



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA MENCIÓN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

MODALIDAD: INFORME DE INVESTIGACIÓN

Título:

Optimización del proceso de elaboración de bebidas fermentadas a base de yuca
(*Manihot esculenta*) mediante preparados enzimáticos

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magister en Agroindustria
mención Tecnología de Alimentos

Autora

Andrade Aulestia Patricia Marcela, Mg.

Tutora

Arias Palma Gabriela Beatriz, Mg.

LATACUNGA-ECUADOR

2022

APROBACIÓN DE LA TUTORA

En mi calidad de Tutora del Trabajo de Titulación “Optimización del proceso de elaboración de bebidas fermentadas a base de yuca (*Manihot esculenta*) mediante preparados enzimáticos”, presentado por Patricia Marcela Andrade Aulestia, Mg. para optar por el Título de Magíster en Agroindustria, Mención Tecnología de Alimentos.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

Latacunga, septiembre, 4, 2022

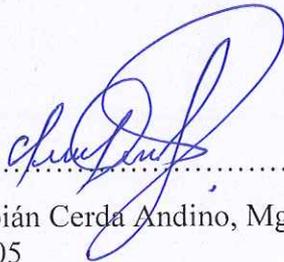


.....
Gabriela Beatriz Arias Palma, Mg.
C.C. 1714592746

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación: “Optimización del proceso de elaboración de bebidas fermentadas a base de yuca (*Manihot esculenta*) mediante preparados enzimáticos”, ha sido revisado, aprobado y autorizado su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Agroindustria mención Tecnología de Alimentos; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.

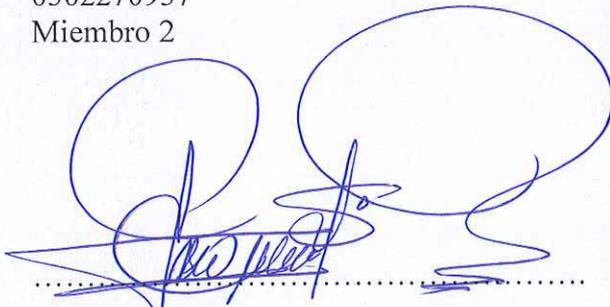
Latacunga, octubre, 7, 2022



.....
Edwin Fabián Cerda Andino, Mg.
0501369805
Presidente del tribunal



.....
Ana Maricela Trávez Castellano, Mg.
0502270937
Miembro 2



.....
Pablo Gilberto Herrera Soria, Mg.
0501690259
Miembro 3

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico con todo mi amor a mis tesoros más preciados “mis hijos” Francisco y Elizabeth, quienes son el motor que me impulsa a seguir, esto es por ustedes los amo mucho.

Marcela

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento en primer lugar a Dios que hace posible vivir día a día, a la Universidad Técnica de Cotopaxi específicamente a la Dirección de Posgrados por brindarme la oportunidad de seguir formándome como profesional, a mi amado esposo Fredy Rubén un ser incondicional que lo da todo sin esperar recibir algo a cambio, gracias por todo el apoyo y la paciencia en este caminar, también agradezco a mi adorada madre, por estar siempre a mi lado y a todos quienes aportaron con ese granito de arena para materializar este logro.

Gracias mil a todos.

Patricia Marcela Andrade Aulestia

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Quien suscribe, declara que asume la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación.

Latacunga, septiembre, 4, 2022



Patricia Marcela Andrade Aulestia, Mg.
0502237555

RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, septiembre, 4, 2022

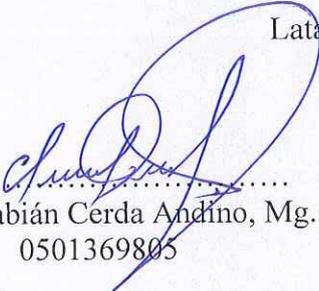
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Patricia Marcela Andrade Aulestia', is written over a dotted line.

Patricia Marcela Andrade Aulestia, Mg.
0502237555

AVAL DEL PRESIDENTE

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: “Optimización del proceso de elaboración de bebidas fermentadas a base de yuca (*Manihot esculenta*) mediante preparados enzimáticos” contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los miembros del tribunal en la predefensa.

Latacunga, octubre, 7, 2022


.....
Edwin Fabián Cerda Andino, Mg.
0501369805

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA CON MENCIÓN EN TECNOLOGÍA
DE ALIMENTOS**

Título: “Optimización del proceso de elaboración de bebidas fermentadas a base de yuca (*Manihot esculenta*) mediante preparados enzimáticos”

Autora: Andrade Aulestia Patricia Marcela, Mg.

Tutora: Arias Palma Gabriela Beatriz, Mg.

RESUMEN

En la presente investigación se planteó como objetivo el optimizar la elaboración de bebidas fermentadas a base de yuca (*Manihot esculenta*) mediante preparados enzimáticos para lo cual se diseñó un proceso tecnológico, evaluándose el efecto del tiempo de cocción al vapor de la yuca, la concentración de masato y enzimas en las características fisicoquímica y con ello optimizar el proceso de elaboración de las bebidas fermentadas de yuca con preparados enzimáticos en función al pH, acidez titulable y sólidos solubles. Los factores de estudio fueron el (A) tiempo de cocción al vapor (30 - 40°C), (B) concentración de masato (30 – 35%) y (C) tipo de enzimas (α y β amilasa), para el análisis estadístico se utilizó el diseño de superficie de respuesta mediante el uso del programa Design-Expert versión 8.0.6 con el cual se determinó que existe significancia estadística en la acidez respecto a la concentración de masato ($pB=0,0077$) y para la variable pH en relación con la interacción tiempo de cocción al vapor y concentración de masato ($pAB=0,0271$). Como resultado de la optimización se propone 40 min para el tiempo de cocción a vapor, 35% para la concentración de masato y $\alpha - \beta$ amilasa como enzimas, obteniéndose resultados similares en el laboratorio como sigue: pH (3,9), sólidos solubles (6,77 °Brix) y acidez titulable (1,90g/L).

PALABRAS CLAVE: optimización; preparados enzimáticos; fisicoquímica; masato; amilasa.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA CON MENCIÓN EN TECNOLOGÍA
DE ALIMENTOS**

Title: “Optimization of the elaboration process of fermented drinks based on cassava (*Manihot esculenta*) by means of enzymatic preparations”

Author: Andrade Aulestia Patricia Marcela, Mg.

Tutor: Arias Palma Gabriela Beatriz, Mg.

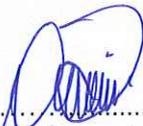
ABSTRACT

In the present investigation, the objective was to optimize the elaboration of fermented drinks based on cassava (*Manihot esculenta*) by means of enzymatic preparations for which a technological process was designed, evaluating the effect of cassava steam cooking time, the concentration of masato and enzymes in the physicochemical characteristics and thereby optimize the production process of fermented cassava beverages with enzymatic preparations based on pH, titratable acidity and soluble solids. The study factors that were evaluated were (A) steam cooking time (30 - 40°C), (B) concentration of masate (30 - 35%) and (C) type of enzymes (α and β amylase). , for the statistical analysis, the response surface design was used through the use of the Design-Expert program version 8.0.6 with which it was determined that there is statistical significance in the acidity with respect to the concentration of masate ($pB = 0.0077$) and for the pH variable in relation to the interaction of steam cooking time and masate concentration ($pAB=0.0271$). As a result of the optimization, 40 min is proposed for the steam cooking time, 35% for the concentration of masate and $\alpha - \beta$ amylase as enzymes, obtaining similar results in the laboratory as follows: pH (3.9), soluble solids (6.77 °Brix) and titratable acidity (1.90g/L).

KEYWORD: optimization; enzyme preparations; physical chemistry; dough; amylase.

Yo, José Ignacio Andrade Morán con cédula de identidad número: 0503101040 Magister en la Enseñanza del Idioma Inglés como Lengua Extranjera con número de registro de la SENESCYT: 1010-2019-2098846; **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: “Optimización del proceso de elaboración de bebidas fermentadas a base de yuca (*Manihot esculenta*) mediante preparados enzimáticos” de: Patricia Marcela Andrade Aulestia, aspirante a Magister en Agroindustria mención Tecnología de Alimentos.

Ciudad, octubre, 07, 2022.



.....
Mg. José Ignacio Andrade Morán
C.C. 0503101040

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.	1
Justificación.....	1
Planteamiento del problema.....	2
Hipótesis.....	3
Objetivos de la investigación.	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.	3
CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.	4
1.1. Antecedentes.....	4
1.2. Fundamentación epistemológica.	7
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
2.1. Modalidad o enfoque de la investigación.....	15
2.2. Tipo de investigación.	15
2.3. Métodos teóricos y empíricos para emplear.....	16
2.4. Técnicas e instrumentos.	16
2.5. Diseño experimental.....	16
2.5.1. Factores en estudio.....	17
2.5.2. Corridas o combinaciones.....	17
2.5.3. Unidades experimentales.....	18
2.5.4. Análisis estadístico.....	18
2.6. Métodos específicos empleados en la investigación.....	19
2.6.1. Obtención de la materia prima.....	19
2.6.2. Elaboración de la bebida fermentada con preparados enzimáticos.....	19
2.6.3. Análisis de características fisicoquímicas.....	20
Análisis de acidez titulable.....	20
Análisis de pH.....	20

Análisis de sólidos solubles (°Brix).....	20
2.6.4. Análisis de aceptabilidad.....	20
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
3.1. Efecto del tiempo de cocción a vapor (A), la concentración de masato (B) y el tipo de enzima (C) en el pH.	23
3.2. Efecto del tiempo de cocción a vapor (A), la concentración de masato (B) y el tipo de enzima (C) en los sólidos solubles.	24
3.3. Efecto del tiempo de cocción a vapor (A), la concentración de masato (B) y el tipo de enzima (C) en la acidez titulable.	25
3.4. Optimización de la elaboración de una bebida fermentada con preparados enzimáticos.....	26
3.5. Análisis de aceptabilidad.....	28
3.5.1 Sabor	28
3.5.2. Color.....	29
3.5.3. Olor	30
3.5.4. Textura	31
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	32
CONCLUSIONES	32
RECOMENDACIONES	33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
ANEXOS.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Factores de estudio de la bebida fermentada de yuca.....	17
Tabla 2.	Corridas evaluadas en la investigación.....	18
Tabla 3.	Esquema del análisis de varianza.....	18
Tabla 4.	Interpretación de la escala hedónica para evaluación de la aceptabilidad.....	20
Tabla 5.	Resultados del análisis fisicoquímico de las bebidas fermentadas de yuca.....	21
Tabla 6.	Resultados de la aplicación de la optimización de la elaboración de una bebida fermentada de yuca.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Elaboración de bebidas fermentadas de yuca (Manihot esculenta) con preparados enzimáticos.....	19
-----------	--	----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Efecto del tiempo de cocción a vapor (A), concentración de masato (B) y tipo de enzima (C) en el pH de la bebida fermentada de yuca.....	24
Gráfico 2.	Efecto del tiempo de cocción a vapor (A), concentración de masato (B) y tipo de enzima (C) en la acidez titulable de la bebida fermentada de yuca	26
Gráfico 3.	Resultados de la aplicación de la optimización de la elaboración de una bebida fermentada de yuca. A: Efecto sobre acidez titulable; B: Efectos sobre pH; C: Efectos sobre sólidos solubles.....	27
Gráfico 4.	Resultados del nivel de aceptación en relación con el tributo de sabor.....	28
Gráfico 5.	Resultados del nivel de aceptación en relación con el tributo de color.....	29
Gráfico 6.	Resultados del nivel de aceptación en relación con el tributo de olor. .	30
Gráfico 7.	Resultados del nivel de aceptación en relación con el tributo de textura.....	31

INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo de investigación “Optimización del proceso de elaboración de bebidas fermentadas a base de yuca (*Manihot esculenta*) mediante preparados enzimáticos está vinculado a la línea de investigación “Desarrollo y Seguridad Alimentaria y Procesos Agroindustriales” así como a la sublínea “Optimización de Procesos Tecnológicos Agroindustriales” el cual busca generar una alternativa tecnológica para la obtención de una bebida fermentada de yuca con las mismas características de una bebida tradicional. Cabe mencionar que se encuentra asociado al proyecto generativo de la Universidad Técnica de Cotopaxi perteneciente a la carrera de Agroindustria con el tema “Tecnologías para la producción de bebidas ancestrales con fines comerciales utilizando preparados enzimáticos TERMAMYL 120 L Y AMILASE AG 300 L, kéfir y levadura” desarrollado por el grupo de investigación “Investigación, Innovación en Biotecnologías”.

Justificación.

En Ecuador, han encontrado reportes sobre la producción de chicha antes del establecimiento de los Incas en la región, siendo de gran importancia en las culturas indígenas tradicionales, relacionada con las ceremonias festivas. La chicha más común es la de maíz, aunque también se pueden incluir la chicha de morocho y la de yuca como materia prima de gran importancia. (Piló et al., 2018)

El consumo de las bebidas de yuca se centra en la región Amazónica cuya elaboración en general, suelen ser producidos por personas con poco o ningún conocimiento sobre procesos microbianos implicados y la inocuidad de los alimentos, y sin cuidado higiénico a partir de la masticación lo que provoca en el consumidor cierto rechazo, la cual puede desencadenar en una fuente de contaminación que influye en la calidad de las bebidas, otro de los inconvenientes que se presenta en el país es la pérdida de interés de las costumbres y tradiciones lo que ha disminuido su producción. Hoy en día se conoce que el proceso de elaboración de chicha a partir de los productos antes indicados se realiza bajo técnicas ancestrales escasamente conocidas, estos productos no están al alcance de todos, en cualquier época del año y sobre todo pierden sus características, al no ser

elaboradas y conservadas tecnológicamente, por lo que el tiempo de fermentación muy prolongado y la calidad e inocuidad de estos productos ancestrales está en duda.

Los procesos tecnológicos con fines comerciales no se han generado, aspecto que afecta a la cultura, tradición y economía de los grupos sociales de estos sectores poco favorecidos y que por siglos han desarrollado sus técnicas ricas artesanalmente, pero poco productivas.

Entonces, la eficiencia de los procesos de producción en las agroindustrias del Ecuador se debe a que los procesos de rescate, aprovechamiento y producción de nuevos productos para las industrias requieren de un mayor interés de las tecnologías para alcanzar un incremento y un mayor desarrollo tecnológico del país y así como un mejoramiento de la rentabilidad económica.

