,40E-03	1005,95	1,00E-03	1002,99	7,98E-04
Promedio	1010,40	1,29E-03	1008,41	1,21E-03	1005,64	1,00E-03	1002,87	7,98E-04
a1b1c1 R1	1008,07	1,86E-03	1005,94	1,44E-03	1041,39	1,15E-03	1039,33	9,16E-04
a1b1c1 R2	1008,64	1,86E-03	1005,46	1,44E-03	1042,04	1,15E-03	1042,64	9,19E-04
a1b1c1 R3	1008,64	1,86E-03	1005,46	1,44E-03	1041,39	1,15E-03	1039,33	9,16E-04
Promedio	1008,45	1,86E-03	1005,62	1,44E-03	1041,61	1,15E-03	1040,43	9,17E-04
a1b1c2 R1	1011,90	1,71E-03	1050,97	1,44E-03	1012,21	1,11E-03	1011,27	9,05E-04
a1b1c2 R2	1011,90	1,71E-03	1050,97	1,44E-03	1012,00	1,11E-03	1011,00	9,05E-04
a1b1c2 R3	1011,90	1,71E-03	1050,00	1,43E-03	1012,00	1,11E-03	1011,00	9,05E-04
Promedio	1011,90	1,71E-03	1050,64	1,44E-03	1012,07	1,11E-03	1011,09	9,05E-04

Elaborado por: Janina Proaño, 2012

FACTORES

A=Camote, concentración agua
 B=Edulcorante, tipo de edulcorante
 C=Especie de microorganismos
casei

NIVELES

a0: 1:5 a1: 1:10
 b0: Fructosa b1: Stevia
 c0: *Lb. plantarum* c1: *Lb. casei* c2: *Lb. plantarum* - *Lb.*

TABLA A9. SÓLIDOS TOTALES Y PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LOS TRATAMIENTOS, A LAS 48 HORAS DE FERMENTACIÓN

Tratamientos	SÓLIDOS TOTALES (%)	HUMEDAD (%)
a₀b₀c₀ R₁	3,78	96,22
a₀b₀c₀ R₂	3,80	96,20
a₀b₀c₀ R₃	3,73	96,27
Promedio	3,77	96,23
a₀b₀c₁ R₁	2,71	97,29
a₀b₀c₁ R₂	2,70	97,30
a₀b₀c₁ R₃	2,75	97,25
Promedio	2,72	97,28
a₀b₀c₂ R₁	2,81	97,19
a₀b₀c₂ R₂	2,46	97,54
a₀b₀c₂ R₃	2,51	97,49
Promedio	2,60	97,40
a₀b₁c₀ R₁	2,66	97,34
a₀b₁c₀ R₂	2,72	97,28
a₀b₁c₀ R₃	2,75	97,25
Promedio	2,71	97,29
a₀b₁c₁ R₁	2,47	97,53
a₀b₁c₁ R₂	2,47	97,53
a₀b₁c₁ R₃	2,44	97,56
Promedio	2,46	97,54
a₀b₁c₂ R₁	2,92	97,08
a₀b₁c₂ R₂	2,98	97,02
a₀b₁c₂ R₃	2,80	97,20
Promedio	2,90	97,10
a₁b₀c₀ R₁	4,77	95,23
a₁b₀c₀ R₂	4,72	95,28
a₁b₀c₀ R₃	4,71	95,29
Promedio	4,73	95,27

a₁b₀c₁ R₁	4,44	95,56
a₁b₀c₁ R₂	4,51	95,49
a₁b₀c₁ R₃	4,44	95,56
Promedio	4,46	95,54
a₁b₀c₂ R₁	4,44	95,56
a₁b₀c₂ R₂	4,64	95,36
a₁b₀c₂ R₃	4,54	95,46
Promedio	4,54	95,46
a₁b₁c₀ R₁	4,54	95,46
a₁b₁c₀ R₂	4,42	95,58
a₁b₁c₀ R₃	4,44	95,56
Promedio	4,46	95,54
a₁b₁c₁ R₁	3,42	96,58
a₁b₁c₁ R₂	3,55	96,45
a₁b₁c₁ R₃	3,57	96,43
Promedio	3,51	96,49
a₁b₁c₂ R₁	2,56	97,44
a₁b₁c₂ R₂	2,85	97,15
a₁b₁c₂ R₃	2,52	97,48
Promedio	2,64	97,36

Elaborado por: Janina Proaño, 2012

FACTORES

A=Camote, concentración agua
 B=Edulcorante, tipo de edulcorante
 C=Especie de microorganismos

NIVELES

a₀: 1:5 a₁: 1:10
 b₀: Fructosa b₁: Stevia
 c₀: *Lb. plantarum* c₁: *Lb. casei* c₂: *Lb. plantarum - Lb. casei*

EVALUACIÓN SENSORIAL

TABLA A10. RESPUESTA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL TRATAMIENTO a₀b₀c₀ (Concentración 1- Fructosa- *Lactobacillus plantarum*)

Catadores	Color		Olor		Sabor		Acidez		Aceptabilidad	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
5	4	3	2	2	3	4	3	3	4	3
7	4	4	5	5	4	3	3	3	2	4
12	4	4	4	4	3	3	3	2	3	3
15	3	3	3	3	2	1	4	3	3	4
16	4	5	4	4	4	4	3	4	4	2
19	4	4	2	2	3	3	3	4	3	5

TABLA A11. RESPUESTA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL TRATAMIENTO a₀b₀c₁ (Concentración 1- Fructosa- *Lactobacillus casei*)

Catadores	Color		Olor		Sabor		Acidez		Aceptabilidad	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
6	3	3	2	3	4	2	3	3	3	2
8	4	4	3	3	3	4	3	2	3	4
13	4	4	2	2	1	3	4	4	2	4
16	4	4	3	3	2	3	3	3	2	5
17	4	4	2	1	2	2	3	2	4	4
20	3	3	3	3	4	3	2	3	3	2

TABLA A12. RESPUESTA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL TRATAMIENTO a₀b₀c₂ (Concentración 1- Fructosa- *Lactobacillus plantarum* - *Lactobacillus casei*)

Catadores	Color		Olor		Sabor		Acidez		Aceptabilidad	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
1	3	3	3	3	4	2	3	2	3	5
7	3	3	5	5	3	4	4	4	4	3
9	2	1	2	3	2	3	3	4	4	2
17	2	3	4	3	3	3	3	3	3	2
18	3	3	4	4	3	4	5	5	3	3
21	2	3	3	3	3	3	3	4	4	3

TABLA A13. RESPUESTA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL TRATAMIENTO a₀b₁c₀ (Concentración 1- Stevia - *Lactobacillus plantarum*)

Catadores	Color		Olor		Sabor		Acidez		Aceptabilidad	
	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂
2	3	3	2	2	2	2	3	3	2	4
8	3	3	3	2	1	1	4	3	3	4
10	3	3	2	3	1	3	2	2	2	3
18	3	3	2	2	2	2	3	3	3	4
19	3	3	1	1	1	1	2	2	2	3
22	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3

TABLA A14. RESPUESTA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL TRATAMIENTO a₀b₁c₁ (Concentración 1- Stevia- *Lactobacillus casei*)

Catadores	Color		Olor		Sabor		Acidez		Aceptabilidad	
	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂
3	3	3	2	2	3	3	4	4	4	2
9	1	1	2	3	4	4	2	2	4	3
11	3	3	2	2	3	3	3	3	3	2
19	1	1	2	2	2	4	2	2	2	3
20	2	2	3	2	4	4	4	3	4	3
23	2	2	3	2	4	4	2	3	3	1

TABLA A15. RESPUESTA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL TRATAMIENTO a₀b₁c₂ (Concentración 1- Stevia- *Lactobacillus plantarum* - *Lactobacillus casei*)

Catadores	Color		Olor		Sabor		Acidez		Aceptabilidad	
	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂
4	3	3	3	3	2	4	3	3	4	1
10	3	3	2	3	4	3	4	4	4	3
12	2	2	4	4	4	3	3	3	5	5
20	2	2	2	3	2	4	2	3	4	4
21	1	1	2	2	3	3	3	3	5	5
24	1	1	2	2	2	4	3	2	5	3

TABLA A16. RESPUESTA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL TRATAMIENTO a₁b₀c₀ (Concentración 2- Fructosa- *Lactobacillus plantarum*)

Catadores	Color		Olor		Sabor		Acidez		Aceptabilidad	
	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂
1	3	3	2	2	1	3	3	3	2	4
6	3	3	1	2	3	3	3	3	3	5
12	2	2	2	1	1	3	2	2	3	5
22	1	1	2	1	3	3	2	2	4	2
23	2	2	1	1	3	4	2	2	3	5
26	1	1	1	1	3	3	4	4	2	4

TABLA A17. RESPUESTA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL TRATAMIENTO a₁b₀c₁ (Concentración 2- Fructosa- *Lactobacillus casei*)

Catadores	Color		Olor		Sabor		Acidez		Aceptabilidad	
	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂
2	3	3	2	3	2	3	4	4	3	3
7	3	3	2	2	3	4	3	3	3	5
13	2	2	2	2	1	4	3	3	4	3
14	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4
23	3	3	2	2	2	2	3	4	5	5
24	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3

TABLA A18. RESPUESTA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL TRATAMIENTO a₁b₀c₂ (Concentración 2- Fructosa- *Lactobacillus plantarum*-*Lactobacillus casei*)

Catadores	Color		Olor		Sabor		Acidez		Aceptabilidad	
	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂
1	2	2	3	3	4	4	4	4	4	3
3	3	3	2	2	4	5	3	3	3	2
8	3	3	1	1	3	4	4	4	4	1
15	3	3	2	3	5	3	3	3	2	5
24	3	3	3	2	2	4	3	3	4	3
25	3	3	1	2	3	3	3	3	2	2

TABLA A19. RESPUESTA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL TRATAMIENTO a₁b₁c₀ (Concentración 2- Stevia- *Lactobacillus plantarum*)

Catadores	Color		Olor		Sabor		Acidez		Aceptabilidad	
	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂
2	2	2	2	2	1	3	3	3	3	1
4	2	2	2	2	2	3	3	4	1	3
9	2	2	3	3	2	1	3	3	2	1
16	3	1	1	2	1	3	4	3	2	3
25	1	2	2	2	2	1	3	3	2	2
26	1	2	2	1	1	1	3	3	2	2

TABLA A20. RESPUESTA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL TRATAMIENTO a₁b₁c₁ (Concentración 2- Stevia- *Lactobacillus casei*)

Catadores	Color		Olor		Sabor		Acidez		Aceptabilidad	
	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂
3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
5	3	3	4	4	3	3	2	2	4	4
10	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3
14	2	2	4	4	3	3	3	3	4	2
17	2	2	2	2	3	3	3	3	3	5
26	3	3	3	3	2	2	4	4	4	4

TABLA A21. RESPUESTA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL TRATAMIENTO a₁b₁c₂ (Concentración 2- Stevia- *Lactobacillus plantarum*-*Lactobacillus casei*)

Catadores	Color		Olor		Sabor		Acidez		Aceptabilidad	
	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂
4	2	2	4	4	2	4	3	3	3	1
6	3	3	4	4	3	2	2	2	2	3
11	3	3	3	3	2	3	4	4	2	2
14	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3
15	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2
18	3	3	2	2	4	2	3	3	2	3

TABLA A22. RESPUESTA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL TRATAMIENTO SIN ADICIÓN DE BACTERIAS

Catadores	Color		Olor		Sabor		Acidez		Aceptabilidad	
	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂
5	5	5	2	2	3	4	1	1	5	3
11	5	5	2	2	3	4	1	1	4	4
13	5	5	2	3	3	4	1	2	4	5
21	4	4	3	3	4	5	2	1	4	4
22	4	4	4	3	5	4	1	1	5	3
25	4	4	4	3	5	4	1	2	4	4

**ANÁLISIS
MICROBIOLÓGICO
MEJOR
TRATAMIENTO**

TABLA A23. ANÁLISIS PROXIMAL DEL MEJOR TRATAMIENTO a₁: concentración dos, b₁: stevia y c₀: Lb. plantarum, con control.

Tratamiento	Ensayo	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
a ₁ : concentración dos, b ₁ : stevia y c ₀ : Lb. plantarum	Cenizas	AOAC 923.03	%	0.105
	Proteína	AOAC 991.2.2005.Ed.18	%(Nx6.25)	0.0143
	Sólidos Totales	AOAC 920.151.2005.Ed.18	%	3.27
	Carbohidratos Totales	Cálculo	%	3.15
	Energía	Cálculo	Kcal	13
Control	Cenizas	AOAC 923.03	%	0.0827
	Proteína	AOAC 991.2.2005.Ed.18	%(Nx6.25)	0.0142
	Sólidos Totales	AOAC 920.151.2005.Ed.18	%	2.43
	Carbohidratos Totales	Cálculo	%	2.33
	Energía	Cálculo	Kcal	9

Fuente: Laboratorio de Análisis de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL), 2012

TABLA A24. ANALISIS MICROBIOLÓGICO DEL TRATAMIENTO a₁b₁c₀ Concentración dos – Lb. plantarum y control

PARÁMETRO	Tratamiento	Unidad	Resultado	Limite	Norma de referencia
Aerobios	a ₁ b ₁ c ₀	UFC/ml	<10 x10 ¹	-	-
	Control		12.7 x10 ³		
E.coli y Coliformes Totales	a ₁ b ₁ c ₀	UFC/ml	<10 x10 ¹	100	NTE INEN 2395
	Control		<10 x10 ¹		
Mohos y levaduras	a ₁ b ₁ c ₀	UFC/ml	30	500	NTE INEN 2395
	Control		410		
Enterobacteriace	a ₁ b ₁ c ₀	UFC/ml	<10 x10 ¹	-	-
	Control		<10 x10 ¹		

Fuente: Laboratorio de Análisis de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL), 2012

**TABLA A25. DESARROLLO MICROBIANO DEL TRATAMIENTO a:1, b:1, c:0
Concentración dos – *Lb. plantarum***

	Recuento Microbiológico							Acidez			
	Tiempo (Días)	Tiempo (s)	R ₁	R ₂	R ₃	Prom.	Ln	R ₁	R ₂	R ₃	Prom.
5°C	0	0	10	20	40	23	3,15	1,35	1,35	1,35	1,35
	3	259200	50	52	54	52	3,95	1,44	1,44	1,44	1,44
	5	432000	95	95	80	90	4,50	1,53	1,53	1,53	1,53
	8	691200	162	158	156	159	5,07	1,62	1,62	1,62	1,62
	10	864000	270	250	250	267	5,55	1,71	1,71	1,71	1,71
	13	1123200	423	443	415	427	6,06	1,89	1,8	1,89	1,86
	15	1296000	483	487	478	483	6,18				
20°C	0	0	10	20	40	23	3,15	1,35	1,35	1,35	1,35
	3	259200	98	100	88	95	4,56	1,71	1,71	1,62	1,68
	5	432000	183	182	180	182	5,2	1,89	1,98	2,07	1,98
	8	691200	379	397	387	388	5,96				
30°C	0	0	10	20	40	23	3,15	1,4	1,4	1,4	1,4
	3	259200	200	250	300	250	5,52				

Elaborado por: Janina Proaño, 2012

Fuente: Laboratorio de Biotecnología de los Alimentos, 2012

TABLA A26. DESARROLLO DE COLONIAS: MICROORGANISMO INICIADOR
Lactobacillus plantarum TRATAMIENTO a₁ b₁ c₀

Tiempo (h)	Dilución		
	1/10 5	1/10 6	(UFC/ml) log (UFC/ml)
0	28		2,80E+06 6,45
2	52		5,20E+06 6,72
4	64		6,40E+06 6,81
6	82		8,20E+06 6,91
8	101		1,01E+07 7,00
20	345		3,45E+07 7,54
22		44	4,40E+07 7,64
24		55	5,50E+07 7,74
26		58	5,80E+07 7,76
28		60	6,00E+07 7,78
30		64	6,40E+07 7,81
32		66	6,60E+07 7,82
46		67	6,70E+07 7,83
48		68	6,80E+07 7,83

Elaborado por: Janina Proaño, 2012

Fuente: Laboratorio de Biotecnología de los Alimentos, 2012

TABLA A27. DESARROLLO MICROBIANO POR PESO: MICROORGANISMO INICIADOR *Lactobacillus plantarum* TRATAMIENTO a₁ b₁ c₀

TIEMPO		Sólidos Totales (%)
2	R ₁	1,01
	R ₂	1,28
	R ₃	1,04
Promedio		1,11
4	R ₁	2,10
	R ₂	2,09
	R ₃	1,95
Promedio		2,05
6	R ₁	3,44
	R ₂	3,07
	R ₃	3,92
Promedio		3,48
8	R ₁	4,22
	R ₂	4,37
	R ₃	4,92
Promedio		4,50
10	R ₁	12,83
	R ₂	12,83
	R ₃	12,57
Promedio		12,74
24	R ₁	50,60
	R ₂	49,94
	R ₃	47,98
Promedio		49,51
26	R ₁	61,14
	R ₂	58,09
	R ₃	52,07
Promedio		57,10
28	R ₁	67,43
	R ₂	67,85
	R ₃	66,07
Promedio		67,11
30	R ₁	79,84
	R ₂	73,17

	R ₃	80,25
Promedio		77,75
32	R ₁	87,93
	R ₂	88,13
	R ₃	85,99
Promedio		87,35
34	R ₁	89,85
	R ₂	89,39
	R ₃	89,40
Promedio		89,54
36	R ₁	90,40
	R ₂	89,89
	R ₃	89,96
Promedio		90,08
48	R ₁	85,03
	R ₂	85,23
	R ₃	86,26
Promedio		85,50

Elaborado: Janina Proaño, 2012

Fuente: Laboratorio de Ingeniería de Procesos, 2012

ANEXO B

ANÁLISIS

ESTADÍSTICO

TABLA B1. CAMBIOS DE °BRIX CON LA ADICCIÓN DE ENZIMAS AMILASAS (0,05%) Y ENZIMAS PECTINASAS (0,05%) CONCENTRACIÓN (1)

	<i>Amilasas</i>	<i>Pectinasas</i>
Media	4,99166667	4,51666667
Varianza	0,28595238	0,01492063
Observaciones	8	8
Coefficiente de correlación de Pearson	0,82379403	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	7	
Estadístico t	3,05614808	
P(T<=t) una cola	0,00921152	
Valor crítico de t (una cola)	1,89457861	
P(T<=t) dos colas	0,01842304	
Valor crítico de t (dos colas)	2,36462425	

TABLA B1.1 CAMBIOS DE °BRIX CON LA ADICCIÓN DE ENZIMAS AMILASAS (0,05%) Y ENZIMAS PECTINASAS (0,05%) CONCENTRACIÓN (2)

	<i>Amilasas</i>	<i>Pectinasas</i>
Media	4,04166667	4,03333333
Varianza	0,25388889	0,24
Observaciones	8	8
Coefficiente de correlación de Pearson	0,99927034	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	7	
Estadístico t	1	
P(T<=t) una cola	0,17530833	
Valor crítico de t (una cola)	1,89457861	
P(T<=t) dos colas	0,35061666	
Valor crítico de t (dos colas)	2,36462425	

TABLA B1.2 CAMBIOS DE °BRIX CON LA ADICCIÓN DE ENZIMAS AMILASAS (0,025%) Y ENZIMAS PECTINASAS (0,025%) CONCENTRACIÓN (1)

	<i>Amilasas</i>	<i>Pectinasas</i>
Media	4,75	4,73333333
Varianza	0,11269841	0,07746032
Observaciones	8	8
Coeficiente de correlación de Pearson	0,97855085	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	7	
Estadístico t	0,55167728	
P(T<=t) una cola	0,29916558	
Valor crítico de t (una cola)	1,89457861	
P(T<=t) dos colas	0,59833116	
Valor crítico de t (dos colas)	2,36462425	

TABLA B1.3 CAMBIOS DE °BRIX CON LA ADICCIÓN DE ENZIMAS AMILASAS (0,025%) Y ENZIMAS PECTINASAS (0,025%) CONCENTRACIÓN (2)

	<i>Amilasas</i>	<i>Pectinasas</i>
Media	3,95	3,81666667
Varianza	0,19396825	0,06698413
Observaciones	8	8
Coeficiente de correlación de Pearson	0,89958186	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	7	
Estadístico t	1,59544807	
P(T<=t) una cola	0,07732113	
Valor crítico de t (una cola)	1,89457861	
P(T<=t) dos colas	0,15464226	
Valor crítico de t (dos colas)	2,36462425	

TABLA B1.4 CAMBIOS DE °BRIX CON LA ADICCIÓN DE ENZIMAS AMILASAS (0,05- 0,025%) Y ENZIMAS PECTINASAS (0,05-0,025%)

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	2,44125	3	0,81375	3,46	0,0359
Intra grupos	4,70833	20	0,235417		
Total (Corr.)	7,14958	23			

TABLA B1.4.1 PRUEBAS DE MÚLTIPLE RANGOS PARA MEDIA POR CONCENTRACIÓN Y TIPO DE ENZIMA

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Concentración</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Pectinasas 0,025%	6	4,50	A
Pectinasas 0,05%	6	4,67	A B
Amilasas 0,025%	6	4,80	A B
Amilasas 0,05%	6	5,35	B

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

TABLA B2. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA pH DE LOS TRATAMIENTOS DURANTE LAS 48 HORAS DE FERMENTACIÓN

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	36	0,98	0,96	2,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Replica	0,02	2	0,01	0,83	0,4474
Concentración	0,50	1	0,50	35,38	<0,0001
Edulcorante	0,02	1	0,02	1,71	0,2044
Microorganismos	11,39	2	5,69	405,27	<0,0001
Concentración*Edulcorante	0,20	1	0,20	13,89	0,0012
Concentración*Microorganismos	0,11	2	0,05	3,88	0,0360
Edulcorante*Microorganismo	0,06	2	0,03	2,12	0,1439
Concentración*Edulcorante*Microorganismos	0,12	2	0,06	4,42	0,0243*
Error	0,31	22	0,01		
Total	12,73	35			

TABLA B2.1 ANÁLISIS DE MÚLTIPLE DE RANGOS PARA pH DE LOS TRATAMIENTOS DURANTE LAS 48 HORAS DE FERMENTACIÓN

Concentración	Edulcorante	Microorganismos	Medias	n	E.E.	
2,00	Stevia	Lb. plantarum	3,13	3	0,07	A
2,00	Fructosa	Lb. plantarum	3,25	3	0,07	A B
1,00	Fructosa	Lb. plantarum	3,46	3	0,07	A B
1,00	Stevia	Lb. plantarum	3,57	3	0,07	B
2,00	Stevia	Lb. plantarum-Lb. casei	4,08	3	0,07	C
1,00	Fructosa	Lb. plantarum-Lb. casei	4,22	3	0,07	C
2,00	Fructosa	Lb. plantarum-Lb. casei	4,22	3	0,07	C
2,00	Stevia	Lb. casei	4,64	3	0,07	D
2,00	Fructosa	Lb. casei	4,66	3	0,07	D
1,00	Stevia	Lb. plantarum-Lb. casei	4,69	3	0,07	D
1,00	Fructosa	Lb. casei	4,72	3	0,07	D
1,00	Stevia	Lb. casei	4,74	3	0,07	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

TABLA B3. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ACIDEZ (g ácido láctico/100g) DE LOS TRATAMIENTOS DURANTE LAS 48 HORAS DE FERMENTACIÓN

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez	36	0,95	0,93	3,54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Replica	12E-03	2	6,1E-04	0,43	0,6562
Concentración	0,02	1	0,02	16,17	0,0006
Edulcorante	9,9E-04	1	9,9E-04	0,70	0,4121
Microorganismos	0,57	2	0,28	200,11	<0,0001
Concentración*Edulcorante	9,9E-04	1	9,9E-04	0,70	0,4121
Concentración*Microorganismos	4,1E-04	2	2,0E-04	0,14	0,8665
Edulcorante*Microorganismos	0,04	2	0,02	14,25	0,0001
Concentración*Edulcorante*Microorganismos	0,02	2	0,01	7,88	0,0026*
Error	0,03	22	1,4E-03		
Total	0,69	35			

TABLA B3.1 ANÁLISIS DE MÚLTIPLE DE RANGOS PARA ACIDEZ (g ácido láctico/100g) DE LOS TRATAMIENTOS DURANTE LAS 48 HORAS DE FERMENTACIÓN

Concentración	Edulcorante	Microorganismos	Medias	n	E.E.	
1,00	Fructosa	Lb. casei	0,87	3	0,02	A
1,00	Stevia	Lb. casei	0,90	3	0,02	A B
2,00	Stevia	Lb. casei	0,90	3	0,02	A B
1,00	Stevia	Lb. plantarum Lb. casei	0,99	3	0,02	B C
2,00	Fructosa	Lb. casei	0,99	3	0,02	B C
2,00	Fructosa	Lb. plantarum Lb. casei	1,08	3	0,02	C D
1,00	Fructosa	Lb. plantarum Lb. casei	1,08	3	0,02	C D
2,00	Stevia	Lb. plantarum Lb. casei	1,08	3	0,02	C D
1,00	Fructosa	Lb. plantarum	1,17	3	0,02	D E
2,00	Fructosa	Lb. plantarum	1,17	3	0,02	D E
1,00	Stevia	Lb. plantarum	1,23	3	0,02	E F
2,00	Stevia	Lb. plantarum	1,32	3	0,02	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

