



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**DIRECCIÓN DE CARRERA: AGROINDUSTRIAS**

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
AGROINDUSTRIAL**

**MODALIDAD:**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**EFFECTOS DEL MALTEADO Y VARIEDAD DE MAÍZ EN LAS  
CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES EN  
UNA BEBIDA REFRESCANTE**

**AUTORES:**

**GEMA MONSERRATE ORMAZA LOOR  
KEVIN MIGUEL QUIROZ SALTOS**

**TUTOR:**

**ING. DAVID WILFRIDO MOREIRA VERA, PhD**

**CALCETA, FEBRERO 2021**

## DERECHOS DE AUTORÍA

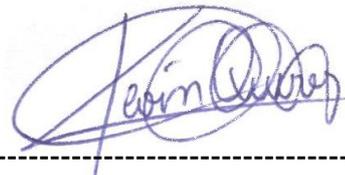
Yo Gema Monserrate Ormaza Loor, con cédula de ciudadanía 1314942028, y Kevin Miguel Quiroz Saltos con cédula de ciudadanía 1314704493 declaramos bajo juramento que el Trabajo de Titulación titulado: EFECTOS DEL MALTEADO Y VARIEDAD DE MAÍZ EN LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES EN UNA BEBIDA REFRESCANTE es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



---

**GEMA M. ORMAZA LOOR**



---

**KEVIN M. QUIROZ SALTOS**

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

David Wilfrido Moreira Vera certifica haber tutelado el trabajo de titulación **EFFECTOS DEL MALTEADO Y VARIEDAD DE MAÍZ EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES EN UNA BEBIDA REFRESCANTE**, que ha sido desarrollada por Ormaza Looz Gema Monserrate y Quiroz Saltos Kevin Miguel, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



---

**ING. DAVID W. MOREIRA VERA, PhD.**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** el trabajo de titulación **EFFECTOS DEL MALTEADO Y VARIEDAD DE MAÍZ EN LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES EN UNA BEBIDA REFRESCANTE**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Ormazza Loo Gema Monserrate y Quiroz Saltos Kevin Miguel, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”.



Firmado electrónicamente por:  
**PABLO ISRAEL  
GAVILANES  
LOPEZ**



Firmado electrónicamente por:  
**JOSE FERNANDO  
ZAMBRANO RUEDAS**

-----  
Ing. Pablo Gavilanes López, Mg.

**MIEMBRO**

-----  
Ing. Fernando Zambrano Ruedas, Mg.

**MIEMBRO**



Firmado electrónicamente por:  
**DENNY LENIN  
ZAMBRANO  
VELASQUEZ**

-----  
Ing. Lenin Zambrano Velásquez, Mg.

**PRESIDENTE**

## AGRADECIMIENTO

A Dios, por darnos salud, fuerza y sabiduría para cumplir esta meta;

A nuestros padres, por ser nuestro soporte en todo momento, por los buenos consejos y los valores que nos han formado como personas y por todo el sacrificio que han hecho para que seamos los profesionales que ellos no pudieron ser; A nuestros hermanos, por brindarnos su apoyo, su compañía, su alegría;

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López por darnos la oportunidad de crecer como seres humanos;

Al Dr. David Moreira, que más que un tutor ha sido nuestro padre adoptivo, quien ha compartido sus conocimientos y consejos, tendiéndonos su mano en todo momento;

A cada uno de los docentes que desde primer semestre nos han transmitidos sus conocimientos intelectuales y humanos;

A la Ing. Katerine Loor, por darnos la orientación para poder realizar este trabajo;

A nuestros compañeros de clases y amigos, con quienes hemos compartido sin duda uno de los mejores momentos de nuestras vidas, y

A todas aquellas personas que nos han apoyado incondicionalmente, muchas gracias.

**Gema y Kevin**

## DEDICATORIA

Sin Dios no lo hubiese logrado... La Gloria es para Él.

Es por ello que la dedicación, sacrificio y perseverancia de este trabajo está dedicado primero a Dios por protegerme, guiarme y nunca dejarme sola. A mis amados padres Benjamin Ormaza y Ketty Loor, a mi travieso hermano Jesús Antonio y a mi compañero de fórmula Kevin Miguel, sin duda alguna cada uno de ustedes son ángeles que Dios ha puesto en mi vida y son los motores fundamentales que me motivan cada día para salir adelante, es por ello y con justa razón que este trabajo está dedicado a ustedes. Los amo.

**Gema Ormaza**

## **DEDICATORIA**

En primer lugar dedico esta tesis a Dios, por darme la fortaleza para poder cumplir esta meta en mi vida.

A mis amados padres Miguel Quiroz y Angela Saltos, por el esfuerzo y apoyo incondicional en todo momento, a mis hermanos Jessica, Alex y Miguel Angel, a mi querida sobrina Keyla, a mi novia y compañera de fórmula Gema Ormaza, a ustedes que son el pilar fundamental en mi vida para salir adelante y a todos mis familiares quienes siempre me han apoyado en todo aquello que me he propuesto alcanzar. Para todos ellos hago esta dedicatoria.

Gracias a Dios y a ustedes he cumplido esta meta.

**Kevin Quiroz**

## CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA .....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
CONTENIDO GENERAL.....	viii
CONTENIDO DE CUADROS, GRÁFICOS Y FIGURAS .....	x
RESUMEN .....	xii
PALABRAS CLAVES .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
KEY WORDS .....	xiii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES .....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	3
1.3. OBJETIVOS .....	4
1.4. HIPÓTESIS .....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. MAÍZ.....	5
2.1.1. TAXONOMÍA .....	5
2.1.2. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS .....	5
2.1.3. VARIEDADES DE MAÍZ.....	7
2.2. MALTEADO.....	8
2.2.1. FASES DEL PROCESO DE MALTEADO .....	8
2.2.2. BIOQUÍMICA DEL MALTEADO .....	10

2.3. BEBIDA REFRESCANTE .....	10
2.3.1. INSUMOS .....	11
2.4. BEBIDA A BASE DE GRANOS MALTEADOS .....	12
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO .....	14
3.1. UBICACIÓN.....	14
3.2. MÉTODOS .....	14
3.2.1. MÉTODO EXPERIMENTAL .....	14
3.3. TÉCNICAS .....	14
3.3.1. LABORATORIO .....	14
3.3.2. ANÁLISIS SENSORIAL.....	15
3.4. FACTORES EN ESTUDIO .....	16
3.4.1. NIVELES.....	16
3.5. TRATAMIENTOS .....	16
3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL .....	17
3.7. UNIDAD EXPERIMENTAL .....	17
3.8. VARIABLES A MEDIR.....	18
3.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO .....	18
3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	25
3.11. TRATAMIENTO DE DATOS.....	26
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4.1. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE LA BEBIDA REFRESCANTE	27
4.1.1. pH .....	27
4.1.2. ACIDEZ.....	30
4.1.3. °BRIX .....	33
4.1.4. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN .....	36
4.2. ANÁLISIS SENSORIAL .....	39
4.3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS .....	39

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
5.1. CONCLUSIONES .....	41
5.2. RECOMENDACIONES.....	41
BIBLIOGRAFÍA .....	43
ANEXOS.....	50

## CONTENIDO DE CUADROS, GRÁFICOS Y FIGURAS

<b>Cuadro 2.1.</b> Composición química en porcentaje del grano de maíz .....	6
<b>Cuadro 2.2.</b> Requisitos físicos y químicos para los refrescos o bebidas no carbonatadas.....	11
<b>Cuadro 2.3.</b> Requisitos microbiológicos para los refrescos o bebidas no carbonatadas. ....	11
<b>Cuadro 3.1.</b> Detalle de los tratamientos.....	16
<b>Cuadro 3.2.</b> Esquema del ANOVA bifactorial AxB.....	17
<b>Cuadro 3.3.</b> Característica de la unidad experimental de la bebida refrescante .....	17
<b>Cuadro 4.1.</b> Test de Shapiro Wilk .....	27
<b>Cuadro 4.2.</b> Test de Levene .....	27
<b>Cuadro 4.3.</b> Resultados del análisis de varianza en la variable pH .....	28
<b>Cuadro 4.4.</b> Valores promedios de pH en una bebida refrescante .....	29
<b>Cuadro 4.5.</b> Resultados de la prueba de Kruskal Wallis para la variable acidez .....	30
<b>Cuadro 4.6.</b> Valores promedios de acidez expresado en el mEq del ácido oleico en una bebida refrescante .....	33
<b>Cuadro 4. 7.</b> Resultados de la prueba de Kruskal Wallis para la variable °Brix .....	34
<b>Cuadro 4.8.</b> Valores promedios de °Brix en una bebida refrescante .....	35
<b>Cuadro 4.9.</b> Resultados de la prueba de Kruskal Wallis para la variable sólidos en suspensión.....	36
<b>Cuadro 4.10.</b> Resultados del test de Friedman de la prueba de ordenamiento .....	39
<b>Cuadro 4.11.</b> Resultados del análisis microbiológico de la bebida refrescante.....	40
<b>Gráfico 4.1.</b> Gráfico de cajas y bigotes para todos los tratamientos en la variable pH .....	30
<b>Gráfico 4.2.</b> Influencia del Factor A (variedad de maíz) en la variable acidez .....	31
<b>Gráfico 4.3.</b> Influencia del Factor B (condición del maíz) en la variable acidez .....	31
<b>Gráfico 4.4.</b> Gráfico de cajas y bigotes para todos los tratamientos en la variable acidez .....	33
<b>Gráfico 4.5.</b> Influencia del Factor A (variedad de maíz) en la variable °Brix .....	34

<b>Gráfico 4.6.</b> Influencia del Factor B (condición del maíz) en la variable °Brix .....	34
<b>Gráfico 4.7.</b> Gráfico de cajas y bigotes para todos los tratamientos en la variable °Brix .....	36
<b>Gráfico 4.8.</b> Resumen de la prueba de hipótesis .....	37
<b>Gráfico 4.9.</b> Subconjuntos homogéneos basados en sólidos en suspensión .....	38
<b>Figura 3.1.</b> Diagrama de proceso para la obtención de maíz malteado .....	19
<b>Figura 3.2.</b> Diagrama de proceso para la obtención de una bebida refrescante de maíz .....	23

## **RESUMEN**

El objetivo de esta investigación fue determinar los efectos del malteado y las variedades de maíz sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en una bebida refrescante. Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) en arreglo bifactorial A x B siendo el factor A tres variedades de maíz y el factor B la condición del maíz (malteado y sin maltear), obteniendo 6 tratamientos y se realizó tres repeticiones, resultando 18 unidades experimentales de 2000 ml de bebida refrescante. Las variables valoradas fueron: fisicoquímicas (pH, acidez, grados Brix y sólidos en suspensión) donde se detectaron diferencias significativas entre las bebidas con relación al pH, acidez y grados Brix, obteniéndose como mejores tratamientos al T<sub>1</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>5</sub>, siendo éstas de condición mateado; En los análisis sensoriales (calidad general) realizado mediante la prueba de ordenamiento resultó como mejor tratamiento T<sub>5</sub>; En las pruebas microbiológicas realizadas a la bebida sobre Coliformes totales, Escherichia coli, mohos y levaduras reflejó ausencia.

## **PALABRAS CLAVES**

Maíz; malteado; macerado; enzimas; bebida refrescante

## ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effects of malting and corn varieties on the physicochemical and sensory characteristics of a refreshing drink. A completely randomized design (DCA) was applied in a bifactorial arrangement A x B, with factor A being three varieties of corn and factor B being the condition of the corn (malted and unmalted), obtaining 6 treatments and three repetitions were carried out, resulting in 18 units of refreshing drink of 2000 ml experimental. The variables evaluated were: physicochemical (pH, acidity, Brix degrees and suspended solids) where significant differences were detected between the drinks in relation to pH, acidity and Brix degrees, obtaining T<sub>1</sub>, T<sub>3</sub> and T<sub>5</sub> as the best treatments, these being matted condition; in the sensory analyzes (general quality) performed by the ranking test, T<sub>5</sub> was the best treatment; In the microbiological tests carried out on the drink on total coliforms, *Escherichia coli*, molds and yeasts, it reflected absence.

## KEY WORDS

Corn, malted, macerated, enzymes, refreshing drink

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La producción mundial de maíz según las últimas estimaciones alcanzó en la campaña de este período 2018/19 los 1074 millones de toneladas, aproximadamente 26 MT (2.5%) más que la pasada campaña, siendo la segunda más alta de la historia (CIC, 2018).

En el año 2014, la producción de maíz en el Ecuador fue de 1,54 millones de toneladas (Baca, 2016). Esta producción, es aprovechada apenas el 4% por las industrias para consumo humano (Cárdenas y Salazar, 2016). En la provincia de Manabí se evidencia una fuerte inclinación de la producción de maíz, siendo esta provincia una de las que refleja mayores producciones para el país, con el 18% de la producción nacional, siendo los cantones de mayor producción: Jipijapa, Tosagua, Chone, Portoviejo, Rocafuerte y Santa Ana (Andrade, 2014).

En Ecuador existen muchas variedades de maíz (*Zea mays L.*), entre estos se encuentran el maíz duro, el maíz blanco y el maíz criollo “amarillo”, este último muy tradicional en la provincia de Manabí pero con una producción muy baja.