A lo mencionado anteriormente se suma el cambiante estilo de vida el cual ha llevado a las personas a adoptar hábitos y consumo de productos con menos contenido de azúcar, que no afecten su estado de salud. En función de aquello y como respuesta a dicha situación nace la propuesta de la optimización de las bebidas fermentadas a base de yuca con la utilización de preparados enzimáticos.

Planteamiento del problema.

En la actualidad los consumidores se preocupan cada vez más por los ingredientes y métodos empleados para la elaboración de sus alimentos, buscando no solo comer de manera más saludable sino también teniendo en cuenta el origen de los productos que consumen y el impacto de estos sobre el medio ambiente. Este comportamiento ha llevado a la industria a adoptar el uso de ingredientes y procesos más “naturales” y/o “saludables” con el fin de elevar la competitividad de sus productos de acuerdo con las exigencias del mercado (Asioli et al., 2017)

Para la presente investigación, se planteó el siguiente **problema científico** ¿Cuál es el efecto del tiempo de cocción al vapor de la yuca, la concentración de masato y el

tipo de enzimas en las características fisicoquímicas de las bebidas fermentadas de yuca (*Manihot esculenta*)?.

Hipótesis.

Como hipótesis se formularon las siguientes:

Ho: El tiempo de cocción al vapor de la yuca, la concentración de masato y enzimas NO INFLUYEN en las características fisicoquímicas de las bebidas fermentadas a base de yuca (*Manihot esculenta*)

Ha: El tiempo de cocción al vapor de la yuca, la concentración de masato y enzimas INFLUYEN en las características fisicoquímicas de las bebidas fermentadas a base de yuca (*Manihot esculenta*)

Objetivos de la investigación.

Objetivo general.

Optimizar la elaboración de bebidas fermentadas a base de yuca (*Manihot esculenta*) mediante preparados enzimáticos.

Objetivos específicos.

- Diseñar un proceso tecnológico para obtener bebidas fermentadas a partir de yuca.
- Evaluar el efecto del tiempo de cocción al vapor de la yuca, la concentración de masato y enzimas en las características fisicoquímicas.
- Optimizar el proceso de elaboración de la bebida fermentada de yuca en función al pH, acidez titulable y sólidos solubles.

CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

1.1. Antecedentes.

Ecuador es un país agrícola, que tiene una producción real de almidón obtenido de la yuca. Los residuos del procesamiento de tubérculos no tienen un impacto económico; por ejemplo, el bagazo de yuca, solo utilizado para la fertilización vegetal y alimentación animal. Este proyecto tuvo como objetivo estudiar la influencia de las variables de fermentación (pH y agitación), en la producción de ácido láctico. La hidrólisis enzimática del almidón de bagazo de yuca para las variedades INIAP 650 e INIAP 651 se realizó utilizando α -amilasa y glucoamilasa. Luego, la glucosa fue fermentada por cepas de *Lactobacillus leichmannii* ATCC 7830, variando condiciones como agitación (150 rpm y ausencia) y pH (4.5, 5.0 y 5.5). Finalmente, la determinación de ácido láctico se realizó mediante análisis potenciométrico y FTIR. Las conversiones de bagazo de yuca a azúcares reducidos fueron 71,66 y 85,05 % para las variedades INIAP 650 e INIAP 651. Las mejores concentraciones de ácido láctico fueron 27,62 y 33,48 g/L, obtenidas a pH 5,5 y agitación, para las variedades INIAP 650 e INIAP 651. El análisis cualitativo realizado por espectrofotometría FTIR confirmó la presencia de ácido láctico en los productos reaccionados. La producción de ácido láctico a partir de almidón de bagazo de yuca podría contribuir al desarrollo económico de las provincias de Manabí y Esmeraldas en Ecuador. (Inguillay et al., 2021)

Durante siglos, la civilización humana ha utilizado diferentes enfoques para preservar y preparar productos alimenticios. Siendo la más probable la parte más larga la basada en datos empíricos sobre la fermentación, la cual se consideró como un método exitoso

de conservación, pudiéndose encontrar información sobre la preparación de bebidas alcohólicas por los antiguos egipcios; la preparación de yogur, kumis, kéfir de los pueblos nómadas de Asia central; fermentación de aceitunas por los griegos y romanos; fermentación de carne por las tribus germánicas y pescado por los esquimales; preparación de boza por los antiguos persas; o fermentando maíz (maíz) por los nativos tribus en pre-América colombiana. Todos estos pueblos muy probablemente no tenían ningún conocimiento de la microbiología desde la perspectiva de los científicos del siglo XIX, pero estaban convencidos por su experiencia personal de que el uso de medios técnicos específicos de la preparación de estos productos logró conservar carnes, pescados, leche, frutas y verduras.

Con base en la experiencia empírica, algunos de estos productos fermentados se han utilizado en medicina tradicional; además, la medicina tradicional hacía uso con bastante frecuencia de procesos de fermentación para preparar medicamentos. Conocimiento empírico, frecuentemente transferido de una generación a la siguiente. (Todorov & Holzapfel, 2015)

La chicha, considerada como un tipo de cerveza que puede ser elaborada básicamente con maíz o yuca, es una bebida fermentada tradicional de la región andina. Existen escasos estudios asociados a las levaduras que provocan la fermentación de chicha, y se desconoce la diversidad de especies que ocurren durante la producción de esta bebida. Las bebidas se caracterizaron en base a sus parámetros fisicoquímicos, los mismos que en general son similares a los observados para otras bebidas fermentadas tradicionales, pudiendo ser considerada como una bebida fermentada ácida. (Piló et al., 2018)

En este trabajo se exploraron dos bebidas peruanas, el “Masato de Yuca”, típico de las comunidades amazónicas elaborado a base de yuca (*Manihot esculenta*), y la “Chicha de Siete Semillas”, elaborada a partir de diferentes harinas de cereales, pseudocereales y legumbres. De un número inicial de 33 aislamientos, se obtuvieron 16 cepas con diferentes perfiles genéticos RAPD- y REP-PCR. En Chicha todas las cepas fueron *Lactiplantibacillus plantarum* (antes *Lactobacillus*

plantarum), mientras que, en masato, además de esta especie, también se identificaron *Limosilactobacillus fermentum* (antes *Lactobacillus fermentum*), *Pediococcus acidilactici* y *Weissella confusa*. El análisis de correlación realizado con sus patrones de fermentación de carbohidratos y perfiles enzimáticos permitió un agrupamiento de los lactobacilos separados de los otros géneros. (Rebaza-Cardenas et al., 2021)

El almidón es un aditivo usado en diversos productos en el sector alimenticio, el cual, debido a su alta disponibilidad, bajo costo y la gran variedad de aplicaciones en la industria de los alimentos ha sido ampliamente investigado (Santana & Meireles, 2014). Diferentes tipos de modificaciones suelen ser realizadas al almidón con el fin de alterar sus propiedades funcionales, dichas modificaciones pueden ser clasificadas en 3 categorías, físicas, químicas o enzimáticas.(Altuna et al., 2018). Se han intentado varias modificaciones enzimáticas del almidón para las nuevas aplicaciones en la industria alimentaria, la modificación enzimática emplea enzimas hidrolizantes que atacan las cadenas de amilopectina y amilosa, alterando la estructura del granulo (Park et al., 2008) mientras la modificación química del almidón involucra la alteración de la molécula de almidón mediante la adición de grupos funcionales por reacciones de derivatización, descomposición o combinaciones de estas, permitiendo producir almidones con propiedades funcionales específicas para cada caso particular; sin embargo, debido a las preocupaciones que genera entre los consumidores el uso de productos elaborados por métodos químicos, las modificaciones físicas y enzimáticas han ganado gran interés en el ámbito investigativo. (Dey & Sit, 2017)

En bebidas lácteas fermentadas, el almidón es comúnmente empleado como estabilizante y espesante, para incrementar la viscosidad y reducir la sinéresis de las bebidas, las cuales suelen verse afectadas por la adición de suero de leche, aditivo que suele ser utilizado para la elaboración de este producto (Abdelmoneim et al., 2016; Montesdeoca, Benítez, Guevara, & Guevara, 2017). Imbachí et al. (2018) encontraron un incremento significativo en la viscosidad de bebidas lácteas fermentadas respecto a la adición de almidón de yuca modificado OSA (Anhídrido octenil succínico), lo que redujo también la sinéresis en el producto. Nikitina et al. (2019) evaluaron la aplicación de almidones de papa modificados con amilasa y

amilosubtilina en yogures bajos en grasa obteniendo resultados similares a los obtenidos con almidones nativos.

Aunque el almidón modificado por vía enzimática ha sido empleado en diversas matrices alimentarias (Do et al., 2016; Scheuer et al., 2016) su uso en bebidas lácteas fermentadas y sus efectos sobre las mismas, aún no han sido estudiados. Entonces, los efectos del almidón de la modificación por vía enzimática sobre las propiedades funcionales del almidón de yuca y las propiedades fisicoquímicas, reológicas y sensoriales de bebidas lácteas fermentadas fueron evaluados y contrastados con productos comerciales con el fin de determinar el potencial de los almidones modificados enzimáticamente como estabilizantes y espesantes en este tipo de productos.

1.2. Fundamentación epistemológica.

En diferentes partes del mundo se produce una gran variedad de alimentos fermentados, con técnicas que van desde simples herramientas en los hogares hasta tecnologías avanzadas aplicadas en grandes empresas comerciales. La fermentación es uno de los principales procesos utilizados para conservar los alimentos, mejorar su valor nutricional y mejorar sus características de sabor. La literatura sobre los aspectos tecnológicos y nutricionales de los alimentos fermentados se ha incrementado sustancialmente en las últimas décadas. la mayoría de ellos se refieren a alimentos africanos y asiáticos. (Cíntia Lacerda Ramos & Schwan, 2017).

Los alimentos fermentados tradicionales conocidos en América Latina son producidos principalmente por pueblos indígenas, utilizando maíz, yuca, arroz y otros cereales como sustrato; ejemplos incluyen pozol, chicha, polvilho, caxiri y cauim. En general, el conocimiento requerido para la producción de estos alimentos es empírico, transferido de generación en generación dentro de un pueblo indígena dado y siendo un arte tradicional en casas y pueblos, estos alimentos son producidos por fermentaciones espontáneas realizadas por levaduras, bacterias y hongos, que en algunos casos cooperan en un consorcio microbiano. El proceso de producción depende de las condiciones ambientales como la temperatura, la lluvia y la humedad, y adicionalmente, la disponibilidad de materias primas y el tiempo de fermentación habitual puede diferir entre las diversas tribus indias; Por lo tanto, los atributos

sensoriales y la calidad de dichos alimentos son variables. Los productos fermentados son consumidos por los pueblos indígenas con fines nutricionales, medicinales y religiosos. (Cíntia Lacerda Ramos & Schwan, 2017).

La chicha, es considerada como una bebida fermentada difundida en América del Sur, por lo general, constituye una bebida clara, blanquesina y espumosa que fue consumida por las poblaciones indígenas andinas durante cientos, con un sabor similar a la sidra. El proceso de producción tradicional de la chicha es único, porque la amilasa de la saliva se utiliza para convertir el almidón en azúcares fermentables. Chicha es un nombre genérico que engloba una amplia variedad de bebidas alcohólicas fermentadas. Se cree que el nombre de esta bebida proviene de la palabra “chichab”, del idioma original hablado en el actual territorio panameño y que significa maíz. Otros creen que esta palabra también podría ser una deformación del nombre “chibcha”, civilización que se asentó en Colombia y Panamá.

El primer registro de chicha en el Ecuador es probablemente del año 200 a.C., cuando el pueblo Hipia ocupaba el territorio entre las regiones de Quito y Nariño en Colombia. Este hallazgo arqueológico demuestra que la chicha se producía mucho antes de que los incas invadieran los territorios de la actual República del Ecuador (Molestina, 2006). El altiplano de Quito fue una zona de intercambio comercial utilizada por diferentes grupos humanos de una amplia gama de regiones geográficas. La evidencia arqueológica demuestra que Quito ya estaba habitada en el año 100 d.C., y probablemente incluso antes (S. Moreno, comunicación personal).

Posteriormente, durante las conquistas incas, se implantaron algunas etnias provenientes de regiones lejanas del Imperio Inca (Tahuantinsuyo), brindando una mezcla de trajes y diferentes técnicas para la producción de chicha. Finalmente, los españoles llegaron con su cultura y tecnología de fermentación hacia 1534 (Echeverría y Muñoz, 1988). Así, Quito constituyó un centro en el que confluyeron y convivieron a lo largo de la historia diferentes tecnologías de fermentación y distintas especies de levaduras fermentadoras (S. Moreno, comunicación personal). (Viviers et al., 2008)

El masato es una bebida importante en la dieta de las poblaciones indígenas de la región amazónica del Perú. Este producto se obtiene a partir de raíces de yuca, que se cuecen

y trituran para preparar una masa. La fermentación es espontánea y dura entre 72 y 96 h a temperatura ambiente. En algunas comunidades de la Amazonía peruana, el masato se prepara con recetas tradicionales (con la saliva de niños o ancianas) para diferentes fines, como ceremonias religiosas, políticas y comerciales (Sotero et al., 1996).

A través del presente trabajo se presenta una tecnología para la elaboración de una bebida fermentada a base de yuca (*Manihot esculenta*) la cual propone la modificación del almidón para lo cual se consideró la investigación realizada por Silva et al. (2020) que manifiestan que las propiedades y características funcionales del almidón pueden ser un limitante para su utilización industrial, sin embargo, estos problemas se pueden superar a través de la modificación estructural del almidón, mediante métodos físicos, enzimáticos o químicos, que ayudan a la presentación de mejores características, relacionadas con una mayor solubilidad y estabilidad, así como superiores rendimientos de procesamiento y almacenamiento.