TABLA B4. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA °BRIX DE LOS TRATAMIENTOS DURANTE LAS 48 HORAS DE FERMENTACIÓN

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
°Brix		36	0,97	0,96 8,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Replica	2,2E-03	2	1,1E-03	0,03	0,9726
Concentración	29,52	1	29,52	739,90	<0,0001
Edulcorante	0,49	1	0,49	12,28	0,0020
Microorganismos	0,48	2	0,24	6,04	0,0081
Concentración*Edulcorante	0,01	1	0,01	0,25	0,6216
Concentración*Microorganismo	0,34	2	0,17	4,21	0,0284
Edulcorante*Microorganismo	0,41	2	0,20	5,10	0,0152
Concentración*Edulcorante*Microorganismos	1,49	2	0,74	18,63	<0,0001*
Error	0,88	22	0,04		
Total	33,61	35			

TABLA B4.1. ANÁLISIS DE MÚLTIPLE DE RANGOS PARA °BRIX DE LOS TRATAMIENTOS DURANTE LAS 48 HORAS DE FERMENTACIÓN

Concentración	Edulcorante	Microorganismos	Medias	n	E.E.	
2,00	Stevia	Lb. plantarum	0,93	3	0,12	A
2,00	Stevia	Lb. casei	1,20	3	0,12	A B
2,00	Fructosa	Lb. plantarum Lb. casei	1,33	3	0,12	A B
2,00	Fructosa	Lb. casei	1,47	3	0,12	A B
2,00	Fructosa	Lb. plantarum	1,47	3	0,12	A B
2,00	Stevia	Lb. plantarum Lb. casei	1,53	3	0,12	B
1,00	Stevia	Lb. plantarum Lb. casei	2,53	3	0,12	C
1,00	Stevia	Lb. plantarum	2,87	3	0,12	C D
1,00	Fructosa	Lb. plantarum	3,07	3	0,12	C D E
1,00	Fructosa	Lb. casei	3,20	3	0,12	D E
1,00	Fructosa	Lb. plantarum Lb. casei	3,53	3	0,12	E
1,00	Stevia	Lb. casei	3,60	3	0,12	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

TABLA B5. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA SÓLIDOS TOTALES DE LOS TRATAMIENTOS DURANTE LAS 48 HORAS DE FERMENTACIÓN

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Sólidos Totales	36	0,99	0,99	2,71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Replica	0,02	2	0,01	0,91	0,4159
Concentración	12,98	1	12,98	1480,21	<0,0001
Edulcorante	3,23	1	3,23	368,00	<0,0001
Microorganismos	3,90	2	1,95	222,56	<0,0001
Concentración*Edulcorante	0,61	1	0,61	69,95	<0,0001
Concentración*Microorganismos	0,57	2	0,29	32,65	<0,0001
Edulcorante*Microorganismos	0,24	2	0,12	13,58	0,0001
Concentración*Edulcorante*Microorganismos	4,70	2	2,35	268,16	<0,0001
Error	0,19	22	0,01		
Total	26,45	35			

TABLA B5.1. ANÁLISIS DE MÚLTIPLE DE RANGOS PARA SÓLIDOS TOTALES DE LOS TRATAMIENTOS DURANTE LAS 48 HORAS DE FERMENTACIÓN

Concentración	Edulcorante	Microorganismos	Medias	n	E.E.	
1,00	Stevia	<i>Lb. casei</i>	2,46	3	0,05	A
1,00	Fructosa	<i>Lb. plantarum Lb. casei</i>	2,59	3	0,05	A
2,00	Stevia	<i>Lb. plantarum Lb. casei</i>	2,64	3	0,05	A B
1,00	Stevia	<i>Lb. plantarum</i>	2,71	3	0,05	A B
1,00	Fructosa	<i>Lb. casei</i>	2,72	3	0,05	A B
1,00	Stevia	<i>Lb. plantarum Lb. casei</i>	2,90	3	0,05	B
2,00	Stevia	<i>Lb. casei</i>	3,51	3	0,05	C
1,00	Fructosa	<i>Lb. plantarum</i>	3,77	3	0,05	C
2,00	Fructosa	<i>Lb. casei</i>	4,46	3	0,05	D
2,00	Fructosa	<i>Lb. plantarum</i>	4,47	3	0,05	D
2,00	Fructosa	<i>Lb. plantarum Lb. casei</i>	4,54	3	0,05	D
2,00	Stevia	<i>Lb. plantarum</i>	4,73	3	0,05	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

TABLA B6. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA VISCOSIDAD (mPa.s) 5°C DE LOS TRATAMIENTOS A LAS 48 HORAS DE FERMENTACIÓN

Viscosidad 5°C x10-3 (mPa.s)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Viscosidad 5°C (mPa.s x10-3)	36	1,00	1,00	0,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Replica	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
Concentración	0,45	1	0,45	74807,33	<0,0001
Edulcorante	0,13	1	0,13	20989,83	<0,0001
Microorganismos	0,03	2	0,02	2685,37	<0,0001
Concentración*Edulcorante	0,01	1	0,01	1056,00	<0,0001
Concentración*Microorganismos	0,38	2	0,19	31589,71	<0,0001
Edulcorante*Microorganismos	0,81	2	0,41	67012,46	<0,0001
Concentración*Edulcorante*Microorganismos	0,04	2	0,02	3370,12	<0,0001
Error	1,3E-04	22	6,1E-06		
Total	1,86	35			

TABLA B6.1. ANÁLISIS DE MÚLTIPLE DE RANGOS PARA VISCOSIDAD (mPa.s) 5°C DE LOS TRATAMIENTOS A LAS 48 HORAS DE FERMENTACIÓN

Concentración	Edulcorante	Microorganismos	Medias	n	E.E.	
2,00	Stevia	<i>Lb. plantarum</i>	1,40	3	1,4E-03	A
2,00	Fructosa	<i>Lb. casei</i>	1,67	3	1,4E-03	B
1,00	Fructosa	<i>Lb. casei</i>	1,71	3	1,4E-03	C
2,00	Stevia	<i>Lb. plantarum Lb. casei</i>	1,71	3	1,4E-03	C
1,00	Stevia	<i>Lb. plantarum Lb. casei</i>	1,75	3	1,4E-03	D
2,00	Fructosa	<i>Lb. plantarum Lb. casei</i>	1,81	3	1,4E-03	E
2,00	Fructosa	<i>Lb. plantarum</i>	1,89	3	1,4E-03	F
1,00	Stevia	<i>Lb. plantarum</i>	1,96	3	1,4E-03	G
1,00	Stevia	<i>Lb. casei</i>	1,97	3	1,4E-03	H
2,00	Stevia	<i>Lb. casei</i>	1,98	3	1,4E-03	I
1,00	Fructosa	<i>Lb. plantarum Lb. casei</i>	2,07	3	1,4E-03	J
1,00	Fructosa	<i>Lb. plantarum</i>	2,34	3	1,4E-03	K

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

TABLA B7. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA VISCOSIDAD (mPa.s) 10°C DE LOS TRATAMIENTOS A LAS 48 HORAS DE FERMENTACIÓN

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Viscosidad 10°C x10-3	36	0,86	0,78	5,27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Replica	2,7E-04	2	1,4E-04	0,02	0,9785
Concentración	0,45	1	0,45	72,17	<0,0001
Edulcorante	0,06	1	0,06	8,83	0,0070
Microorganismos	0,02	2	0,01	1,44	0,2584
Concentración*Edulcorante	0,01	1	0,01	0,90	0,3531
Concentración*Microorganismos	0,05	2	0,03	4,03	0,0323
Edulcorante*Microorganismos	0,16	2	0,08	12,49	0,0002
Concentración*Edulcorante*Microorganismos	0,13	2	0,06	10,02	0,0008
Error	0,14	22	0,01		
Total	1,00	35			

TABLA B7.1 ANÁLISIS DE MÚLTIPLE DE RANGOS PARA VISCOSIDAD (mPa.s) 10°C DE LOS TRATAMIENTOS A LAS 48 HORAS DE FERMENTACIÓN

Concentración	Edulcorante	Microorganismos	Medias	n	E.E.	
2,00	Stevia	<i>Lb. plantarum</i>	1,21	3	0,05	A
2,00	Fructosa	<i>Lb. plantarum</i> <i>Lb. casei</i>	1,34	3	0,05	A B
2,00	Fructosa	<i>Lb. casei</i>	1,37	3	0,05	A B C
2,00	Stevia	<i>Lb. plantarum</i> <i>Lb. casei</i>	1,44	3	0,05	A B C D
2,00	Stevia	<i>Lb. casei</i>	1,44	3	0,05	A B C D
1,00	Stevia	<i>Lb. plantarum</i> <i>Lb. casei</i>	1,46	3	0,05	B C D
1,00	Fructosa	<i>Lb. casei</i>	1,49	3	0,05	B C D
2,00	Fructosa	<i>Lb. plantarum</i>	1,53	3	0,05	B C D E
1,00	Stevia	<i>Lb. casei</i>	1,60	3	0,05	C D E
1,00	Stevia	<i>Lb. plantarum</i>	1,62	3	0,05	D E
1,00	Fructosa	<i>Lb. plantarum</i> <i>Lb. casei</i>	1,74	3	0,05	E
1,00	Fructosa	<i>Lb. plantarum</i>	1,76	3	0,05	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

TABLA B8. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA VISCOSIDAD (mPa.s) 20°C DE LOS TRATAMIENTOS A LAS 48 HORAS DE FERMENTACIÓN

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Viscosidad 20°C x10-3 (mPa..	36	1,00	1,00	0,25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Replica	1,7E-05	2	8,3E-06	1,00	0,3840
Concentración	0,06	1	0,06	7600,33	<0,0001
Edulcorante	0,03	1	0,03	3816,33	<0,0001
Microorganismos	0,01	2	0,01	721,00	<0,0001
Concentración*Edulcorante	2,2E-04	1	2,2E-04	27,00	<0,0001
Concentración*Microorganismos	0,01	2	4,6E-03	550,33	<0,0001
Edulcorante*Microorganismos	0,08	2	0,044	884,33	<0,0001
Concentración*Edulcorante*Microorganismos	0,09	2	0,04	5131,00	<0,0001
Error	1,8E-04	2	2 8,3E-06		
Total	0,28	35			

TABLA B8.1. ANÁLISIS DE MÚLTIPLE DE RANGOS PARA VISCOSIDAD (mPa.s) 20°C DE LOS TRATAMIENTOS A LAS 48 HORAS DE FERMENTACIÓN

Concentración	Edulcorante	Microorganismos	Medias	n	E.E.	
2,00	Stevia	<i>Lb. plantarum</i>	1,00	3	1,7E-03	A
1,00	Stevia	<i>Lb. plantarum</i> <i>Lb. casei</i>	1,03	3	1,7E-03	B
2,00	Fructosa	<i>Lb. plantarum</i> <i>Lb. casei</i>	1,11	3	1,7E-03	C
2,00	Stevia	<i>Lb. plantarum</i> <i>Lb. casei</i>	1,11	3	1,7E-03	C
2,00	Fructosa	<i>Lb. casei</i>	1,12	3	1,7E-03	D
2,00	Stevia	<i>Lb. casei</i>	1,15	3	1,7E-03	E
1,00	Fructosa	<i>Lb. casei</i>	1,15	3	1,7E-03	E
2,00	Fructosa	<i>Lb. plantarum</i>	1,22	3	1,7E-03	F
1,00	Stevia	<i>Lb. plantarum</i>	1,22	3	1,7E-03	F
1,00	Fructosa	<i>Lb. plantarum</i>	1,25	3	1,7E-03	G
1,00	Stevia	<i>Lb. casei</i>	1,27	3	1,7E-03	H
1,00	Fructosa	<i>Lb. plantarum</i> <i>Lb. casei</i>	1,29	3	1,7E-03	I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

TABLA B9. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA VISCOSIDAD (mPa.s) 30°C DE LOS TRATAMIENTOS A LAS 48 HORAS DE FERMENTACIÓN

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Viscosidad 30°C x10-3 (mPa..	36	1,00	1,00	0,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Réplica	5,6E-06	2	2,8E-06	1,00	0,3840
Concentración	3,4E-03	1	3,4E-03	1225,0	<0,0001
Edulcorante	0,04	1	0,04	15625,0	<0,0001
Microorganismos	0,01	2	0,0118	97,00	<0,0001
Concentración*Edulcorante	0,01	1	0,01	2401,0	<0,0001
Concentración*Microorganismos	0,07	2	0,04	12871,0	<0,0001
Edulcorante*Microorganismos	0,09	2	0,05	16975,0	<0,0001
Concentración*Edulcorante*Microorganismos	0,01	2	3,0E-03	1069,0	<0,0001
Error	6,1E-05	22	2,8E-06		
Total	0,24	35			

TABLA B9.1. ANÁLISIS DE MÚLTIPLE DE RANGOS PARA VISCOSIDAD (mPa.s) 30°C DE LOS TRATAMIENTOS A LAS 48 HORAS DE FERMENTACIÓN

Concentración	Edulcorante	Microorganismos	Medias	n	E.E.	
2,00	Stevia	<i>Lb. plantarum</i>	0,80	3	9,6E-04	A
1,00	Stevia	<i>Lb. plantarum</i> <i>Lb. casei</i>	0,81	3	9,6E-04	B
1,00	Fructosa	<i>Lb. casei</i>	0,89	3	9,6E-04	C
2,00	Fructosa	<i>Lb. casei</i>	0,89	3	9,6E-04	C
2,00	Stevia	<i>Lb. plantarum</i> <i>Lb. casei</i>	0,90	3	9,6E-04	D
2,00	Fructosa	<i>Lb. plantarum</i>	0,92	3	9,6E-04	E
2,00	Stevia	<i>Lb. casei</i>	0,92	3	9,6E-04	E
1,00	Stevia	<i>Lb. casei</i>	0,96	3	9,6E-04	F
1,00	Fructosa	<i>Lb. plantarum</i>	0,99	3	9,6E-04	G
1,00	Stevia	<i>Lb. plantarum</i>	0,99	3	9,6E-04	G
1,00	Fructosa	<i>Lb. plantarum</i> <i>Lb. casei</i>	1,01	3	9,6E-04	H
2,00	Fructosa	<i>Lb. plantarum</i> <i>Lb. casei</i>	1,10	3	9,6E-04	I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

EVALUACIÓN SENSORIAL

TABLA B10. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ATRIBUTO SENSORIAL ACEPTABILIDAD DE LOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES A LAS 48 HORAS DEL PROCESO

Análisis de Varianza para Aceptabilidad - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Catadores	8,64103	25	0,345641	0,85	0,6671
B:Tratamientos	13,641	12	1,13675	2,78	0,0076
RESIDUOS	16,359	40	0,408974		
TOTAL (CORREGIDO)	46,4615	77			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

TABLA B10.1. PRUEBAS DE MULTIPLE RANGOS PARA ATRIBUTO SENSORIAL ACEPTABILIDAD POR TRATAMIENTOS

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
a ₁ b ₁ c ₀	6	2,46154	0,303911	A
a ₁ b ₁ c ₂	6	2,53846	0,303911	A
a ₀ b ₀ c ₂	6	3,23077	0,303911	A B
a ₀ b ₀ c ₀	6	3,23077	0,303911	A B
a ₀ b ₀ c ₁	6	3,23077	0,303911	A B
a ₀ b ₁ c ₁	6	3,23077	0,303911	A B
a ₁ b ₀ c ₂	6	3,38462	0,303911	A B
a ₁ b ₀ c ₀	6	3,38462	0,303911	A B
a ₀ b ₁ c ₀	6	3,53846	0,303911	A B
a ₁ b ₁ c ₀	6	3,61538	0,303911	A B
a ₁ b ₀ c ₁	6	3,84615	0,303911	A B
a ₀ b ₁ c ₂	6	4,07692	0,303911	B
Testigo	6	4,23077	0,303911	B

FACTORES

A=Camote, concentración agua
 B=Edulcorante, tipo de edulcorante
 C=Especie de microorganismos

NIVELES

a₀: 1:5 a₁: 1:10
 b₀: Fructosa b₁: Stevia
 c₀: *Lb. plantarum* c₁: *Lb. casei* c₂: *Lb. plantarum* - *Lb. casei*

TABLA B11. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ATRIBUTO SENSORIAL ACIDEZ DE LOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES A LAS 48 HORAS DEL PROCESO

Análisis de Varianza para Acidez - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Catadores	7,71795	25	0,308718	0,69	0,8374
B:Tratamientos	13,3846	12	1,11538	2,49	0,0154
RESIDUOS	17,9487	40	0,448718		
TOTAL (CORREGIDO)	44,0	77			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

TABLA B11.1. PRUEBAS DE MULTIPLE RANGOS PARA ATRIBUTO SENSORIAL ACIDEZ POR TRATAMIENTOS

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Testigo	6	1,84615	0,318336	A
a ₁ b ₀ c ₀	6	2,61538	0,318336	A B
a ₀ b ₁ c ₀	6	2,69231	0,318336	A B
a ₁ b ₁ c ₂	6	2,76923	0,318336	A B
a ₀ b ₁ c ₂	6	2,84615	0,318336	A B
a ₀ b ₀ c ₁	6	2,84615	0,318336	A B
a ₀ b ₁ c ₁	6	3,0	0,318336	A B
a ₁ b ₁ c ₀	6	3,07692	0,318336	A B
a ₁ b ₁ c ₀	6	3,15385	0,318336	A B
a ₁ b ₀ c ₂	6	3,30769	0,318336	A B
a ₁ b ₀ c ₁	6	3,30769	0,318336	A B
a ₀ b ₀ c ₀	6	3,69231	0,318336	B
a ₀ b ₀ c ₂	6	3,84615	0,318336	B

FACTORES

A=Camote, concentración agua
 B=Edulcorante, tipo de edulcorante
 C=Especie de microorganismos

NIVELES

a₀: 1:5 a₁: 1:10
 b₀: Fructosa b₁: Stevia
 c₀: *Lb. plantarum* c₁: *Lb. casei* c₂: *Lb. plantarum* - *Lb. casei*

TABLA B12. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ATRIBUTO SENSORIAL COLOR DE LOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES A LAS 48 HORAS DEL PROCESO

Análisis de Varianza para Color - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Catadores	8,79487	25	0,351795	1,04	0,4466
B:Tratamientos	29,1282	12	2,42735	7,17	0,0000
RESIDUOS	13,5385	40	0,338462		
TOTAL (CORREGIDO)	64,1538	77			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

TABLA B12.1. PRUEBAS DE MULTIPLE RANGOS PARA ATRIBUTO SENSORIAL COLOR POR TRATAMIENTOS

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
a ₁ b ₁ c ₀	6	1,92308	0,276473	A
a ₀ b ₁ c ₁	6	2,07692	0,276473	A B
a ₀ b ₁ c ₂	6	2,15385	0,276473	A B
a ₁ b ₁ c ₀	6	2,30769	0,276473	A B
a ₁ b ₀ c ₀	6	2,38462	0,276473	A B
a ₁ b ₀ c ₁	6	2,53846	0,276473	A B
a ₁ b ₁ c ₂	6	2,76923	0,276473	A B C
a ₁ b ₀ c ₂	6	2,84615	0,276473	A B C
a ₀ b ₀ c ₂	6	3,0	0,276473	A B C D
a ₀ b ₁ c ₀	6	3,15385	0,276473	A B C D
a ₀ b ₀ c ₁	6	3,46154	0,276473	B C D
a ₀ b ₀ c ₀	6	4,0	0,276473	C D
Testigo	6	4,38462	0,276473	D

FACTORES

A=Camote, concentración agua
 B=Edulcorante, tipo de edulcorante
 C=Especie de microorganismos

NIVELES

a₀: 1:5 a₁: 1:10
 b₀: Fructosa b₁: Stevia
 c₀: *Lb. plantarum* c₁: *Lb. casei* c₂: *Lb. plantarum* - *Lb. casei*

TABLA B13. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ATRIBUTO SENSORIAL SABOR DE LOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES A LAS 48 HORAS DEL PROCESO

Análisis de Varianza para Sabor - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Catadores	16,4744	25	0,658974	1,68	0,0700
B:Tratamientos	21,641	12	1,80342	4,60	0,0001
RESIDUOS	15,6923	40	0,392308		
TOTAL (CORREGIDO)	62,3718	77			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

TABLA B13.1. PRUEBAS DE MULTIPLE RANGOS PARA ATRIBUTO SENSORIAL SABOR POR TRATAMIENTOS

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
a ₁ b ₁ c ₀	6	2,08974	0,297654	A
a ₀ b ₁ c ₀	6	2,32051	0,297654	A
a ₁ b ₀ c ₁	6	2,70513	0,297654	A B
a ₁ b ₀ c ₀	6	2,70513	0,297654	A B
a ₀ b ₀ c ₁	6	2,78205	0,297654	A B
a ₁ b ₁ c ₀	6	2,85897	0,297654	A B
a ₀ b ₁ c ₂	6	3,08974	0,297654	A B C
a ₁ b ₁ c ₂	6	3,16667	0,297654	A B C
a ₀ b ₀ c ₂	6	3,24359	0,297654	A B C
a ₀ b ₀ c ₀	6	3,32051	0,297654	A B C
a ₀ b ₁ c ₁	6	3,47436	0,297654	A B C
a ₁ b ₀ c ₂	6	3,85897	0,297654	B C
Testigo	6	4,55128	0,297654	C

FACTORES

A=Camote, concentración agua
 B=Edulcorante, tipo de edulcorante
 C=Especie de microorganismos

NIVELES

a₀: 1:5 a₁: 1:10
 b₀: Fructosa b₁: Stevia
 c₀: *Lb. plantarum* c₁: *Lb. casei* c₂: *Lb. plantarum - Lb. casei*

TABLA B14. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ATRIBUTO SENSORIAL ACIDEZ DE LOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES A LAS 48 HORAS DEL PROCESO

Análisis de Varianza para Acidez - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Catadores	7,71795	25	0,308718	0,69	0,8374
B:Tratamientos	13,3846	12	1,11538	2,49	0,0154
RESIDUOS	17,9487	40	0,448718		
TOTAL (CORREGIDO)	44,0	77			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

TABLA B14.1. PRUEBAS DE MULTIPLE RANGOS PARA ATRIBUTO SENSORIAL ACIDEZ POR TRATAMIENTOS

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Testigo	6	1,84615	0,318336	A
a ₁ b ₀ c ₀	6	2,61538	0,318336	A B
a ₀ b ₁ c ₀	6	2,69231	0,318336	A B
a ₁ b ₁ c ₂	6	2,76923	0,318336	A B
a ₀ b ₁ c ₂	6	2,84615	0,318336	A B
a ₀ b ₀ c ₁	6	2,84615	0,318336	A B
a ₀ b ₁ c ₁	6	3,0	0,318336	A B
a ₁ b ₁ c ₀	6	3,07692	0,318336	A B
a ₁ b ₁ c ₀	6	3,15385	0,318336	A B
a ₁ b ₀ c ₂	6	3,30769	0,318336	A B
a ₁ b ₀ c ₁	6	3,30769	0,318336	A B
a ₀ b ₀ c ₀	6	3,69231	0,318336	B
a ₀ b ₀ c ₂	6	3,84615	0,318336	B

FACTORES

A=Camote, concentración agua
 B=Edulcorante, tipo de edulcorante
 C=Especie de microorganismos

NIVELES

a₀: 1:5 a₁: 1:10
 b₀: Fructosa b₁: Stevia
 c₀: *Lb. plantarum* c₁: *Lb. casei* c₂: *Lb. plantarum - Lb. casei*

TABLA B15. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA OLOR DE LOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES A LAS 48 HORAS DEL PROCESO

Análisis de Varianza para Olor - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Catadores	18,9615	25	0,758462	1,55	0,1048
B:Tratamientos	20,4615	12	1,70513	3,49	0,0014
RESIDUOS	19,5385	40	0,488462		
TOTAL (CORREGIDO)	57,3462	77			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

TABLA B15.1. PRUEBAS DE MULTIPLE RANGOS PARA OLOR POR TRATAMIENTOS

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
a ₁ b ₀ c ₀	6	1,42308	0,332134	A
a ₁ b ₁ c ₀	6	1,96154	0,332134	A B
a ₁ b ₀ c ₁	6	2,34615	0,332134	A B C
a ₁ b ₀ c ₂	6	2,42308	0,332134	A B C
a ₀ b ₁ c ₀	6	2,5	0,332134	A B C
a ₀ b ₁ c ₂	6	2,57692	0,332134	A B C
a ₀ b ₀ c ₁	6	2,80769	0,332134	A B C
a ₀ b ₁ c ₁	6	2,88462	0,332134	A B C
a ₁ b ₁ c ₂	6	2,88462	0,332134	A B C
Testigo	6	3,26923	0,332134	B C
a ₀ b ₀ c ₀	6	3,34615	0,332134	B C
a ₁ b ₁ c ₀	6	3,34615	0,332134	B C
a ₀ b ₀ c ₂	6	3,73077	0,332134	C

FACTORES

A=Camote, concentración agua
 B=Edulcorante, tipo de edulcorante
 C=Especie de microorganismos