El maíz criollo “amarillo” es uno de los granos más utilizados dentro de la gastronomía montuvia manabita, debido a que le aporta a las comidas y bebidas tradicionales un sabor característico (El Universo, 2018); es importante mencionar que existe escasa información sobre la producción de esta variedad de maíz, sin embargo en la parroquia Charapotó perteneciente al cantón Sucre se registra una producción de 25 000 hectáreas por año (El Diario, 2018).

La escasa utilización del maíz y el uso de ingredientes cada vez más sintéticos en la elaboración de bebidas refrescantes, es un gran problema que surge en el país (El Telégrafo, 2016) esto se debe a la gran demanda que existe de estas bebidas en el mercado debido a su bajo costo (Harding & Lovenheim, 2014), razón que motiva a la poca innovación por parte de las industrias al no utilizar materias primas de origen natural, incrementándose la disponibilidad de

bebidas elaboradas con materias primas sintéticas, como acidulantes, saborizantes, estabilizantes, colorantes y preservantes (Álvarez, 2012).

En la búsqueda de información bibliográfica, se ha evidenciado investigaciones sobre la utilización del maíz como materia prima en bebidas fermentadas como las cervezas (Mencia y Pérez, 2016), también en bebidas refrescantes como el pozol, chichas, etc. (Vázquez, 2017).

Además se ha utilizado este grano malteado y sin maltear en harinas instantáneas, evaluándose el efecto sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales (Rodríguez *et al.*, 2015). Con otros tipos de granos como la quinua se ha elaborado bebidas, evaluándose el efecto del malteado en las características antes mencionadas, obteniéndose tanto en la harina como en la bebida con granos malteados, los mejores resultados (Álvarez, 2012).

Sin embargo, al no evidenciarse información de una bebida refrescante utilizando diferentes variedades de maíz malteado y sin maltear, se desconocen las posibles diferencias y el efecto que esto provoque en las características fisicoquímicas y sensoriales en una bebida de este tipo.

Cabe destacar que el malteo es un proceso aplicado a cualquier grano que se someta a una germinación controlada, este proceso involucra esencialmente remojo, germinación, secado y tostado (Bofill y Gallardo, 2014), durante el proceso de malteado, las proteínas de almacenamiento de alto peso molecular son degradadas por enzimas proteolíticas y se activan enzimas como la  $\alpha$  amilasa,  $\beta$  amilasa, maltasa que transforman los almidones en azúcares (Silva, 2015), además que se reducen algunos antinutrientes y se desarrollan nuevos aromas y sabores (Faltermaier *et al.*, 2013).

Con estos antecedentes se plantea la siguiente interrogante:

¿Qué variedad y/o malteado de maíz tendrá efecto en las características fisicoquímicas y sensoriales en una bebida refrescante elaborada con este grano?

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

La investigación se realizó con el objetivo de utilizar el maíz de las variedades criollo amarillo, blanco Pichilingue 513 y duro Dekalb 399 en una bebida refrescante, se optó por estas variedades debido a que en el caso del maíz criollo amarillo se tienen conocimientos muy artesanales sobre los productos elaborados a base de este grano, como es la bebida (chicha), tortillas, etc. Con lo que respecta al maíz blanco y duro porque son variedades muy cultivadas dentro de la provincia (Andrade, 2014). Es por ello que se eligió el maíz como materia prima para diseñar una variedad de producto atractivo e innovador, para incrementar su consumo y presentar una nueva alternativa de producto terminado.

Al diseñar una bebida refrescante tomando como referencia la norma INEN 2304 perteneciente a refrescos o bebidas no carbonatadas (INEN, 2017), en donde se manipule el grano de maíz en diferentes condiciones, es decir, malteado y sin maltear, se conoció el efecto que esto produce en las características tanto fisicoquímicas como sensoriales; por lo que el proceso de malteado se conoce como una forma de promover cambios en las características fisicoquímicas, nutritivas y sensoriales de los granos, ya que durante el malteado se activan enzimas que descomponen el almidón en azúcares (Miller, 2019); además de esto, se conocerá si existen o no, diferencias en las características de la bebida al utilizar distintas variedades de maíz, ya que como se menciona anteriormente el maíz criollo “amarillo” posee características que lo hacen único, sin embargo, al utilizarlo como materia prima en la elaboración de una bebida refrescante se genera una limitante al momento de realizar futuros emprendimientos, debido a la escasa producción que existe en el país, es por ello que se hizo pertinente utilizar diferentes variedades de maíz para conocer si en realidad la variedad de maíz influye en las características de la bebida refrescante, y así se conoció si se depende solo de una variedad.

Además de esto, se pretende aprovechar la producción interna del maíz que existe en la provincia, beneficiando en cierta parte al sector productivo; por lo

que también se logró minimizar el uso de materias primas de origen sintético que no aportan beneficios nutricionales a la salud. En consecuencia, la transformación de los granos permite un mejor aprovechamiento de sus cualidades nutritivas, mejoran la disponibilidad de nutrientes, la facilidad de preparación y la presentación de los productos, potenciando su valor como alimento (Gómez, 2018).

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar el efecto del malteado y las variedades de maíz sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en una bebida refrescante.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar el efecto de las variedades de maíces en las características fisicoquímicas en una bebida refrescante.
- Evaluar los efectos del malteado del grano de maíz en las características fisicoquímicas en una bebida refrescante.
- Establecer el tratamiento con mayor aceptabilidad mediante análisis sensorial utilizando el método de preferencia por ordenamiento con 75 panelistas no entrenados.

### **1.4. HIPÓTESIS**

Al menos una variedad de maíz y/o el malteado del grano tendrá efecto en las características fisicoquímicas y sensoriales en la elaboración de una bebida refrescante.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. MAÍZ

El maíz (*Zea mays L.*) es el cereal con mayor volumen de producción a nivel mundial, debido a sus múltiples usos como alimento humano, animal, materia prima y producción de bioetanol, es considerado como uno de los granos que ha alimentado al hombre desde la antigüedad, debido a que sus vestigios han sido encontrados en algunas culturas desde hace más de 7000 años, a inicios de la agricultura, es la principal especie que se cultiva de este género (González *et al.*, 2016).

#### 2.1.1. TAXONOMÍA

La clasificación del maíz puede ser botánica o taxonómica, comercial, estructural, especial y en función de su calidad (Guacho, 2014).

**Reino:** Vegetal

**Subreino:** Embriobionta

**División:** Angiospermae

**Clase:** Monocotyledoneae

**Orden:** Poales

**Familia:** Poaceae

**Género:** Zea

**Especie:** Mays

**Nombre científico:** Zea mays L.

#### 2.1.2. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Según Guacho (2014) el maíz presenta las siguientes características botánicas:

**Raíces.** Son fasciculadas y su misión es aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias.

**Tallo.** Es simple, erecto en forma de caña y macizo en su interior, tiene una longitud elevada pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, además es robusto y no presenta ramificaciones.

**Hojas.** Son largas, lanceoladas, alternas, paralelinervias y de gran tamaño. Se encuentran abrazando al tallo y con presencia de vello en el haz, además los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes.

**Inflorescencia.** Es una planta monoica pues presenta inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. La inflorescencia masculina es una panícula (vulgarmente denominado espigón o penacho) de coloración amarilla que posee aproximadamente entre 20 a 25 millones de granos de polen. En cambio la inflorescencia femenina cuando ha sido fecundada por los granos de polen se denomina mazorca, aquí se encuentran las semillas (granos de maíz) agrupadas a lo largo de un eje, esta mazorca se halla cubierta por hojitas de color verde, terminando en una especie de penacho de color amarillo oscuro, formado por estilos.

**Grano.** La cubierta de la semilla (fruto) se llama pericarpio, es dura, por debajo se encuentra la capa de aleurona que le da color al grano (blanco, amarillo, morado), contiene proteínas y en su interior se halla el endosperma con el 85-90% del peso del grano. El embrión está formado por la radícula y la plúmula (cuadro 2.1).

**Cuadro 2.1.** Composición química en porcentaje del grano de maíz

Componente	Promedio (%)
Almidón	68,53
Azúcares totales	1,12
Calcio mg/kg (ppm)	102,72
Cenizas	1,21
FAD	3,6
FC	1,53

FND	7,55
Fósforo	0,26
Grasa	3,43
Materia seca	89,5
Potasio	0,26
Proteína cruda	11,95

---

Fuente (Martínez *et al.*, 2016)

### **2.1.3. VARIEDADES DE MAÍZ**

#### **2.1.3.1. MAÍZ CRIOLLO**

Es un término campesino que comúnmente se emplea para denotar que es un material nativo de la comunidad, región, estado o país, y que se diferencia de un material extranjero, un maíz híbrido o una variedad mejorada. Está conformado por una población heterogénea de plantas y los agricultores las diferencian por su color, textura, forma del grano, forma de la mazorca, ciclo vegetativo y uso. Son materiales que han sido formados por los agricultores durante años, mediante selección empírica, y lo conservan y manejan año tras año en un complejo sistema de intercambio de semillas y genes (Acosta, 2014).

#### **2.1.3.2. MAÍZ BLANCO PICHILINGUE 513**

Esta variedad es el resultado de un compuesto o mezcla de variedades de grano blanco, que durante algunas siembras rindieron más que las variedades de maíces criollos que comúnmente se siembran. Las variedades que forman este compuesto son: Diacol V1 + Venezuela 305 +Venezuela 357 + Diacol V 254 + F M 4 + Sicarigua Mejorado + Diacol V 351 = PICHILINGUE 513. Este maíz ha demostrado buena adaptación a lo largo del Litoral ecuatoriano y tolerancia a las principales plagas y enfermedades de la región. Este grano se adapta a la mayoría de las condiciones climatológicas y de suelo del Litoral. El grano es grande semicristalino, blanco uniforme, profundo y con ligera capa harinosa, el rendimiento comercial va desde 80 hasta 120 quintales por hectárea, el rendimiento experimental va desde 73 hasta 156 quintales por hectárea (Cortaza, 2015).

### **2.1.3.3. MAÍZ DEKALB 399**

Es un híbrido de maíz amarillo duro de última generación, con buen potencial de rendimiento, buena estabilidad y buena adaptabilidad a siembras de verano e invierno. Excelente tolerancia para enfermedades, buen peso de grano por mazorca (Agripac, 2019).

## **2.2. MALTEADO**

En los países en desarrollo, las propiedades nutricionales del maíz se han mejorado con el malteado, un proceso de germinación controlado que degrada las moléculas de reserva del grano a través de enzimas en componentes más pequeños para usar en el crecimiento de las plantas. La digestibilidad de las proteínas y la densidad de nutrientes de los granos malteados mejoran, mientras que las concentraciones de toxinas y factores antinutricionales que cambian el comportamiento reológico de los alimentos preparados siguen siendo bajos. El proceso de malteado también puede modificar los compuestos de fibra para mejorar sus propiedades de unión al agua (Rodríguez *et al.*, 2015).

### **2.2.1. FASES DEL PROCESO DE MALTEADO**

El malteado es un proceso aplicado a los granos de cereales los que pasan por las etapas de remojo, germinación, secado y tostado. La malta se usa como materia prima fundamental en la fabricación de maltina, cerveza, whisky, etc (Boffill *et al.*, 2018).

#### **2.2.1.1. REMOJO**

La etapa de remojo es la inmersión de los granos en agua, la cual es periódicamente cambiada, donde se le proporciona a los mismos un nivel de aireación, su objetivo es incrementar el contenido de humedad (40 - 46 %) para la óptima imbibición de las semillas, contribuyendo así a una germinación homogénea (Boffill y Gallardo, 2014).

#### **2.2.1.2. GERMINADO**

El objetivo de la germinación es lograr el desdoblamiento de nutrientes como almidón, proteínas y grasas mediante enzimas y obtener de esta manera un alimento más digerible. Estas enzimas requeridas son aportadas por harina de granos malteados; granos que durante su germinación, activan y forman un complejo enzimático que puede ser conservado con un proceso adecuado de secado antes de la molienda (López & Ramírez, 2018).

El proceso de germinación termina cuando la plúmula alcanza 2/3 de la longitud del grano y la raíz debe crecer de 1 - 3 veces el tamaño del grano (López y Ramírez, 2018).

#### **2.2.1.3. SECADO**

El secado de la malta se realiza en un horno a temperaturas relativamente altas. Esta etapa tiene el objetivo de parar el crecimiento del embrión y la actividad enzimática, mientras minimiza la desnaturalización de las enzimas, y el proceso desarrolla sabor y color. En el proceso de cerveza de cebada, reportó que los granos germinados son secados a 50-60 °C (Bofill y Gallardo, 2014). Así mismo Espinoza (2016) menciona que por lo general, se utilizan ciclos de horneado que empiezan con bajas temperaturas, y terminan con altas temperaturas por periodos cortos de tiempo.

#### **2.2.1.4. TOSTADO**

La etapa final del malteado es el tostado, en donde se utiliza un tratamiento térmico adicional para generar aromas, sabores y compuestos coloreados que ayudan a definir el carácter final del producto (Kok *et al.*, 2018).