El almidón constituye un polisacárido, constituido por una serie de unidades de glucosa unidas por enlaces glicosídicos, las cuales dan lugar a la formación de dos macromoléculas (amilosa y amilopectina); este polisacárido es producido por las plantas que ayudan a almacenar energía; como fuentes se mencionan a los tubérculos, cereales y otros productos vegetales. (Abbas et al., 2010)

Estructuralmente el almidón se encuentra conformado por 2 tipos de polisacáridos, la amilosa y la amilopectina, siendo esta primera una unión de moléculas de glucosa mediante enlaces glucosídicos α (1,4) formando cadenas lineales, mientras la amilopectina presenta además enlaces α (1,6) formando cadenas ramificadas (Raigond et al., 2015). Esta diferencia otorga características específicas a las moléculas, mientras la amilosa es capaz de formar geles más firmes que la amilopectina, esta es a su vez más propensa a reorganizarse con el tiempo en estructuras más ordenadas, proceso conocido como retrogradación (Witczak et al., 2016). En su estado nativo, el almidón se encuentra en forma de gránulos cuyo tamaño, forma y proporción de amilosa y amilopectina varía dependiendo de su origen. (Soykeabkaew et al., 2015)

Las propiedades funcionales y nutricionales del almidón son altamente dependientes de la temperatura, a temperatura ambiente los gránulos de almidón son insolubles en agua, mientras que, en presencia de agua, el incremento de la temperatura ocasiona que los gránulos se hidraten y se hinchen, posteriormente, por encima de cierta temperatura, el gránulo pierde su estructura y el proceso es irreversible. Esta temperatura depende de las características del almidón y el medio en que se encuentre. Después de alcanzado este punto, las cadenas de amilopectina y principalmente de amilosa empiezan a escapar del gránulo culminando con el rompimiento del mismo (Ai & Jane, 2015), las primeras etapas de este proceso son conocidas como gelatinización y las últimas como empastamiento aunque el uso de estos términos suele variar con cada autor (Witczak et al., 2016). Con el enfriamiento las moléculas de amilosa y amilopectina presentes en las pastas gelatinizadas pueden formar redes tridimensionales (geles) conectadas mediante puentes de hidrógeno. Posteriormente, durante la retrogradación, las cadenas de amilosa y amilopectina tienden a reasociarse formando estructuras más ordenadas. La velocidad a la que sucede este proceso difiere entre la amilosa y la amilopectina, siendo mucho más lento en el caso de esta última, por lo que en algunos autores se refieren a la retrogradación de amilopectina como retrogradación a largo plazo, debido a los grandes cambios que pueden producir en la matriz alimentaria, ambos procesos pueden afectar negativamente las propiedades de los productos con inclusión de almidón. (Ai & Jane, 2015).

La yuca (*Manihot esculenta*) es una importante fuente de carbohidratos, esto debido a que al igual que otros tubérculos posee un alto contenido de azúcares, particularmente en forma de almidón, el cual puede llegar a representar entre el 74 y el 87% de su peso seco, además de que la versatilidad de este producto le permite ser cultivado en gran variedad de terrenos. Ambas características la han convertido además en una importante materia prima para la producción de almidón a nivel industrial. Debido a esto, la aplicación de almidones de yuca en la industria alimentaria ha sido ampliamente investigada en los últimos tiempos. (Gunorubon & Kekpugile, 2012)

La yuca es un cultivo importante en los trópicos y ha sido descrita como un apoyo a la ingesta nutricional de las personas en África (Coulin et al., 2006; Oguntoyinbo, 2011). En África, la yuca se puede fermentar para producir gari, una comida farinácea ácida; lafun, harina pulverizada; o fufu, una pasta fina y almidonada que se puede convertir en papilla cocinando (Coulin et al., 2006; Oguntoyinbo, 2011). La yuca también es un sustrato importante para preparación de diferentes tipos de comidas y bebidas autóctonas fermentadas en las Américas. En Brasil, varias tribus amerindias utilizan la fermentación a pequeña escala para producir alimentos y bebidas con alto valor nutritivo y significado médico y religioso (Wagley, 1988). Cauim, calugi y yakupa son ejemplos de alimentos indígenas producidos por la yuca, fermentación consumida diariamente por niños y adultos (Almeida et al., 2007; Freire et al., 2014; Miguel et al., 2014). La yuca también es utilizada por los amerindios brasileños para producir bebidas alcohólicas como el caxiri (Santos et al., 2012). Además, la fermentación de la humedad. El almidón extraído de la raíz de yuca para producir almidón agrio de yuca es una tecnología tradicional ampliamente utilizado por la población en América Latina, como en Costa Rica y Brasil, donde los productos se denominan almidón agrio y polvilho, respectivamente (Aguilar et al., 2012; Lacerda et al., 2005). Tarubá es una bebida producida a partir de yuca por amerindios que viven en el estado brasileño de Amazonas. Aunque se elabora a base de yuca, la preparación del tarubá utiliza un sustrato sólido expuesto a fermentación, a diferencia de la fermentación sumergida utilizada para otros productos (Almeida et al., 2007; Freire et al., 2014; Miguel et al., 2014; Santos et al. 2012). Después de la fermentación sólida, el sustrato se diluye en agua para el consumo. (Cíntia L. Ramos et al., 2015).

Los almidones modificados constituyen almidones que pueden ser sometidos a diferentes tratamientos, con la finalidad de lograr su degradación parcial, con la finalidad de mejorar sus propiedades, como mejorar la capacidad de retención de agua, resistencia al calor, minimizar la sinéresis, entre otras. Cuando se realiza la modificación enzimática el almidón es hidrolizado a través de enzimas amilolíticas, las cuales producen maltodextrinas o dextrinas, que son consideradas como almidones de bajo peso molecular. (Abbas et al., 2010)

Para la modificación física se pueden realizar diferentes tratamientos, como pregelatinización del almidón, que consiste en la precocción del almidón y mismo puede ser utilizado como espesante, en agua fría; otro método físico es mediante tratamientos térmicos, mediante el manejo de calor-humedad, este produce la modificación del almidón sin producir gelatinización, daño a la integridad granular o pérdida de birrefringencia (Abbas et al., 2010).

Al referirse a la modificación química esta se puede realizar por entrecruzamiento, sustitución o conversión, obteniendo diferentes productos, como son: fosfatos de dialmidón, ésteres de almidón, éteres de almidón, almidón convertido en ácido, almidón oxidado, dextrinas, entre otros productos (Abbas et al., 2010). Reddy et al. (2015), realizaron el estudio sobre el efecto de la modificación química a través de la acetilación, dilución ácida y oxidación, mismo que fue evaluado sobre la estructura y propiedades funcionales del almidón extraído de Musa AAB (Poovan banana); como resultados evidenciaron que respecto con la dilución ácida y la oxidación, disminuyen la capacidad de hinchamiento de los gránulos de almidón, por otro lado la acetilación la aumenta; en cuanto a las propiedades de empastamiento de los almidones aumentaron por efectos de la acetilación y oxidación, mientras que se tuvo un comportamiento inverso por la dilución ácida; cabe resaltar, que la solubilidad, la capacidad de absorción de agua, las temperaturas de gelatinización y el valor de entalpía variaron con la modificación química al compararla con el almidón nativo.

Arancibia et al. (2015), evaluaron el efecto del tipo de espesante sobre el color, reología, aroma y demás características sensoriales de un postre lácteo con sabor a limón, para lo cual modificaron la formulación, considerando el tipo y cantidad de espesante (carboximetilcelulosa y almidón modificado) y tipo de leche (entera o descremada) empleados, encontrando que el comportamiento de flujo y la viscoelasticidad se ven afectadas, tanto por el tipo de espesante como por su concentración.

En primer lugar, se hará referencia al proceso del almidón modificado de yuca el cual puede ser utilizado de muchas maneras una de ellas es como estabilizante en bebidas lácteas fermentadas con cierto contenido de lactosuero en su formulación. En el trabajo presentado por (Imbachí-Narváez et al., 2019) evaluó el efecto del suero de leche y almidón modificado de yuca sobre las propiedades fisicoquímicas y reológicas de bebidas lácteas fermentadas. Utilizó un diseño de metodología de superficie de respuesta para obtener la mejor formulación posible. Se ejecutaron dieciséis tratamientos, con la inclusión de suero (45-65%) y almidón modificado (0,8-1,2%) como variables; Se valoraron acidez titulable, pH, sólidos solubles, sinéresis y propiedades reológicas. Se realizó la caracterización de la mejor bebida sometiéndola a una prueba de aceptación sensorial con 80 consumidores, además se utilizó una bebida elaborada con un segundo almidón como control. Las dos bebidas se sometieron a una prueba de estabilidad durante 21 días. Se halló que la acidez, el pH y los sólidos solubles fueron muy similares para todos los tratamientos, mientras que la viscosidad y la sinéresis estuvieron significativamente influenciadas ($p < 0.05$) por la presencia de suero de leche y almidón de yuca modificado en la formulación. La mejor formulación se obtuvo incluyendo 40,8579% de suero dulce y 1,126% de almidón modificado de yuca; fue aceptado por el 90% de los consumidores. La inclusión de suero de leche dulce y almidón modificado produce bebidas estables y aceptadas por el consumidor.

López, (2021) manifiesta que en la producción de bebidas lácteas fermentadas los almidones modificados son comúnmente empleados como estabilizantes y espesantes. Lo cual ha generado un creciente interés en productos de características más “naturales” incrementado la importancia de métodos de modificación de almidón alternos a la modificación química. Las propiedades térmicas y de empastamiento de dos almidones modificados enzimáticamente empleando Pululanasa (PUL) y amiloglucosidasa (AGL) fueron estudiadas y comparadas con un almidón modificado químicamente (ADA). Una formulación óptima para la elaboración de las bebidas fue determinada mediante un diseño de superficie de respuesta empleando el almidón ADA, y fue posteriormente empleada para la elaboración y análisis de bebidas preparadas con almidones modificados

enzimáticamente. Bebidas lácteas con adición de los almidones modificados enzimáticamente (PUL y AGL) fueron elaboradas y sus características fisicoquímicas, reológicas y sensoriales fueron evaluadas y contrastadas con bebidas elaboradas con almidón modificado químicamente (ADA), bebidas control sin adición de almidón y una muestra comercial en un periodo de 20 días de almacenamiento. Las bebidas elaboradas con almidón modificado enzimáticamente presentaron niveles significativamente mayores de viscosidad, consistencia, aceptabilidad sensorial, y valores de sinéresis significativamente menores que los de las bebidas control, resultados comparables a los obtenidos con el tratamiento ADA. Los almidones AGL mostraron altos niveles de retrogradación (35.04%), lo cual pudo haber afectado negativamente la viscosidad, consistencia, sinéresis y aceptabilidad de las bebidas al final del periodo de almacenamiento. La modificación enzimática del almidón de yuca con Pululanasa muestra un gran potencial como alternativa a los almidones modificados químicamente en la producción de bebidas lácteas fermentadas.

Las investigaciones realizadas sobre tratamientos enzimáticos de almidones se han realizado utilizando diversas enzimas y condiciones experimentales (Sorndech et al., 2016; Uthumporn, Zaidul & Karim, 2010), lo que complica la comparación de resultados y la comprensión real de la acción de las enzimas sobre la estructura y funcionalidad de los almidones. Además, otras enzimas que actúan sobre el almidón como las α -glucanotransferasas han recibido atención considerable a la remodelación de partes de las moléculas de amilosa y amilopectina por romper y reformar el enlace glucosídico α -1,4 y α -1,6 (van der Maarel & Leemhuis, 2013) o en el caso de la cicloamilosa glucanotransferasa para producir ciclodextrinas (CD) (Yamamoto, Zhang & Kobayashi, 2000). Sin embargo, la α -glucanotransferasa como la enzima ramificadora o la cicloamilosa glucanotransferasa no han sido probadas para la obtención de almidones porosos. (Benavent-Gil & Rosell, 2017).

CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.

En el presente proyecto se consideró la elaboración de una bebida fermentada a base de yuca (*Manihot esculenta*) mediante preparados enzimáticos, en la cual se tomaron en cuenta como variables independientes el tiempo de cocción al vapor (min), concentración de masato (%) y enzimas (α -amilasa, β -amilasa), y como variables dependientes o respuesta, las características fisicoquímicas (pH, acidez titulable y sólidos solubles) y el nivel de aceptación (color, olor, sabor y textura) mediante una prueba hedónica.

La investigación se desarrolló en los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi específicamente en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; A continuación, se detalla el procedimiento realizado:

2.1. Modalidad o enfoque de la investigación.

La modalidad fue de carácter cuantitativa y cualitativa, cuantitativa porque se desarrollaron una serie de análisis de laboratorio que permitieron la evaluación de las variables de respuesta como pH, sólidos solubles y acidez titulable; y cualitativa basada en las pruebas de aceptación en las cual se consideran características cualitativas como color, olor, sabor y textura.

2.2. Tipo de investigación.

Se desarrolló principalmente la investigación experimental con la finalidad de comprobar las hipótesis mediante la evaluación del efecto del tiempo de cocción de la yuca, de la concentración de masato y enzimas sobre las variables respuesta como pH,

acidez y sólidos solubles, siendo esto posible mediante el uso de un diseño estadístico. Sin embargo, también se aplicaron otros tipos de investigación como la exploratoria, descriptiva, explicativa, bibliográfica. La investigación exploratoria permitió examinar el tema de investigación que se considera como poco estudiado. En cambio, la investigación descriptiva pretendió describir las propiedades, las características y procesos para la elaboración de la bebida fermentada de yuca. Con la investigación explicativa se logró explicar por qué ocurren resultados en base a su análisis, así como la relación entre las variables. La investigación bibliográfica sirvió para identificar los fundamentos teóricos a través de fuentes primarias y secundarias.

2.3. Métodos teóricos y empíricos para emplear.

Como método se aplicó el método experimental puesto que permitió controlar los factores de estudio delimitando las relaciones entre ellos, y determinando su efecto sobre las características fisicoquímicas y de aceptación de las bebidas fermentadas. También primó el método hipotético deductivo a través de este método se desarrolló la observación del fenómeno a estudiar, se formularon las hipótesis para la explicación del fenómeno en estudio, y la deducción de las consecuencias o proposiciones producto de las hipótesis finalmente se procedió a la comprobación a través de la comparación con la experiencia.

2.4. Técnicas e instrumentos.

Como técnica primó la observación, la cual es fundamental en todo principio científico, esta consiste en la percepción atenta de un fenómeno y su descripción; los instrumentos de investigación usados fueron registros que permitieron recopilar los datos de cada variable.

2.5. Diseño experimental.

En la presente investigación se evaluó el efecto del tiempo de cocción a vapor (A), la concentración de masato (B) y el tipo de enzima (C) en la elaboración de una bebida fermentada de yuca para lo cual se aplicó un diseño de optimización aplicando la metodología de superficie de respuesta.

El modelo matemático de la investigación fue:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (A^2)_i + (B^2)_j + (C^2)_k + e_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = variable de respuesta.

μ = media general.

A_i = efecto de la i - ésima tiempo de cocción.

B_j = efecto de la r - ésima concentración de masato.