NIVELES

a₀: 1:5 a₁: 1:10
 b₀: Fructosa b₁: Stevia
 c₀: *Lb. plantarum* c₁: *Lb. casei* c₂: *Lb. plantarum - Lb. casei*

ANEXO C

FIGURAS

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

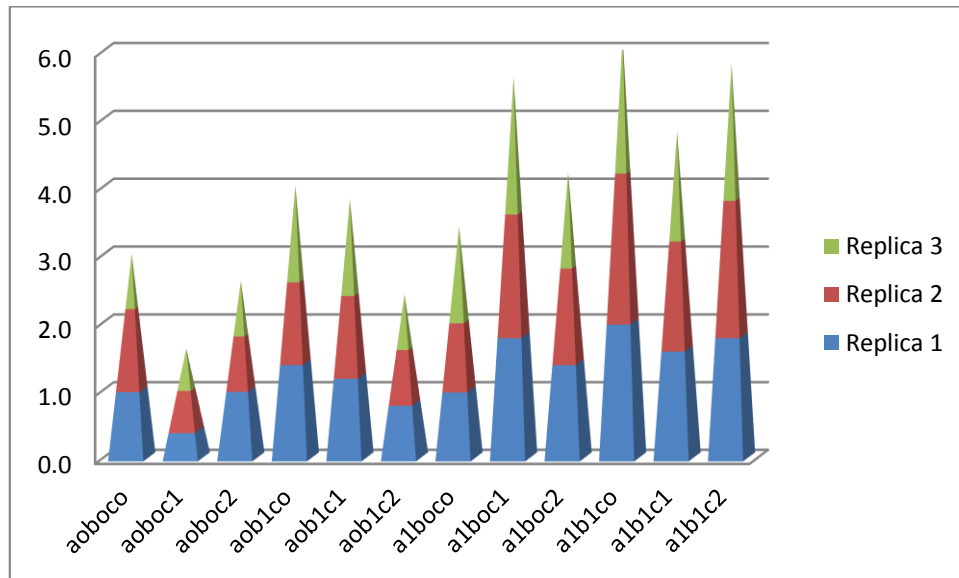


FIGURA C1. °BRIX EN LAS BEBIDAS A LAS 24 HORAS DEL TRATAMIENTO CON ALFA-AMILASAS AL 0,05%

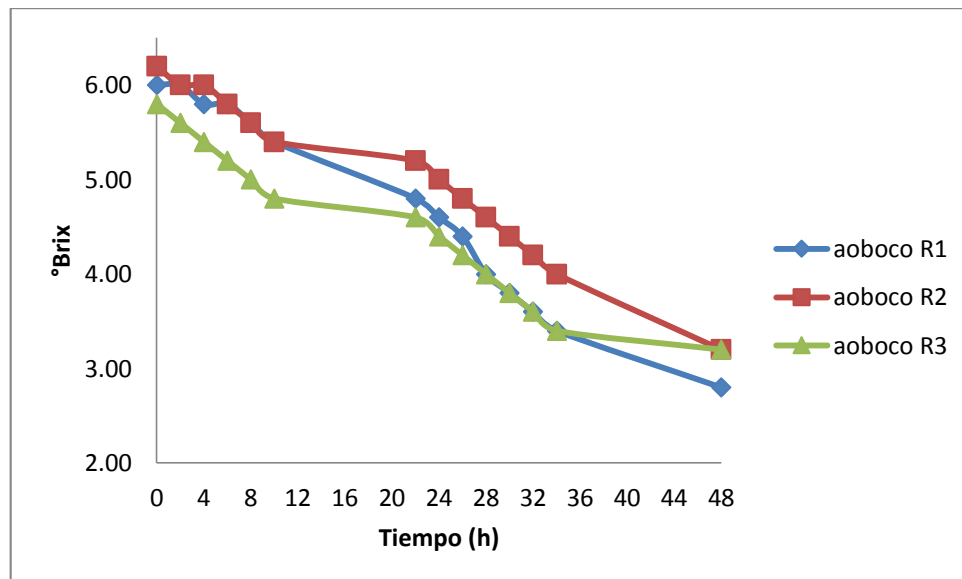


FIGURA C2. °BRIX vs TIEMPO (h) DE LOS TRATAMIENTOS aoboco CON AMILASAS 0,05% DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN

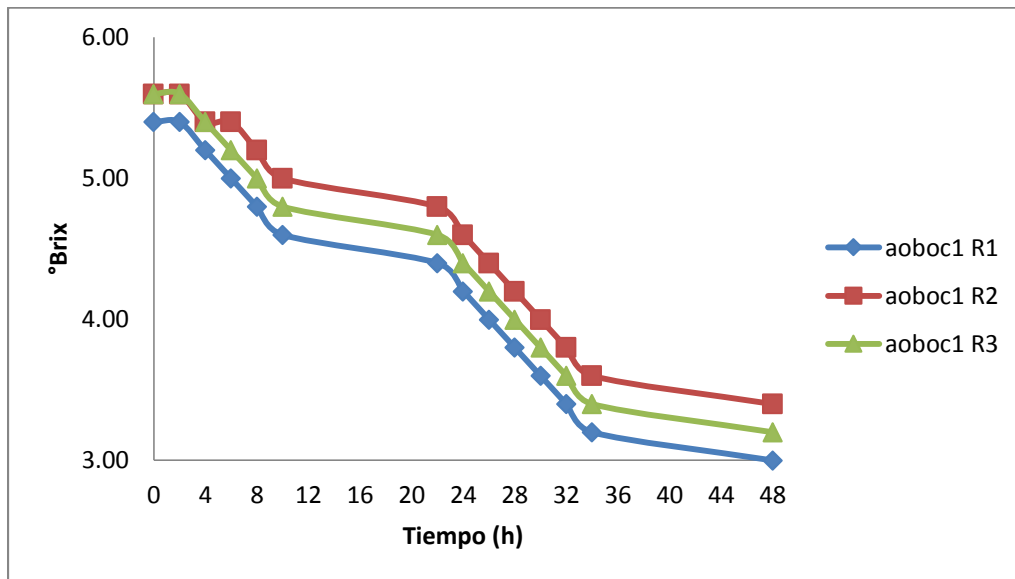


FIGURA C3. °BRIX vs TIEMPO (h) DE LOS TRATAMIENTOS a_{0b0c1} Amilasas 0,05% DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN

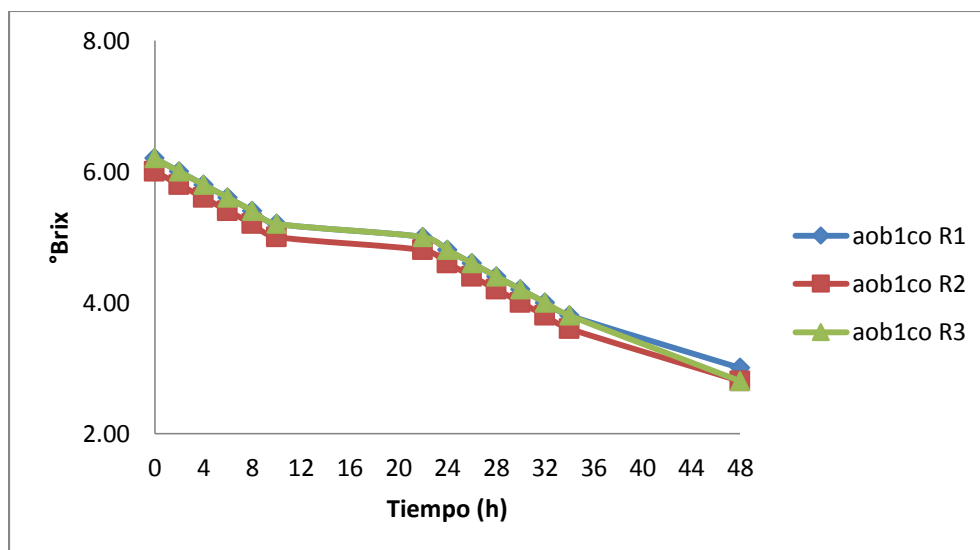


FIGURA C4. °BRIX vs TIEMPO (h) EN LOS TRATAMIENTOS a_{0b1c0} Amilasas 0,05% DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN

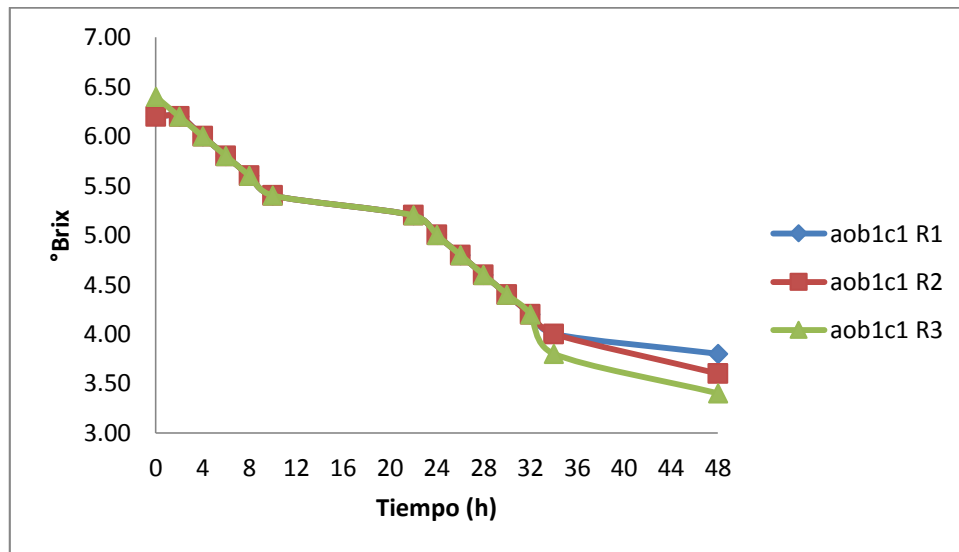


FIGURA C5. °BRIX vs TIEMPO (h) EN LOS TRATAMIENTOS aob1c1 Amilasas 0,05% DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN

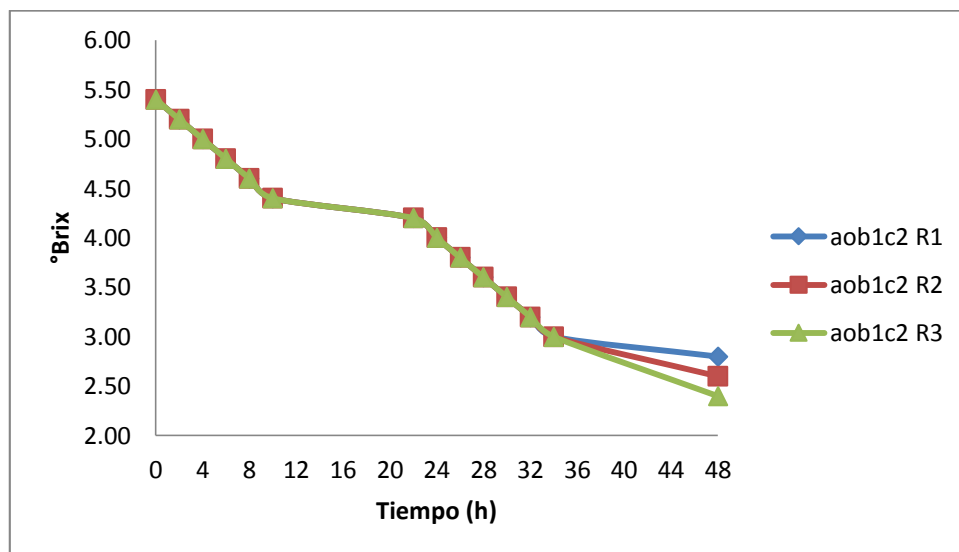


FIGURA C6. °BRIX vs TIEMPO (h) EN LOS TRATAMIENTOS aob1c2 Amilasas 0,05% DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN

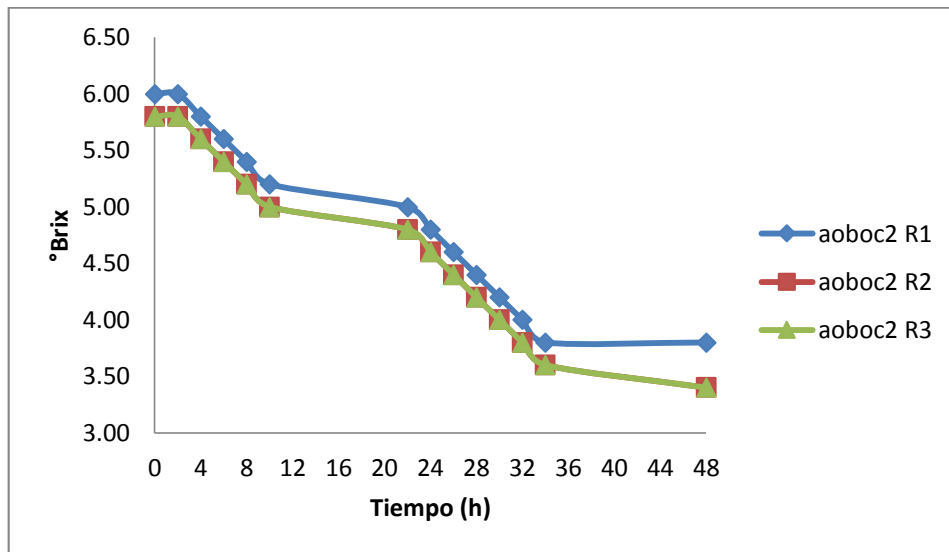


FIGURA C7. °BRIX vs TIEMPO (h) EN LOS TRATAMIENTOS $a_0b_0c_2$ Amilasas 0,05% DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN

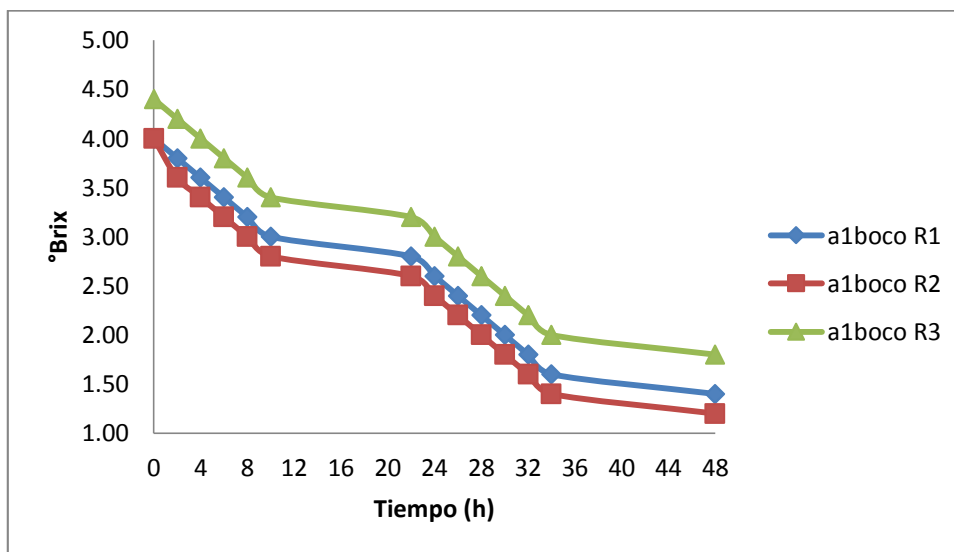


FIGURA C8. °BRIX vs TIEMPO (h) EN LOS TRATAMIENTOS $a_1b_0c_0$ Amilasas 0,05% DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN

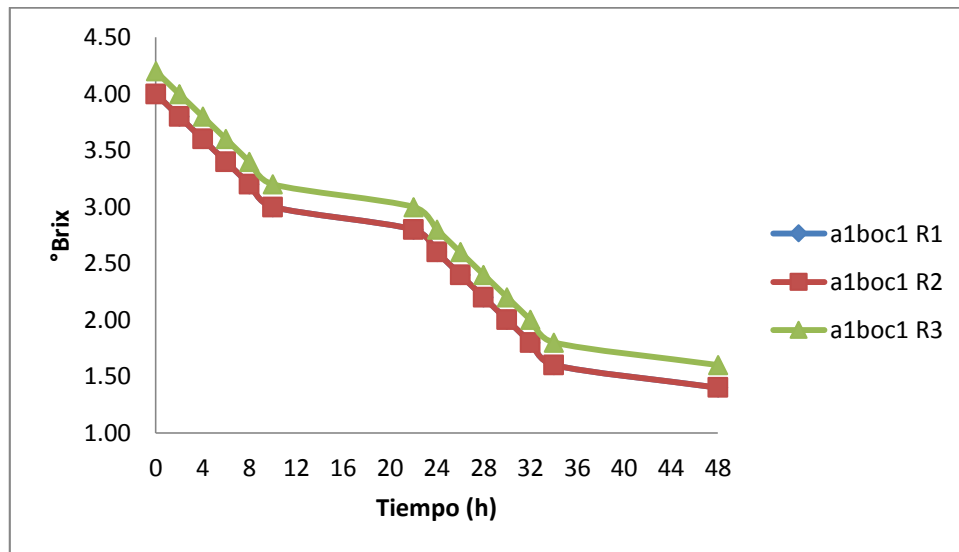


FIGURA C9. °BRIX vs TIEMPO (h) EN LOS TRATAMIENTO $a_1b_0c_1$ Amilasas 0,05% DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN

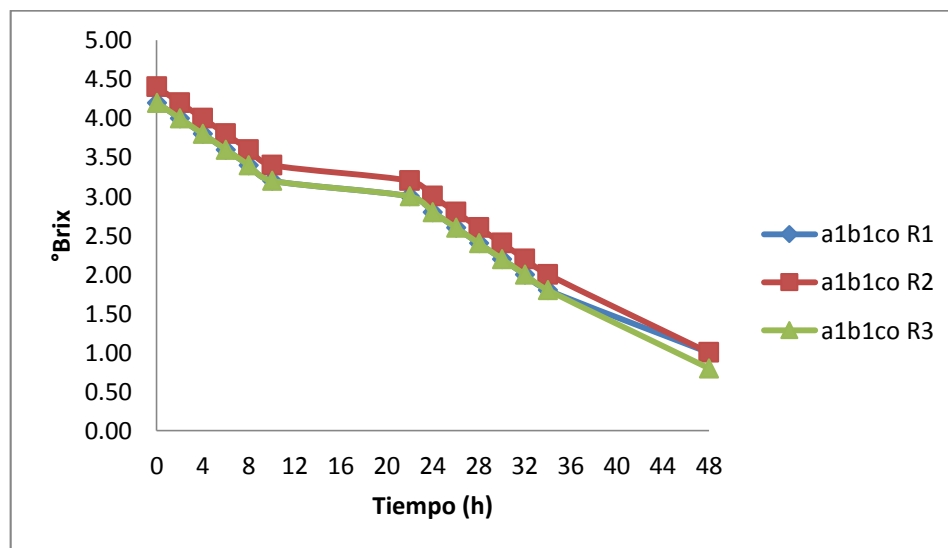


FIGURA C10. °BRIX vs TIEMPO (h) EN LOS TRATAMIENTO $a_1b_1c_0$ Amilasas 0,05% DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN

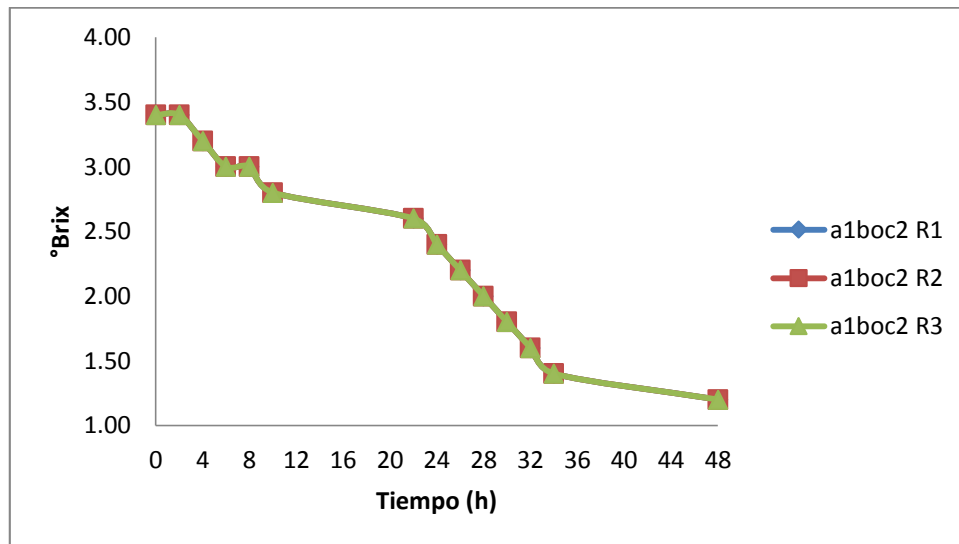


FIGURA C11. °BRIX vs TIEMPO (h) EN LOS TRATAMIENTO $a_{1b_0c_2}$ Amilasas 0,05% DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN

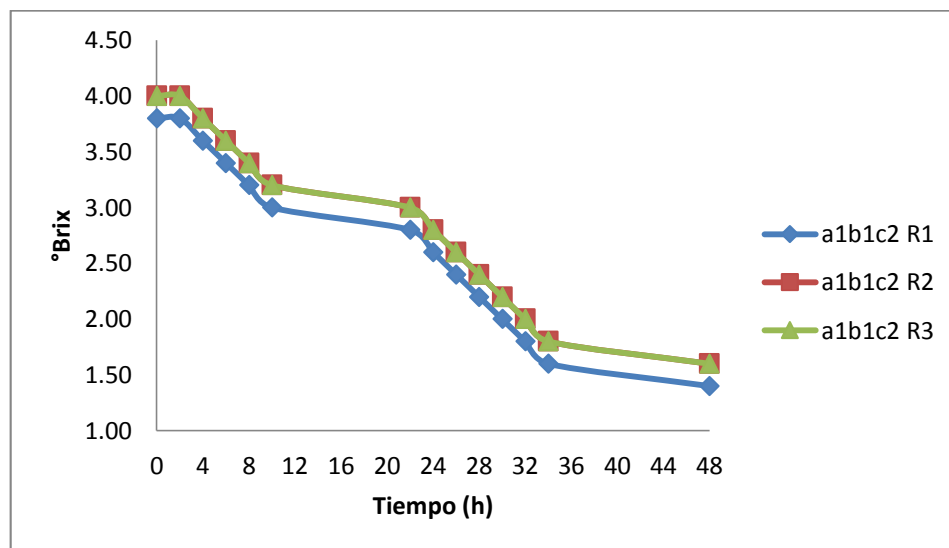


FIGURA C12. °BRIX vs TIEMPO (h) EN LOS TRATAMIENTO $a_{1b_1c_2}$ Amilasas 0,05% DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN

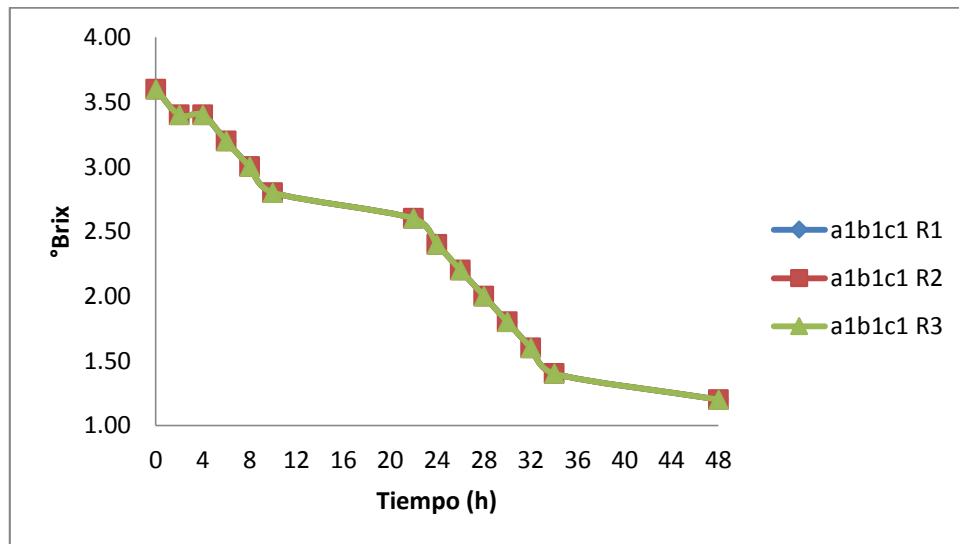


FIGURA C13. °BRIX vs TIEMPO (h) EN LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN $a_1b_1c_1$ Amilasas 0,05%