En el desarrollo de cerveza artesanal ale y lager con malta de maíz, el proceso tostado se lo realiza con temperaturas de 110 °C y tiempo de tostado 115 minutos para obtener la malta base. Para obtener maltas chocolate es necesario tostar a 210 °C por 45 minutos (Mencia & Pérez, 2016).

### **2.2.2. BIOQUÍMICA DEL MALTEADO**

Los granos como tal no contienen las enzimas necesarias que harían falta para poder llevar a cabo la transformación del almidón, por lo que se deben tratar previamente y transformarlos en malta, para conseguir así una actividad enzimática. Con la hidrólisis enzimática, se realiza la conversión de los carbohidratos presentes en el material amiláceo a través de las enzimas. Las enzimas se pueden encontrar de forma industrial como se utilizan en la actualidad, pero se pueden obtener también debido a los cambios que ocurren en un grano germinado, como son las maltas de granos germinados como la cebada, el trigo, sorgo, centeno, maíz, quinua, etc. (Gallardo *et al.*, 2014)

En la germinación se logran obtener la alfa amilasa y la beta amilasa, enzimas diastasas que degradan el almidón de los granos (Gallardo *et al.*, 2014). Además de aquello durante esta etapa, los compuestos de almacenamiento de la semilla se movilizan por una variedad de enzimas sintetizadas y activadas, lo que resulta en una mejor digestibilidad de la proteína y biodisponibilidad de los minerales como el calcio y el hierro. Los procesos metabólicos que se producen en las semillas de germinación también conducen a un aumento en la actividad antioxidante (Casas *et al.*, 2016).

### **2.3. BEBIDA REFRESCANTE**

Bebida no alcohólica, sin adición de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), a base de agua como principal componente, que contienen o no una mezcla de ingredientes como azúcares, jugos, pulpas, concentrados o trozos de frutas, té o hierbas aromáticas o sus extractos y aditivos alimentarios (INEN, 2017).

Para que se considere una bebida no alcohólica o refresco no carbonatado se deben cumplir los siguientes requisitos (cuadro 2.2).

**Cuadro 2.2.** Requisitos físicos y químicos para los refrescos o bebidas no carbonatadas

REQUISITOS	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Sólidos solubles a 20°C	0	15%	NTE INEN-ISO 2173
pH a 20°C	2	4,5	NTE INEN-ISO 1842
Acidez titulable como ácido cítrico a 20°C	0,1%	-	NTE INEN-ISO 750

**Fuente** Norma INEN 2304 (2017).

De la misma manera los requisitos microbiológicos que se deben cumplir son los siguientes (cuadro 2.3).

**Cuadro 2.3.** Requisitos microbiológicos para los refrescos o bebidas no carbonatadas

	n	m	M	C	MÉTODO DE ENSAYO
Coliformes NMP/cm <sup>3</sup>	3	< 3	-	0	NTE INEN 1529-6
Coliformes fecales NMP/cm <sup>3</sup>	3	< 3	-	0	NTE INEN 1529-8
Recuento estándar en placa REP UFC/cm <sup>3</sup>	3	< 10	10	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos y levaduras UP/cm <sup>3</sup>	3	< 10	10	1	NTE INEN 1529-10

\* NMP: número más probable; UFC: unidades formadoras de colonias; UP: unidades propagadoras; n: número de unidades; m: nivel de aceptación; M: nivel de rechazo; c: número de unidades permitidas entre m y M

## 2.3.1. INSUMOS

### 2.3.1.1. AGUA

Es el agua cuyas características físicas, químicas y microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano. Es aquella que puede ser consumida sin restricción. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las normativas locales e internacionales (Camacho, 2014).

### 2.3.1.2. AZÚCAR

Es el producto sólido cristalizado el cual es obtenido directamente de la caña de azúcar mediante el respectivo procedimiento de elaboración (clarificación, evaporación, cristalización, centrifugación, y secado), la azúcar blanca es casi el 100% de sacarosa razón por el cual solo aporta energía (Choez, 2018).

### **2.3.1.3. PANELA**

La panela es un alimento completamente natural con características endulzantes, obtenidas de la deshidratación del jugo de caña, mediante procesos físicos de evaporación del agua presente en el mismo, pero sin la aplicación de procesos de refinación, de manera que conserva todas sus características bromatológicas, nutricionales y sensoriales (Molina *et al.*, 2017).

### **2.3.1.4. LÚPULO**

Los lúpulos (*Humulus lupulus L.*) son fundamentales para la industria cervecera, así como para las mejores cualidades organolépticas de la cerveza, como el gusto y el sabor, ya que aporta sabores amargos para contrarrestar la dulzura de la malta (cebada malteada) y obtener una cerveza de un sabor más equilibrado (Nickerson & Van Engel, 2018).

### **2.3.1.5. ESENCIA DE VAINILLA**

La vainilla, es el saborizante más ampliamente usado en el mundo después de los condimentos, es un concentrado obtenido de la vaina de vainilla, una planta del género de las orquídeas que produce un fruto del cual se obtiene este saborizante a través de un proceso de maceración (Bonfil, 2015).

## **2.4. BEBIDA A BASE DE GRANOS MALTEADOS**

Malta, además del grano del cereal germinado y secado, en muchos países de América, es el nombre de una bebida alimenticia y nutritiva, obtenida de un mosto preparado a base de granos malteados, sometidos previamente a un proceso de cocción y aromatizados con o sin flores de lúpulo, conocida en Cuba como maltina. Se diferencia de la cerveza en que no es sometida a fermentación, por lo cual está considerada dentro de las bebidas no alcohólicas (Nieblas *et al.*, 2016).

Una de las investigaciones en donde se elaboró una bebida a base de un cereal malteado (quinua), es la realizada por Casas *et al.* (2016), en la cual establecieron que el proceso de malteado cambia las características

fisicoquímicas y nutricionales de la harina de quinua, elevando el nivel de proteínas y favoreciendo el color de la bebida de quinua y mango, impactando positivamente las características organolépticas. Por otra parte, García y Zamora (2016) desarrollaron una bebida a base de quinua y trigo malteado, en donde determinaron que la bebida malteada en comparación de un testigo, obtuvo una mayor aceptación, razón por la cual, el proceso de malteado mejoró las características del producto, tales como, proteína, fibra cruda y un elevado contenido de energía total.

## **CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO**

### **3.1. UBICACIÓN**

La investigación se realizó en el taller de frutas y vegetales, en los laboratorios de bromatología y microbiología de la carrera de Agroindustria, de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, sitio El Limón a 2 Km de la ciudad de Calceta. La ubicación geográfica es 0°1'05,87" longitud oeste, a una latitud de 21 msnm (Google Maps, 2019).

### **3.2. MÉTODOS**

#### **3.2.1. MÉTODO EXPERIMENTAL**

En la investigación se utilizó el método experimental, en donde se estudiaron dos factores o variables independientes que fueron: el malteado y las variedades de maíz. Y las variables dependientes, que son aquellas que fueron evaluadas, las cuales corresponden a las características fisicoquímicas: pH, acidez, sólidos solubles (°Brix), sólidos en suspensión y también se evaluó la calidad general mediante la aplicación de un análisis sensorial.

### **3.3. TÉCNICAS**

#### **3.3.1. LABORATORIO**

- **Análisis físico-químicos:** Las técnicas que se utilizaron fueron las siguientes:

##### **Determinación de pH**

Se realizó mediante el método potenciométrico NTE INEN-ISO 1842, haciendo uso de un potenciómetro marca Milwaukee previamente calibrado (INEN, 2013), indicando este requisito en la NTE INEN 2304 de bebidas o refrescos no carbonatados (INEN, 2017).

### Determinación de Acidez

Se realizó de acuerdo a la especificación NTE INEN 2304:2017 mediante el método volumétrico NTE INEN-ISO 750 que consiste en una titulación con solución valorada de hidróxido de sodio al 0.1 N frente a un indicador como fenolftaleína, hasta alcanzar un color rosado, que persista durante 30 segundos (INEN, 2013).

Se utilizó la siguiente ecuación (3.1), siendo 0,07 el miliequivalente del ácido oleico, predominante en el maíz.

$$\% \text{ de acidez} = \frac{(\text{Consumo de NaOH} * \text{Normalidad de NaOH} * \text{mEq. Á. Oleico})}{\text{peso de la muestra}} * 100 \quad [3.1]$$

### Determinación de Sólidos Solubles (°Brix)

Se realizó usando el método refractométrico especificado en NTE INEN-ISO 2173 (INEN, 2014).

### Determinación de Sólidos en Suspensión

Se realizó por el método gravimétrico, el cual se basa en dos medidas experimentales: el peso de la muestra tomada; y el peso del sólido obtenido a partir de ésta muestra según lo estipulado en el manual del laboratorio de Bromatología de la ESPAM MFL.

- **Análisis microbiológicos:** Se determinaron Coliformes totales y Coliformes fecales (*E. coli*) en UFC y recuento de mohos y levaduras en UFC en el mejor tratamiento de acuerdo al análisis sensorial.

### 3.3.2. ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial se realizó por una prueba de ordenamiento, la cual consiste en colocar dos o más muestras de manera desordenada, y el juez debe ordenarlas de mayor a menor o viceversa de acuerdo con su preferencia. El mínimo de muestras que deben evaluarse por sesión se determina por la

naturaleza del estímulo, el tipo de consumidor e incluso la ambientación en la que dicha prueba se desarrolle (Espinosa, 2007) (ver anexo 1).

### 3.4. FACTORES EN ESTUDIO

Los factores que se manipularon para el estudio de la elaboración de la bebida refrescante fueron:

**Factor A:** Variedad de maíz

**Factor B:** Condición del maíz

#### 3.4.1. NIVELES

Para el factor variedad de maíz se utilizaron los siguientes niveles:

- **a<sub>1</sub>**= maíz criollo amarillo
- **a<sub>2</sub>**= maíz blanco “Pichilingue 513”
- **a<sub>3</sub>**= maíz duro Dekalb 399

Para el factor condición de maíz, se manejaron los siguientes niveles:

- **b<sub>1</sub>**= maíz malteado
- **b<sub>2</sub>**= maíz sin maltear

### 3.5. TRATAMIENTOS

Al realizar la combinación de los diferentes niveles de cada factor se obtuvieron los siguientes tratamientos (cuadro 3.1.).

**Cuadro 3.1.** Detalle de los tratamientos

TRATAMIENTOS	CÓDIGOS	DESCRIPCIÓN	
		VARIEDAD DE MAÍZ	CONDICIÓN DEL MAÍZ
T1	a1b1	Maíz criollo amarillo	Malteado
T2	a1b2	Maíz criollo amarillo	Sin maltear
T3	a2b1	Maíz blanco Pichilingue 513	Malteado
T4	a2b2	Maíz blanco Pichilingue 513	Sin maltear
T5	a3b1	Maíz Dekalb 399	Malteado
T6	a3b2	Maíz Dekalb 399	Sin maltear

### 3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

La investigación fue de tipo experimental y se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) en arreglo bifactorial AxB (cuadro 3.2), asignándole a cada tratamiento tres réplicas.

**Cuadro 3.2.** Esquema del ANOVA bifactorial AxB

FUENTES DE VARIACIÓN	GI
Total	17
Variedades de maíz (A)	2
Condición del maíz (B)	1
Interacción (AxB)	2
Error	12

### 3.7. UNIDAD EXPERIMENTAL

Para la unidad experimental se utilizaron 2000mL de bebida refrescante por cada tratamiento, con tres repeticiones cada una, obteniéndose un total de 18 unidades experimentales. Para los análisis fisicoquímicos y sensoriales se envasó la bebida en envases de vidrio de 330mL. Las características de la unidad experimental se detallan a continuación:

**Cuadro 3.3.** Característica de la unidad experimental de la bebida refrescante

MATERIAS PRIMAS	%	Kg
Agua	85	4,25
Maíz	15	0,75
<b>TOTAL MEZCLA BASE</b>	<b>100</b>	<b>5</b>
<b>TOTAL DE MOSTO</b>	<b>100</b>	<b>4</b>
ADITIVOS*	%	g
Azúcar	5	200
Panela granulada	3	120
Extracto de vainilla	0,35	14
Lúpulo	0,05	2

\* Los aditivos se formulan en relación al 100% del mosto.