C_k = efecto del v - ésimo enzima.

$(AB)_{ij}$ = efecto de la interacción entre A y B.

$(AC)_{ik}$ = efecto de la interacción entre A y C.

$(BC)_{jk}$ = efecto de la interacción entre B y C.

$(A^2)_i$ = efecto cuadrático de A.

$(B^2)_j$ = efecto cuadrático de B.

$(C^2)_k$ = efecto cuadrático de C.

e_{ijk} = error experimental.

2.5.1. Factores en estudio

Los factores de estudio con sus correspondientes rangos se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Factores de estudio de la bebida fermentada de yuca

Factor	Nomenclatura	Descripción
Tiempo de cocción a vapor	A	30 – 40 min
Concentración de masato	B	30 – 35%
Enzima	C	α y β amilasa

Elaborado por: Patricia Andrade

2.5.2. Corridas o combinaciones

Para establecer las corridas se utilizó el software Design-Expert versión 8.0.6, las cuales se describen a continuación en la Tabla 2:

Corridas evaluadas en la investigación

Corridas	Tiempo Min	Concentración masato %	Enzima α y β amilasa
C1	35	30	β amilasa
C2	30	30	α - β amilasa
C3	40	35	α amilasa
C4	35	32,5	α amilasa
C5	40	30	α amilasa
C6	35	32,5	α - β amilasa
C7	40	30	α - β amilasa
C8	35	35	β amilasa
C9	40	35	α - β amilasa
C10	35	32,5	α amilasa
C11	30	35	α - β amilasa
C12	40	32,5	β amilasa
C13	30	35	α amilasa
C14	30	30	α amilasa
C15	30	32,5	β amilasa

Elaborado por: Patricia Andrade

2.5.3. Unidades experimentales

Se contó con un total de 15 unidades experimentales, donde cada una estuvo representada por 500 ml de bebida fermentada de yuca para cada corrida.

2.5.4. Análisis estadístico

El análisis estadístico se lo realizó con el software Design-Expert versión 8.0.6. con el siguiente análisis de varianza:

Tabla 2. Esquema del análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Modelo	11
Residuales	3
Falta de ajuste	2
Error puro	1
Total	14

Elaborado por: Patricia Andrade

2.6. Métodos específicos empleados en la investigación

2.6.1. Obtención de la materia prima

Se adquirió la yuca proveniente de la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas, específicamente en lugares de abasto de la ciudad de Latacunga.

2.6.2. Elaboración de la bebida fermentada con preparados enzimáticos

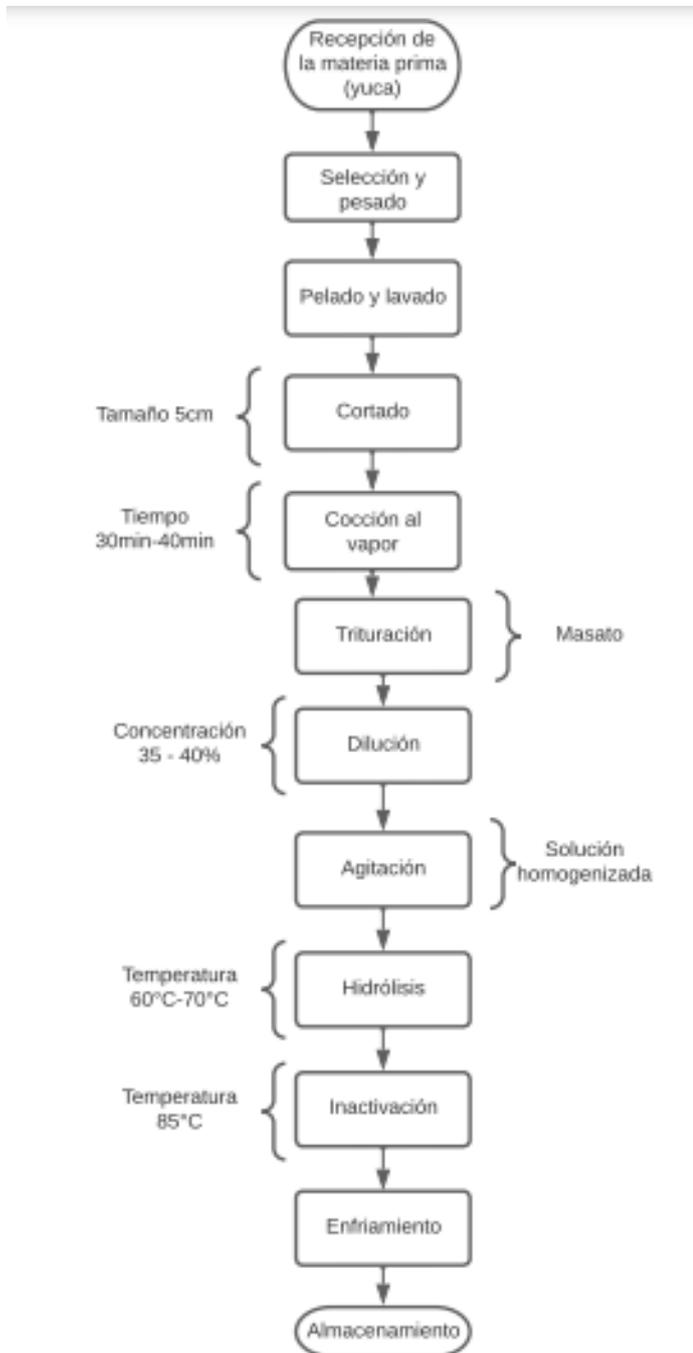


Figura 1. Elaboración de bebidas fermentadas de yuca (*Manihot esculenta*) con preparados enzimáticos.

2.6.3. Análisis de características fisicoquímicas

Análisis de acidez titulable

El análisis de acidez titulable de la bebida a base de yuca se realizó siguiendo el método oficial AOAC 925.05 (AOAC & Horwitz, 2005).

Análisis de pH

Para el análisis de pH de la bebida a base de yuca se realizó mediante el método oficial AOAC 981.12.

Análisis de sólidos solubles (*°Brix*)

En la bebida fermentada a base de yuca fue necesario la determinación de los sólidos solubles para lo cual se realizó mediante el método oficial AOAC 931.12.

2.6.4. Análisis de aceptabilidad.

Para este tipo de análisis se aplicó una prueba hedónica basada en los atributos de color, olor, sabor y textura mediante una escala de 5 a 1 donde el 5 corresponde a “*Muy agradable*” y 1 a “*Muy desagradable*”, la cual se aplicó a un total de 80 catadores no entrenados relacionados a la carrera de Agroindustria de Universidad Técnica de Cotopaxi en edades comprendidas de 20 a 28 años entre hombres y mujeres; en la Tabla 4 se detallan las categorías consideradas para la evaluación:

Tabla 3. Interpretación de la escala hedónica para evaluación de la aceptabilidad.

Puntaje	Interpretación
5	Muy agradable
4	Moderadamente agradable
3	Ni agradable ni desagradable
2	Moderadamente desagradable
1	Muy desagradable

Elaborado por: Patricia Andrade

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la evaluación del efecto del tiempo de cocción a vapor (A), la concentración de masato (B) y el tipo de enzima (C) en la elaboración de una bebida fermentada de yuca sobre las variables respuesta se presentan a continuación:

Tabla 4. Resultados del análisis fisicoquímico de las bebidas fermentadas de yuca.

Corridas	Temperatura °C	Concentración masato (%)	Tipo enzima	pH	Acidez g/L	Sólidos solubles °Brix
1	35	30,0	β amilasa	3,1	1,6	6,5
2	30	30,0	$\alpha \beta$ amilasa	5,3	1,8	3,6
3	40	35,0	α amilasa	5,0	1,9	3,9
4	35	32,5	α amilasa	5,8	1,7	3,4
5	40	30,0	α amilasa	5,6	1,7	5,7
6	35	32,5	$\alpha \beta$ amilasa	5,7	1,8	7,9
7	40	30,0	$\alpha \beta$ amilasa	5,9	1,5	7,4
8	35	35,0	β amilasa	5,9	1,8	3,1
9	40	35,0	$\alpha \beta$ amilasa	4,0	1,9	6,0
10	35	32,5	α amilasa	5,8	1,7	3,4
11	30	35,0	$\alpha \beta$ amilasa	6,0	1,8	8,0
12	40	32,5	β amilasa	5,7	1,8	7,9
13	30	35,0	α amilasa	4,3	1,7	5,5
14	30	30,0	α amilasa	2,1	1,5	3,5
15	30	32,5	β amilasa	4,3	1,7	7,8

Elaborado por: Patricia Andrade

En la tabla 5 muestra las corridas con relación al pH, acidez y sólidos solubles de acuerdo con los factores de estudio (tiempo de cocción al vapor de la yuca, concentración del masato y enzimas) presentes en las bebidas fermentadas, se observa

respecto con el pH valores que oscilan entre 2,1 a 6,0, los cuales correspondieron a 30 minutos de cocción, 30% de concentración de masato y α amilasa y 30 minutos de cocción, 35% de concentración de masato y α β amilasa respectivamente, los cuales no difieren mucho en la investigación realizada por (Piló et al., 2018) que el pH en la chicha de yuca con cuatro días de fermentación fue de 3,94 y respecto con las otras chichas presentaron niveles entre 2,62 a 4,15. Mientras que (Puerari et al., 2015) en su investigación en una bebida fermentada de arroz el pH disminuyó de 5,2 a 3,9. En otra investigación realizada por (Todorov & Holzapfel, 2015) sobre una bebida fermentada de cereales determinó un pH que varió entre $3,43 \pm 0,08$ y $3,86 \pm 0,17$.

El contenido más bajo de ácido láctico fue de 1,5 g/L el cual fue similar ya que los valores encontrados estaban entre 1,59 y 6,90 g/L. Se considera que los bajos valores de pH de la chicha podría estar asociado con el contenido de ácido, específicamente, los ácidos láctico y acético, producidos durante la fermentación, los cuales pueden influir en la calidad sensorial de la bebida, ya que pueden producirse malos sabores cuando estos ácidos están presentes en grandes cantidades.(Querol et al., 1994).

(Altay et al., 2013) observaron parámetros fisicoquímicos muy similares a los encontrados en este estudio al estudiar shalgam jugo, una bebida fermentada no alcohólica producida a partir de la fermentación láctica de la zanahoria negra. Según los autores, el pH de esta bebida estuvo entre 3,15 y 4,25 y el ácido láctico osciló entre 5,18 a 8,05 g/L). (Resende et al., 2018) en su investigación expresa que el ácido láctico aumentó durante el proceso, alcanzando una concentración máxima de 1,2 g/L al final de la fermentación, que puede estar relacionado con una disminución del pH de 6,95 a 3,7.

En cuanto a los sólidos solubles se alcanzaron valores entre 3,1 a 8,0 °Brix, los cuales fueron inferiores a los encontrados por (Wang et al., 2014) que obtuvieron los sólidos solubles de 9,65 a 10,18 °Brix. un similar comportamiento también se

tuvo en relación con (Puerari et al., 2015) cuyos valores alcanzados estuvieron entre 7,2 a 8,3 °Brix. (Resende et al., 2018) determinó que los sólidos solubles disminuyen según avanza el tiempo de fermentación en la chicha a base de maíz valores de 7,7 a 5,2 °Brix.

3.1. Efecto del tiempo de cocción a vapor (A), la concentración de masato (B) y el tipo de enzima (C) en el pH.

Mediante el análisis de regresión múltiple y de acuerdo con los coeficientes del modelo para los niveles de significancia se obtienen los efectos lineales, de interacción y cuadráticos de cada variable independiente, en la cual se observó un efecto significativo en la interacción entre tiempo de cocción a vapor y la concentración de masato (AB) sobre el pH ($p_{AB}=0,0271$) (Anexo 1), en función de ello se plantea la ecuación ajustada a un modelo cuadrático ($p=0,0604$): $Y_1=5,70-0,67AB$

Donde: Y_1 : pH, AB: Tiempo de cocción a vapor - Concentración de masato.

Tabla 5. Parámetros del modelo en relación con el pH.

Indicador	pH
Intercepto	5,17
X_A	0,47
X_B	0,50
X_{C1}	-0,19
X_{C2}	-0,39
R^2	0,9655
R^2 ajustada	0,8390
F modelo	0,0604
Precisión adecuada	9,505

Elaborado por: Patricia Andrade

En la tabla 6 se observa que no es significativo el modelo cuadrático para el pH, el análisis de varianza indica que el valor de F no es significativo (0,0604), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa.

El coeficiente de regresión R^2 expresa que el modelo ajustado es de 83,9% de la variación en el pH, con un 95,0% del nivel de confianza, esto indica que hay una conexión importante entre las variables dependientes del modelo con el tiempo de cocción y la concentración del masato.

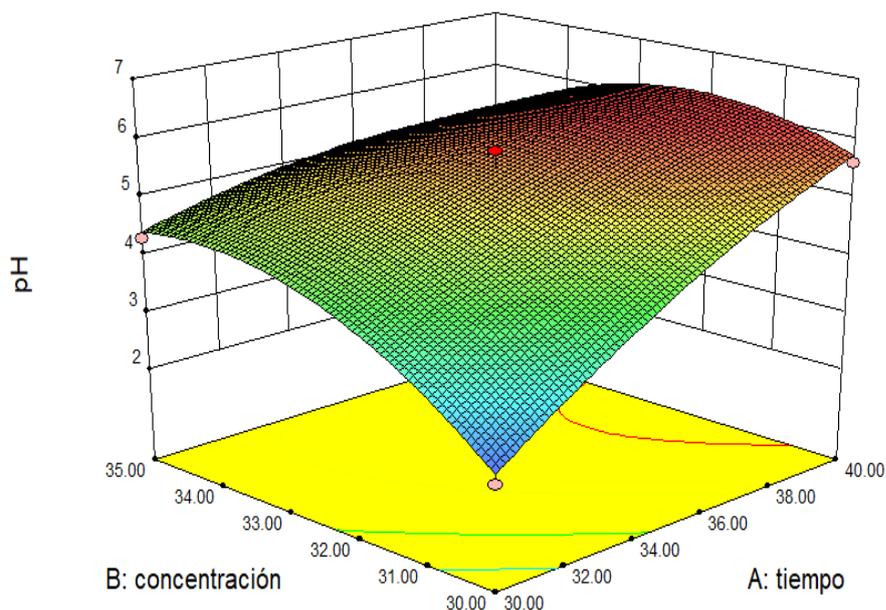


Gráfico 1. Efecto del tiempo de cocción a vapor (A), concentración de masato (B) y tipo de enzima (C) en el pH de la bebida fermentada de yuca

Elaborado por: Patricia Andrade

Los efectos de las variables independientes se muestran en el Gráfico 1 donde se muestra que el pH disminuye a medida que se redujo la concentración de masato y tiempo de cocción a vapor.