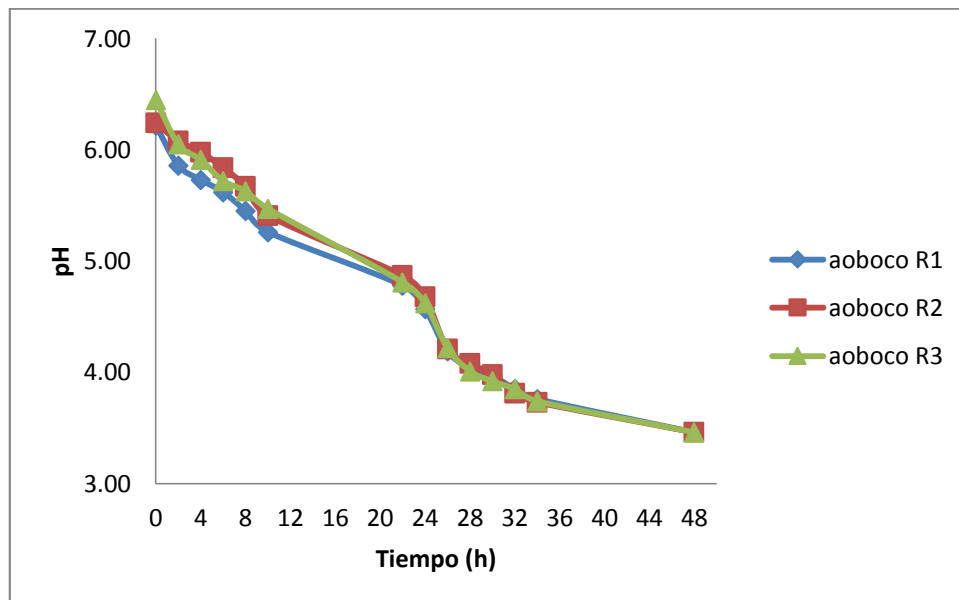


FIGURA C14. pH vs TIEMPO (H) EN LOS TRATAMIENTOS $a_0b_0c_0$ (Fructosa *Lb. plantarum*) DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN

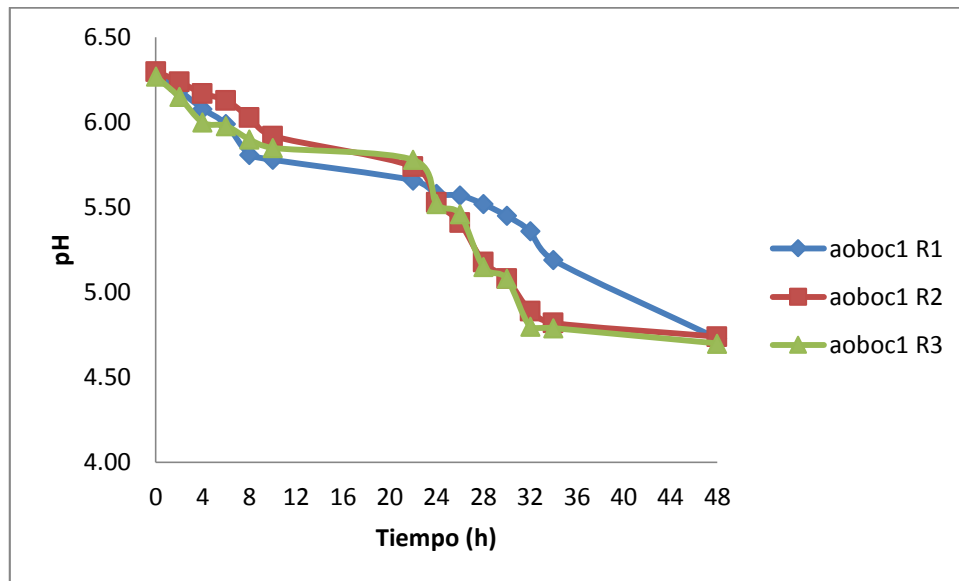


FIGURA C15. pH vs TIEMPO (h) EN LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN $a_0b_0c_1$ (Fructosa- *Lb. casei*)

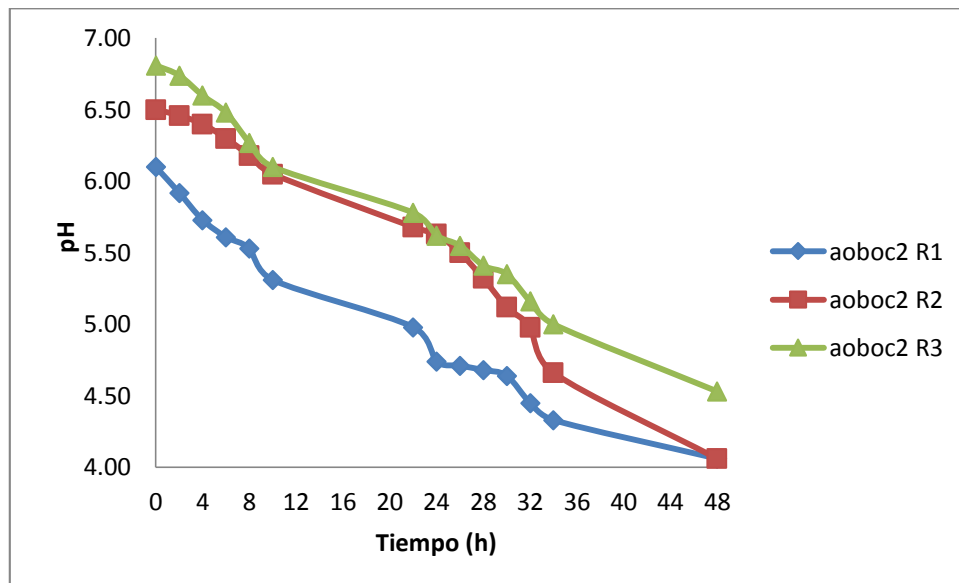


FIGURA C16. pH vs TIEMPO (h) EN LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN $a_0b_0c_2$ (Fructosa- *Lb. casei*+ *Lb. plantarum*)

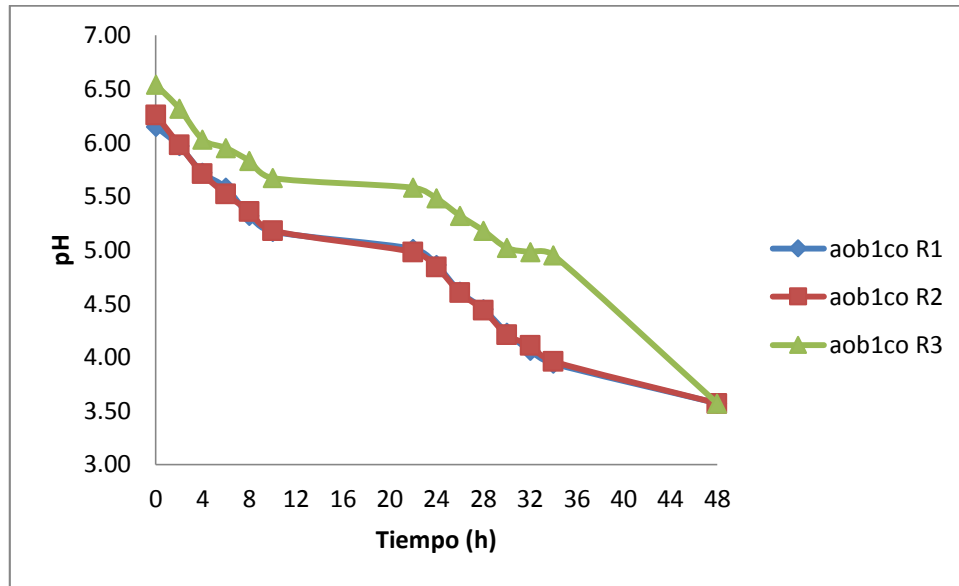


FIGURA C17. pH vs TIEMPO (h) EN LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN a₀b₁c₀ (Stevia- Lb. *plantarum*)

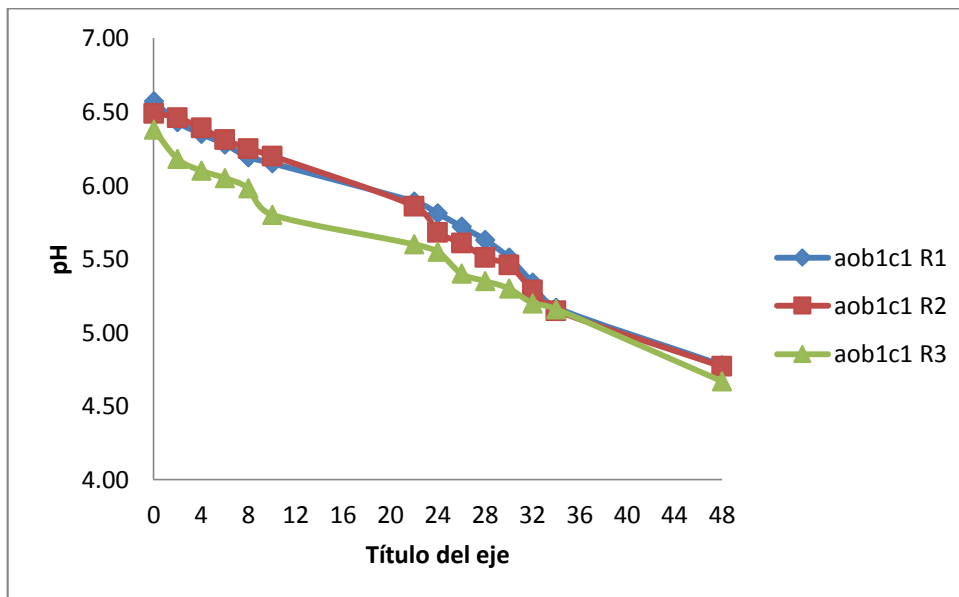


FIGURA C18. pH vs TIEMPO (h) EN LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN a₀b₁c₁ (Stevia- Lb. *casei*)

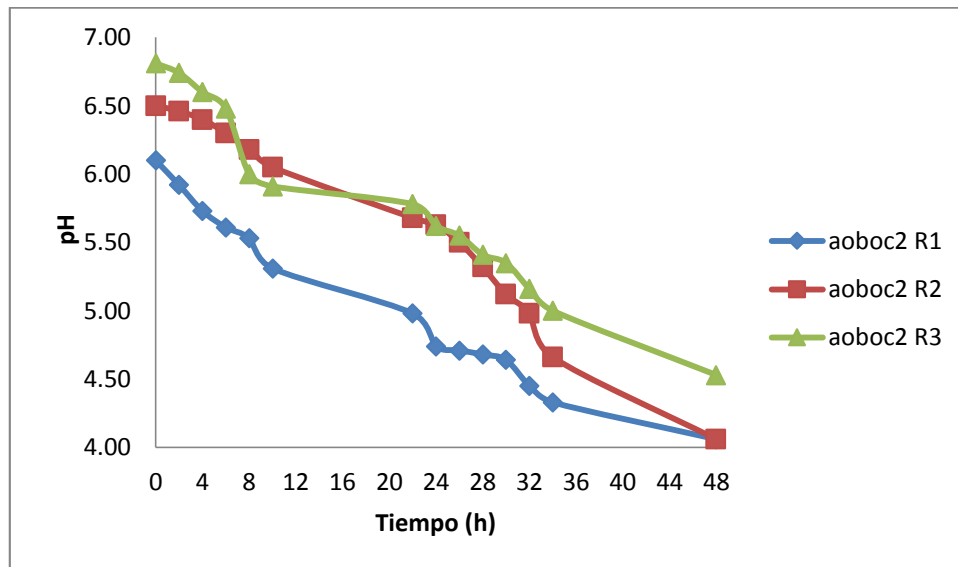


FIGURA C19. pH vs TIEMPO (h) EN LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN a₀b₀c₂ (Stevia- Lb. plantarum + Lb. casei)

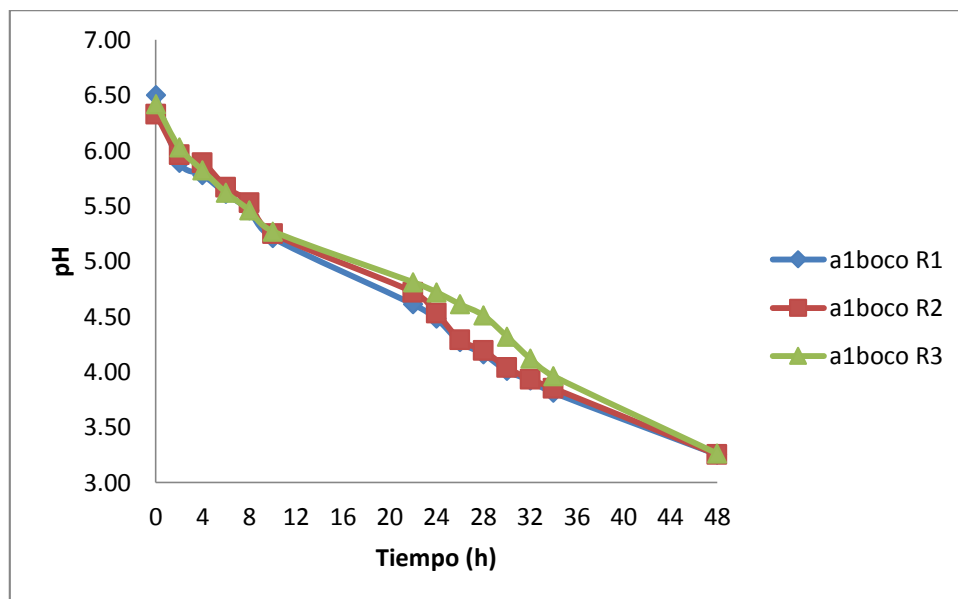


FIGURA C20. pH vs TIEMPO (h) EN LOSTRATAMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN a₁b₀c₀ (Fructosa- Lb. plantarum)

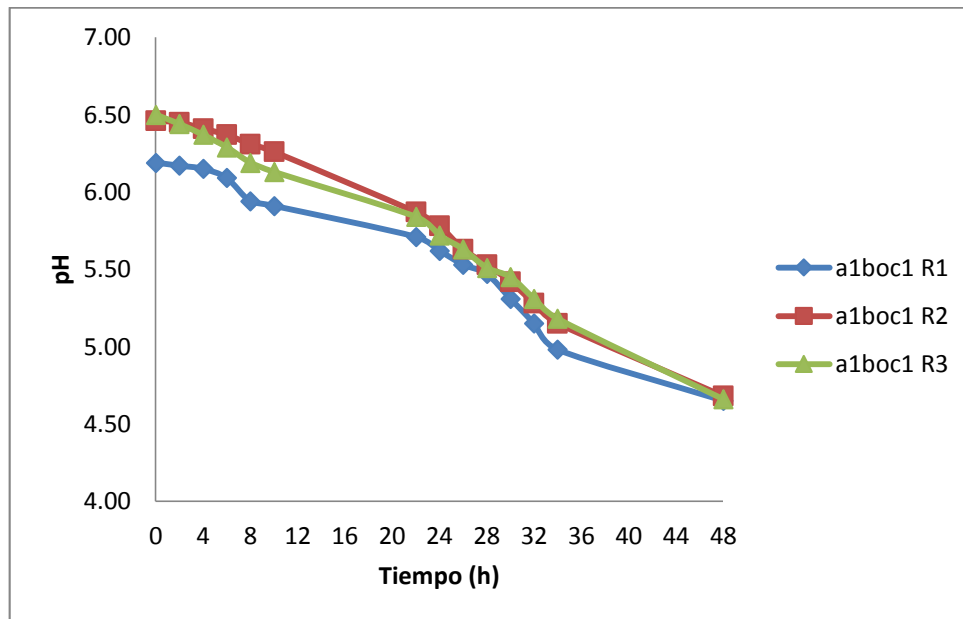


FIGURA C21. pH vs TIEMPO (h) EN LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN $a_1b_0c_1$ (Fructosa- *Lb. casei*)

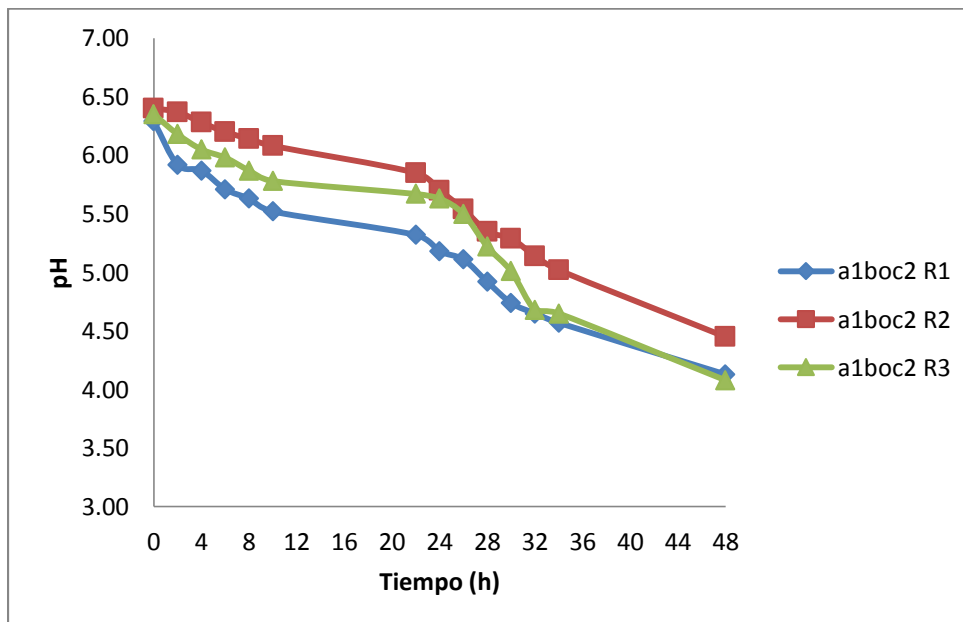


FIGURA C22. pH vs TIEMPO (h) EN LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN $a_1b_0c_2$ (Fructosa- *Lb. plantarum* + *Lb. casei*)

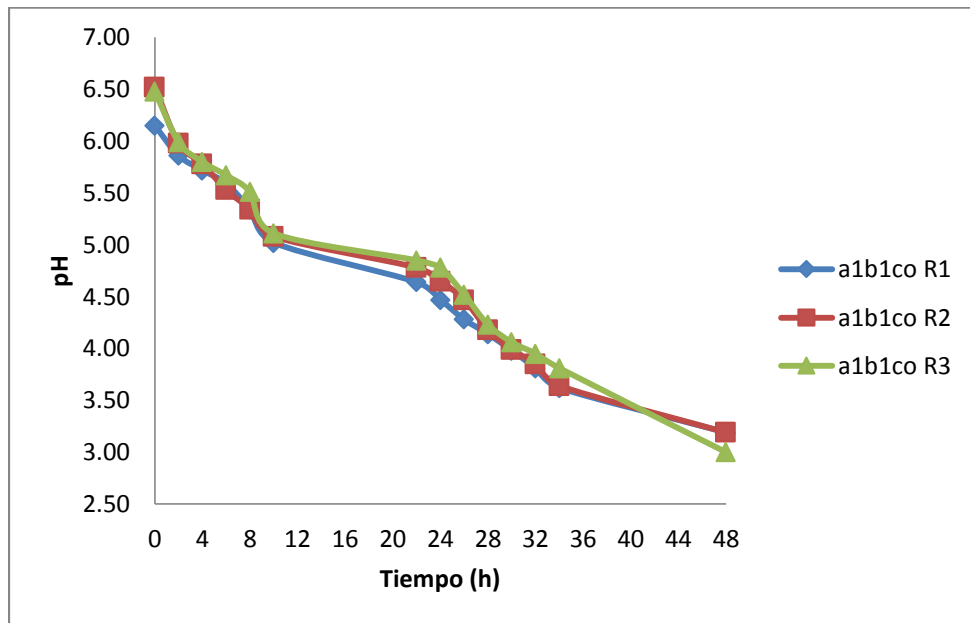


FIGURA C23. pH vs TIEMPO (h) EN LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN a₁b₁c₀ (Stevia- *Lb. plantarum*)

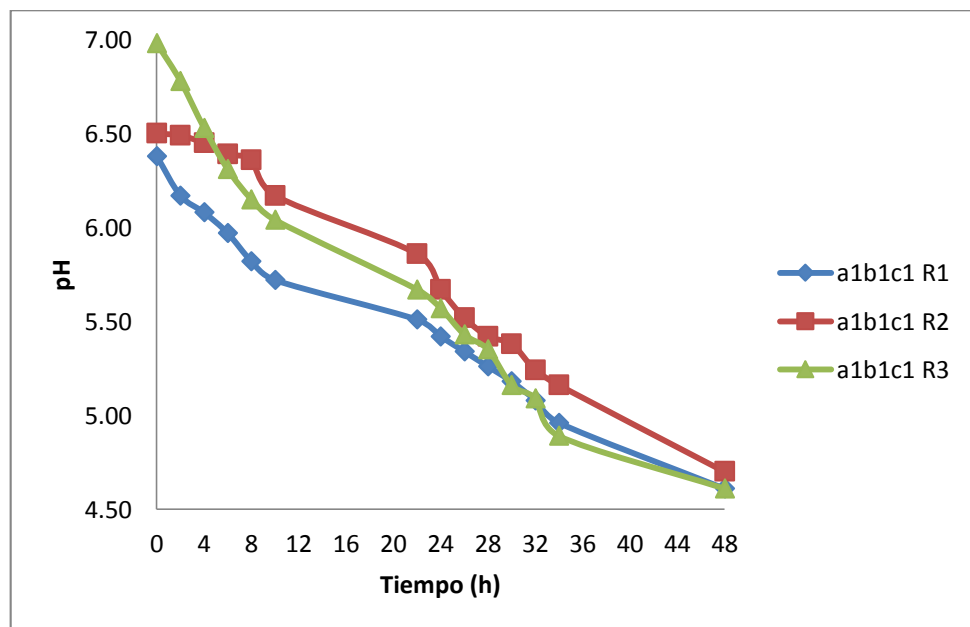


FIGURA C24. pH vs TIEMPO (h) EN LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN a₁b₁c₁ (Stevia- *Lb. casei*)

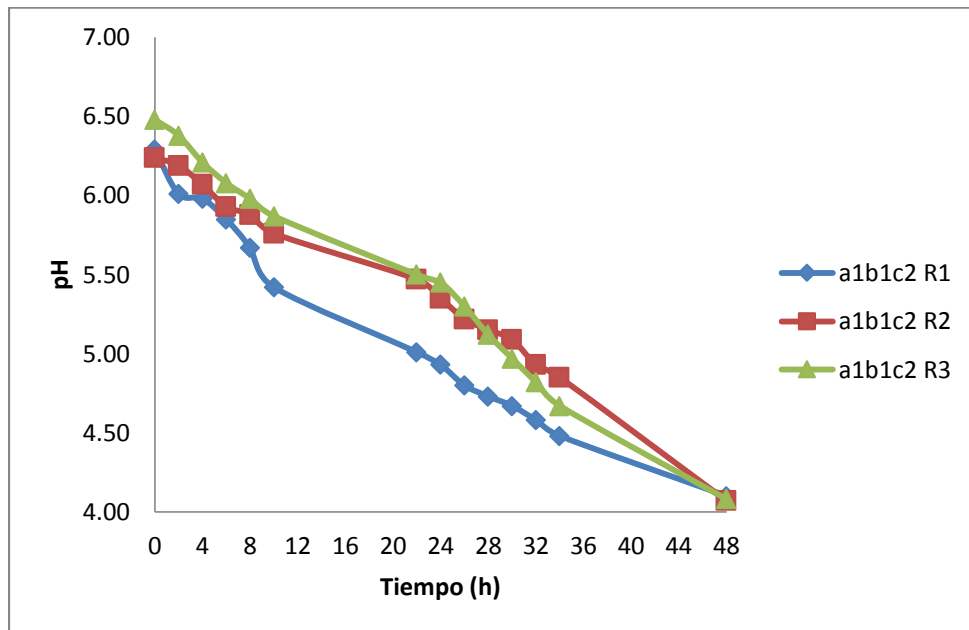


FIGURA C25. pH vs TIEMPO (h) EN LOSTRATAMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN a₁b₁c₂ (Stevia- *Lb. plantarum*+ *Lb. casei*)

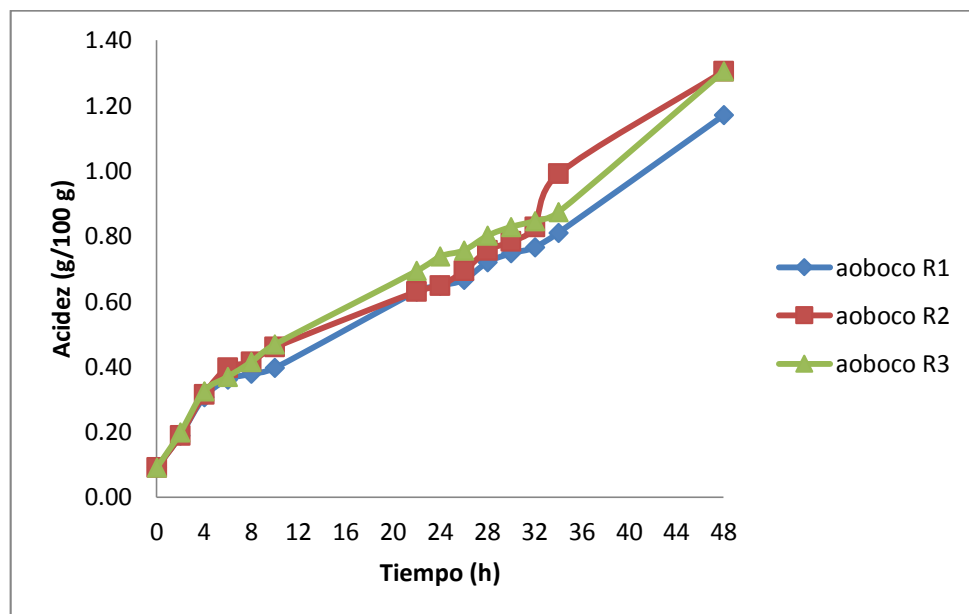


FIGURA C26. ACIDEZ (g/100g) vs TIEMPO (h) EN LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN a₀b₀c₀ (Fructosa- *Lb. plantarum*)