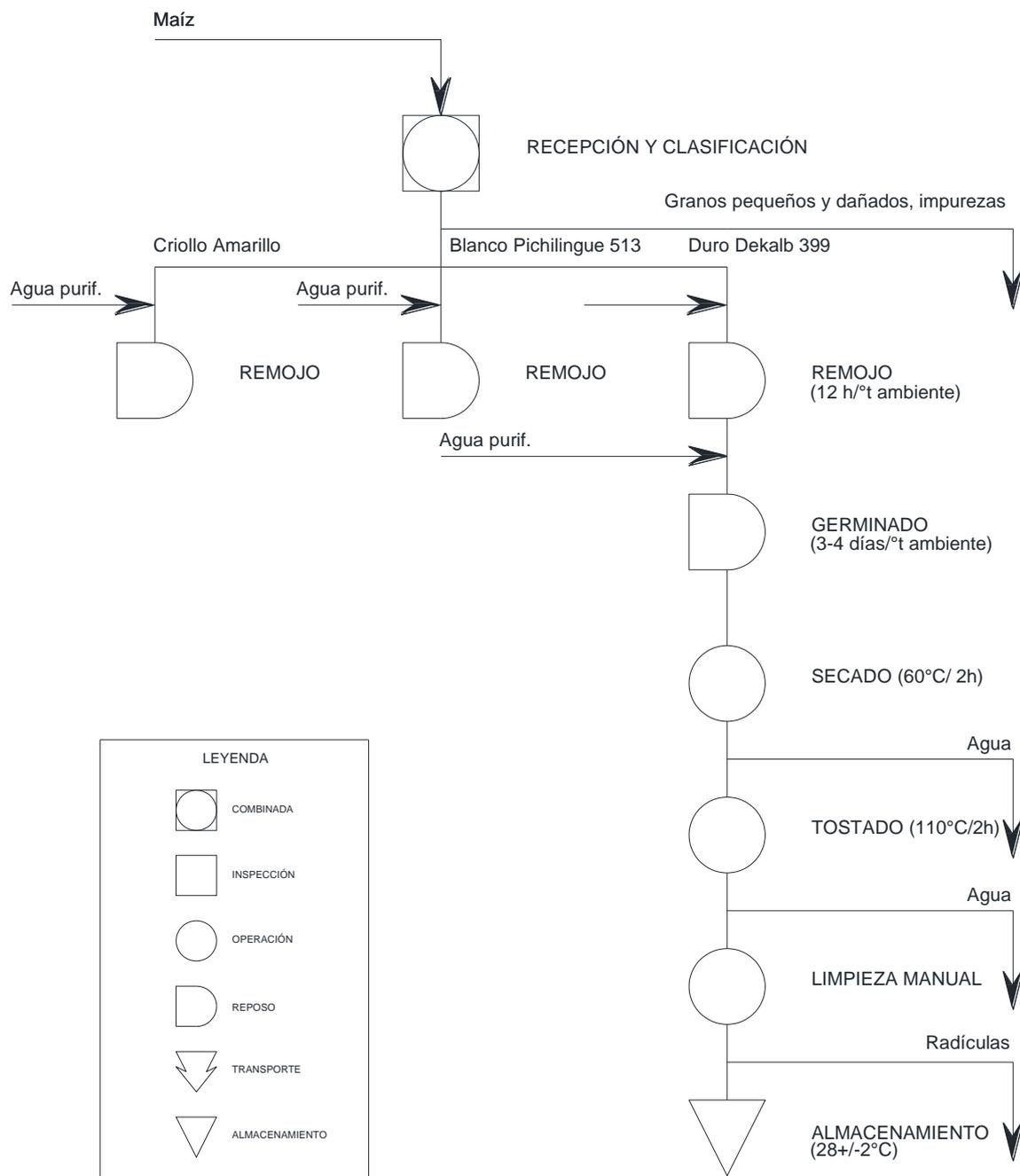
### **3.8. VARIABLES A MEDIR**

- pH
- Acidez
- Sólidos Solubles (°Brix)
- Sólidos en suspensión
- Calidad general

### **3.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO**

En este punto se pone en manifiesto el nivel b1 del factor B, que corresponde a la condición de maíz malteado. A continuación, se describe el diagrama de proceso y su respectiva descripción para la obtención de maíz malteado de las variedades criollo amarillo, blanco Pichilingue 513 y duro Dekalb 399. Para el nivel b2 que corresponde al maíz sin maltear, se prescinde el proceso del malteado.

## DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE MAÍZ MALTEADO



**Figura 3.1.** Diagrama de proceso para la obtención de maíz malteado

\* El mismo proceso se lo realiza en las variedades criollo amarillo y blanco Pichilingue 513

## **DESCRIPCIÓN DE PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE MAÍZ MALTEADO**

**Recepción y Selección.-** Una vez receptado el maíz (7kg de cada variedad) el cual demostró tener una buena apariencia, granos homogéneos, el color característico de cada variedad y sin daños en el germen, se procedió a separarlo manualmente en una mesa de plástico con el fin de eliminar las impurezas, los granos extraños y dañados, piedras, etc.

**Remojo.-** En un lugar fresco, limpio, recirculación de aire y con poca luz se remojaron con agua purificada los granos de maíz en recipientes de plástico, en una relación en kilogramos de 1:1,5 (granos:agua) a temperatura ambiente ( $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) por un lapso de 6 horas, luego de esto, se procedió a quitar el agua en la que se encontraban los granos y nuevamente se le agregó agua purificada en la misma relación ya mencionada por un lapso de 6 horas más, completando así un tiempo total de remojo de 12 horas.

**Germinación.-** Transcurrido el periodo de remojo, los granos fueron llevados a germinar a temperatura ambiente ( $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) durante 3-4 días y humectándolos con agua purificada (50% en relación de la cantidad en kilogramos de granos) cada 8 horas mediante proceso de aspersion utilizando un atomizador de plástico, alcanzando una humedad mayor a 30%; obteniéndose una radícula de un promedio de 4cm y un talluelo.

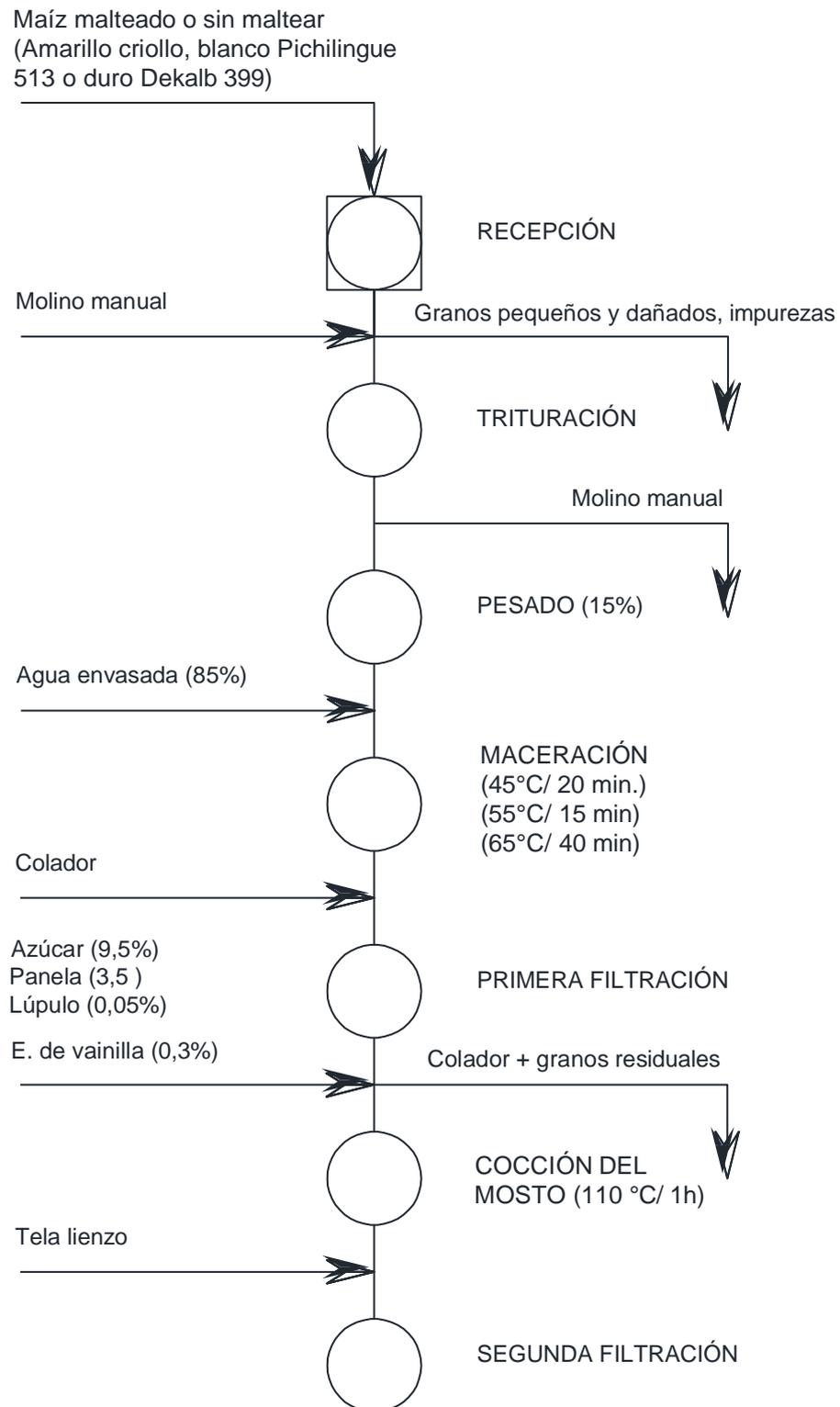
**Secado.-** Una vez germinado los granos, estos fueron sometidos a un proceso de secado en una estufa (Memmert® UFE 600 de procedencia Alemana), utilizando una temperatura de  $60^{\circ}\text{C}$  durante 2 horas.

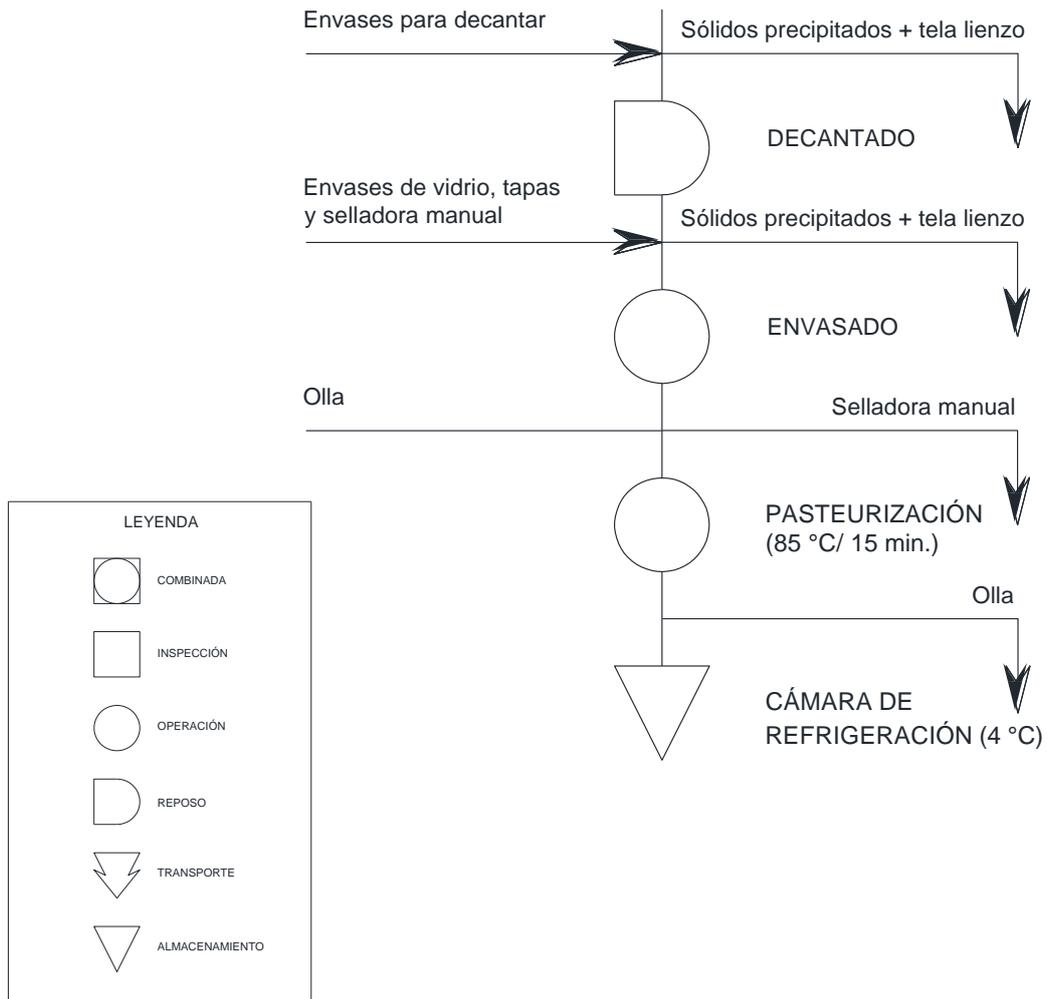
**Tostado.-** El maíz seco se tostó en una estufa (Memmert® UFE 600 de procedencia Alemana), a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C}$  por un lapso de 2 horas, obteniéndose una humedad menor a 6%.

**Limpieza del maíz malteado.-** Después del secado, el maíz se enfrió a temperatura ambiente y posteriormente las radículas fueron removidas manualmente mediante frotación.

**Almacenamiento.-** Los granos malteados fueron almacenados a temperatura ambiente ( $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) en fundas de papel para posteriormente ser utilizados en los respectivos tratamientos (ver cuadro 3.1).

## DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA REFRESCANTE DE MAÍZ





**Figura 3.2.** Diagrama de proceso para la obtención de una bebida refrescante de maíz

## DESCRIPCIÓN DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE BEBIDA REFRESCANTE DE MAÍZ

**Recepción y Selección.-** Se retiró de forma manual todas aquellas impurezas (residuos de raicillas y granos dañados por mohos) que pudieran afectar la calidad de la materia prima.

**Trituración.-** Se realizó manualmente la trituración del maíz malteado o sin maltear, con tamaño promedio de las partículas de 1 a 4mm, mediante un molino manual de hierro niquelado y reforzado marca Corona serie 0615, quedando listo para la siguiente etapa.

**Pesado.-** El maíz triturado se pesó en una balanza digital electrónica Most.Camry ACS-30KG/LB-JE31, con una tolerancia de medición de 0,1g/kg, en un porcentaje de 15% en relación a la base total que se va a producir, y se continuó con la próxima etapa del proceso.

**Maceración.-** El maíz molido y el agua se mezclaron entre sí, primero se colocó en la olla de maceración el maíz molido con la ayuda de una bandeja, después se agregó el agua purificada contenida respectivamente en el bidón agregándose moderadamente. La maceración se realizó de manera escalonada utilizando una escala de temperatura y tiempo de 45 °C por 20 minutos, 55 °C por 15 minutos y 65°C por 40 minutos en agitación manual constante, con el fin de que los azúcares y proteínas se solubilicen y el resto del almidón continúe degradándose.

**Primera filtración.-** Al finalizar el proceso de maceración, se obtuvo una mezcla acuosa de sustancias disueltas y no disueltas, de esta forma el líquido se separó del material sólido mediante un colador de metal, para separar el mosto (80% de la mezcla) de los granos residuales.

**Cocción.-** El mosto obtenido se coció por 60 minutos. Durante ese tiempo se realizó la adición del lúpulo (0,05%) 15 minutos antes de que se cumpla el tiempo indicado, con esta adición se transfirieron los componentes aromáticos. Luego, se adicionó el azúcar (5%), la panela (3%) y la esencia de vainilla (0,35%).

**Segunda filtración.-** El líquido fue separado de los componentes sólidos precipitados mediante una tela lienzo, para asegurar que la bebida resulte libre de partículas suspendidas.

**Decantación.-** Se colocó la bebida en envases de plástico PP5 (polipropileno) con una capacidad de 5 litros y se llevó a una temperatura de 4°C para su sedimentación, lo cual consistió en separar el líquido del residuo, operación que ocurrió en un lapso de 48 horas.

**Envasado.-** La bebida se envasó de forma manual en envases de vidrio previamente esterilizado de 330mL de capacidad.

**Pasteurización.-** Cada una de las bebidas embotelladas fueron pasteurizadas a 85°C / 15 min, esto con el fin de eliminar todo microorganismo que afecte las características propias de la bebida, seguidamente se procedió a colocar las botellas en una bandeja con hielo y agua (18+/-5°C) esto para bajar la temperatura hasta 30 a 35°C y proceder a almacenar.

**Almacenamiento.-** Las bebidas fueron almacenadas en una cámara de refrigeración a 4°C para su conservación. Luego de 3 días se procedió a realizar las pruebas fisicoquímicas y sensoriales.

### 3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados de los análisis fisicoquímicos fueron sometidos a pruebas numéricas: prueba de normalidad (test de Shapiro Wilk) y prueba de homogeneidad de varianzas y homocedasticidad (Test Levene).

Los resultados que cumplieron con los supuestos de ADEVA, se les realizó:

- Análisis de varianza (ADEVA) lo cual permitió estudiar si el factor influye sobre la variable respuesta.
- Coeficiente de Variación (CV) se determinó la variación que existe entre los tratamientos.
- Prueba de Tukey nivel de significancia ( $p < 0,05$ ) se realizó para establecer la diferencia significativa entre tratamientos.

Mientras que en los casos que no se cumplió con los supuestos de ADEVA se empleó la prueba de Kruskal Wallis y Jonckheere-Terpstra.

Los resultados obtenidos de los análisis sensoriales se analizaron utilizando el método estadístico de Friedman.

### **3.11. TRATAMIENTO DE DATOS**

El análisis de los datos se los efectuó por medio del programa SPSS 21 Versión Libre (IBM, 2012).

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE LA BEBIDA REFRESCANTE

El análisis estadístico de supuestos de ADEVA indica que la variable pH cumple con los supuestos de normalidad y homogeneidad, indicando así que los datos se distribuyen de manera normal; mientras que, para las variables acidez, °Brix y sólidos en suspensión sólo se cumple con uno de los supuestos (ver cuadro 4.1 y 4.2), por lo cual se procedió a realizar pruebas no paramétricas (Kruskall Wallis y Jonckheere-Terpstra).

Cuadro 4.1. Test de Shapiro Wilk

Variables	Prueba de normalidad		
	Estadístico	gl	Sig.
pH	0,826	3	0,247
Acidez	0,782	3	0,089
°Brix	0,750	3	0,000
Sólidos en suspensión	0,839	3	0,287

Cuadro 4.2. Test de Levene

Variables	F	gl <sup>1</sup>	gl <sup>2</sup>	Sig.
pH	2,413	5	12	0,098
Acidez	4,029	5	12	0,022
°Brix	3,200	5	12	0,046
Sólidos en suspensión	4,473	5	12	0,016

#### 4.1.1. pH

Mediante la aplicación del análisis de varianza se establecieron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) para el factor A (variedad de maíz), el factor B (condición de maíz) y la interacción de estos dos factores sobre la variable pH, esto quiere decir que tanto las variedades (criollo amarillo,

Pichilingue 513 y duro Dekalb 399), como la condición de maíz (malteado y sin maltear) influyen directamente en la bebida refrescante (ver cuadro 4.3).

**Cuadro 4.3.** Resultados del análisis de varianza en la variable pH

Origen	gl	Suma de cuadrados tipo III	Media cuadrática	F	Sig.
Total corregida	17	1,518			
Modelo corregido	5	1,514 <sup>a</sup>	,303	825,688	,000**
Factor_A	2	,065	,032	88,288	,000**
Factor_B	1	1,439	1,439	3925,470	,000**
Factor_A * Factor_B	2	,010	,005	13,197	,001**
Error	12	,004	,000		

\*\* Altamente significativo

En la investigación realizada por Baca (2016) se reporta un valor de pH de 5,24 en una chicha de maíz antes de fermentar, llegando hasta valores de 3,47 una vez fermentada; es por ello que el valor obtenido en la chicha de maíz antes de fermentar es semejante al de las bebidas refrescantes de maíz ya que estas no fueron sometida a ningún proceso de fermentación.

Por otro parte, el pH del maíz sin maltear oscila entre 5,5 y 8,0 Yao *et al.* (2017), mientras que para un maíz malteado, Galecio y Haro (2012), publicaron valores de 5,9 a 6,2; pudiendo interpretar los valores de pH del maíz sin maltear entre ligeramente ácido, neutro y débilmente alcalino, mientras que para el maíz malteado el rango de pH es menor, siendo este interpretado como ligeramente ácido.

Razón por la cual es importante destacar que las bebidas que obtuvieron un pH menor son las elaboradas con maíz malteado, por el contrario, las bebidas de maíz sin maltear obtuvieron un pH más alto. Esto contrasta con lo mencionado por Olivares y Ricaldi (2013), los cuales indicaron que el malteado tuvo influencia en el pH de una harina de maíz, ya que entre mayor fue el tiempo de germinación de maíz, menor fue el pH obtenido en la harina evaluada.

Además, señalan Mosher & Trantham (2016) que en el proceso del malteado son generadas enzimas por la semilla en crecimiento, entre ellas la fitasa, la

cual libera el fosfato de la fitina que disminuye el pH del grano, siendo este un posible motivo por el cual se obtuvo valores menores en las bebidas elaboradas con maíz malteado.

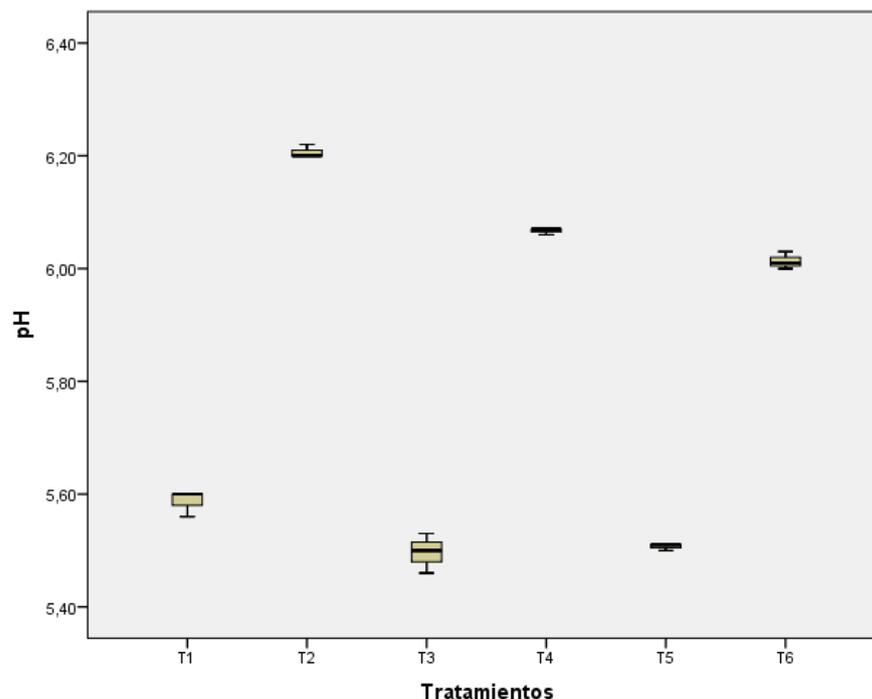
La Norma INEN 2304 (2017), para bebidas refrescantes establece como requisito un pH mínimo de 2,0 y máximo de 4,5 lo cual se puede observar en el cuadro 4.4. que los valores de pH obtenidos en los diferentes tratamientos no se encuentran dentro del rango establecido en la norma. Sin embargo, mediante el gráfico 4.1 de cajas y bigotes se puede observar que estadísticamente el mejor tratamiento que presentó un pH menor fue el T3 (Maíz blanco Pichilingue 513 malteado).

**Cuadro 4.4.** Valores promedios de pH en una bebida refrescante

	Variable
	pH
Tratamientos	**
T2 (Maíz criollo amarillo sin maltear)	6,2067 ± 0,01155e
T4 (Maíz blanco Pichilingue 513 sin maltear)	6,0667 ± 0,00577d
T6 (Maíz Dekalb 399 sin maltear)	6,0133 ± 0,01528c
T1 (Maíz criollo amarillo malteado)	5,5867 ± 0,02309b
T5 (Maíz Dekalb 399 malteado)	5,5067 ± 0,00577a
T3 (Maíz blanco Pichilingue 513 malteado)	5,4967 ± 0,03512 <sup>a</sup>
Factor A	**
Maíz Criollo Amarillo	5,8967 ± 0,33998b
Maíz Blanco PICHILINGUE 513	5,7817 ± 0,31301a
Maíz Duro DEKALB 399	5,7600 ± 0,27770 <sup>a</sup>
Factor B	**
Maíz Sin Maltear	6,096 ± 0,08705b
Maíz Malteado	5,530 ± 0,04770 <sup>a</sup>

Los valores corresponden al promedio de la variable pH ± desviación estándar. a,b,c,d y e difieren entre sí por la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ )

\*\* Altamente significativo



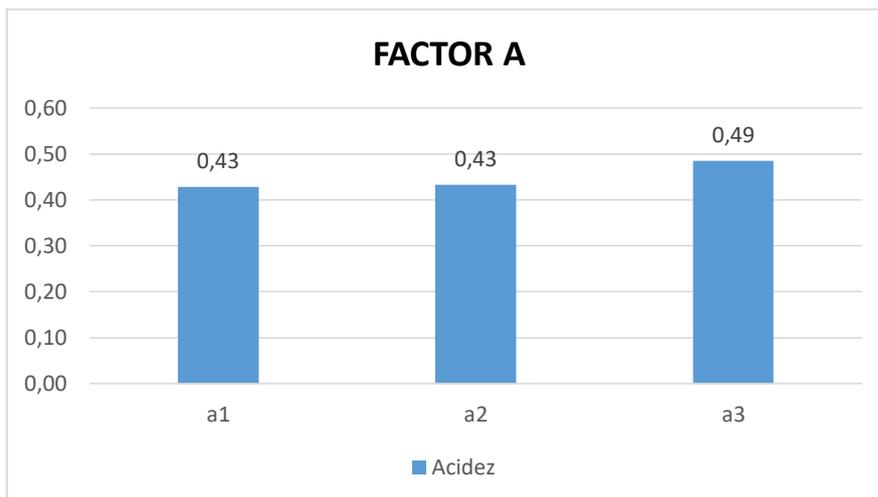
**Gráfico 4.1.** Gráfico de cajas y bigotes para todos los tratamientos en la variable pH

#### 4.1.2. ACIDEZ

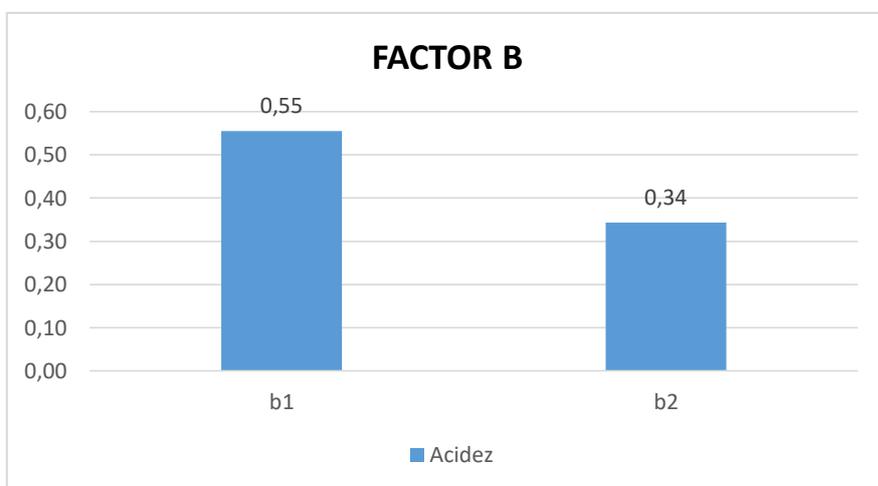
Mediante la prueba de Kruskal Wallis se estableció que el Factor A no influye en la acidez de la bebida refrescante expresada en el mEq del ácido oleico, pero en cuanto al Factor B y en la interacción de estos dos factores si existió significancia ( $p < 0,05$ ) (ver cuadro 4.5), esto indica que la variedad de maíz no tiene influencia, mientras que la condición del maíz si afecta significativamente sobre esta variable (ver los gráficos 4.2 y 4.3).