3.2. Efecto del tiempo de cocción a vapor (A), la concentración de masato (B) y el tipo de enzima (C) en los sólidos solubles.

Bajo el mismo análisis de la variable anterior se obtienen los efectos lineales, de interacción y cuadráticos de cada variable independiente, en la cual no se observó un efecto significativo del tiempo de cocción a vapor (A), concentración de masato (B) y el tipo de enzima (C) en los sólidos solubles ($p_A=0,5727$, $p_B=0,9629$, $p_C=0,0941$) (Anexo 3), lo que demuestra que los factores de estudio (tiempo de cocción a vapor (A), la concentración de masato (B) y el tipo de enzima (C)), no influyen en los sólidos solubles de las bebidas fermentadas de yuca.

3.3. Efecto del tiempo de cocción a vapor (A), la concentración de masato (B) y el tipo de enzima (C) en la acidez titulable.

Después de realizar el análisis a través de la regresión múltiple y al usar los coeficientes del modelo para los niveles de significancia, se evidencia los efectos lineales, de interacción y cuadráticos de cada variable independiente, en la cual se observó un efecto significativo de la concentración de masato (B) sobre la acidez titulable ($p_B=0,0077$) (Anexo 2). Este efecto de la variable independiente sobre la acidez titulable se ajustó a un modelo lineal ($p=0,0580$) para la obtención de la siguiente ecuación:

$$Y_2=1,73+0,100B$$

Dónde: Y_2 : Acidez titulable, B: Concentración de masato.

Tabla 6. Parámetros del modelo en relación con la acidez titulable.

Indicador	Acidez titulable g/L
Intercepto	1,73
X_A	0,030
X_B	0,100
X_{C1}	-0,028
X_{C2}	-0,0033
R^2	0,5677
R^2 ajustada	0,3947
F modelo	0,0580
Precisión adecuada	5,826

Elaborado por: Patricia Andrade

En la tabla 7 se observa que no es significativo el modelo lineal para la acidez titulable, el análisis de varianza indica que el valor de F no es significativo (0,0580), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa.

El coeficiente de regresión R^2 expresa que el modelo ajustado de 56,77% de la variación en la acidez titulable, con un 95,0% del nivel de confianza, esto indica que hay una conexión importante entre las variables dependientes.

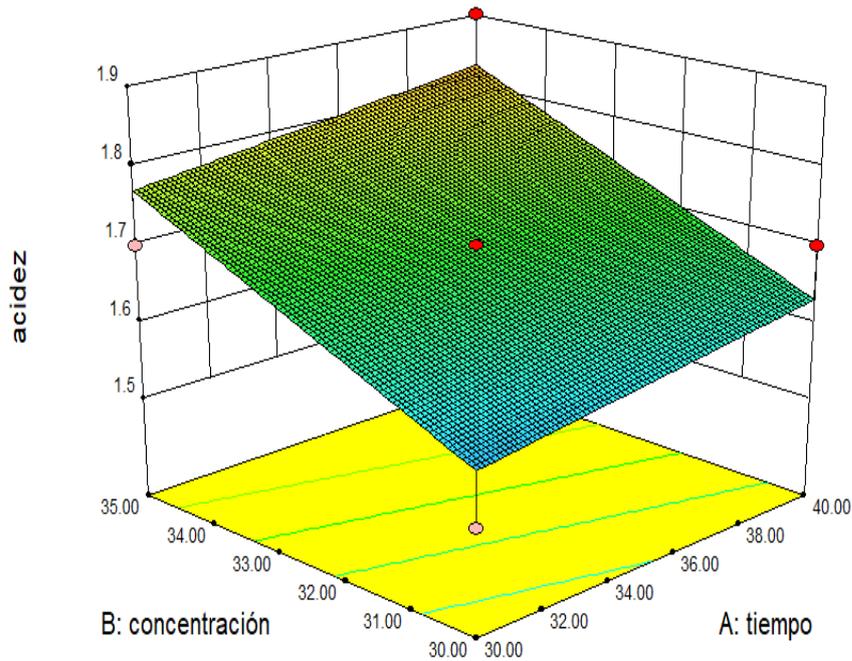


Gráfico 2. Efecto del tiempo de cocción a vapor (A), concentración de masato (B) y tipo de enzima (C) en la acidez titulable de la bebida fermentada de yuca

Elaborado por: Patricia Andrade

Los efectos de la concentración del masato sobre la acidez titulable se muestran en el Gráfico 2 donde la acidez disminuyó a medida que disminuyó la concentración de masato y es independiente al tiempo de cocción a vapor.

3.4. Optimización de la elaboración de una bebida fermentada con preparados enzimáticos.

En la Tabla 4, se muestran las condiciones óptimas para la elaboración de una bebida fermentada de yuca con preparados enzimáticos en relación con los factores de estudio, obteniéndose como resultado 40 min para el tiempo de cocción a vapor, 35% para la concentración de masato y $\alpha - \beta$ amilasa como enzimas, cuyos valores predictivos de las variables respuesta fueron: pH (3,83), sólidos solubles (6,61 °Brix) y acidez titulable (1,89 g/L). Una vez aplicados los niveles óptimos de los factores en estudio, se obtuvieron valores similares como sigue: pH (3,9), sólidos solubles (6,77 °Brix) y acidez titulable (1,90 g/L)

Tabla 7. Resultados de la aplicación de la optimización de la elaboración de una bebida fermentada de yuca

Variables de respuesta	Acidez titulable g/L	pH	Sólidos Solubles (°Brix)
Valor predictivo (software)	1,89	3,83	6,61
Valor real	1,90	3,90	6,77

Elaborado por: Patricia Andrade

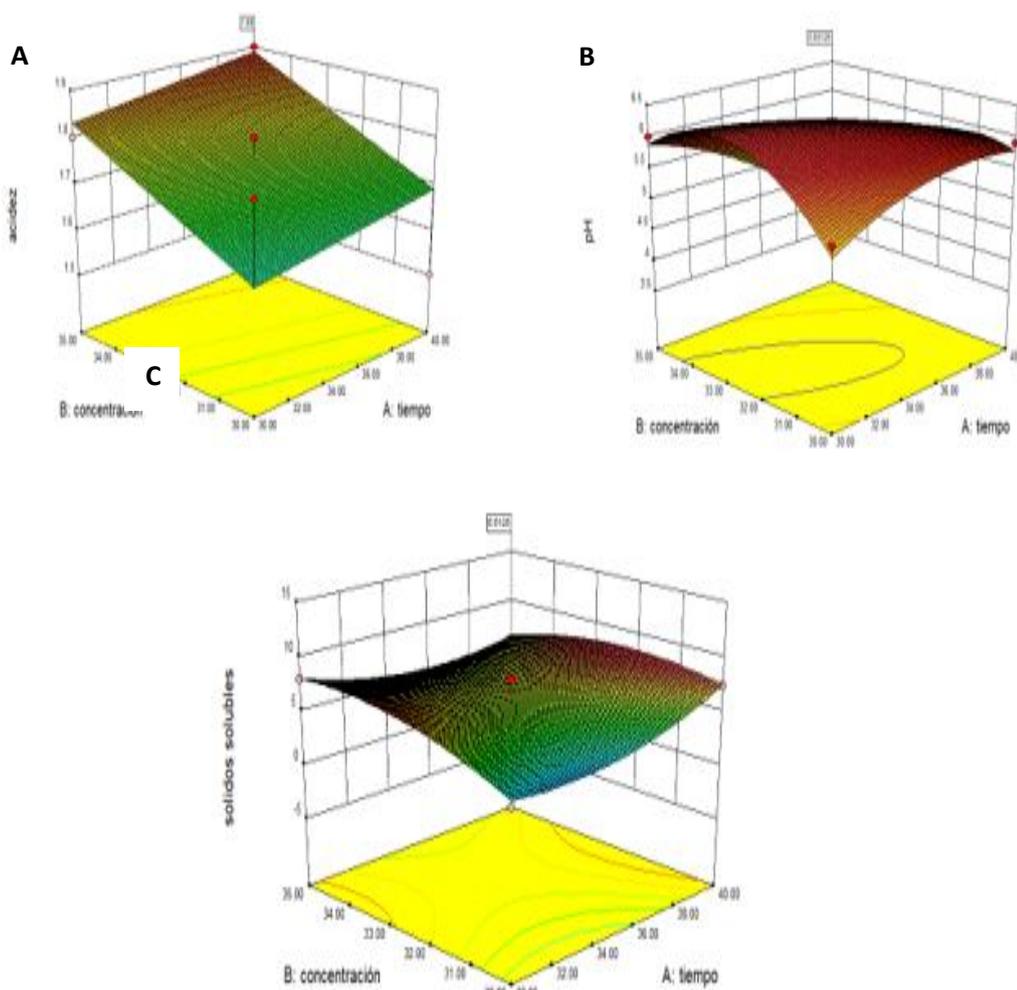


Gráfico 3. Resultados de la aplicación de la optimización de la elaboración de una bebida fermentada de yuca. A: Efecto sobre acidez titulable; B: Efectos sobre pH; C: Efectos sobre sólidos solubles

Elaborado por: Patricia Andrade

En el Gráfico 3 se muestra la superficie de respuesta para la optimización de la elaboración de una bebida fermentada de yuca en función de la acidez titulable, pH y sólidos solubles.

3.5. Análisis de aceptabilidad

3.5.1 Sabor

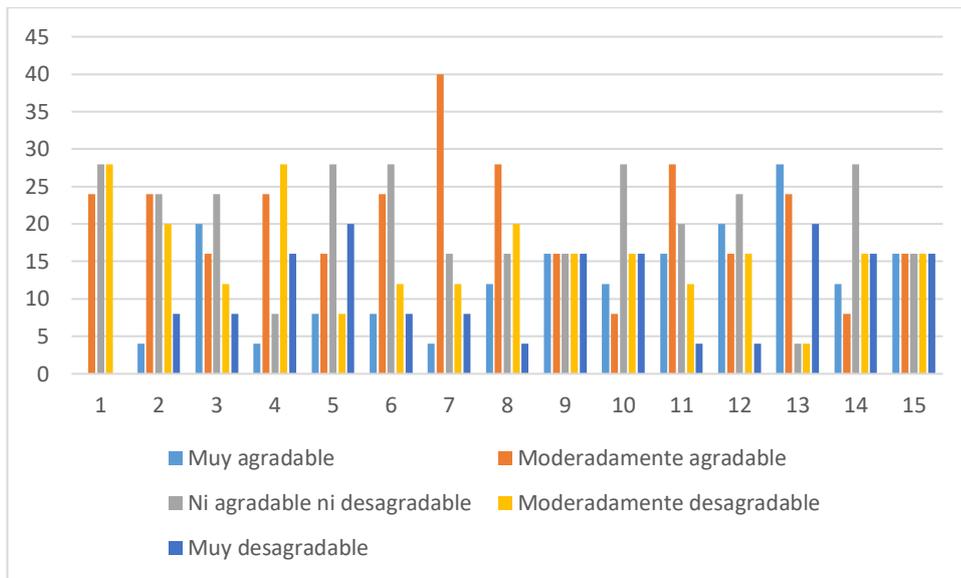


Gráfico 4. Resultados del nivel de aceptación en relación con el tributo de sabor.

Elaborado por: Patricia Andrade

En cuanto al atributo Sabor se determinó que, al considerar un tiempo de cocción a vapor de 40 min, concentración de masato 30% y enzima $\alpha \beta$ amilasa, tuvo una aceptación Moderadamente agradable con una frecuencia de 40 personas que equivale al 50% respecto a los demás.

3.5.2. Color

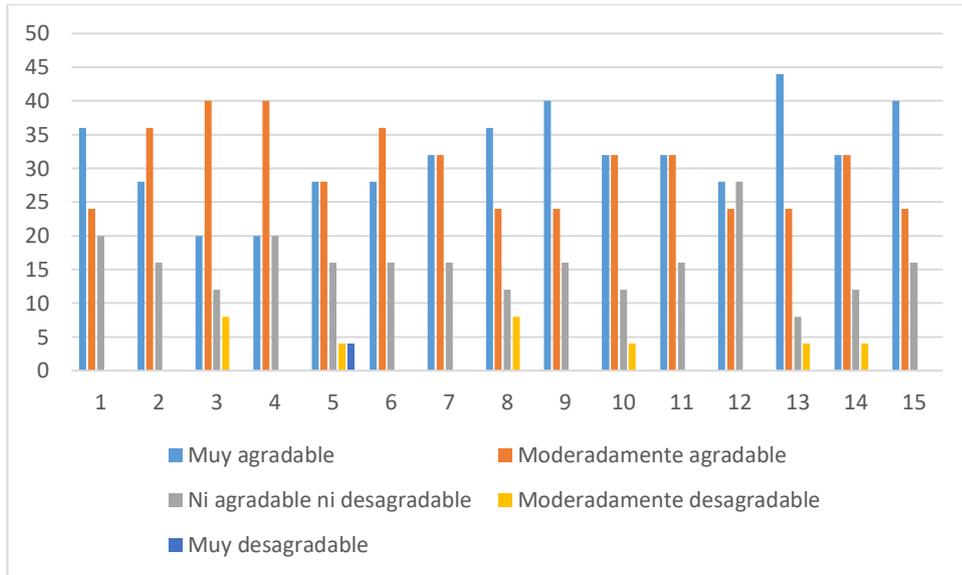


Gráfico 5. Resultados del nivel de aceptación en relación con el tributo de color.

Elaborado por: Patricia Andrade

Al referirse al atributo Color se identificó en relación con los factores en estudio que, a un tiempo de cocción a vapor de 30 min, concentración de masato 35% y enzima α amilasa, alcanzó una mayor aceptación en la categoría de Muy agradable expresada en porcentaje del 55% correspondiente a 44 personas.