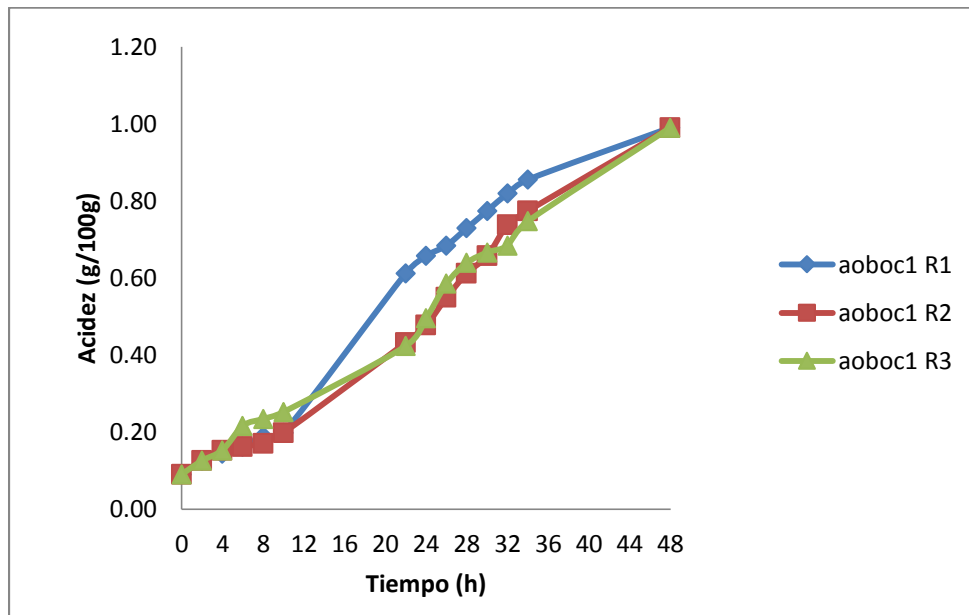


FIGURA C27. ACIDEZ (g/100g) vs TIEMPO (h) EN LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN a_{0b0c1} (Fructosa- *Lb. casei*)

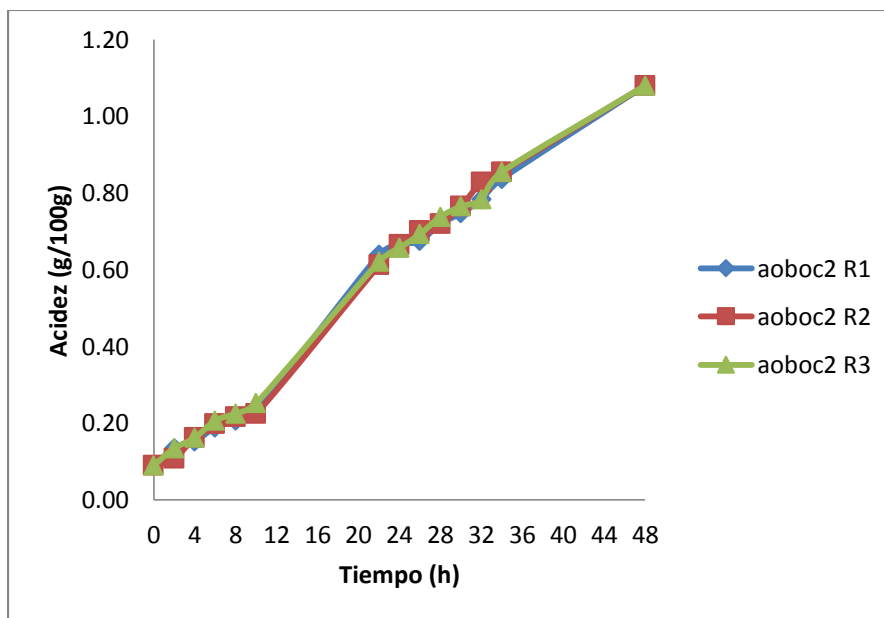


FIGURA C28. ACIDEZ (g/100g) vs TIEMPO (h) EN LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN a_{0b0c2} (Fructosa- *Lb. plantarum* + *Lb. casei*)

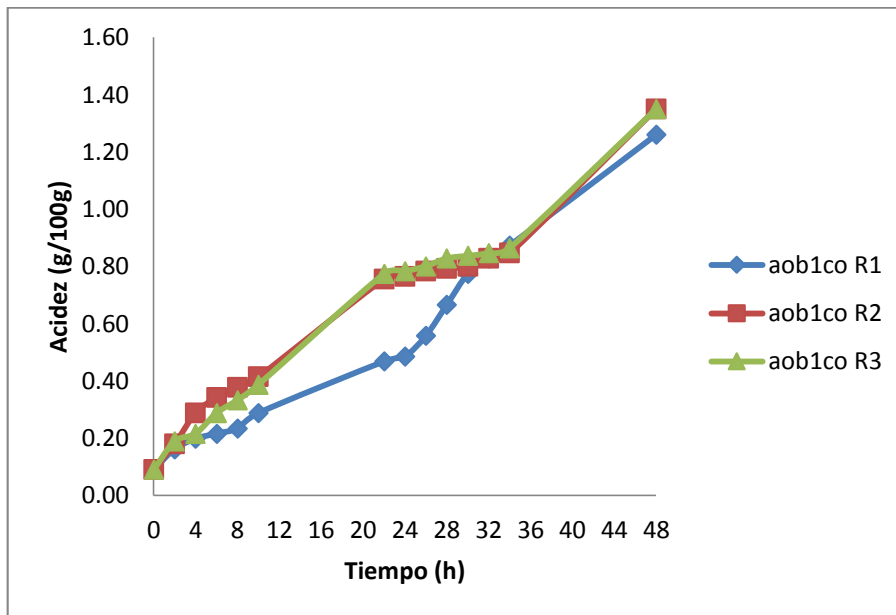


FIGURA C29. ACIDEZ (g/100g) vs TIEMPO (h) EN LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN a_{0b1c_0} (Stevia- *Lb. plantarum*)

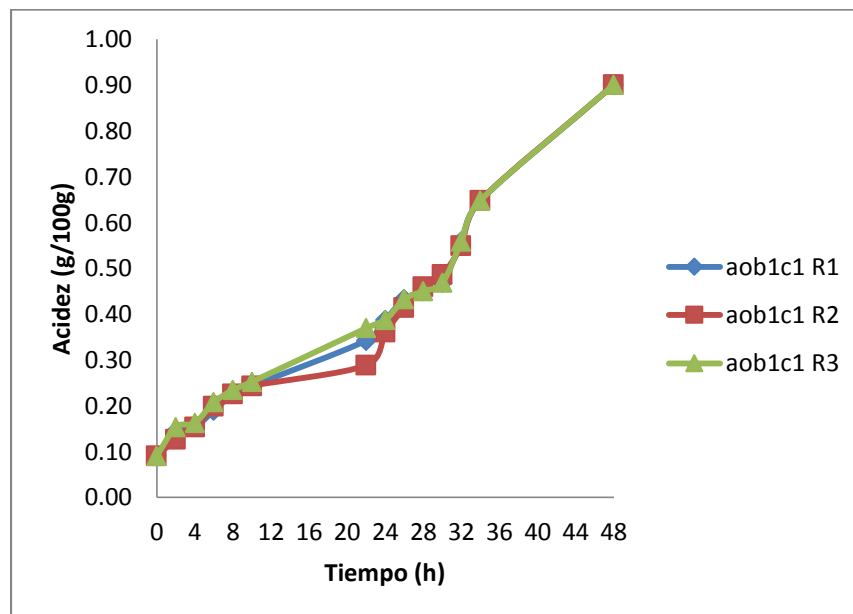


FIGURA C30. ACIDEZ (g/100g) vs TIEMPO (h) EN LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN a_{0b1c_1} (Stevia- *Lb. casei*)

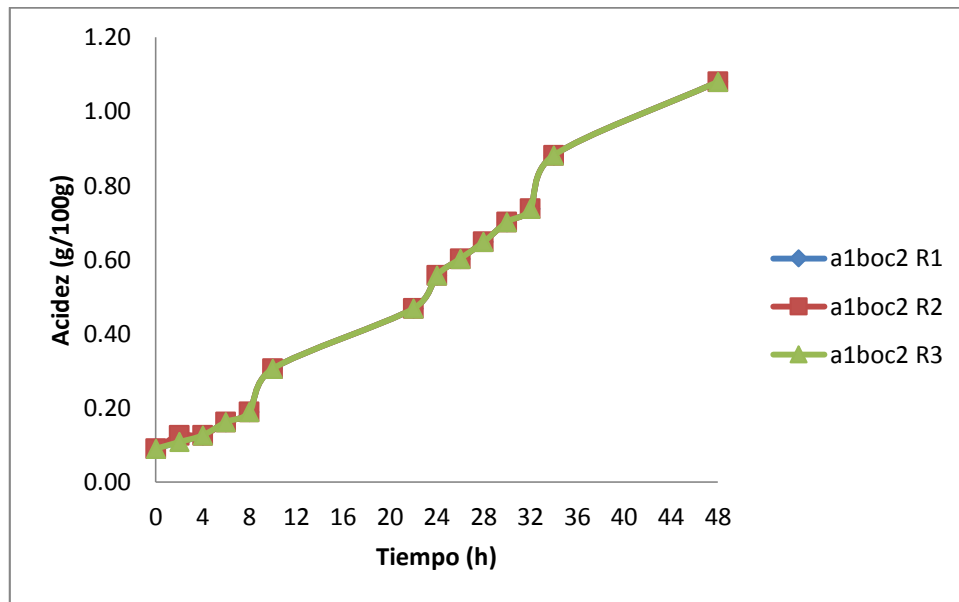


FIGURA C31. ACIDEZ (g/100g) vs TIEMPO (h) EN LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN $a_0b_1c_2$ (Stevia- *Lb. plantarum* + *Lb. casei*)

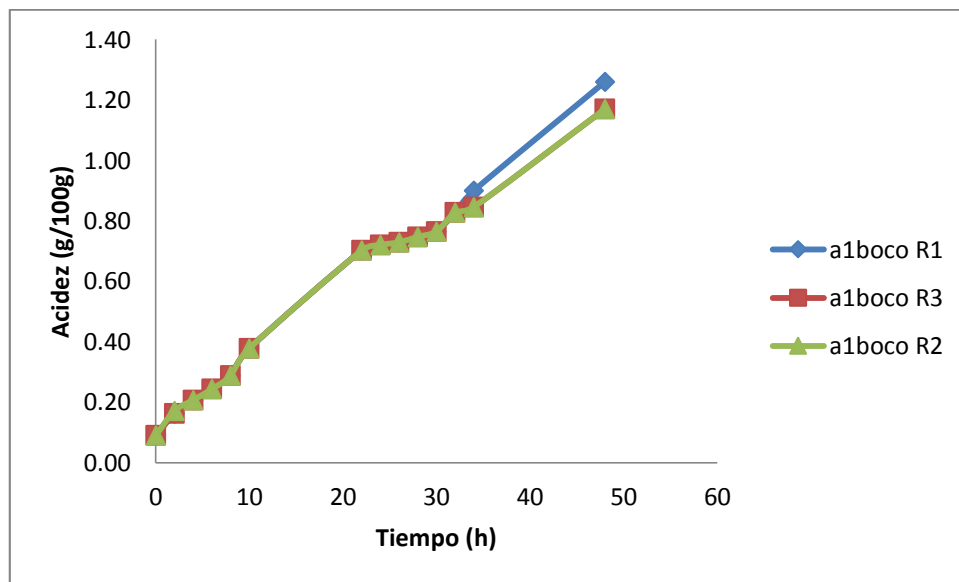


FIGURA C32. ACIDEZ (g/100g) vs TIEMPO (h) DE LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN $a_1b_0c_0$ (Fructosa- *Lb. plantarum*)

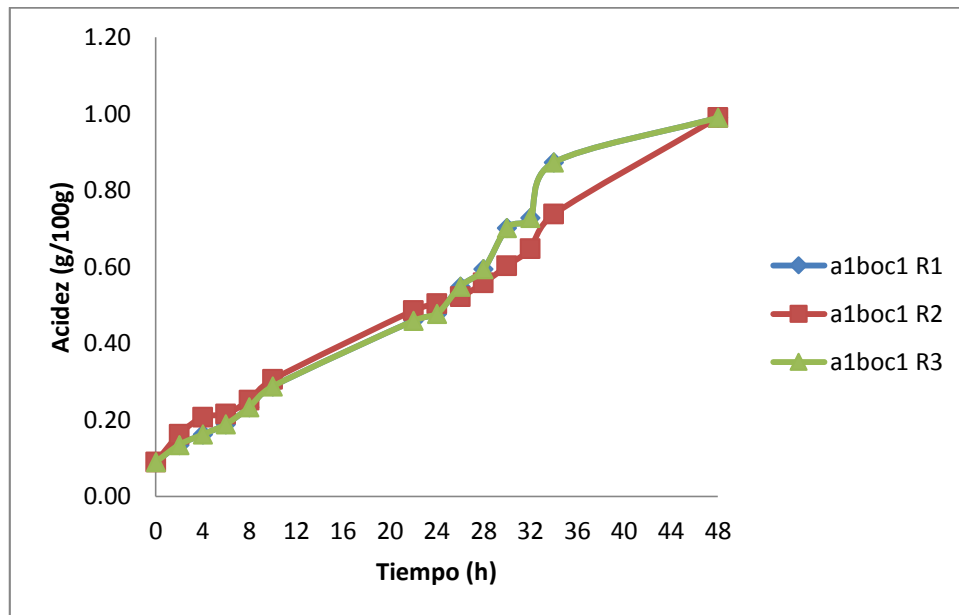


FIGURA C33. ACIDEZ (g/100g) vs TIEMPO (h) DE LOSTRATAMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN a_{1b0c1} (Fructosa- *Lb. casei*)

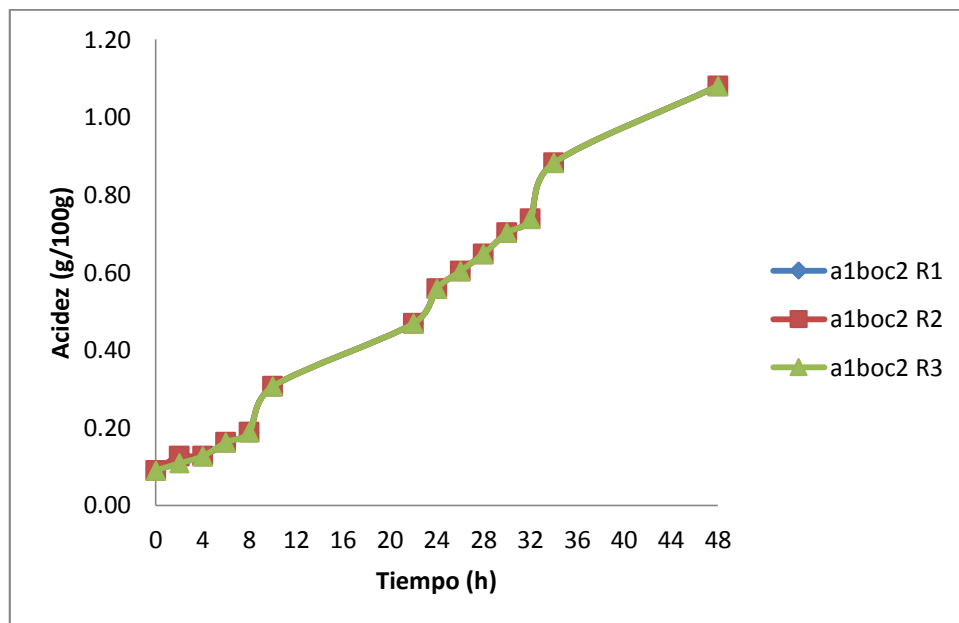


FIGURA C34. ACIDEZ (g/100g) vs TIEMPO (h) DE LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN a_{1b0c2} (Fructosa- *Lb. plantarum* + *Lb. casei*)

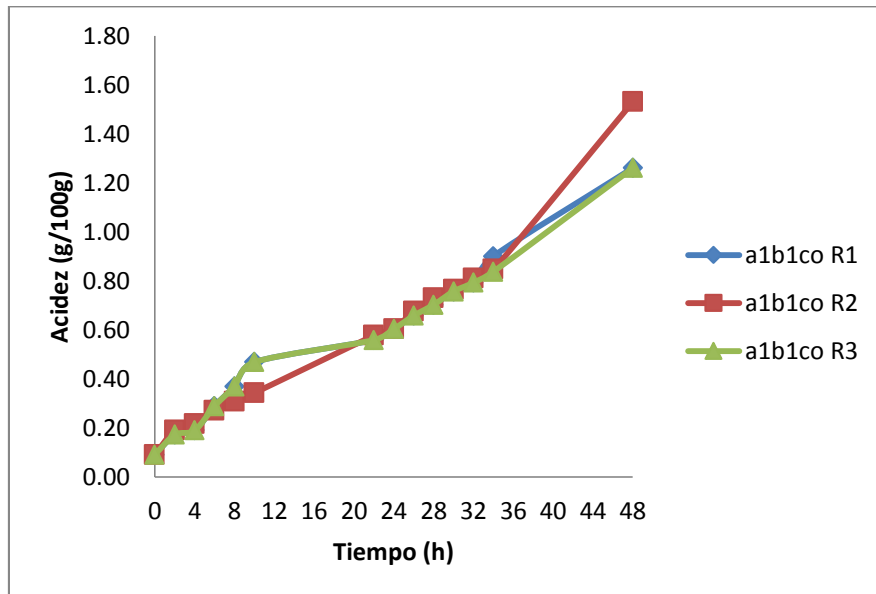


FIGURA C35. ACIDEZ (g/100g) vs TIEMPO (h) DE LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN a1b1c0 (Stevia- Lb. plantarum)

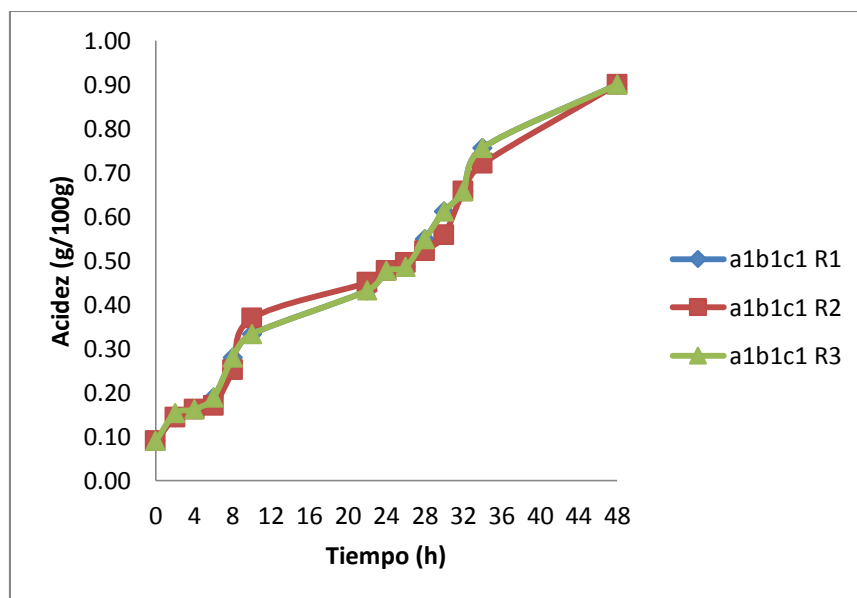


FIGURA C36. ACIDEZ (g/100g) vs TIEMPO (h) DE LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN a1b1c1 (Stevia- Lb. casei)

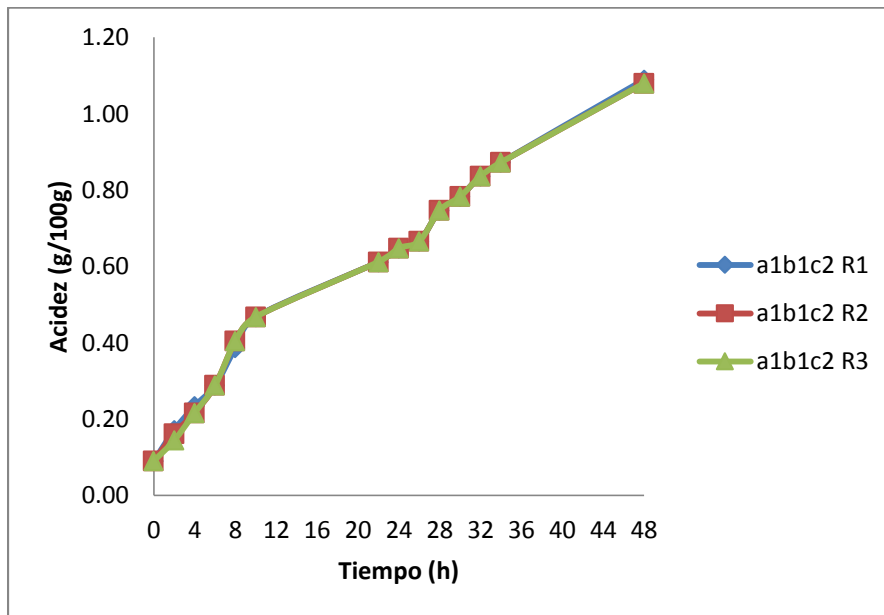


FIGURA C37. ACIDEZ (g/100g) vs TIEMPO (h) DE LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN a₁b₁c₂ (Stevia- *Lb. plantarum* + *Lb. casei*)

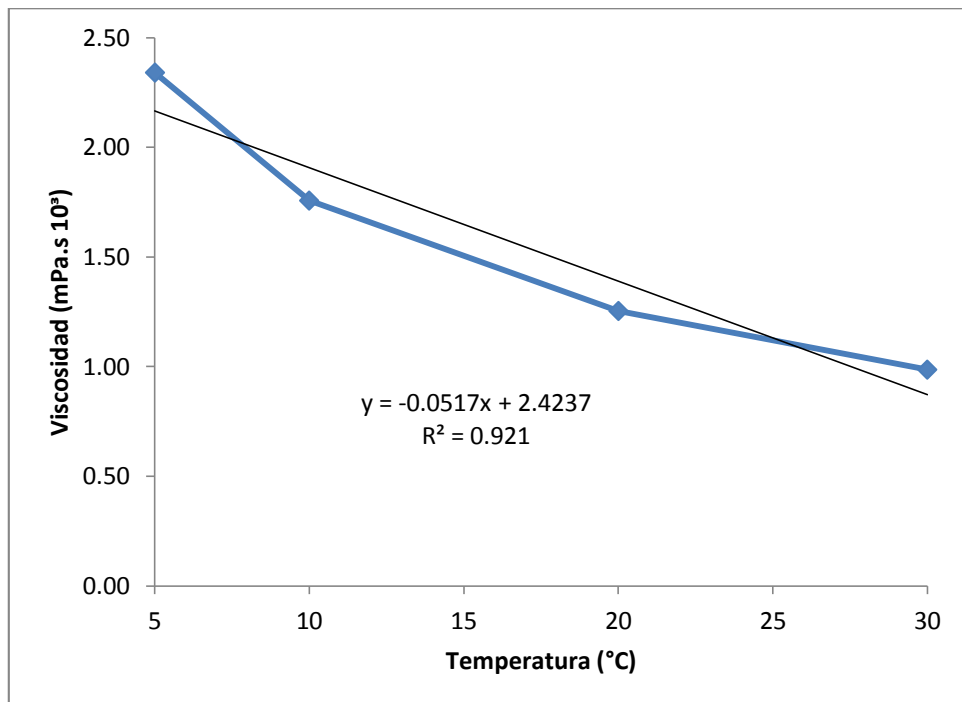


FIGURA C38. VALORES DE VISCOSIDAD (mPa.s) vs. TEMPERATURA (°C) EN LOS TRATAMIENTOS LUEGO DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN a₀b₀c₀ (Fructosa- *Lb. plantarum*)