**Cuadro 4.5.** Resultados de la prueba de Kruskal Wallis para la variable acidez

	Estadístico	Factor A	Factor B	Interacción
<b>Acidez</b>	Chi-cuadrado	,878	13,198	14,133
	gl.	2	1	5
	Sig. asintótica	0,645	,000	0,015



**Gráfico 4.2.** Influencia del Factor A (variedad de maíz) en la variable acidez



**Gráfico 4.3.** Influencia del Factor B (condición del maíz) en la variable acidez

Por medio de pruebas no paramétricas (Kruskall Wallis), se puede identificar diferencias significativas entre los tratamientos para esta variable, al clasificar estas diferencias se puede mostrar que los valores más bajos obtenidos de acidez se encuentran en los tratamientos T2, T4 y T6, que pertenecen a las bebidas elaboradas con maíz criollo amarillo, blanco Pichilingue 513 y Dekalb 399 respectivamente, todos estos con la condición sin maltear; mientras que una acidez más elevada se reportó en las bebidas de maíz de las variedades ya mencionadas pero con la condición malteada (ver cuadro 4.6).

En la investigación realizada por Casas *et al.* (2016), en donde se evaluó el efecto del malteado en una bebida de quinua, se pudo observar un caso similar al anterior, en donde se presentó un incremento en el porcentaje de acidez en las bebidas elaboradas con quinua malteada, estos autores mencionan que este incremento puede estar relacionado a la liberación de ácidos grasos y minerales que se producen en la etapa de germinación de los granos como consecuencia del desdoblamiento de nutrientes como almidón, proteína y grasa mediante la acción de enzimas; así mismo, manifiestan Mosher & Trantham (2016), que una vez que comienza la hidratación en el proceso del malteado, el embrión y el escutelo comienzan a producir ácido; también menciona Yamada (1985), que en el proceso de germinación se producen y se secretan varias enzimas hidrolíticas en el endospermo, lo que resulta en la descomposición de sus componentes.

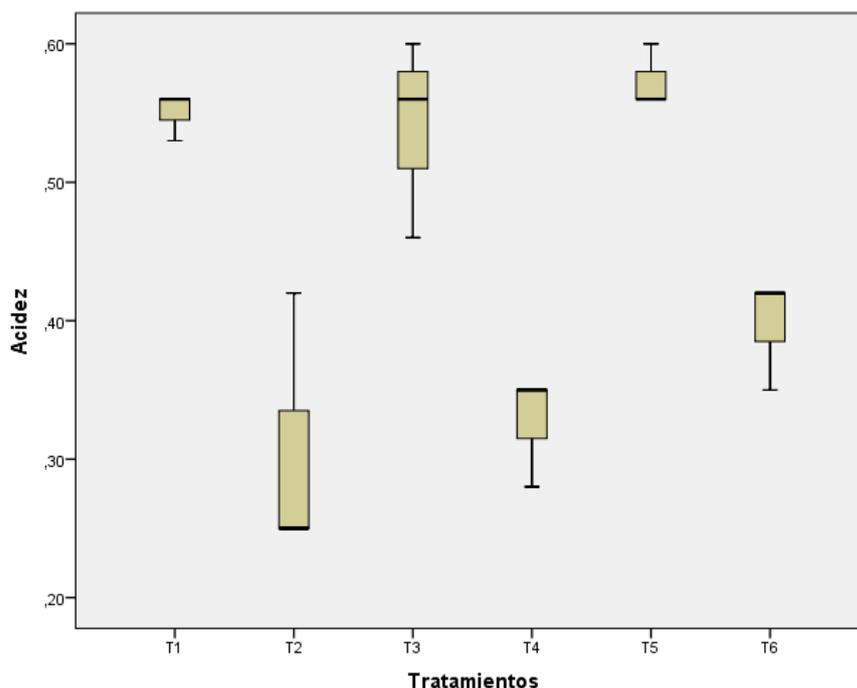
En efecto, Faltermaier *et al.* (2013), expresan que, durante el malteado, especialmente en la etapa de germinación, los cambios metabólicos causan degradación de proteínas, formando moléculas más pequeñas, revelándose el aumento de todos los aminoácidos durante todas las etapas del proceso de malteado.

Con respecto a la Norma INEN 2304 (2017) para refrescos o bebidas no carbonatadas, establece un mínimo de acidez de 0,1%, por lo que se puede evidenciar en el cuadro 4.6 que en todos los tratamientos se cumple con lo establecido en la norma, sin embargo, mediante el gráfico 4.4 de cajas y bigotes se obtienen estadísticamente como mejores tratamiento al T5 (Maíz Dekalb 399 malteado) T1 (Maíz criollo amarillo malteado) y T3 (Maíz blanco Pichilingue 513 malteado), los cuales obtuvieron una acidez mayor.

**Cuadro 4.6.** Valores promedios de acidez expresado en el mEq del ácido oleico en una bebida refrescante

Tratamientos	Variable
	Acidez
T5 (Maíz Dekalb 399 malteado)	0,5733 ± 0,02309c
T1 (Maíz criollo amarillo malteado)	0,5500 ± 0,01732bc
T3 (Maíz blanco Pichilingue 513 malteado)	0,5400 ± 0,07211bc
T6 (Maíz Dekalb 399 sin maltear)	0,3967 ± 0,04041ab
T4 (Maíz blanco Pichilingue 513 sin maltear)	0,3267 ± 0,04041a
T2 (Maíz criollo amarillo sin maltear)	0,3067 ± 0,09815a
<b>CV</b>	0,12
<b>Kruskall Wallis</b>	0,015

CV: Coeficiente de variación. ± Desviación estándar  
a,b y c difieren según Kruskal Wallis ( $p < 0,05$ )

**Gráfico 4.4.** Gráfico de cajas y bigotes para todos los tratamientos en la variable acidez

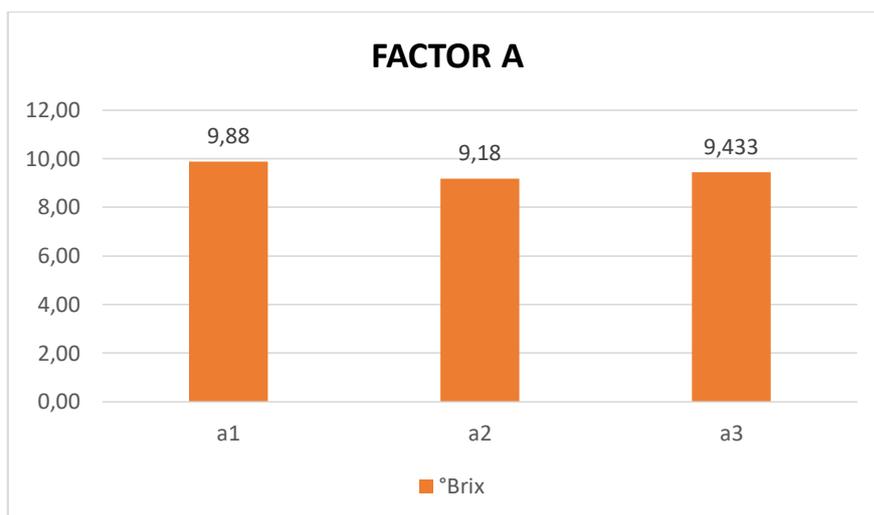
### 4.1.3. °BRIX

Es importante destacar, que en esta variable (°Brix), ocurre lo mismo que en la variable acidez, ya que no se estableció diferencia significativa para el factor A, pero en cuanto al factor B y en la interacción de estos dos factores si existió significancia ( $p < 0,05$ ) (ver cuadro 4.7), esto indica que la variedad de maíz no

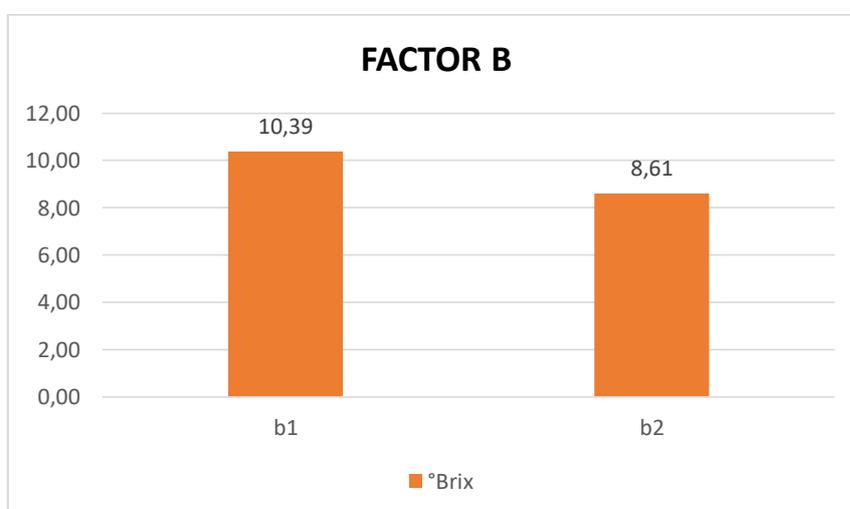
tiene influencia, mientras que la condición del maíz si afecta significativamente sobre esta variable (ver los gráficos 4.5 y 4.6).

**Cuadro 4. 7.** Resultados de la prueba de Kruskal Wallis para la variable °Brix

	Estadístico	Factor A	Factor B	Interacción
°Brix	Chi-cuadrado	,583	13,018	16,542
	gl.	2	1	5
	Sig. Asintótica	,747	,000	,005



**Gráfico 4.5.** Influencia del Factor A (variedad de maíz) en la variable °Brix



**Gráfico 4.6.** Influencia del Factor B (condición del maíz) en la variable °Brix

Al categorizarse estas diferencias se comprobó que los °Brix de las bebidas elaboradas a base de maíz sin maltear de las variedades Dekalb 399, amarillo criollo y blanco Pichilingue (T6, T2, T4), obtuvieron valores menores de °Brix, a diferencia de las bebidas elaboradas con maíz malteado de las variedades ya descritas (T3, T5, T1) (ver cuadro 4.8.).