3.5.3. Olor

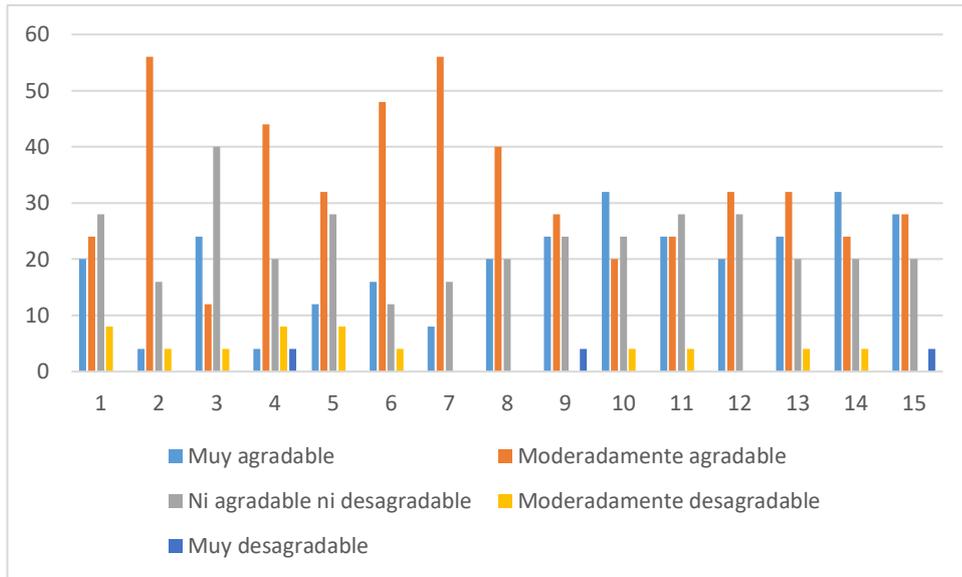


Gráfico 6. Resultados del nivel de aceptación en relación con el tributo de olor.

Elaborado por: Patricia Andrade

Haciendo referencia al atributo Olor, existieron dos bebidas que tuvieron la aceptación de Moderadamente agradable con el 70% siendo estas las siguientes: un tiempo de cocción a vapor de 30 min, concentración de masato 30% y enzima β amilasa, así como, un tiempo de cocción a vapor de 30 min, concentración de masato 35% y enzima α amilasa.

3.5.4. Textura

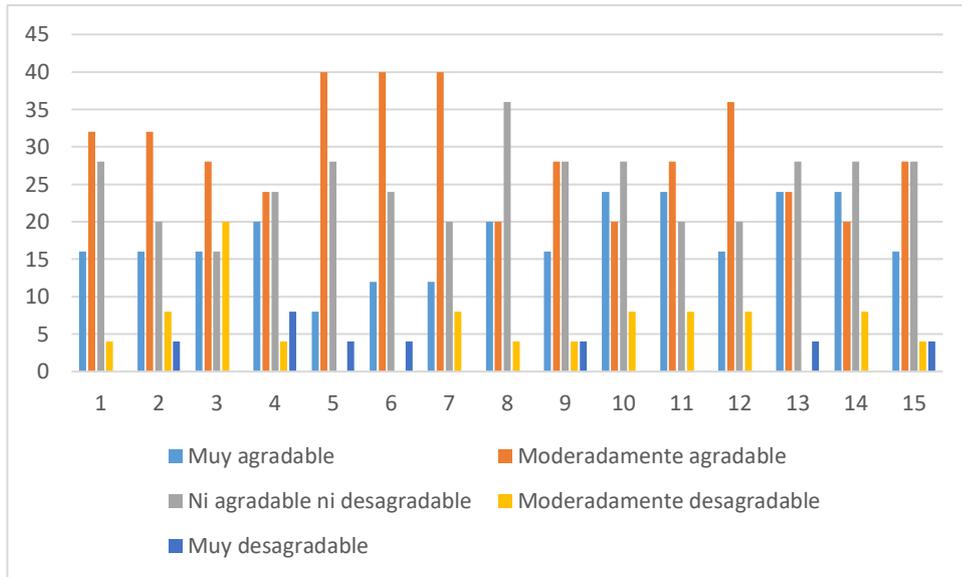


Gráfico 7. Resultados del nivel de aceptación en relación con el tributo de textura.

Elaborado por: Patricia Andrade

En el atributo textura hubo la coincidencia en la categoría de Moderadamente agradable de tres bebidas de las cuales en comparación con los anteriores atributos se resalta la relacionada con los factores de estudio de un tiempo de cocción a vapor de 40 min, concentración de masato 30% y enzima α β amilasa, con un 50% de aceptación respecto a los demás.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- A través de la presente investigación se diseñó un proceso tecnológico para obtener de bebidas fermentadas a partir de yuca con preparados enzimáticos, a través de la evaluación del tiempo de cocción a vapor en un rango de 30 a 40 minutos, también se consideró la concentración de masato (30 – 35%) y el tipo de enzima (α y β amilasa), el efecto de dichos factores se demuestran en las variables respuesta como pH cuyos valores oscilaron entre 2,1 a 6,0; acidez titulable de 1,5 a 1,9 g/L y sólidos solubles de 3,1 a 8°Brix.
- En la evaluación del efecto del tiempo de cocción al vapor de la yuca, la concentración de masato y enzimas se demuestra que existe significancia estadística en la interacción entre tiempo de cocción a vapor y la concentración de masato (AB) sobre el pH ($p_{AB}=0,0271$), en cuanto a la acidez titulable presentó significancia estadística en relación con la concentración de masato ($p_B=0,0077$), finalmente para sólidos solubles no existió significancia estadística.
- En cuanto al nivel de aceptación respecto con el sabor, olor y textura obtuvo los mejores valores al utilizar 40 min de tiempo de cocción a vapor de la yuca, concentración de masato 30% y enzima α β amilasa.
- Se optimizó el proceso de elaboración de la bebida fermentada de yuca con preparados enzimáticos con 40 min para el tiempo de cocción a vapor, 35% para la concentración de masato y α – β amilasa como enzimas, condiciones bajo las cuales se obtuvieron los máximos valores pH (3,83), sólidos solubles (6,61°Brix) y acidez titulable (1,89g/L).

RECOMENDACIONES

- Realizar más investigaciones que incluyan otras tendencias tecnológicas relacionadas al procesamiento de bebidas fermentadas.
- Evaluar sobre la vida útil de las bebidas fermentadas de yuca con preparados enzimáticos bajo la aplicación del paquete tecnológico considerado.
- Indagar sobre el estudio de mercado que tendrían las bebidas fermentadas de yuca con preparados enzimáticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abae, A., Mohammadian, M., & Jafari, S. M. (2017). Whey and soy protein-based hydrogels and nano-hydrogels as bioactive delivery systems. *Trends in Food Science and Technology*, 70, 69–81. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.10.011>
- Abbas, K. A., Khalil, S. K., & Meor, A. S. (2010). Modified Starches and Their Usages in Selected Food Products: A Review Study. *Journal of Agricultural Science*, 2(2), 90–100. <https://doi.org/10.5539/jas.v2n2p90>
- Abd El-Fattah, A., El-Dieb, S., & Elkashef, H. (2019). Development of functional egg-free flan using whey proteins and evaluation of heat-induced gel properties. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(4), 2828–2836. <https://doi.org/10.1007/s11694-019-00203-7>
- Abd El-Salam, B. A. (2015). Effect of milk fat replacement with vegetable oil and/or whey protein concentrate on microstructure, texture and sensory characteristics of fresh soft cheese. *International Journal of Dairy Science*, 10(3), 117–125. <https://doi.org/10.3923/ijds.2015.117.125>
- Abdelmoneim, A. H., Sherif, A. M., & Sameh, K. A. (2016). Rheological Properties of Yoghurt Manufactured by using Different Types of Hydrocolloids. *Austin Journal of Nutrition and Food Sciences*, 4(2), 1–6.
- Agrahar-Murugkar, D., Gulati, P., Kotwaliwale, N., & Gupta, C. (2015). Evaluation of nutritional, textural and particle size characteristics of dough and biscuits made from composite flours containing sprouted and malted ingredients. *Journal of Food*

- Science and Technology*, 52(8), 5129–5137. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1597-y>
- Ai, Y., & Jane, J. L. (2015). Gelatinization and rheological properties of starch. *Starch/Staerke*, 67(3–4), 213–224. <https://doi.org/10.1002/star.201400201>
- Akhtar, M., & Dickinson, E. (2007). Whey protein-maltodextrin conjugates as emulsifying agents: An alternative to gum arabic. *Food Hydrocolloids*, 21(4), 607–616. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2005.07.014>
- Akpa, J., & Dagde, K. (2012). Modification of Cassava Starch for Industrial Uses. In *International Journal of Engineering and Technology* (Vol. 2).
- Alfaifi, M. S., & Stathopoulos, C. E. (2010). Effect of egg yolk substitution by sweet whey protein isolate on texture, stability and colour of Gelato-style vanilla ice cream. *International Journal of Dairy Technology*, 63(4), 593–598. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2010.00609.x>
- Alting, A. C., Fred van de Velde, Kanning, M. W., Burgering, M., Mulleners, L., Sein, A., & Buwalda, P. (2009). Improved creaminess of low-fat yoghurt: The impact of amylomaltase-treated starch domains. *Food Hydrocolloids*, 23(3), 980–987. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2008.07.011>
- Altay, F., Karbancioglu-Güler, F., Daskaya-Dikmen, C., & Heperkan, D. (2013). A review on traditional Turkish fermented non-alcoholic beverages: Microbiota, fermentation process and quality characteristics. *International Journal of Food Microbiology*, 167(1), 44–56. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.06.016>
- Altuna, L., Herrera, M. L., & Foresti, M. L. (2018). Synthesis and characterization of octenyl succinic anhydride modified starches for food applications. A review of recent literature. *Food Hydrocolloids*, 80, 97–110. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.01.032>
- Alvarado Clemente, Y. Y. (2018). *Estudio de propuesta de microempresa para producción de bebida a base de yuca en el cantón Duran*, Universidad de Guayaquil facultad de Ciencias Administrativas).
- Amaya, S. L., Martínez, A. L., Zazueta, J. J., & Martínez, F. (2008). Acid thinned jicama and maize starches as fat substitute in stirred yogurt. *LWT - Food Science and Technology*, 41(7), 1274–1281. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.08.012>

- AOAC Association of Official Analytical Chemists. (1997). *Official Methods of Analysis* (16th ed.). AOAC.
- Arancibia, C., Castro, C., Jublot, L., Costell, E., & Bayarri, S. (2015). Colour, rheology, flavour release and sensory perception of dairy desserts. Influence of thickener and fat content. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1), 408-416..
- Arancibia, C., Costell, E., & Bayarri, S. (2013). Impact of structural differences on perceived sweetness in semisolid dairy matrices. *Journal of Texture Studies*, 44(5), 346–356. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12019>
- Arango, A., & Garcés, L. F. (2007). Wastewater treatment from milk industries. *Producción Más Limpia*, 2(2).
- Ares, G., Gonçalves, D., Pérez, C., Reolón, G., Segura, N., Lema, P., & Gámbaro, A. (2007). Influence of gelatin and starch on the instrumental and sensory texture of stirred yogurt. *International Journal of Dairy Technology*, 60(4), 263–269. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2007.00346.x>
- Ashogbon, A. O., & Akintayo, E. T. (2014). Recent trend in the physical and chemical modification of starches from different botanical sources: A review. *Starch/Staerke*, 66(1–2), 41–57. <https://doi.org/10.1002/star.201300106>
- Asioli, D., Aschemann-Witzel, J., Caputo, V., Vecchio, R., Annunziata, A., Næs, T., & Varela, P. (2017). Making sense of the “clean label” trends: A review of consumer food choice behavior and discussion of industry implications. *Food Research International*, 99, 58–71. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.022>
- Babu, A. S., & Parimalavalli, R. (2016). Effect of pullulanase debranching and storage temperatures on structural characteristics and digestibility of sweet potato starch. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.04.005>
- Barbosa et al (2018) *Saccharomyces cerevisiae* populations and other yeasts associated with indigenous beers (chicha) of Ecuador. Sociedade Brasileira de Microbiologia. Published by Elsevier Editora Ltda
- Bajwa, U. (2017). Whey Protein Concentrate as a Substitute to Skim Milk Powder in Soy Yoghurt. *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*, 6(4), 0–5. <https://doi.org/10.19080/artoaj.2017.06.555691>

- BeMiller, J. N., & Huber, K. C. (2015). Physical Modification of Food Starch Functionalities. *Annual Review of Food Science and Technology*, 6(1), 19–69.
- Benavent-Gil, Y., & Rosell, C. M. (2017a). Comparison of porous starches obtained from different enzyme types and levels. *Carbohydrate Polymers*, 157, 533–540. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.10.047>
- Benavent-Gil, Y., & Rosell, C. M. (2017b). Morphological and physicochemical characterization of porous starches obtained from different botanical sources and amyolytic enzymes. *International Journal of Biological Macromolecules*, 103, 587–595. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.05.089>
- Bilgin, B., Daglioglu, O., & Konyali, M. (2006). FUNCTIONALITY OF BREAD MADE WITH PASTEURIZED WHEY AND/OR BUTTERMILK. In *Italian Journal of Food Science* (Vol. 18, Issue 3).
- Blazek, J., & Gilbert, E. P. (2010). Effect of enzymatic hydrolysis on native starch granule structure. *Biomacromolecules*, 11(12), 3275–3289. <https://doi.org/10.1021/bm101124t>
- Bravo, Á., Pando, V., & Gómez, M. (2019). Physically and chemically modified starches as texturisers of low-fat milk gels. *International Dairy Journal*, 92, 21–27. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2019.01.007>
- Çakmak, H., Özselek, Y., Turan, O. Y., Firatlıgil, E., & Karbancıoğlu-Güler, F. (2020). Whey protein isolate edible films incorporated with essential oils: Antimicrobial activity and barrier properties. *Polymer Degradation and Stability*, 179. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2020.109285>
- Canales, N. (2021). *yuca y su potencial en la bioeconomía de Colombia*.
- Cao, M., & Gao, Q. (2020). Internal structure of high degree substitution acetylated potato starch by chemical surface gelatinization. *International Journal of Biological Macromolecules*, 145, 133–140. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.12.102>
- Castells, M. L., González, M., Mattos, C., Juliano, P., Mellinger, C., Sepulveda, J. U., Jorcín, S., Krolow, A. C., Di Risio, J., & López, T. (2017). Valorización del lactosuero. In *Alternativas de valorización de sueros de quesería*. <https://www.inti.gob.ar/lacteos/pdf/lactosuero.pdf>