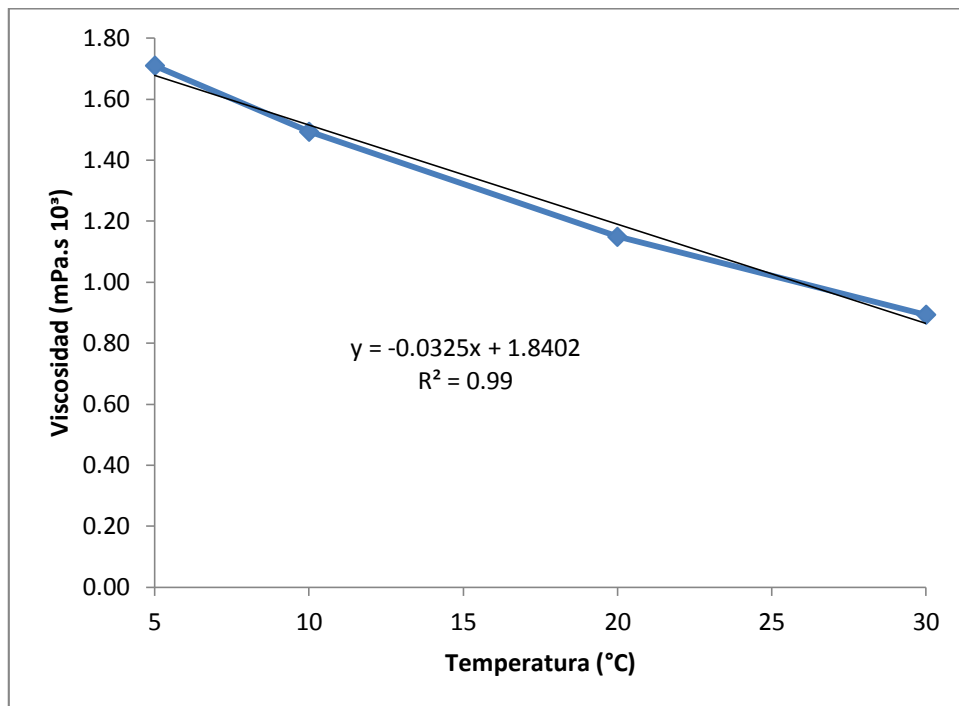


FIGURA C39. VALORES DE VISCOSIDAD (mPa.s) vs. TEMPERATURA (°C) DE TRATAMIENTOS LUEGO DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN a₀b₀c₁ (Fructosa- *Lb. casei*)

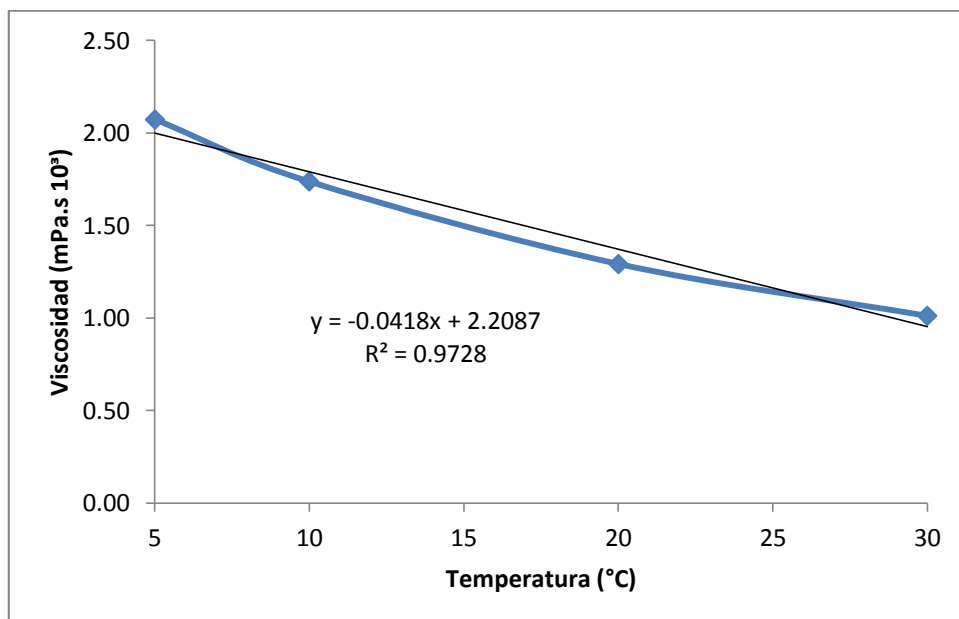


FIGURA C40. VALORES DE VISCOSIDAD (mPa.s) vs. TEMPERATURA (°C) DE TRATAMIENTOS LUEGO DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN a₀b₀c₂ (Fructosa- *Lb. plantarum* + *Lb. casei*)

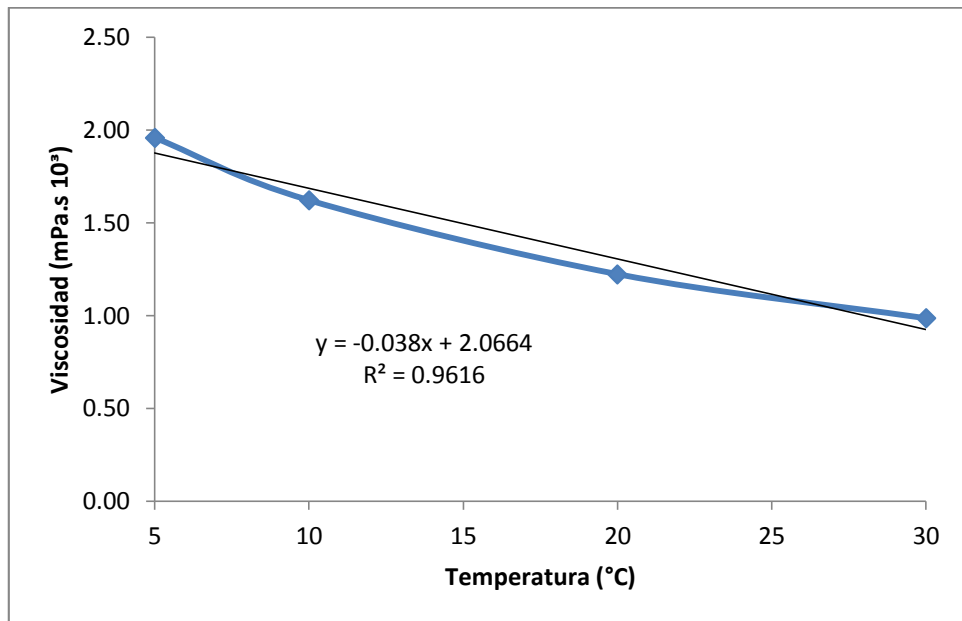


FIGURA C41. VALORES DE VISCOSIDAD (mPa.s) vs. TEMPERATURA (°C) DE TRATAMIENTOS LUEGO DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN a₀b₁c₀ (Stevia- *Lb. plantarum*)

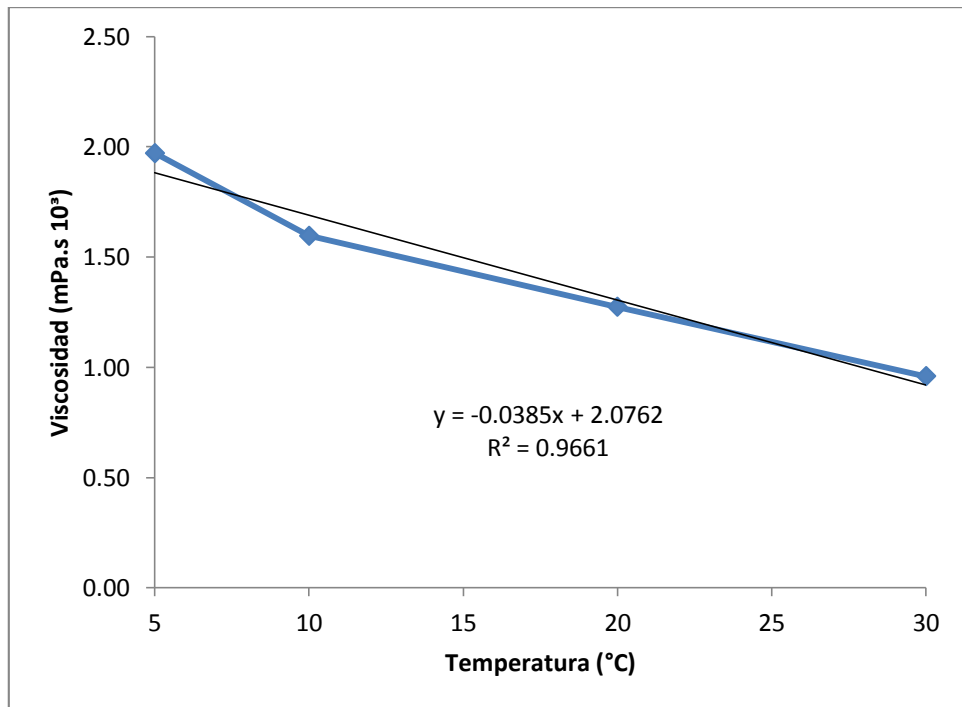


FIGURA C42. VALORES DE VISCOSIDAD (mPa.s) vs. TEMPERATURA (°C) DE TRATAMIENTOS LUEGO DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN a₀b₁c₁ (Stevia- *Lb. casei*)

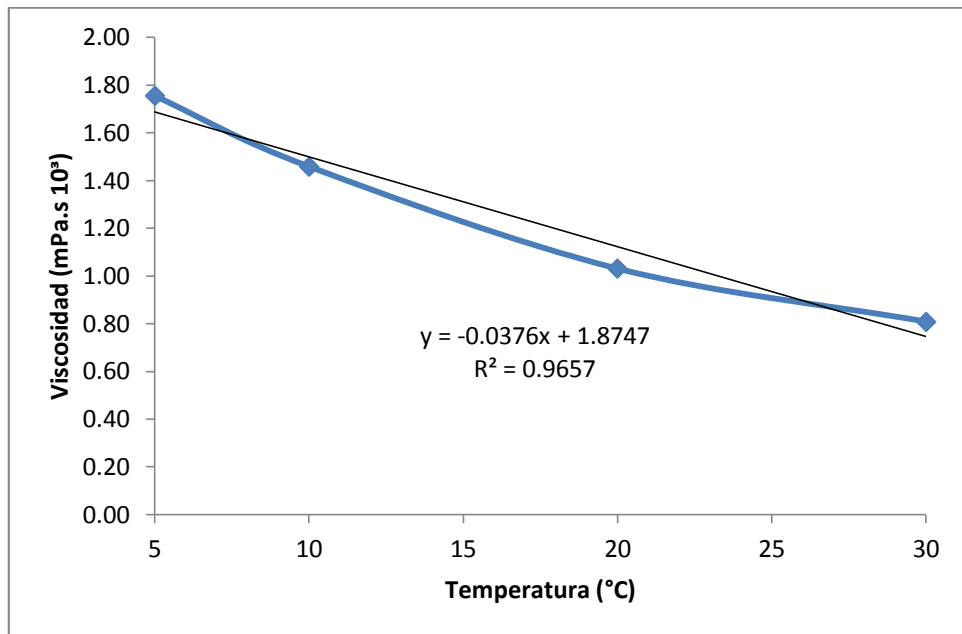


FIGURA C43. VALORES DE VISCOSIDAD (mPa.s) vs. TEMPERATURA (°C) DE TRATAMIENTOS LUEGO DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN a₀b₁c₂ (Stevia- *Lb. plantarum* + *Lb. casei*)

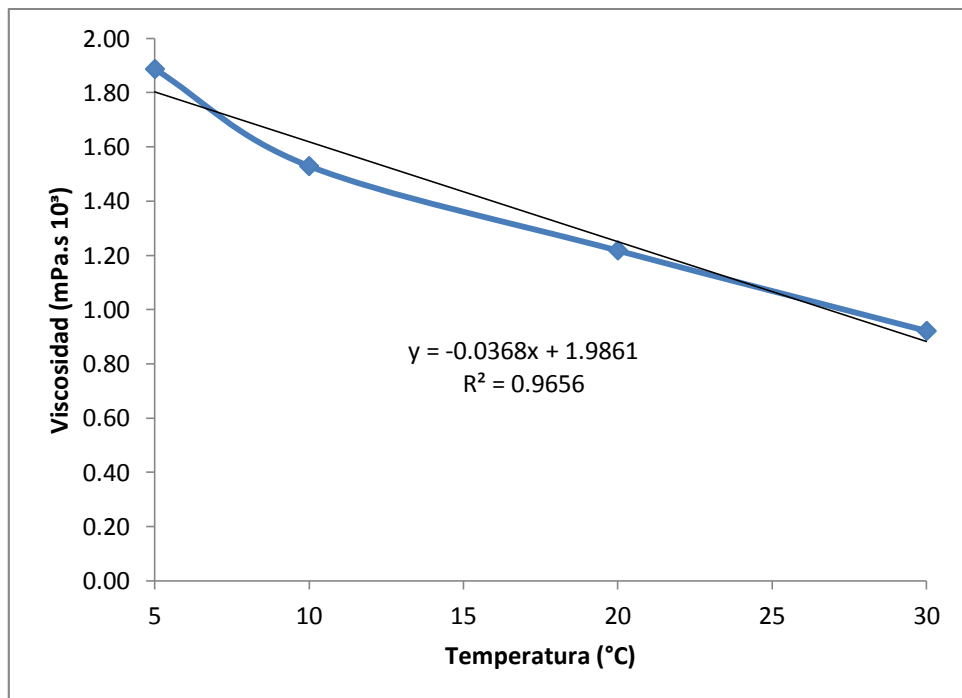


FIGURA C44. VALORES DE VISCOSIDAD (mPa.s) vs. TEMPERATURA (°C) DE TRATAMIENTOS LUEGO DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN a₁b₀c₀ (Fructosa- *Lb. plantarum*)

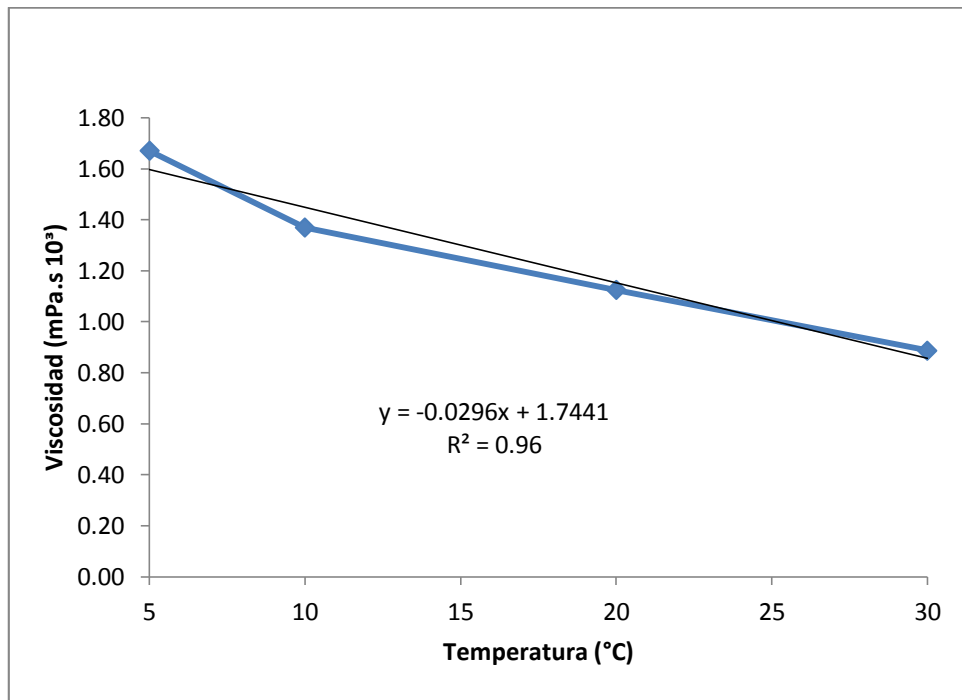


FIGURA C45. VALORES DE VISCOSIDAD (mPa.s) vs. TEMPERATURA (°C) DE TRATAMIENTOS LUEGO DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN $a_1b_0c_1$ (Fructosa- *Lb. casei*)

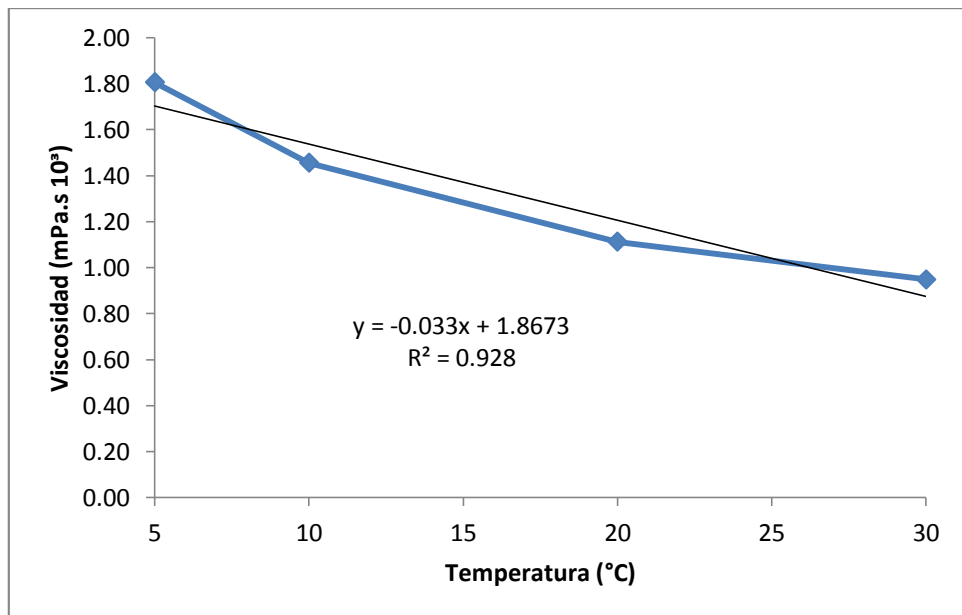


FIGURA C46. VALORES DE VISCOSIDAD (mPa.s) vs. TEMPERATURA (°C) DE TRATAMIENTOS LUEGO DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN $a_1b_0c_2$ (Fructosa- *Lb. plantarum* + *Lb. casei*)

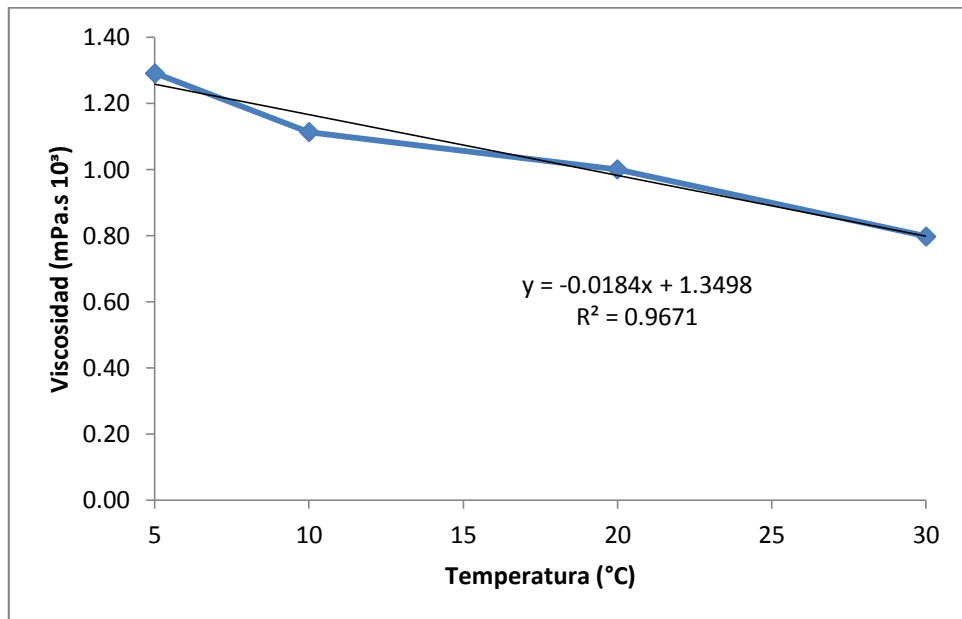


FIGURA C47. VALORES DE VISCOSIDAD (mPa.s) vs. TEMPERATURA (°C) DE TRATAMIENTOS LUEGO DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN a₁b₁c₀ (Stevia- *Lb. plantarum*)

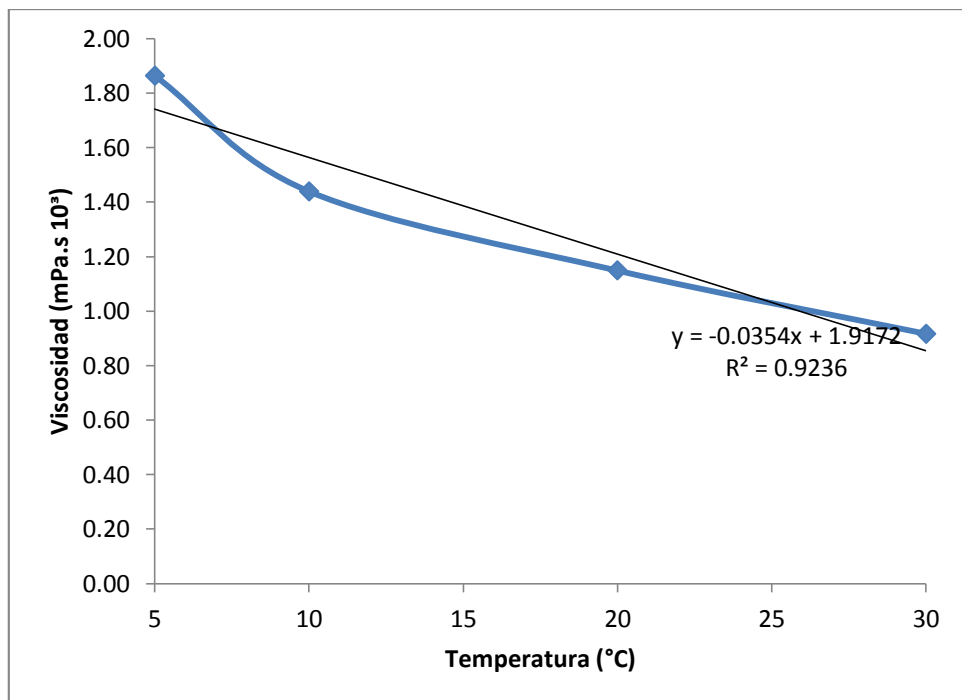


FIGURA C48. VALORES DE VISCOSIDAD (mPa.s) vs. TEMPERATURA (°C) DE TRATAMIENTOS LUEGO DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN a₁b₁c₁ (Stevia- *Lb. casei*)

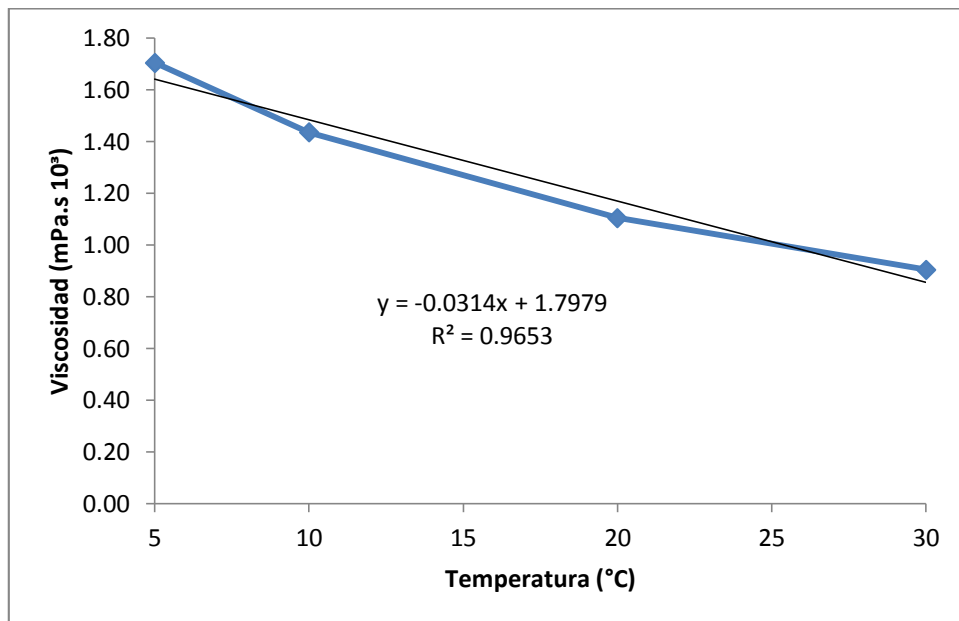


FIGURA C49. VALORES DE VISCOSIDAD (mPa.s) vs. TEMPERATURA (°C) DE TRATAMIENTOS LUEGO DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN $a_1b_1c_2$ (Stevia- *Lb. plantarum* + *Lb. casei*)