**Cuadro 4.8.** Valores promedios de °Brix en una bebida refrescante

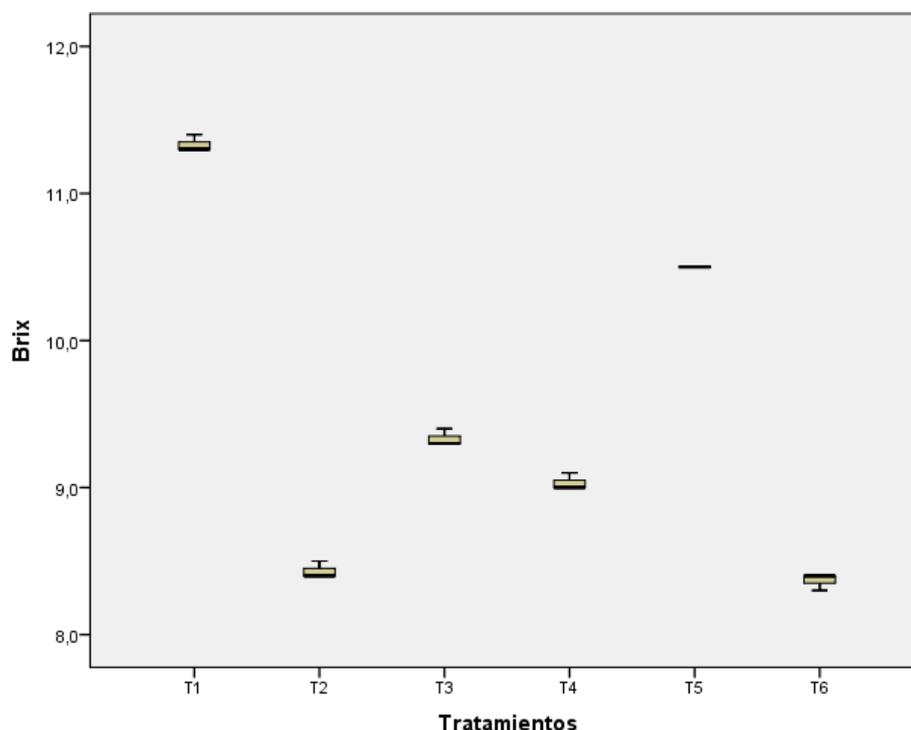
Tratamientos	Variable
	°Brix
T1(Maíz criollo amarillo malteado)	11,333 ± 0,0577e
T5 (Maíz Dekalb 399 malteado)	10,500 ± 0,0000d
T3 (Maíz blanco Pichilingue 513 malteado)	9,333 ± 0,0577c
T4 (Maíz blanco Pichilingue 513 sin maltear)	9,033 ± 0,0577b
T2 (Maíz criollo amarillo sin maltear)	8,433 ± 0,0577a
T6 (Maíz Dekalb 399 sin maltear)	8,367 ± 0,0577a
<b>CV</b>	1,11
<b>Kruskall Wallis</b>	0,005

CV: Coeficiente de variación. ± Desviación estándar  
a,b y c difieren según Kruskal Wallis ( $p < 0,05$ )

Este notable crecimiento del dulzor de las bebidas, según Drapala y Hernández (2018), es producto de la hidrólisis enzimática del almidón que se da en el proceso del malteado, debido a que cereales como trigo, arroz y maíz contienen almidón en gran cantidad; el almidón se almacena en estas semillas para proporcionar energía para el crecimiento del embrión durante la germinación de las semillas. En consecuencia, señalan Mosher & Trantham (2016), que las enzimas que se activan incluyen las que ya son producidas por la semilla y las que están esperando hidratación. Entre las enzimas generadas por la creciente semilla se encuentra la amilasa, encargada de convertir los almidones presentes en el endospermo, en azúcares (glucosa y maltosa).

En cuanto a los °Brix para bebidas o refrescos no carbonatados, la Norma INEN 2304 (2017), no establece un mínimo, pero si un máximo de 15°Brix para este tipo de bebidas; cumpliendo todos los tratamientos con lo determinado en la norma para este parámetro (ver cuadro 4.8), sin embargo, en el gráfico 4.7

de cajas y bigotes se observa que el mejor tratamiento para esta variable en estudio es el T1 (Maíz criollo amarillo malteado).



**Gráfico 4.7.** Gráfico de cajas y bigotes para todos los tratamientos en la variable °Brix

#### 4.1.4. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN

Se determinaron mediante la prueba de Kruskal Wallis que tanto en el Factor A (Variedades de maíz), como en el Factor B (condición del maíz) no existen diferencias estadísticamente significativas, debido a que la significancia fue mayor que el 0,05 (ver cuadro 4.9).

**Cuadro 4.9.** Resultados de la prueba de Kruskal Wallis para la variable sólidos en suspensión

	Estadístico	Factor A	Factor B
Sólidos en suspensión	Chi-cuadrado	1,886	,133
	gl.	2	1
	Sig. asintótica	,390	,716

Por otro lado, en el gráfico 4.9 se refleja el resultado obtenido mediante la prueba de Jonckheere-Terpstra, en la cual se determinó que la distribución de la variable sólidos en suspensión es la misma entre categorías de tratamientos,

de esta manera se rechaza la hipótesis nula con una significancia de 0,001 (ver gráfico 4.8).

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Sólidos_en_Suspensión es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Samples Jonckheere-Terpstra para alternativas ordenadas de muestras independientes	,001	Rechazar la hipótesis nula.

**Gráfico 4.8.** Resumen de la prueba de hipótesis

De acuerdo a la prueba anterior, se puede comprobar que entre tratamientos existen diferencias significativas, en los subconjuntos homogéneos que se detallan en el gráfico 4.10, se identifica que el tratamiento que más sólido en suspensión presentó fue el T1 (Maíz criollo amarillo malteado) y los tratamientos que menos sólidos en suspensión presentaron, lo cual favorece la calidad sensorial de la bebida refrescante con respecto a esta variable fueron el T5 (Maíz Dekalb 399 malteado) y el T6 (Maíz Dekalb 399 sin maltear).

		Subconjunto		
		1	2	3
Muestra <sup>1</sup>	T1	16,167		
	T2	13,333	13,333	
	T3		9,000	9,000
	T4		7,500	7,500
	T5			5,500
	T6			5,500
<b>Probar estadística</b>		2,000	6,500	19,000
<b>Error típico</b>		2,225	4,255	6,283
<b>Estadística de prueba estándar</b>		-1,124	-1,645	-1,273
<b>Sig. (prueba de 1 caras)</b>		,131	,050	,101
<b>Sig. ajustada (prueba de 1 caras)</b>		,343	,097	,148

**Gráfico 4.9.** Subconjuntos homogéneos basados en sólidos en suspensión

En la investigación publicada por De León (2016) se muestra un rango de 0,018 a 0,054% de sólidos en suspensión en una cerveza de maíz, este rango es semejante al reportado en las bebidas refrescantes, para lo cual mencionan los autores que esta variable es un atributo que hace que las bebidas sean claras y homogéneas, lo cual, sensorialmente lo hace atractivo al ojo humano; añade Lozano (2006) que particularmente, los jugos de frutas o bebidas turbias tienen sólidos de varias dimensiones distribuidos en un líquido. Por otro lado, menciona Recalde (2017), que cuando se utilizan granos en la elaboración de bebidas, se obtienen pequeñas partículas en suspensión en el producto final, por lo que recalca que en su investigación este fenómeno aumentó con la adición de una mayor concentración de granos malteados en una cerveza.

## 4.2. ANÁLISIS SENSORIAL

En la evaluación sensorial que consistió en una prueba por ordenamiento, realizada a un grupo de 75 jueces no entrenados, que permitió evaluar la calidad general de las bebidas; los jueces definieron como mejor tratamiento el T5 (Maíz Dekalb 399 - Malteado), esto se logró identificar mediante la prueba de Friedman que otorgó la primera categoría estadística (a) con rango promedio 2,25. Este tratamiento presentó mayor aceptación, siendo la materia prima de condición malteada, tal como se puede evidenciar en el gráfico 4.10, lo cual coincide con Aliaga *et al.* (2017) que mencionan que con la germinación se obtienen alimentos organolépticamente agradables, por lo que Kok *et al.* (2018), dan a conocer que durante el germinado, se liberan o se activan enzimas (dextrinasas,  $\beta$ -glucanasa, xilanasas, endo y exo-proteinasas, lipasas y dextrinasas). Estas enzimas están involucradas en la descomposición del almidón en azúcares. Por otro lado, los mismos autores también expresan que en el horneado (con el cual se detiene la germinación), ayuda a generar aroma, sabor y compuestos coloreados que ayudan a definir el carácter final del producto.

**Cuadro 4.10.** Resultados del test de Friedman de la prueba de ordenamiento

TRATAMIENTOS	RANGO PROMEDIO
T1(Maíz criollo amarillo malteado)	3,43b
T2(Maíz criollo amarillo sin maltear)	3,65b
T3(Maíz blanco Pichilingue 513 malteado)	3,76b
T4(Maíz blanco Pichilingue 513 sin maltear)	3,73b
T5(Maíz Dekalb 399 malteado)	2,25a
T6(Maíz Dekalb 399 sin maltear)	4,17b
<b>Friedman</b>	450
<b>Sig.</b>	0,03

a y b difieren según Friedman ( $p < 0,05$ )

## 4.3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Se detallan las pruebas microbiológicas realizadas al T5, que se identifica como mejor tratamiento desde el punto sensorial, siendo este tratamiento

elaborado con maíz Dekalb 399 malteado. La bebida refrescante fue sometida a pruebas de Recuento de Coliformes totales, *Escherichia coli*, y mohos y levaduras (INEN 2337, 2008).

En el cuadro 4.5 se especifican los resultados obtenidos de las pruebas realizadas a la bebida, las mismas que reflejaron ausencia en cada uno de los parámetros medidos en dicho tratamiento, estos resultados garantizan la inocuidad del producto final.

Esta inocuidad es la garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor, debido a que han sido elaborados con las condiciones y medidas necesarias (BPM) (García *et al.*, 2017).

Es importante como protagonistas de la transformación de materias primas en productos terminados, garantizar alimentos inocuos a los consumidores, en este caso, la bebida refrescante a base de maíz, puede ser consumida con la seguridad de que no causarán las denominadas ETA'S (Enfermedades transmitidas por alimentos) y esto se refleja en los pruebas microbiológicas realizadas.

**Cuadro 4.11.** Resultados del análisis microbiológico de la bebida refrescante.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	PRUEBAS REALIZADAS	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO
BEBIDA REFRESCANTE DE MAÍZ	Recuento de Coliformes totales	NMP/ mL	Ausencia	NTE INEN 1529-6
	Recuento de <i>Escherichia coli</i>	NMP/ mL	Ausencia	NTE INEN 1529-8
	Recuento de Mohos y Levaduras	UP/ mL	Ausencia	AOAC Método oficial 997.02

# **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1. CONCLUSIONES**

- Los resultados demostraron que el factor variedades de maíz fue altamente significativo sobre la variable pH, siendo los tratamientos T<sub>2</sub> con el valor más alto de 6,20 y el T<sub>3</sub> con el valor más bajo 5,49, además, cabe indicar que estos valores no cumplen con lo establecido en la norma técnica ecuatoriana INEN 2304 (2017); por otro lado, no se obtuvieron diferencias significativas en las variables acidez, °Brix y sólidos en suspensión en la bebida refrescante obtenida.
- En los efectos del malteado del maíz se obtuvo diferencias altamente significativas en las variables fisicoquímicas de pH, acidez y °Brix; mientras que en las variables sólidos en suspensión no hubo efectos significativos.
- En el análisis sensorial se estableció como mejor tratamiento al T<sub>5</sub>, que corresponde a la bebida elaborada con maíz de la variedad Dekalb 399 y la condición malteado.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Para que la bebida refrescante cumpla con todos los requerimientos establecido en la normativa nacional vigente se sugiere realizar nuevas investigaciones en las que se pruebe adicionar un acidulante para reducir el pH.
- Para la elaboración de una bebida refrescante a base de maíz con aceptación sensorial y con parámetros microbiológicos requeridos, se debe utilizar la variedad Dekalb 399 con la condición malteado.

- Se debe incursionar en emprendimientos de bebidas refrescantes a base de materias primas naturales como lo es el maíz, puesto que las bebidas naturales son la mejor opción para refrescar y el mercado está muy saturado de bebidas a base de sustancias sintéticas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R. (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. *Cultivos Tropicales. La Habana Cuba*, v.30(n.2), pag.3-4.
- Agripac. (2019). *Semillas*. Recuperado el 20 de junio de 2019, de <http://www.agripac.com.ec/es/inicio/>
- Aliaga, S., Mamani, F., & Mamani, N. (2017). Potencial alimenticio de los germinados de Cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). *APTHAPI*, 3.
- Álvarez, Y. (2012). *Elaboración y caracterización de dos bebidas proteicas, una a base de quinua malteada y la otra a base de quinua sin maltear (Chenopodium quinoa)*. Obtenido de Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna-Peú. En <http://repositorio.unjbg.edu.pe>
- Andrade, L. (2014). Análisis de la comercialización de la cadena agroindustrial del maíz (*Zea mays*) en la región 4 provincia de Manabí en el período 2008-2012. *Universidad Católica de Santiago de Guayaquil*, 59.
- Baca. (2016). La producción de maíz amarillo en el Ecuador y su relación con la soberanía alimentaria. *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*.
- Baca, I. (2016). Caracterización de microorganismos con capacidad fermentativa en el proceso de elaboración de la chicha del Yamor (tesis de pregrado). *Universidad Tecnológica Equinoccional*, 69.
- Boffill, Y., y Gallardo, I. (2014). Ventajas de la producción de cerveza a partir de malta de sorgo. Revisión bibliográfica. *Tecnología Química*, vol.34(no.3), Pag.324-334.
- Boffill, Y., Gallardo, I., Rega, L., Pino, M., Rodríguez, Y., & Pérez, M. (2018). Perfeccionamiento del proceso de malteado de Sorgo UDG-110 en la elaboración de bebida para enfermos celíacos. (E. Feijóo, Ed.) *Centro Azúcar*, vol 45.