- Catarino, M. D., Alves-Silva, J. M., Fernandes, R. P., Gonçalves, M. J., Salgueiro, L. R., Henriques, M. F., & Cardoso, S. M. (2017). Development and performance of whey protein active coatings with *Origanum virens* essential oils in the quality and shelf life improvement of processed meat products. *Food Control*, *80*, 273–280. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.03.054>
- Cayot, P., Schenker, F., Houzé, G., Sulmont, C., & Colas, B. (2008). Creaminess in relation to consistency and particle size in stirred fat-free yogurt. *International Dairy Journal*, *18*(3), 303–311. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.06.009>
- Chacón, G. (2017). *Tecnologías para la producción de bebidas ancestrales con fines comerciales utilizando preparados enzimáticos TERMAMYL 120 L y AMYLASE AG 300L, levadura y kéfir de agua*.
- Chacón, L. R., Chávez, A., Rentería, A. L., & Rodríguez, J. C. (2017). Proteínas del lactosuero usos, relación con la salud y bioactividades. *Interciencia: Revista de Chisenga, S. M., Workneh, T. S., Bultosa, G., & Alimi, B. A. (2019). Progress in research and applications of cassava flour and starch: a review. Journal of Food Science and Technology*, *56*(6), 2799–2813. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03814-6>
- Ciencia y Tecnología de América*, *42*(11), 712–718. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6182640>
- Codex Alimentarius. (2010). *Codex Stan 243-2003*. 1–11.
- Cui, B., Lu, Y., Tan, C., Wang, G., & Li, G. (2014). Effect of cross-linked acetylated starch content on the structure and stability of set yoghurt. *Food Hydrocolloids*, *35*, 576–582. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.07.018>
- Cui, B., Tan, C., Lu, Y., Liu, X., & Li, G. (2014). The interaction between casein and hydroxypropyl distarch phosphate (HPDSP) in yoghurt system. *Food Hydrocolloids*, *37*, 111-115. <http://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.10.032>.
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). (2016b). El cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). *Boletín Mensual de Insumos y Factores Asociados a La Producción Agropecuaria*, *46*, 1–7. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_a_br_2016.pdf

De Castro, F. P., Cunha, T. M., Barreto, P. L. M., Amboni, R. D. D. M. C., & Prudêncio, E. S. (2009). Effect of oligofructose incorporation on the properties of fermented probiotic lactic beverages. *International Journal of Dairy Technology*, 62(1), 68–74. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2008.00447.x>

de Castro, R. J. S., Domingues, M. A. F., Ohara, A., Okuro, P. K., dos Santos, J. G., Brexó, R. P., & Sato, H. H. (2017). Whey protein as a key component in food systems: Physicochemical properties, production technologies and applications. *Food Structure*, 14, 17–29. <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2017.05.004>

Dey, A., & Sit, N. (2017). Modification of foxtail millet starch by combining physical, chemical and enzymatic methods. *International Journal of Biological Macromolecules*, 95, 314–320. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.11.067>

Dinika, I., Verma, D. K., Balia, R., Utama, G. L., & Patel, A. R. (2020). Potential of cheese whey bioactive proteins and peptides in the development of antimicrobial edible film composite: A review of recent trends. *Trends in Food Science and Technology*, 103(January), 57–67. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.06.017>

Do, V. H., Mun, S., Kim, Y. L., Rho, S. J., Park, K. H., & Kim, Y. R. (2016). Novel formulation of low-fat spread using rice starch modified by 4- α -glucanotransferase. *Food Chemistry*, 208, 132–141. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.101>

Dullius, A., Goettert, M. I., & de Souza, C. F. V. (2018). Whey protein hydrolysates as a source of bioactive peptides for functional foods – Biotechnological facilitation of industrial scale-up. *Journal of Functional Foods*, 42(December 2017), 58–74. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.12.063>

Encuesta anual manufacturera (EAM) 2019. (n.d.). <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/industria/encuesta-anual-manufacturera-enam>

Falade, K. O., Ibang-Bamijoko, B., & Ayetigbo, O. E. (2019). Comparing properties of starch and flour of yellow-flesh cassava cultivars and effects of modifications on properties of their starch. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(4), 2581–2593. <https://doi.org/10.1007/s11694-019-00178-5>

Falguera, V., Aliguer, N., & Falguera, M. (2012). An integrated approach to current trends in food consumption: Moving toward functional and organic products? *Food Control*, 26(2), 274–281. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.01.051>

- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. H. (2016). Fundamentals of cheese science, second edition. *Fundamentals of Cheese Science, Second Edition*, 1–799. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7681-9>
- Fu, Z. Q., Wu, M., Zhang, H., & Wang, J. H. (2018). Retrogradation of partially gelatinised potato starch prepared by ball milling. *International Journal of Food Science and Technology*, 53(4), 1065–1071. <https://doi.org/gunarat>
- Gałkowska, D., Długosz, M., & Juszczak, L. (2013). Effect of high methoxy pectin and sucrose on pasting, rheological, and textural properties of modified starch systems. *Starch/Staerke*, 65(5–6), 499–508. <https://doi.org/10.1002/star.201200148>
- Gauche, C., Tomazi, T., Barreto, P. L. M., Ogliari, P. J., & Bordignon-Luiz, M. T. (2009). Physical properties of yoghurt manufactured with milk whey and transglutaminase. *LWT - Food Science and Technology*, 42(1), 239–243. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.05.023>
- Gavilanes, P. I., Zambrano, Á. M., Romero, C. F., & Moro, A. (2018). Evaluación de una bebida láctea fermentada novel a base de lactosuero y harina de camote. *La Técnica: Revista de Las Agrociencias.*, 19, 47–59. https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i19.734
- Guénard-Lampron, V., St-Gelais, D., Villeneuve, S., & Turgeon, S. L. (2019). Individual and sequential effects of stirring, smoothing, and cooling on the rheological
- Guillen, J. S., & Aranda, N. J. (2020). Effect of partial substitution of milk by whey on the sensory and physicochemical characteristics of quinoa ice cream. *Ingeniería e Innovación*, 8(1), 6. <https://doi.org/10.21897/23460466.2103>
- Gunaratne, A., & Corke, H. (2007). Functional properties of hydroxypropylated, cross-linked, and hydroxypropylated cross-linked tuber and root starches. *Cereal Chemistry*, 84(1), 30–37. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-84-1-0030>
- Gunasekaran, S., Xiao, L., & Ould Eleya, M. M. (2006). Whey protein concentrate hydrogels as bioactive carriers. *Journal of Applied Polymer Science*, 99(5), 2470–2476. <https://doi.org/10.1002/app.22838>

- Gunorubon, J., & Kekpugile, K. (2012). Modification of Cassava Starch for Industrial Uses. *International Journal of Engineering and Technology*, 2(6), 913–919.
- Guo, L. (2018). Sweet potato starch modified by branching enzyme, β -amylase and transglucosidase. *Food Hydrocolloids*, 83, 182–189. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.05.005>
- Guo, X., Guo, X., Meng, H., Chen, X., Zeng, Q., & Yu, S. (2019). Influences of different pectins on the emulsifying performance of conjugates formed between pectin and whey protein isolate. *International Journal of Biological Macromolecules*, 123, 246–254. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.11.040>
- Gupta, D., Kocot, M., Tryba, A. M., Serafim, A., Stancu, I. C., Jaegermann, Z., Pamuła, E., Reilly, G. C., & Douglas, T. E. L. (2020). Novel naturally derived whey protein isolate and aragonite biocomposite hydrogels have potential for bone regeneration. *Materials and Design*, 188, 108408. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2019.108408>
- Ha, J. H., Lee, J. H., Lee, J. J., Choi, Y. Il, & Lee, H. J. (2019). Effects of whey protein injection as a curing solution on chicken breast meat. *Food Science of Animal Resources*, 39(3), 494–502. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2019.e44>
- Han, X. Z., & Hamaker, B. R. (2001). Amylopectin fine structure and rice starch paste breakdown. *Journal of Cereal Science*, 34(3), 279–284. <https://doi.org/10.1006/jcrs.2001.0374>
- He, J., Han, Y., Liu, M., Wang, Y., Yang, Y., & Yang, X. (2019). Effect of 2 types of resistant starches on the quality of yogurt. *Journal of Dairy Science*, 102(5), 3956–3964. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15562>
- Hong, J., Zeng, X. A., Buckow, R., Han, Z., & Wang, M. sheng. (2016). Nanostructure, morphology and functionality of cassava starch after pulsed electric fields assisted acetylation. *Food Hydrocolloids*, 54, 139–150. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.09.025>
<https://doi.org/10.1146/annurev-food-022814-015552>
- Imbachí, P. C., Sepúlveda, J. U., & Rodríguez, E. (2018). Effect of modified cassava starch on the rheological and quality properties of a dairy beverage prepared

with sweet whey. *Food Science and Technology*, 39(1), 134–142. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.28017>

Indrani, D., Prabhasankar, P., Rajiv, J., & Rao, G. V. (2007). Influence of whey protein concentrate on the rheological characteristics of dough, microstructure and quality of unleavened flat bread (parotta). *Food Research International*, 40(10), 1254–1260. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.08.005>

Inguillay, S., Jadán, F., & Maldonado-Alvarado, P. (2021). Fermentation study of Cassava bagasse starch hydrolyzed's using INIAP 650 and INIAP 651 varieties and a strain of *Lactobacillus leichmannii* for the lactic acid production. *Revista Bionatura*, 6(2), 1803–1811. <https://doi.org/10.21931/RB/2021.06.02.21>

Jane, J. (2007). Starch Properties, Modifications, and Applications. *Journal of Macromolecular Science, Part A*, 32(4), 751–757. <https://doi.org/10.1080/10601329508010286>

Janiaski, D. R., Pimentel, T. C., Cruz, A. G., & Prudencio, S. H. (2016). Strawberry-flavored yogurts and whey beverages: What is the sensory profile of the ideal product? *Journal of Dairy Science*, 99(7), 5273–5283. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10097>

Jiang, S., Altaf hussain, M., Cheng, J., Jiang, Z., Geng, H., Sun, Y., Sun, C., & Hou, J. (2018). Effect of heat treatment on physicochemical and emulsifying properties of polymerized whey protein concentrate and polymerized whey protein isolate. *Lwt*, 98(May), 134–140. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.08.028>

Joon, R., Mishra, S. K., Brar, G. S., Singh, P. K., Mishra, S. K., & Panwar, H. (2017). Instrumental texture and syneresis analysis of yoghurt prepared from goat and cow milk. *The Pharma Innovation Journal*, 6(7), 971–974.

Jukić, M., Komlenić, D., Mastanjević, K., Mastanjević, K., Lučan, M., Popovici, C., Nakov, G., & Lukinac, J. (2019). Influence of damaged starch on the quality parameters of wheat dough and bread. *Ukrainian Food Journal*, 8(3), 512–521. <https://doi.org/10.24263/2304-974x-2019-8-3-8>

Juliyarsi, I., Tanifal, M., Melia, S., Arief, Djamaan, A., & Purwati, E. (2020). Characterization of Edible Film Whey with Addition of Curcuma Extract (*Curcuma domestica* val.) on Moisture, Water Vapor Absorption, Solubility Time, and

- Antioxidant Activity. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 515(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/515/1/012050>
- Jyothi, A. N., Moorthy, S. N., & Rajasekharan, K. N. (2006). Effect of cross-linking with epichlorohydrin on the properties of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) starch. *Starch/Staerke*, 58(6), 292–299. <https://doi.org/10.1002/star.200500468>
- Kanemaru, N. (2002). Enhancement of Sucrose Sweetness with Soluble Starch in
- Karaki, N., Aljawish, A., Humeau, C., Muniglia, L., & Jasniewski, J. (2016). Enzymatic modification of polysaccharides: Mechanisms, Properties, And potential applications: A review. *Enzyme and Microbial Technology*, 90, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2016.04.004>
- Kaur, B., Ariffin, F., Bhat, R., & Karim, A. A. (2012). Progress in starch modification in the last decade. *Food Hydrocolloids*, 26(2), 398–404. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.02.016>
- Kelleher, C. M., Aydogdu, T., Murphy, K. M., O'Mahony, J. A., Kelly, A. L., O'Callaghan, D. J., & McCarthy, N. A. (2020). The effect of protein profile and preheating on denaturation of whey proteins and development of viscosity in milk protein beverages during heat treatment. *International Journal of Dairy Technology*, 73(3), 494–501. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12679>
- Koksoy, A., & Kilic, M. (2004). Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. *Food Hydrocolloids*, 18(4), 593–600. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2003.10.002>
- Kurakake, M., Akiyama, Y., Hagiwara, H., & Komaki, T. (2009). Effects of cross-linking and low molecular amylose on pasting characteristics of waxy corn starch. *Food Chemistry*, 116(1), 66–70. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.02.006>
- L. Santana, Á., & Angela A. Meireles, M. (2014). New Starches are the Trend for Industry Applications: A Review. *Food and Public Health*, 4(5), 229–241. <https://doi.org/10.5923/j.fph.20140405.04>
- Lappa, I. K., Papadaki, A., & Kachrimanidou, V. (2019). Cheese Whey Processing : Integrated Biorefinery. *Foods*, 8, 1–37. www.mdpi.com/journal/foods
- Lee, W. J., & Lucey, J. A. (2010). Formation and Physical Properties of Yogurt. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(9), 1127–1136. <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.r.05>

- León-López, A., Pérez-Marroquín, X. A., Campos-Lozada, G., Campos-Montiel, R. G., & Aguirre-Álvarez, G. (2020). Characterization of whey-based fermented beverages supplemented with hydrolyzed collagen: Antioxidant activity and bioavailability. *Foods*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/foods9081106>
- Levin, M. A., Burrington, K. J., & Hartel, R. W. (2016). Whey protein phospholipid concentrate and delactosed permeate: Applications in caramel, ice cream, and cake. *Journal of Dairy Science*, 99(9), 6948–6960. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10975>
- Li, J., & Guo, M. (2006). Effects of Polymerized Whey Proteins on Consistency and Water-holding Properties of Goat's Milk Yogurt. *Journal of Food Science*, 71(1), C34–C38. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.tb12385.x>
- Li, M. N., Xie, Y., Chen, H. Q., & Zhang, B. (2019). Effects of heat-moisture treatment after citric acid esterification on structural properties and digestibility of wheat starch,
- Liu, Z., Liu, C., Sun, X., Zhang, S., Yuan, Y., Wang, D., & Xu, Y. (2020). Fabrication and characterization of cold-gelation whey protein-chitosan complex hydrogels for the controlled release of curcumin. *Food Hydrocolloids*, 103(January), 105619. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105619>
- Lobato-Calleros, C., Ramírez-Santiago, C., Vernon-Carter, E. J., & Alvarez-Ramirez, J. (2014). Impact of native and chemically modified starches addition as fat replacers in the viscoelasticity of reduced-fat stirred yogurt. *Journal of Food Engineering*, 131, 110–115. <http://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.01.019>.
- Lopes Da Silva, F., Ferreira, H. A. L., Borges De Souza, A., Almeida, D. D. F., Stephani, R., Ribeiro Pirozi, M., ... Perrone, Í. T. (2015). Production of dulce de leche: The effect of starch addition. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1), 417-423. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.10.062>.
- Lopez, J. (2021). *Efecto del almidón de yuca modificado por vía enzimática sobre las propiedades de calidad de una bebida láctea fermentada elaborada con lactosuero*. Universidad Nacional de Colombia.
- Molero, M. S., Flores, C., Leal, M., & Briñes, W. J. (2017). Evaluación sensorial de bebidas probióticas fermentadas a base de lactosuero. *Revista Científica*, 27(2), 70–77.