EVALUACIÓN SENSORIAL

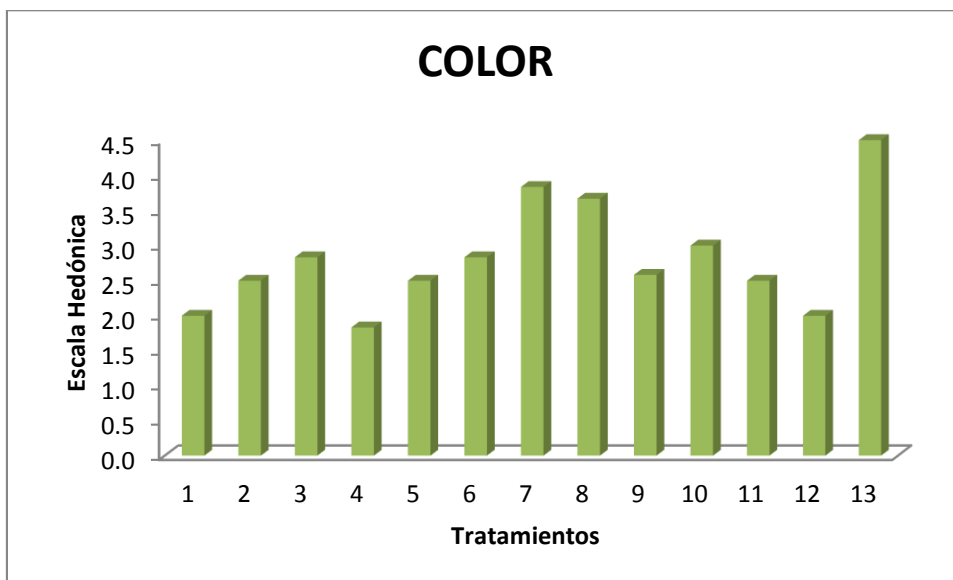


FIGURA C50. PROMEDIO DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR

Siendo: 1: $a_1b_0c_0$, 2: $a_1b_0c_1$, 3: $a_1b_0c_2$, 4: $a_1b_1c_0$, 5: $a_1b_1c_0$, 6: $a_1b_1c_2$, 7: $a_0b_0c_0$, 8: $a_0b_0c_1$, 9: $a_0b_0c_2$, 10: $a_0b_1c_0$, 11: $a_0b_1c_1$, 12: $a_0b_1c_2$, 13: Testigo

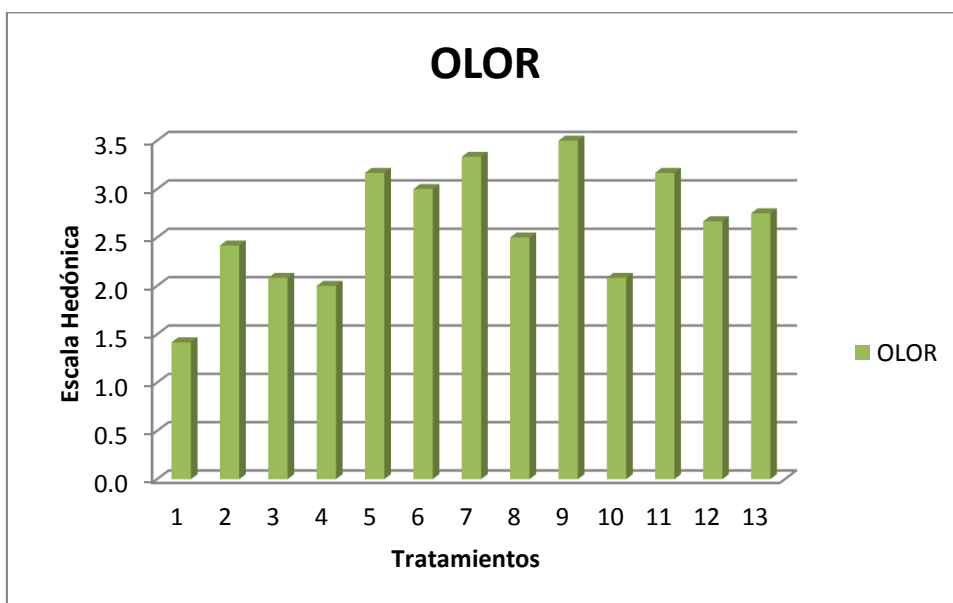


FIGURA C51. PROMEDIO DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO OLOR

Siendo: 1: $a_1b_0c_0$, 2: $a_1b_0c_1$, 3: $a_1b_0c_2$, 4: $a_1b_1c_0$, 5: $a_1b_1c_0$, 6: $a_1b_1c_2$, 7: $a_0b_0c_0$, 8: $a_0b_0c_1$, 9: $a_0b_0c_2$, 10: $a_0b_1c_0$, 11: $a_0b_1c_1$, 12: $a_0b_1c_2$, 13: Testigo

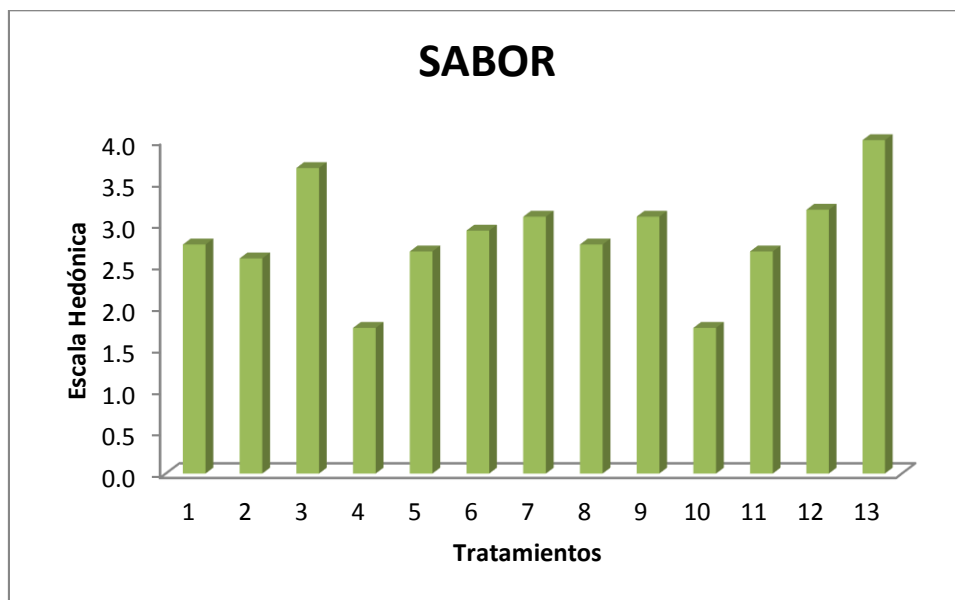


FIGURA C52. PROMEDIO DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR

Siendo: 1: $a_1b_0c_0$, 2: $a_1b_0c_1$, 3: $a_1b_0c_2$, 4: $a_1b_1c_0$, 5: $a_1b_1c_0$, 6: $a_1b_1c_2$, 7: $a_0b_0c_0$, 8: $a_0b_0c_1$, 9: $a_0b_0c_2$, 10: $a_0b_1c_0$, 11: $a_0b_1c_1$, 12: $a_0b_1c_2$, 13: Testigo

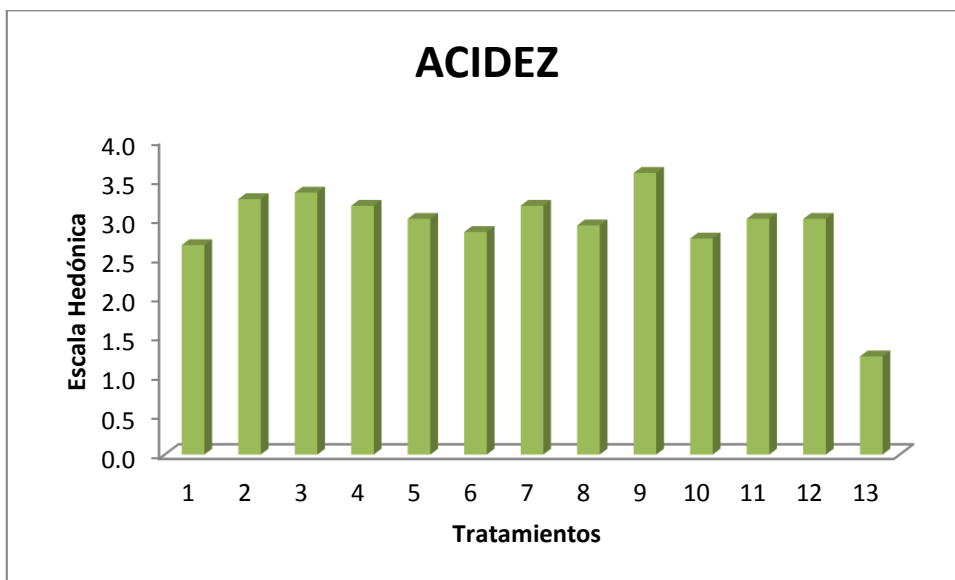


FIGURA C53. PROMEDIO DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO ACIDEZ

Siendo: 1: $a_1b_0c_0$, 2: $a_1b_0c_1$, 3: $a_1b_0c_2$, 4: $a_1b_1c_0$, 5: $a_1b_1c_0$, 6: $a_1b_1c_2$, 7: $a_0b_0c_0$, 8: $a_0b_0c_1$, 9: $a_0b_0c_2$, 10: $a_0b_1c_0$, 11: $a_0b_1c_1$, 12: $a_0b_1c_2$, 13: Testigo



FIGURA C54. PROMEDIO DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO ACEPTABILIDAD

Siendo: 1: a₁b₀c₀, 2: a₁b₀c₁, 3: a₁b₀c₂, 4: a₁b₁c₀, 5: a₁b₁c₀, 6: a₁b₁c₂, 7: a₀b₀c₀, 8: a₀b₀c₁, 9: a₀b₀c₂, 10: a₀b₁c₀, 11: a₀b₁c₁, 12: a₀b₁c₂, 13: Testigo

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

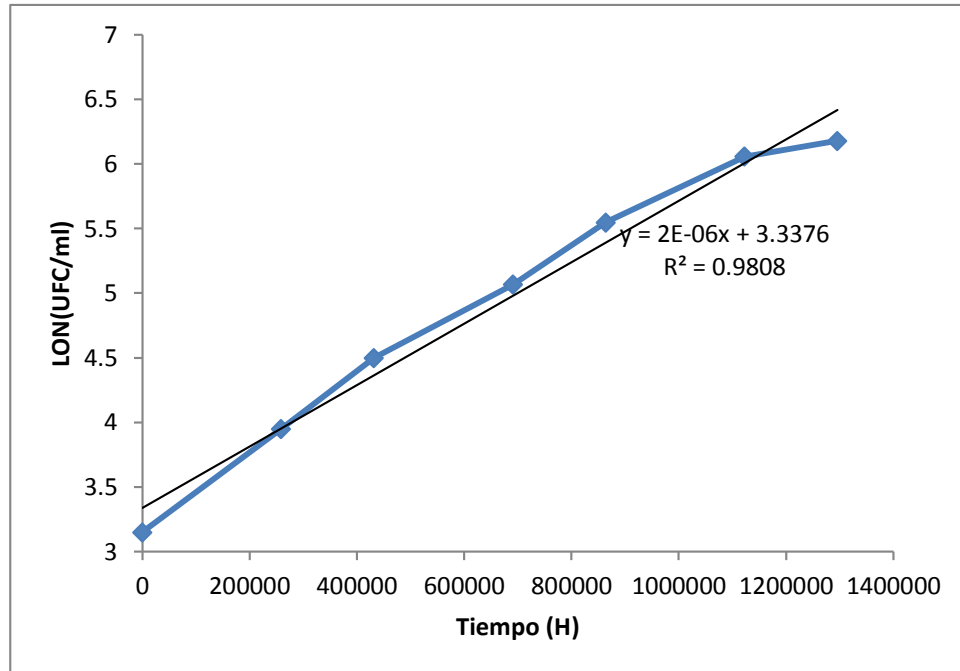


FIGURA C55. Tiempo de vida útil: Recuento de mohos y levaduras presentes en el tratamiento a₁: Concentración dos b₁: stevia c₀: *Lb. plantarum* a 5°C

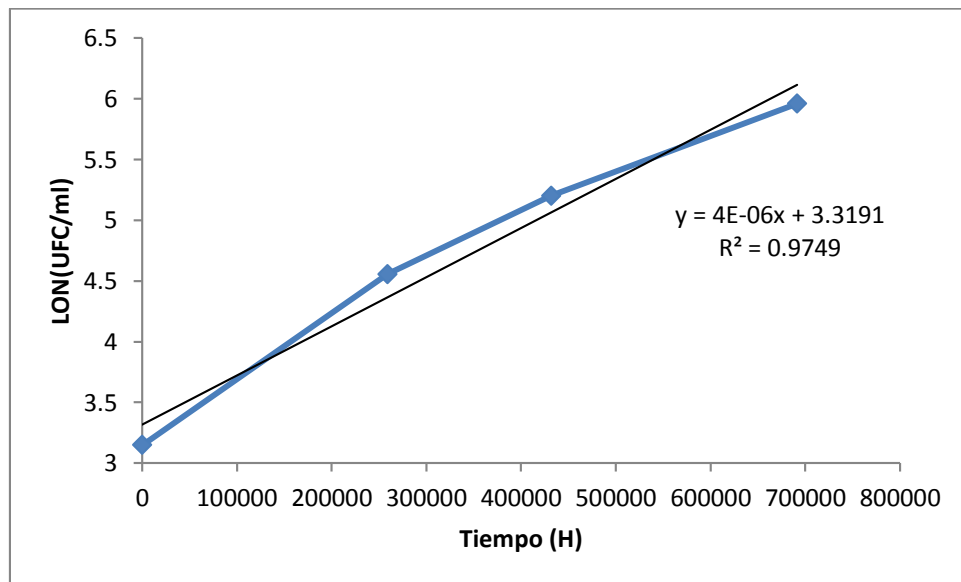


FIGURA C56. Tiempo de vida útil: Recuento de mohos y levaduras presentes en el tratamiento a₁: Concentración dos b₁: stevia c₀: *Lb. plantarum* a 20°C.

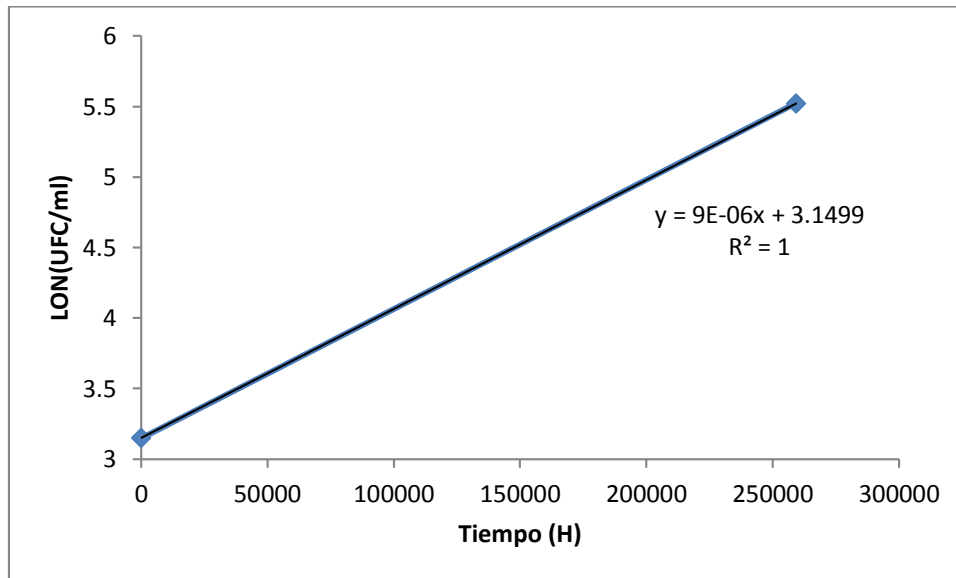


FIGURA C57. Tiempo de vida útil: Recuento de mohos y levaduras presentes en el tratamiento a₁: Concentración dos b₁: stevia c₀: *Lb. plantarum* a 30°C.

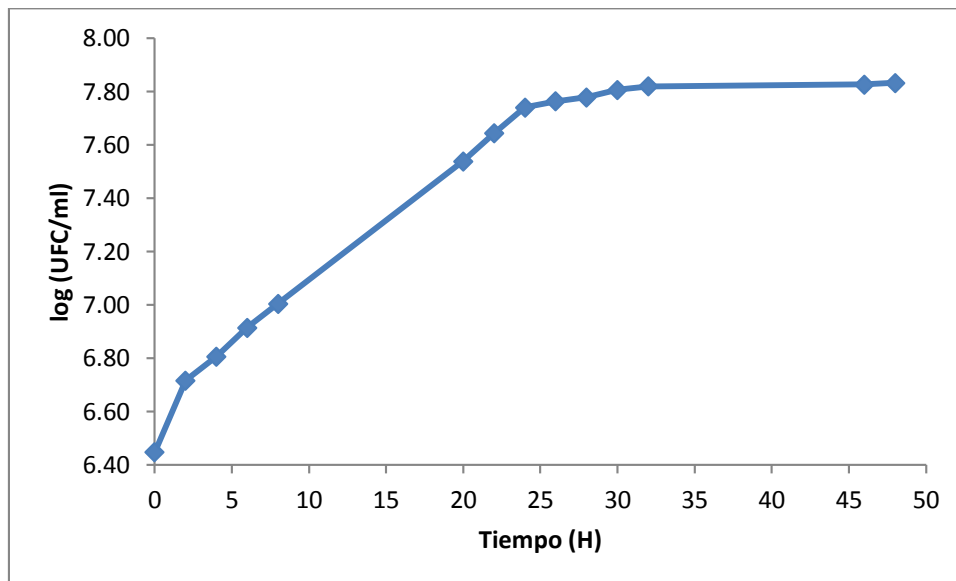


FIGURA C58. CRECIMIENTO DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS *Lactobacillus plantarum*, (UFC/ml) vs tiempo

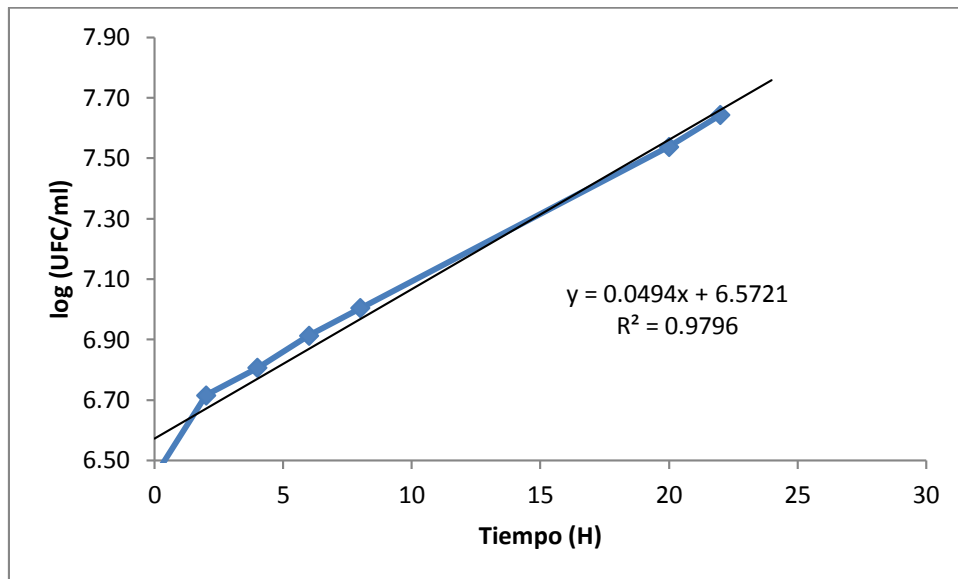


FIGURA C59. CRECIMIENTO DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS *Lactobacillus plantarum*, (UFC/ml) vs tiempo (H)

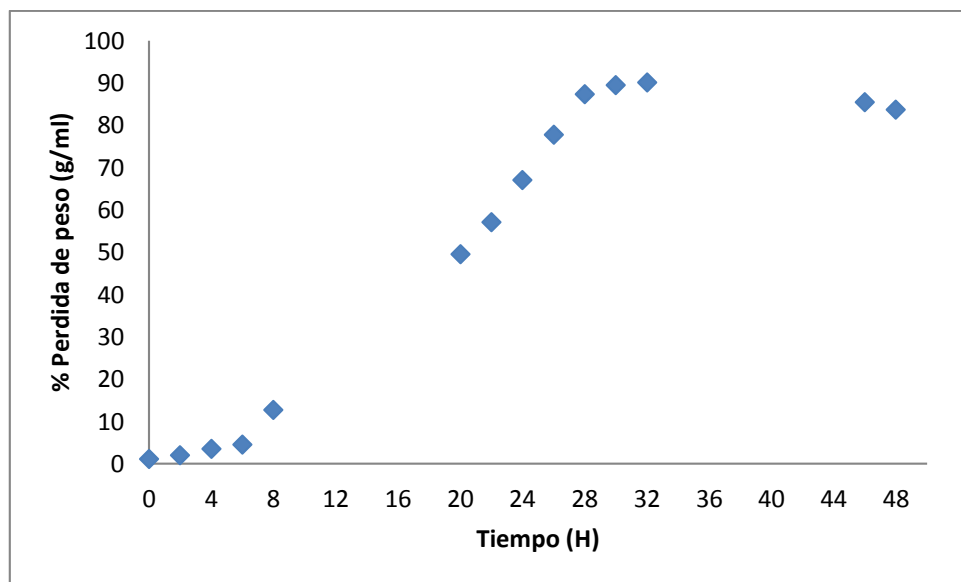
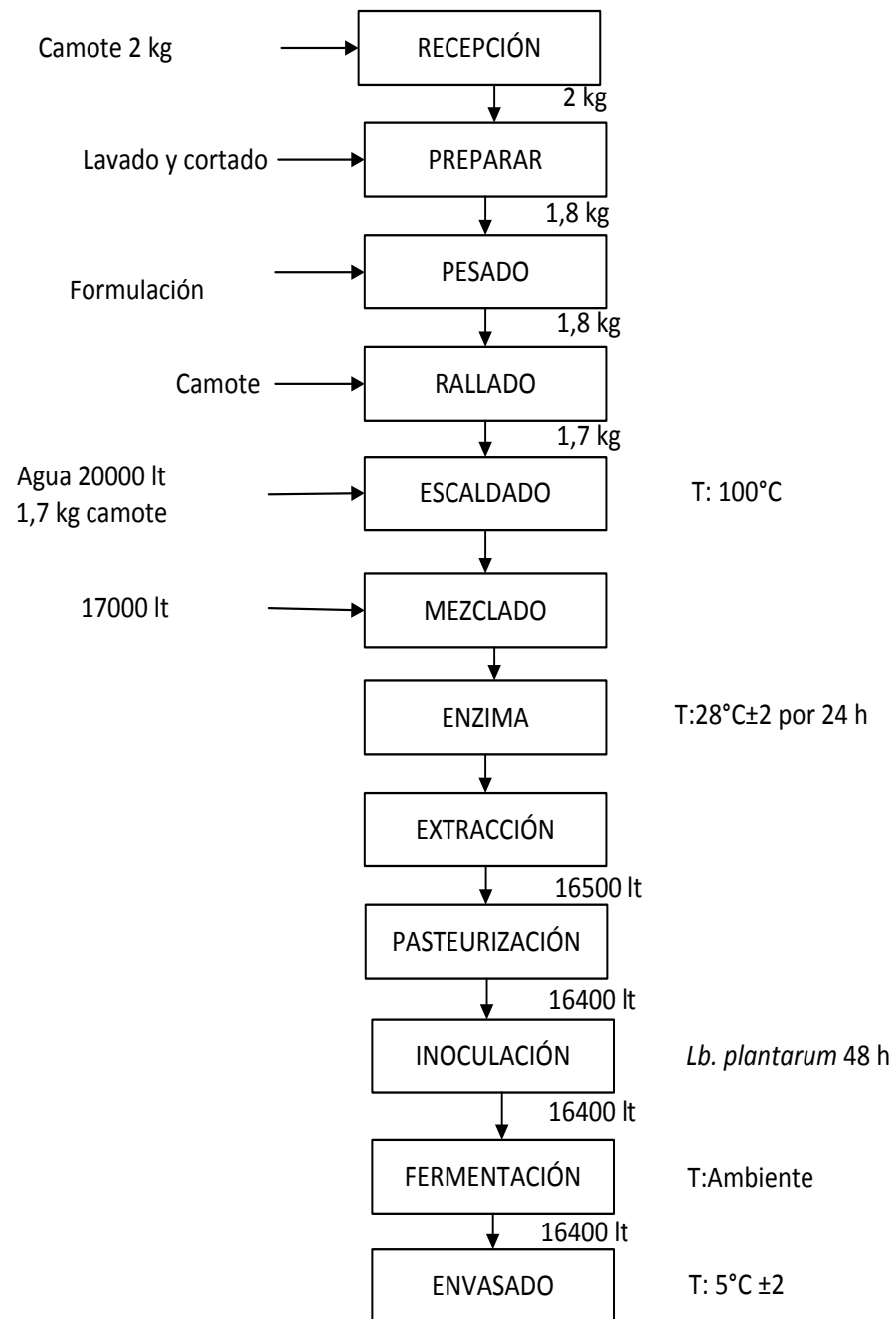


FIGURA C60. CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS *Lactobacillus plantarum*; pérdida de peso del sustrato (g/ml) vs tiempo (H)

**FIGURA C61. Balance de materiales de Lacto-Jugo Tratamiento a₁:
Concentración 1 b₁: stevia c₀: *Lb. plantarum***



Elaborado por: Janina Proaño, 2012

ANEXO D
FICHA TECNICA DE
ANALISIS
SENSORIAL

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
HOJA DE CATACIÓN DE LACTO-JUGO

Nombre: _____ Fecha: _____

INDICACIONES: Por favor deguste las muestras que se presentan y señale la aceptabilidad del atributo sensorial según la escala planteada, colocando una X.