- Montesdeoca, R., Benítez, I., Guevara, R., & Guevara, G. (2017). Procedimiento para la producción de una bebida láctea fermentada utilizando lactosuero. *Revista Chilena de Nutrición*, 44(1), 39–44. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182017000100006>
- Northon, L., Santos, R., Gontijo, J. M., Iouko, E., & Mottin, I. (2012). Cassava starch as a stabilizer of soy-based beverages. *Food Science and Technology International*, 18(5), 489–499. <https://doi.org/10.1177/1082013211433072>
- Park, K. H., Park, J. H., Lee, S., Yoo, S. H., & Kim, J. W. (2008). Enzymatic Modification of Starch for Food Industry. In *Carbohydrate-Active Enzymes: Structure, Function and Applications*. Woodhead Publishing Limited. <https://doi.org/10.1533/9781845695750.2.157>
- Piló, F. B., Carvajal-Barriga, E. J., Guamán-Burneo, M. C., Portero-Barahona, P., Dias, A. M. M., Freitas, L. F. D. de, Gomes, F. de C. O., & Rosa, C. A. (2018). *Saccharomyces cerevisiae* populations and other yeasts associated with indigenous beers (chicha) of Ecuador. *Brazilian Journal of Microbiology*, 49(4), 808–815. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2018.01.002>
- Puerari, C., Magalhães-Guedes, K. T., & Schwan, R. F. (2015). Physicochemical and microbiological characterization of chicha, a rice-based fermented beverage produced by Umutina Brazilian Amerindians. *Food Microbiology*, 46, 210–217. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2014.08.009>
- Punia, S. (2020). Barley starch modifications: Physical, chemical and enzymatic - A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 144, 578–585. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.12.088>
- Rebaza-Cardenas, T. D., Silva-Cajaleón, K., Sabater, C., Delgado, S., Montes-Villanueva, N. D., & Ruas-Madiedo, P. (2021). “Masato de Yuca” and “Chicha de Siete Semillas” Two Traditional Vegetable Fermented Beverages from Peru as Source for the Isolation of Potential Probiotic Bacteria. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s12602-021-09836-x>
- Querol, A., Barrio, E., & Ramón, D. (1994). Population dynamics of natural *Saccharomyces* strains during wine fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 21(4), 315–323. [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(94\)90061-2](https://doi.org/10.1016/0168-1605(94)90061-2)

- Resende, L. V., Pinheiro, L. K., Miguel, M. G. C. P., Ramos, C. L., Vilela, D. M., & Schwan, R. F. (2018). Microbial community and physicochemical dynamics during the production of 'Chicha', a traditional beverage of Indigenous people of Brazil. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 34(3), 0. <https://doi.org/10.1007/s11274-018-2429-4>
- Sajilata, M. G., & Singhal, R. S. (2005). Specialty starches for snack foods. *Carbohydrate Polymers*, 59(2), 131-151. <http://doi.org/10.1016/j.carbpol.2004.08.012>.
- Ramos, Cíntia L., Sousa, E. S. O. d., Ribeiro, J., Almeida, T. M. M., Santos, C. C. A. d. A., Abegg, M. A., & Schwan, R. F. (2015). Microbiological and chemical characteristics of tarubá, an indigenous beverage produced from solid cassava fermentation. *Food Microbiology*, 49, 182–188. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2015.02.005>
- Ramos, Cíntia Lacerda, & Schwan, R. F. (2017). Technological and nutritional aspects of indigenous Latin America fermented foods. *Current Opinion in Food Science*, 13(Table 1), 97–102. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2017.07.001>
- Rebaza-Cardenas, T. D., Silva-Cajaleón, K., Sabater, C., Delgado, S., Montes-Villanueva, N. D., & Ruas-Madiedo, P. (2021). “Masato de Yuca” and “Chicha de Siete Semillas” Two Traditional Vegetable Fermented Beverages from Peru as Source for the Isolation of Potential Probiotic Bacteria. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s12602-021-09836-x>
- Resende, L. V., Pinheiro, L. K., Miguel, M. G. C. P., Ramos, C. L., Vilela, D. M., & Schwan, R. F. (2018). Microbial community and physicochemical dynamics during the production of 'Chicha', a traditional beverage of Indigenous people of Brazil. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 34(3), 0. <https://doi.org/10.1007/s11274-018-2429-4>
- Soykeabkaew, N., Thanomsilp, C., & Suwanton, O. (2015). A review: Starch-based composite foams. In *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing* (Vol. 78, Issue August). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2015.08.014>
- Todorov, S. D., & Holzapfel, W. H. (2015). Traditional cereal fermented foods as sources of functional microorganisms. In *Advances in Fermented Foods and*

Beverages: Improving Quality, Technologies and Health Benefits. Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-015-6.00006-2>

Viviers, W., Jegers, M., & Saayman, A. (2008). Exporting companies : Evidence from south africa 1. In *Journal of Economic and Financial Sciences* (Vol. 11, Issue 1).

Wang, Q. J., Sun, D. W., Jeong, S. T., Yeo, S. H., Choi, J. H., & Choi, H. S. (2014). Screening of rice cultivars for brewing high quality turbid rice wine. *Lwt*, 56(1), 145–152. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.10.032>

ANEXOS

Anexo 1. ANOVA en relación con el pH

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	P valor
Model	11	18,65	1,70	7,63	0,0604
A-tiempo	1	1,76	1,76	7,94	0,0668
B-	1	1,02	1,02	4,61	0,1210
concentración					
c-enzima	2	2,29	1,15	5,17	0,1067
AB	1	3,65	3,64	16,41	0,0271
AC	2	4,12	2,06	9,27	0,0520
BC	2	3,90	1,95	8,77	0,0558
A²	1	0,26	1,17	0,3579	
B²	1	1,78	8,03	0,0660	
Falta de ajuste	2	0,67	0,33		
Error	1	0	0		
Total	14	19,31			

Anexo 2. ANOVA en relación con la acidez titulable

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	P valor
Model	4	0,12	0,030	3,28	0,508
A-tiempo	1	0,0090	0,0090	0,99	0,3422
B-	1	0,100	0,100	11,05	0,0077
concentración					
c-enzima	2	0,0098	0,0049	0,54	0,5971
Falta de ajuste	9	0,090	0,090		
Error	1	0	0		
Total	14	0,21			

Anexo 3. ANOVA en relación con los sólidos solubles

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	P valor
Model	11	47,92	4,36	2,78	0,2169
A-tiempo	1	0,63	0,63	0,40	0,5727
B-	1	0,004	0,004	0,0025	0,9629
concentración					
c-enzima	2	18,04	0,02	5,75	0,0941
AB	1	11,52	11,52	7,35	0,0731
AC	2	0,28	0,14	0,089	0,9169
BC	2	8,04	4,02	2,56	0,2244
A²	1	7,03	7,03	4,48	0,1246
B²	1	5,68	5,68	3,63	0,1533
Falta de ajuste	2	4,71	1,57		
Error	1	0	0		
Total	14	19,31			

Anexo 4. Nivel de aceptación de las bebidas fermentadas de yuca

ATRIBUTOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
COLOR	Muy agradable	5	45 %	35 %	25 %	25 %	35 %	35 %	40 %	45 %	50 %	40 %	40 %	35 %	55 %	40 %	50 %
	Moderadamente agradable	4	30 %	45 %	50 %	50 %	35 %	45 %	40 %	30 %	30 %	40 %	40 %	30 %	30 %	40 %	30 %
	Ni agradable ni desagradable	3	25 %	20 %	15 %	25 %	20 %	20 %	20 %	15 %	20 %	15 %	20 %	35 %	10 %	15 %	20 %
	Moderadamente desagradable	2	0%	0%	10 %	0%	5%	0%	0%	10 %	0%	5%	0%	0%	5%	5%	0%
	Muy desagradable	1	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
OLOR	Muy agradable	5	25 %	5%	30 %	5%	15 %	20 %	10 %	25 %	30 %	40 %	30 %	25 %	30 %	40 %	35 %
	Moderadamente agradable	4	30 %	70 %	15 %	55 %	40 %	60 %	70 %	50 %	35 %	25 %	30 %	40 %	40 %	30 %	35 %
	Ni agradable ni desagradable	3	35 %	20 %	50 %	25 %	35 %	15 %	20 %	25 %	30 %	30 %	35 %	35 %	25 %	25 %	25 %
	Moderadamente desagradable	2	10 %	5%	5%	10 %	10 %	5%	0%	0%	0%	5%	5%	0%	5%	5%	0%
	Muy desagradable	1	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	5%
SABOR	Muy agradable	5	0%	5%	25 %	5%	10 %	10 %	5%	15 %	20 %	15 %	20 %	25 %	35 %	15 %	20 %
	Moderadamente agradable	4	30 %	30 %	20 %	30 %	20 %	30 %	50 %	35 %	20 %	10 %	35 %	20 %	30 %	10 %	20 %
	Ni agradable ni desagradable	3	35 %	30 %	30 %	10 %	35 %	35 %	20 %	20 %	20 %	35 %	25 %	30 %	5%	35 %	20 %
	Moderadamente desagradable	2	35 %	25 %	15 %	35 %	10 %	15 %	15 %	25 %	20 %	20 %	15 %	20 %	5%	20 %	20 %
	Muy desagradable	1	0%	10 %	10 %	20 %	25 %	10 %	10 %	5%	20 %	20 %	5%	5%	25 %	20 %	20 %
TEXTURA	Muy agradable	5	20 %	20 %	20 %	25 %	10 %	15 %	15 %	25 %	20 %	30 %	30 %	20 %	30 %	30 %	20 %
	Moderadamente agradable	4	40 %	40 %	35 %	30 %	50 %	50 %	50 %	25 %	35 %	25 %	35 %	45 %	30 %	25 %	35 %
	Ni agradable ni desagradable	3	35 %	25 %	20 %	30 %	35 %	30 %	25 %	45 %	35 %	35 %	25 %	25 %	35 %	35 %	35 %
	Moderadamente desagradable	2	5%	10 %	25 %	5%	0%	0%	10 %	5%	5%	10 %	10 %	10 %	0%	10 %	5%
	Muy desagradable	1	0%	5%	0%	10 %	5%	5%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	5%	0%	5%

Anexo 5. Procedimiento de elaboración de bebidas fermentadas de yuca con preparados enzimáticos



Cocción a vapor de la yuca



Preparación de enzima



Bebidas fermentadas de yuca



Toma de parámetros físico-químicos acidez



Toma de parámetros físico-químicos sólidos solubles



Nivel de Aceptación

Anexo 6. Resultados del análisis de laboratorio

SETLAB

SERVICIOS DE TRANSFERENCIA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS
Dirección: Galo Plaza 28-55 y Jaime Roldós Teléfono 0998407494 Email: luciasilva@yahoo.com

"Eficiencia, confianza y seguridad, en sinergia con su empresa"

REPORTE DE RESULTADOS

Código Rmp- 08766

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

Dra. Marcela Andrade A.

Domicilio / Address

Teléfonos / Telephones

Latacunga

0999012658

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested

Bebida Fermentada de Yuca

Marca comercial / Trade Mark

No tiene

Características del producto / Ratings of the product

Color, Olor y sabor característico

Resultados Bromatológico

PARAMETRO	RESULTADO (PS) %	METODO/NORMA
ACIDEZ TITULABLE(g/L)	1,90	AOAC/Gravimetrico
pH	3,90	AOAC/Gravimetrico
SOLIDOS SOLUBLES (*Brix)	6,77	AOAC/Colorimétrico

Emitido en: Riobamba, el 07 de septiembre de 2022

LUCIA
MONSERRATH
SILVA DELEY

Digitally signed by
LUCIA MONSERRATH
SILVA DELEY
Date: 2022.10.07
17:57:26 -05'00'

Ing. Lucía Silva Déley
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
Galo Plaza 28 - 55 y Jaime Roldós
032366-764

Anexo 7. Ficha de aplicación de nivel de aceptación

ESCALAS		VALOR	BEBIDA FERMENTADA															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
C	Muy agradable	5																
	Moderadamente agradable	4																
	Ni agradable ni desagradable	3																
	Moderadamente desagradable	2																
	Muy desagradable	1																
O	Muy agradable	5																
	Moderadamente agradable	4																
	Ni agradable ni desagradable	3																
	Moderadamente desagradable	2																
	Muy desagradable	1																
L	Muy agradable	5																
	Moderadamente agradable	4																
	Ni agradable ni desagradable	3																
	Moderadamente desagradable	2																
	Muy desagradable	1																
S	Muy agradable	5																
	Moderadamente agradable	4																
	Ni agradable ni desagradable	3																
	Moderadamente desagradable	2																
	Muy desagradable	1																
A	Muy agradable	5																
	Moderadamente agradable	4																
	Ni agradable ni desagradable	3																
	Moderadamente desagradable	2																
	Muy desagradable	1																
B	Muy agradable	5																
	Moderadamente agradable	4																
	Ni agradable ni desagradable	3																
	Moderadamente desagradable	2																
	Muy desagradable	1																
O	Muy agradable	5																
	Moderadamente agradable	4																
	Ni agradable ni desagradable	3																
	Moderadamente desagradable	2																
	Muy desagradable	1																
R	Muy agradable	5																
	Moderadamente agradable	4																
	Ni agradable ni desagradable	3																
	Moderadamente desagradable	2																
	Muy desagradable	1																