PARÁMETROS				
COLOR				
1	Muy claro			
2	Claro			
3	Ni claro Ni oscuro			
4	Oscuro			
5	Muy oscuro			
OLOR				
1	Bastante perceptible			
2	Muy perceptible			
3	Perceptible			
4	Poco perceptible			
5	Nada perceptible			
SABOR				
1	Agrada mucho			
2	Agrada poco			
3	Ni agrada ni desagrada			
4	Desagrada			
5	Desagrada mucho			
ACIDEZ				
1	Ácido apenas perceptible.			
2	Débilmente ácido			
3	Moderadamente ácido			
4	Muy ácido			
5	Extremadamente ácido			
ACEPTABILIDAD				
1	Bastante aceptable			
2	Muy aceptable			
3	Aceptable			
4	Poco aceptable			
5	Nada aceptable			

¡MUCHAS GRACIAS!

Recomendaciones:.....

ANEXO E ESTIMACIÓN ECONOMICA

TABLA E1. MATERIALES DIRECTOS E INDIRECTOS

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Precio Total (\$)
Camote	qq	1	45	45
Edulcorantes	g	0,5	0,12	0,06
Cultivos				
Iniciadores	g	0,15	1,5	0,23
Enzimas	g	0,15	0,5	0,08
Envase	-	300	0,5	150
TOTAL (\$)				195

TABLA E2. EQUIPOS Y UTENSILIOS

#	Equipo	Costo (\$)	Valor Total (\$)	Vida Útil (años)	Costo Anual (\$)	Costo Día (\$)	Costo Hora (\$)	Horas de uso	Costo de uso (\$)
1	Balanza 30 Kg	500	500	10	50,00	0,20	0,03	0,50	0,01
1	pH metro digital (0-14)	120	120	5	24,00	0,10	0,01	3,00	0,04
1	Termocuplas (0-200)	25	25	5	5,00	0,02	0,00	1,00	0,00
1	Mesa de Trabajo	80	80	5	16,00	0,06	0,01	0,50	0,00
1	Incubadora	350	350	10	35,00	0,14	0,02	48,00	0,84
2	Cuchillos de acero inoxidable	1	2	5	0,40	0,00	0,00	0,50	0,00
8	Material de vidrio	180	1440	5	288,00	1,15	0,14	1,00	0,14
1	Cámara de flujo laminar	15000	15000	15	1000,00	4,00	0,50	1,00	0,50
1	Autoclave	1200	1200	10	120,00	0,48	0,06	2,00	0,12
15	Utensilios	36	540	5	108,00	0,43	0,05	2,00	0,11
1	Refrigeradora	600	600	10	60,00	0,24	0,03	24,00	0,72
	TOTAL (\$)								2,49

TABLA E3. SUMINISTROS

Servicio	Unidad	Consumo	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Agua	m ³	100	0,15	15
Luz	kW-h	15	0,03	0,45
Gas	kg	2	0,14	0,28
TOTAL (\$)				15,73

TABLA E4. PERSONAL

Descripción	Número	Sueldo Mensual (\$)	Costo Día(\$)	Costo Hora (\$)	Horas Utilizadas	Total(\$)
Personal	1	320,30	16,02	2,00	5,00	10,01

TABLA E5. INVERSIÓN ESTIMADA PARA EL PROCESAMIENTO DE LACTO-JUGO

CAPITAL DE TRABAJO	MONTO
Materiales Directos e Indirectos	195,36
Equipos y Utensilios	2,49
Suministro	15,73
Personal	10,01
TOTAL (\$)	223,59
Capacidad de producción (750 ml)	0,75
Utilidad 25%	0,19
PRECIO DE VENTA	0,93

ANEXO F

FOTOGRAFÍAS

EQUIPOS UTILIZADOS PARA ELABORACIÓN DE LACTO-JUGO



F1. Balanza Analítica (0-200 g)



F2. Balanza (0 -3000 Kg)



F3. pH-Metro



F4. Estufa



F5. Incubadora



F6. Incubadora Shaker



F7. Camote Pelado



F8. Camote Rallado



F9. Camote con Enzimas



F10. Camote con *Lactobacillus plantarum*
Luego de 48 Horas de Fermentación



F11. Camote con *Lactobacillus casei*
Luego de 48 Horas de Fermentación



F12. Camote con *Lactobacillus plantarum* – *Lactobacillus casei*
luego de 48 Horas de Fermentación



F13. Medición de Lacto-Jugo Acidez en Proceso de Fermentación



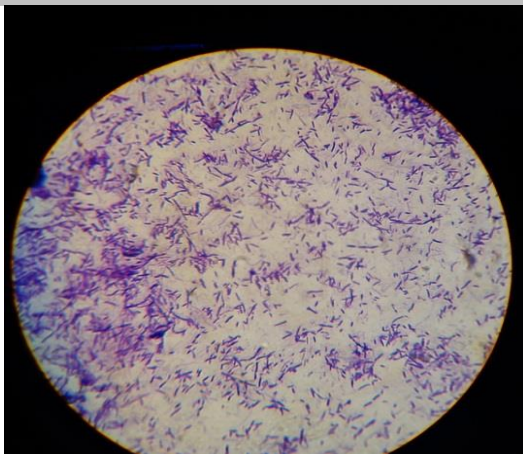
F14. Prueba de Yodo



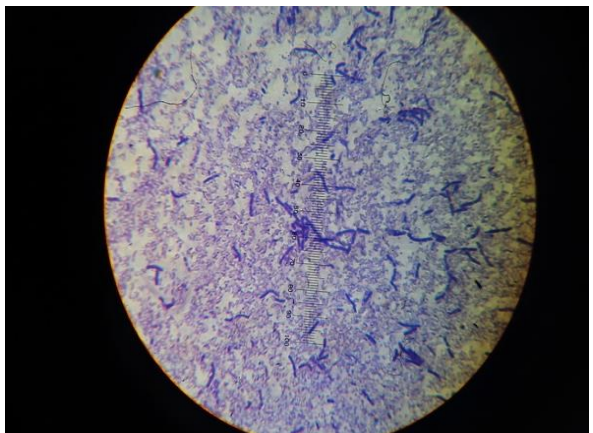
F15. Medición de Viscosidad a Las 48 Horas de Fermentación



F16. Cataciones de Lacto-Jugo

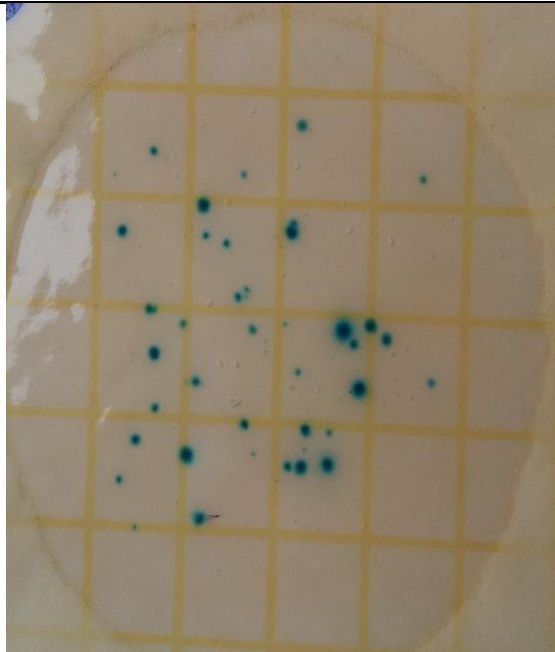


F17. *Lactobacillus plantarum* (400 X)



F18. *Lactobacillus plantarum* (400 x) a los 15 días de fermentación

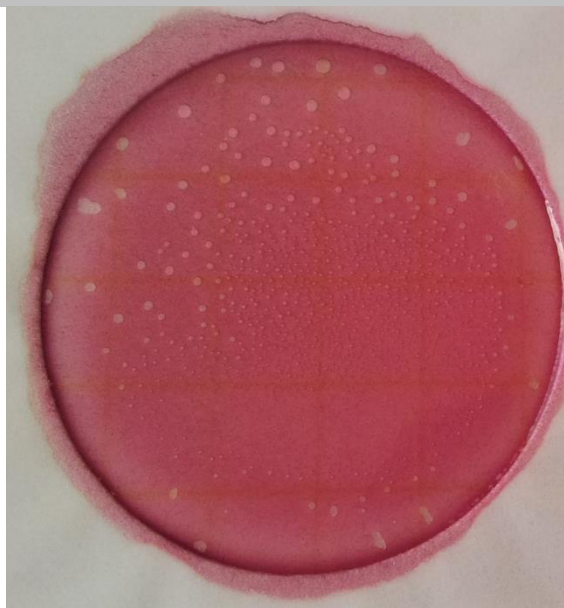
**ANÁLISIS
MICROBIOLÓGICO
MEJOR TRATAMIENTO**



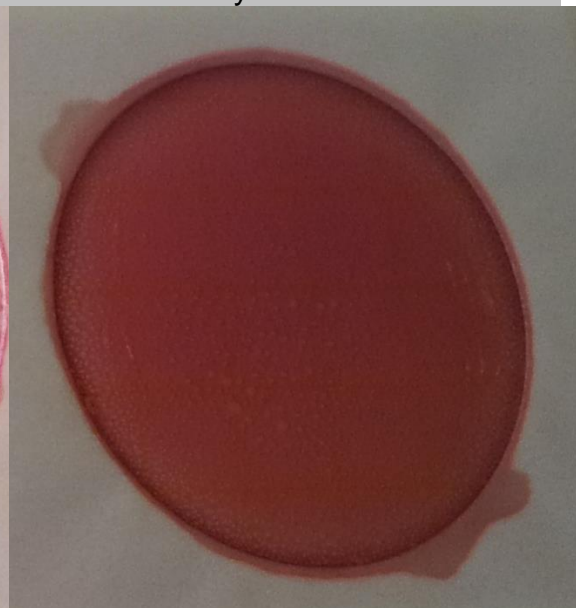
F19. Control: Petrifilm de Mohos y Levaduras 10^{-1}



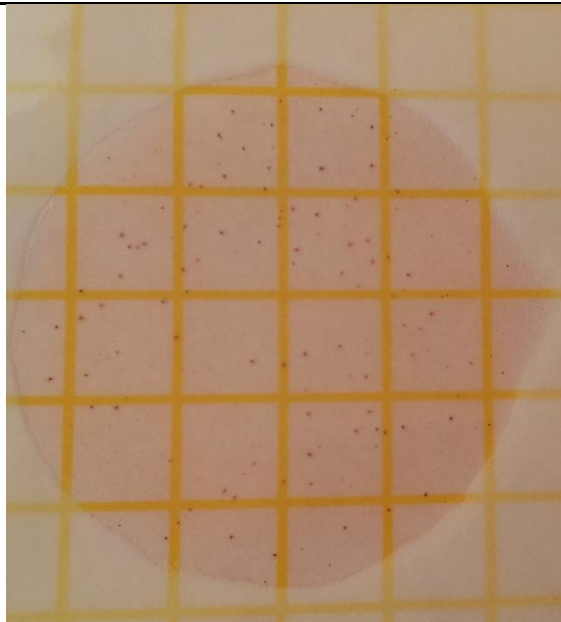
F20. Tratamiento ($a_1b_1c_0$): Petrifilm de Mohos y Levaduras 10^{-1}



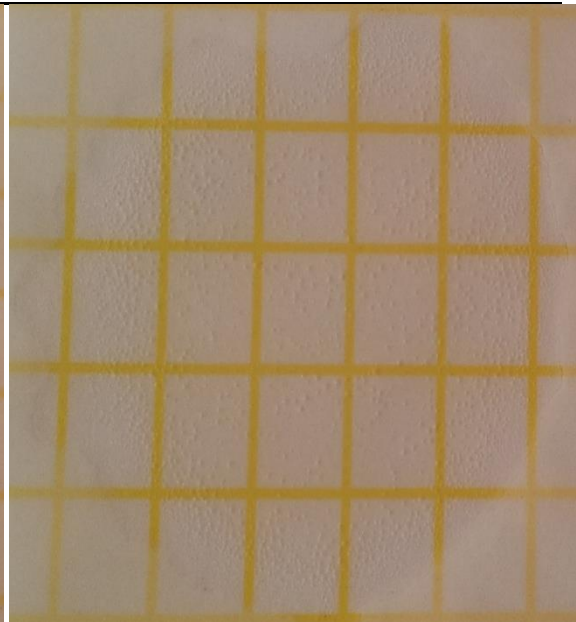
F21. Control: E. coli y coliformes Petrifilm de E 10^{-1}



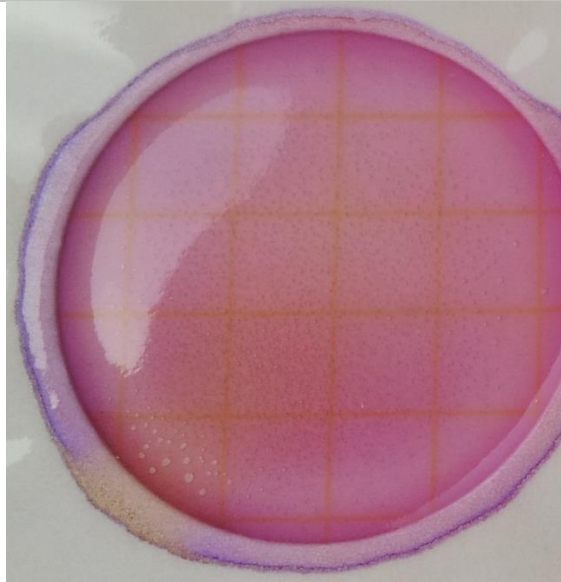
F22. Tratamiento ($a_1b_1c_0$): Petrifilm de E. coli y coliformes 10^{-1}



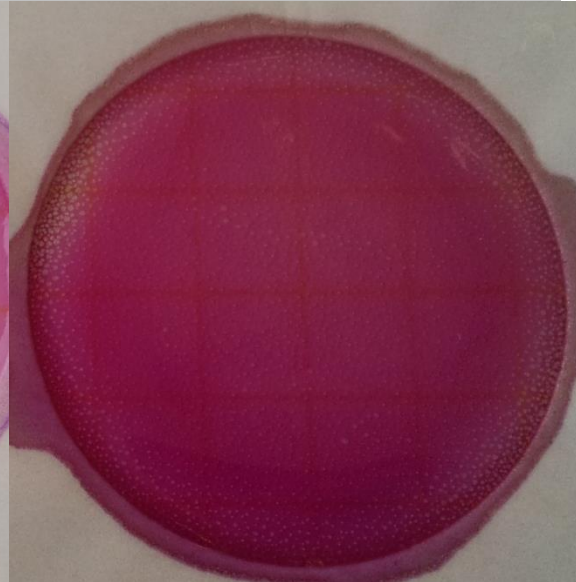
F23. Control: Petrifilm de Aerobios 10^{-2}



F24. Tratamiento (a₁b₁c₀): Petrifilm de Aerobios 10^{-1}



F25. Control: Petrifilm de *Enterobacteriaceae* 10^{-1}



F26. Tratamiento (a₁b₁c₀): Petrifilm de *Enterobacteriaceae* 10^{-1}

Tratamiento Control: Jugo de camote sin bacterias lácticas
Tratamiento (a₁b₁c₀): (a₁) Concentración 1:1000,
(b₁) edulcorante stevia,
(c₀) *Lactobacillus plantarum*

ANEXO G

PROTOCOLO DE

ANÁLISIS

G1: DETERMINACION DE ACIDEZ

Al utilizar bacterias productoras de ácido láctico para la elaboración del lacto-
jugo se consideró expresar el valor de acidez como porcentaje de ácido
láctico

REACTIVOS

- Hidróxido sódico 0,1 N
- Fenoftaleína 1% etanol
- Agua destilada

PROCEDIMIENTO:

- Medir 10 ml de la muestra
- Realizar la titulación en nuestro soporte con la cantidad de gasto de NaOH.
- Agregar a la muestra gotas de fenolftaleína.

$$\text{Ácidoz}(\%) = \frac{v * N * Meq}{a}$$

Donde:

V= Volumen en ml consumidos de solución de NaOH 0.1N

N= Normalidad de la solución de NaOH

Meq= Peso equivalente: 90

a= 10 ml de la muestra

FUENTE:

Velásquez, C. s/f. Universidad Nacional Federico Villarreal. Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas Análisis de productos agroindustriales. Consultado en: <http://es.scribd.com/doc/41194993/ACIDEZ> (15/03/12)

Villa, F. 2011. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de formación profesional de Industrias Alimentarias. 2011. Consultado en: <http://es.scribd.com/doc/70123941/Determinacion-de-Ph-y-Acidez-Titulable-Angire> (15/03/12)

Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 341). Bebidas Alcohólicas Determinación de la Acidez. Quito-Ecuador

G2: SÓLIDOS TOTALES

Los sólidos solubles totales nos ayudan a determinar la concentración de sacarosa por 100 mililitros de una solución, los sólidos solubles totales se determinan con el índice de refracción, el cual se expresa con los grados Brix (°Brix)

MATERIALES Y EQUIPOS:

- Refractómetro (Brixómetro)
- Agua destilada.

PROCEDIMIENTO:

- La muestra de Lacto-jugo, el cual debe de estar perfectamente limpio y seco, cerrar y hacer pasar la luz a través de ella.
- Leer directamente en la escala interior que va de 0 a 32°Brix; el campo de visión se dividirá en una zona iluminada y otra oscura y la unión de ambas zonas cruzará la escala en un punto que representará el °Brix.
- De cada muestra se efectúa tres determinaciones de lectura.

FUENTE:

Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 380). Vegetales Determinación de sólidos solubles. Método Refractométrico. 1985 (039).

G3: pH

MATERIALES Y EQUIPOS:

- Soluciones Buffer de pH 7 y 4
- Vaso de precipitado de 250 ml
- Potenciómetro
- Agua destilada

PROCEDIMIENTO:

- Medir 30 ml de la muestra
- Verificar que la temperatura de ensayo no supere los 20°C
- Lavar los electrodos con agua destilada
- Sumergir los electrodos en solución Buffer de pH 7,0
- Lavar y secar
- Sumergir los electrodos en la solución Buffer de pH 4,0
- Hacer corrección si es necesario
- Lavar y secar
- Colocar en el vaso de precipitación aproximadamente 100 ml de muestra
- Determinar el pH de la muestra introduciendo los electrodos del medidor de pH en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que no toquen las paredes del recipiente.
- Agitar y leer el valor de pH

FUENTE:

Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 2 325:2002). Bebidas Alcohólicas. Cerveza Determinación de pH

G4: PRUEBA DE LUGOL

Solución de Lugol es una disolución de yodo molecular I_2 y yoduro potásico KI en agua destilada.

REACTIVOS

- 1gr de yodo + 10 gr de yoduro potásico + 1 litro de agua

PROCEDIMIENTO

- Preparar la muestra de 10 ml
- Añadir 1ml de solución de yodo.

EVALUACIÓN

- No cambia el color de la solución de yodo (color pardo rojizo) ausencia de almidón
- El color cambia de pardo rojizo a marrón (el almidón no está completamente degradado).
- Color azul, azul oscuro o negro (presencia de almidón).

FUENTE:

Métodos cualitativos para la identificación de carbohidratos (monosacáridos, disacáridos y polisacáridos). Consultado en: webdelprofesor.ula.ve/ (16/08/12)

G5: DETERMINACION DE VISCOSIDAD

La viscosidad de un fluido puede medirse por un parámetro dependiente de la temperatura llamado coeficiente de viscosidad o simplemente viscosidad.

MATERIALES E INSTRUMENTOS

- Termómetro
- Viscosímetro de Ostwald.
- Pipeta de 10 ml.
- Cronómetro.
- Vaso de 50 ml.
- Muestra problema.
- Propipeta.
- Baño termostático a 5°C, 20°C y 30°C

PROCEDIMIENTO

- Llenar el viscosímetro limpio y seco con 10 ml del líquido problema, a través del tubo de mayor diámetro.
- Introducir el viscosímetro en el baño termostático y esperar unos 5 minutos para que el líquido problema alcance la temperatura de medida.
- Succionar líquido por encima de la marca superior del viscosímetro (tubo de menor diámetro) y medir a continuación el tiempo de paso del mismo entre las marcas A y B.
- Hacer para cada líquido un mínimo de 3 medidas independientes.
- Cuando se termine la serie de medidas con un líquido, limpiar el viscosímetro primero con agua y luego con alcohol y por último secar con aire.

$$\mu = k * \rho * t$$

Donde

μ = Viscosidad m.Pa/s

k=constante del temperatura y viscosímetro

ρ =densidad kg/m³

t= Temperatura °C

FUENTE:

Valderrama, L. 2007. Determinación de Viscosidad y Densidad. Concentración de Minerales I. Universidad de Atacama

G6: DETERMINACION DE DENSIDAD

MATERIALES:

- Picnómetro de 50 ml
- Balanza analítica
- Líquido problema
- Agua destilada

PROCEDIMIENTO:

- Pesarse el picnómetro vacío, asegurándose que este bien limpio y seco m_1
- Pesarse el picnómetro lleno de agua destilada m_2
- Pesarse el picnómetro lleno del líquido problema m_3
Cuando se habla de picnómetro lleno, quiere decir que está enrasado adecuadamente.
Para facilitar el enrase puede utilizarse trozos de papel toalla.
El picnómetro debe estar bien seco por fuera.
Obtenga la masa del líquido mediante la ecuación: $m_l = m_3 - m_1$.
Obtenga la masa del agua destilada: $m_a = m_2 - m_1$.
- Obtener la densidad relativa del líquido buscado:
$$\rho_r = \frac{m_l}{m_a}$$
- Anotar la temperatura del agua y considere la densidad del agua para la temperatura designada ρ_a
- Para obtener la densidad del líquido, multiplique la densidad relativa del líquido problema por la densidad del agua: $\rho_l = \rho_r \rho_a$

FUENTE:

Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 391). Conservas Vegetales Jugos De Frutas Determinación De La Densidad Relativa. Quito-Ecuador

G7: DETERMINACION DE SÓLIDOS TOTALES Y HUMEDAD

PROCEDIMIENTO

- Preparar las cápsulas
- Poner a peso constante secando en la estufa, las cápsulas entre abiertas durante un mínimo de 2 horas a $100 \pm 2^{\circ}\text{C}$, taparlas e introducir en un desecador. Dejar enfriar a temperatura ambiente y pesar con precisión de 0,1 mg (M1).
- Pesar hasta 10 g de la muestra en la cápsula preparada, con precisión de 0,1 mg (M2).
- Introducir las cápsulas en la estufa la muestra
- Cerrar la estufa y secar a $100^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta alcanzar el peso constante.
- Abrir la estufa, tapar las cápsulas y colocarlas en el desecador.
- Dejar enfriar hasta temperatura ambiente y pesar con precisión de 0,1 mg (M3).

$$\text{Sólido Totales(\%)} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1}$$

Humedad

$$\text{Sólidos Totales (\%)} - 100 = \text{Humedad (\%)}$$

FUENTE:

Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 14). Determinación de Sólidos Totales y Cenizas. Quito-Ecuador

G8: RECUENTO TOTAL AEROBIOS MESÓFILOS, MOHOS, LEVADURAS, ENTEROBACTER COLIFORMES TOTALES Y *E. COLI*.

Fundamento:

Los alimentos consumidos crudos son potencialmente más peligrosos que los alimentos que se cocinan previamente al consumo, ya que el tratamiento de cocción destruye muchas de las toxinas producidas por los microorganismos. *E. coli* es una especie bacteriana que a más de presentar las características del grupo coliforme fecal, su hábitat natural primario es el intestino.

Materiales y equipos

Placas petrifilms (3M) para recuento de aerobios mesófilos, mohos y levaduras, Enterobacter, Coliformes totales y *E. coli*.

- Agua destilada
- Cámara de flujo laminar
- Pipetas
- Tubos bacteriológicos
- Estufa
- Incubadora
- Autoclave
- Cuenta Colonias
- Aplicador de petrifilms

Procedimiento:

- Se esteriliza el material a utilizarse, y se prepara una dilución 1:10 o superior (dependiendo el día de siembra), colocando para dicho fin, la muestra y el agua destilada en una funda Ziploc, para su posterior homogenización.
- Se pipetea la muestra anterior en un tubo bacteriológico estéril y se mezcla.
- Se coloca la placa Petrifilm en una superficie plana. Se levanta el film superior, con la pipeta en forma perpendicular a la placa se coloca 1 ml de la muestra en el centro del film interior, se baja el film superior y se deja que caiga. No deslizarlo hacia abajo. Se coloca el aplicador para petrifilms sobre el inóculo.
- Con cuidado de ejercer presión sobre el aplicador para repartir el inóculo en el área circular. Se levanta el aplicador y se espera un minuto para que solidifique el gel.

- Incubar las placas petrifilms cara arriba. Las temperaturas de incubación son las siguientes: Para aerobios totales (30 a 40°C durante 48 horas), para Coliformes totales (35-37 °C por 24 horas) y para mohos y levaduras (25±1°C durante 3-5 días).
- Leer las placas Petrifilm en el contador de colonias estándar con aumento.

Fuente

- Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 1 529-8). Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y *E. coli*.
- Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 1 529-5). Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos.
- Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 1 529-11:98). Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables.
- Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 1 529-10:98). Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables, recuento en placa por siembra en profundidad.
- Guía de Interpretación 3M *petrifilms* Levaduras y mohos.
- Guía de Interpretación 3M *petrifilms* Placas para recuento de coliformes.
- Guía de Interpretación 3M *petrifilms* Placas para recuento de aerobios.