- Bonfil, C. (2015). La vainilla, el saborizante más ampliamente usado en el mundo. *Revista Ciencias*, 7.
- Camacho, M. (2014). Control y evaluación de la planta de tratamiento de agua potable y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes de Caluma Nuevo del cantón Caluma - provincia de Bolívar. *Universidad Técnica de Ambato*, 29.
- Cárdenas, G., y Salazar, I. (2016). Estudio de factibilidad financiera para la instalación de una planta modelo procesadora de harina precocida de maíz para el consumo humano en Ecuador. *Universidad Internacional del Ecuador*, 32.
- Casas, N., Salgado, Y., Moncayo, D., & Cote, S. (2016). Efecto del proceso de malteado en la calidad y estabilidad de una bebida de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y mango (*Mangifera indica*). *Agroindustrial Science*, Vol. 6(Núm. 1), Pag. 78.
- Choez, N. (2018). La importancia de azúcar colombiana y su incidencia en el ingreso económico del sector cañicultor Naranjito. *Universidad de Guayaquil*.
- CIC. (2018). *Consejo Internacional de Cereales*. Obtenido de <https://www.igc.int/es/>
- Cortaza, C. (2015). El nuevo maíz blanco "Pichilingue" 513 para el Litoral ecuatoriano. Boletín Divulgativo no. 50. *INIAP . Estación Experimental Pichilingue*, 4.
- De León, N. (2016). Análisis de las propiedades fisicoquímicas que aporta el maíz negro (*Zea Mays* L.) en la elaboración de cerveza a tres diferentes temperaturas de fermentación. *Universidad de San Carlos de Guatemala*, 42.
- Drapala, A., y Hernández, D. (2018). Elaboración de cerveza de maíz (tesis de pregrado). *Universidad Nacional de Cuyo*.
- El Diario. (2018). Un festival para el maíz criollo. *El Diario*, pág. 5.

- El Telegráfo. (2016). El 81,5% de ecuatorianos consume gaseosas y bebidas azucaradas. *El Telegráfo*, pág. 1.
- El Universo. (2018). Feria del maíz se realizará en la Laguna de Charapotó. *El Universo*, pág. 13.
- Espinosa, J. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos*. La Habana: Editorial Universitaria.
- Espinoza, N. (2016). Estudio de las condiciones de malteado de maíz y quinua que favorezcan su aptitud cervecera. *Escuela Politécnica Nacional*.
- Faltermaier, A., Waters, D., Becker, T., Arendt, E., & Gastl, M. (2013). Protein modifications and metabolic changes taking place during the malting of common wheat (*triticum aestivum* L.). *American Society of Brewing Chemists*, 153.
- Galecio, G., y Haro, C. (2012). Bebidas fermentadas en base a "Maiz negro" *Zea Mays* L. Poaceae; con el eco tipo "Racimo de uva" y la variedad "Mishca" de la serranía ecuatoriana (tesis pregrado). *Universidad Politécnica Salesiana*, 84-86.
- Gallardo, I., Boffill, Y., Ozuna, Y., Gómez, O., Pérez, M., & Saucedo, O. (2014). Producción de bebidas usando sorgo malteado como materia prima para enfermos celiacos. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, vol. 4(núm. 1), Pag. 61-74.
- García, L., García, X., González, L., & Canese, J. (2017). Buenas Prácticas de Manufactura en comedores del Mercado Central de Abasto de Asunción, Paraguay. *Mem. Inst. Investig. Cienc. Salud*, 43.
- García, R., y Zamora, R. (2016). Obtencion de una bebida malteada a partir de harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) y harina de trigo (*Triticum sativum*), por via enzimatica. Recuperado el 10 de Agosto de 2020, de Tesis de Grado: <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/4501/BC-TES-TMP-3323.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Gómez, J. (2018). Caracterización fisicoquímica y organoléptica de una bebida de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) malteada y sin maltear de las variedades pasankalla y negra collana. Universidad Nacional José María Arguedas.
- González, N., Silos, H., Estrada, J., Chávez, J., & Tejero, L. (2016). Características y propiedades del maíz (*Zea mays L.*) criollo cultivado en Aguascalientes, México. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, Vol. 7(Núm. 3), Pag. 669-680.
- Google Maps. (2019). *Carrera Agroindustria ESPAM MFL*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/>
- Guacho, E. (2014). *Caracterización Agromorfológica de Maíz (Zea mays L.) de la localidad de San José de Chazo*. Recuperado el 22 de Junio de 2019, de Tesis de Grado: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/>
- Harding, M., & Lovenheim, M. (2014). The Effect of Prices on Nutrition: Comparing the Impact of Product- and Nutrient-Specific Taxes. *Journal of Health Economics*, 1.
- IBM. (2012). IBM (International Business Machines) SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) Statistics. Version 21.
- INEN. (2013). *Productos vegetales y de frutas - Determinación de la acidez titulable (IDT)*. Obtenido de NTE INEN-ISO 750. (2013). PRODUCTOS VEGETALES Y DE FRUTAS- DETERMINACIÓN DE [https://www.academia.edu/36881948/NORMA\\_T%C3%89CNICA\\_ECUATORIANA\\_NTE\\_INEN-ISO\\_750\\_2013\\_PRODUCTOS\\_VEGETALES\\_Y\\_DE\\_FR](https://www.academia.edu/36881948/NORMA_T%C3%89CNICA_ECUATORIANA_NTE_INEN-ISO_750_2013_PRODUCTOS_VEGETALES_Y_DE_FR)
- INEN. (2013). *Productos vegetales y de frutas - Determinación de pH (IDT)*. Obtenido de <https://docplayer.es/49005374-Quito-ecuador-norma-tecnica-ecuatoriana-nte-inen-iso-1842-2013-extracto-productos-vegetales-y-de-frutas-determinacion-de-ph-idt.html>
- INEN. (2014). *Jugo de frutas - Determinación del contenido de sólidos solubles*. Obtenido de [http://181.112.149.204/buzon/normas/nte\\_inen-iso\\_2172.pdf](http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen-iso_2172.pdf)

- INEN. (2017). *Refrescos o bebidas no carbonatadas. Requisitos*. Recuperado el 22 de Junio de 2019, de [http://181.112.149.204/buzon/normas/nte\\_inen\\_2304-1.pdf](http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_2304-1.pdf).
- INEN. (2017). *Refrescos o bebidas no carbonatadas. Requisitos* . Obtenido de [http://181.112.149.204/buzon/normas/nte\\_inen\\_2304-1.pdf](http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_2304-1.pdf)
- INEN 2337. (2008). *Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos*. Recuperado el 03 de Enero de 2020, de <https://archive.org/stream/ec.nte.2337.2008#page/n1/mode/2up>
- Kok, Y., Ye, L., Muller, J., & Wei, D. (2018). Brewing with malted barley or raw barley: what makes the difference in the processes? *Applied Microbiology and Biotechnology*( Núm. 103), Pag. 1059 - 1067.
- López, W., y Ramírez, J. (2018). Efecto del tiempo y temperatura del malteado de quinua (*Chenopodium quinoa*) en la calidad de unacerveza artesanal red alé complementado con malta base pilsen y malta caramelo. *Universidad Nacional del Santa*.
- Lozano, J. (2006). Color, turbidez, and other sensorial and estructural properties of fruits and fruit products. En J. Lozano, *Fruit Manufacturing* (pág. 102). Boston: Springer.
- Martínez, M., Palacios, I., & Medina, H. (2016). Composición química del grano de maíz (*Zea mays*) Chococito del municipio de Quibdó, Chocó, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, Vol. 7(Núm. 1).
- Mencia, G., y Pérez, R. (2016). Desarrollo de cerveza artesanal ale y lager con malta de maíz (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*), carbonatada con azúcar y miel de abeja. *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano*.
- Miller, G. (2019). Malting. En *Whisky Science* (pág. 83). Springer Nature Switzerland.
- Molina, L., Goyo, Y., & Capote, T. (2017). Evaluación de la calidad microbiologica de la panela granulada elaborada en el municipio Colón del Estado Táchira-Venezuela. *Catedea*, 14.

- Mosher, M., & Trantham, K. (2016). The “Food” for the Brew. En *Brewing Science: A Multidisciplinary Approach* (págs. 132-135). Suiza: Springer, Cham.
- Nickerson, G., & Van Engel, E. (2018). Hop Aroma Component Profile and the Aroma Unit. *Journal of the American Society of Brewing Chemists, Vol. 50, 1992*, Pag. 77-81.
- Nieblas, C., Gallardo, I., Rodríguez, L., Carvajal, N., González, J., & Pérez, M. (2016). Obtención de bebidas y otros productos alimenticios a partir de dos variedades de sorgo. *Revista Centro Azúcar, Vol. 43*.
- Olivares, Y., y Ricaldi, K. (2013). Efecto del proceso del malteado en las características fisicoquímicas y químicas en la obtención de harina de maíz (*Zea Mays*) (tesis de pregrado). *Universidad Nacional del Centro de Perú*.
- Recalde, M. (2017). Obtencion de una bebida tipo cerveza a partir de maltas de maíz (*Zea Mays*) y quinua (*Chenopodium quinoa*). *Escuela Politécnica Nacional, 25-26*.
- Rodriguez, N., Salazar, M., Ramírez, B., Islas, A., Platt, L., Morales, I., y otros. (2015). Effect of Malting and Nixtamalization Processes on the Physicochemical Properties of Instant Extruded Corn Flour and Tortilla Quality. *Plant Foods for Human Nutrition, Vol. 70*, Pag. 275–280.
- Silva, D. (2015). *Germinación del maíz*. Obtenido de <https://prezi.com/aivzywbs25pk/germinacion-del-maiz/>
- Vázquez, L. (2017). Reseña fotográfica de la cultura del pozol, Chiapa de corzo. *Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas*.
- Yamada, K. (1985). Endogenous Abscisic Acid in Barley and Use of Abscisic Acid in Malting. *Agricultural and Biological Chemistry, Vol. 49*(Núm. 2), Pag. 429-434.

Yao, Y., Zhang, R., Wang, B., & Zhang, S. (2017). Modeling and optimization of anaerobic digestion of corn stover on biogas production: Initial pH and carbon to nitrogen ratio . *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 3-4.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1

## TEST DE EVALUACIÓN SENSORIAL



CARRERA DE AGROINDUSTRIA  
EVALUACIÓN SENSORIAL  
“BEBIDA REFRESCANTE DE MAÍZ”



**Indicaciones:** Ud. Ha recibido 6 muestras, evalúelas y ordénelas en forma creciente según su preferencia. Asegurándose de tomar agua antes de comenzar y entre cada una de las muestras.

Más agrado  Menos agrado

\_\_\_\_\_

## ANEXO 2

## RESULTADOS DE PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS

REPÚBLICA DEL ECUADOR



**ESPAMMFL**  
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
 AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ  
 Ley 2006 – 49 Suplemento R.O. 298 – 23 – 06 – 2006  
 CALCETA – ECUADOR



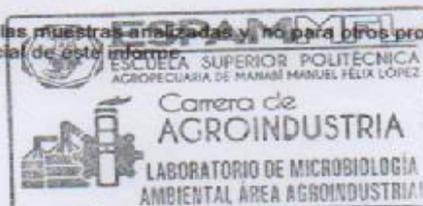
REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		Página 1 de 1	
CLIENTE:	Kevin Miguel Quiroz Saltos Gema Monserrate Ormaza Loor	Nº de análisis:	3
DIRECCIÓN:	Calceta	Fecha de recibido:	18/11/2019
TELEFONO:	0999494797	Fecha de análisis:	18/11/2019
NOMBRE DE LA MUESTRA:	BEBIDA REFRESCANTE A BASE DE MAÍZ	Fecha de reporte:	20/11/2019
CANTIDAD RECIBIDA:	1	Fecha de muestreo:	18/11/2019
TIPO DE ENVASE:	Presentación recipientes de vidrio de 250 mL de capacidad	Método de muestreo:	NTE INEN 1529-2
OBSERVACIONES:	El laboratorio no se responsabiliza por la recolección y el traslado de las muestras.	Responsables del muestreo:	Investigador
OBJETIVO DEL MUESTREO:	Control de calidad		

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO
BEBIDA REFRESCANTE A BASE DE MAÍZ	Recuento de Coliformes totales	NMP/ mL	Ausencia	NTE INEN 1529-6
	Recuento de <i>Escherichia coli</i>	NMP/ mL	Ausencia	NTE INEN 1529-8
	Recuento de Mohos y Levaduras	UP/ mL	Ausencia	AOAC Método oficial 997.02

**Nota:**

Resultados validos únicamente para las muestras analizadas y no para otros productos de la misma procedencia.  
 Prohibida la reproducción total o parcial de este informe.

Ing. Mario López Vera.



TÉCNICO LAB. DE MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL ÁREA AGROINDUSTRIA

## ANEXO 3

## RESULTADOS DE ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS

  	
REPUBLICA DEL ECUADOR <b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABI          MANUEL FÉLIX LÓPEZ</b> <b>LABORATORIOS DEL AREA AGROINDUSTRIAL</b>	
<b>NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:</b>	Ormaza Loor Gema Monserrate Quiroz Saltos Kevin Miguel
<b>DIRECCIÓN:</b>	CALCETA
<b>FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS:</b>	14/11/2019
<b>FECHA DE ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS:</b>	14/11/2019
<b>MUESTRAS ENVIADAS:</b>	18
<b>LABORATORIO RESPONSABLE</b>	Bromatología

<b>IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: EFECTOS DEL MALTEADO Y VARIEDAD DE MAÍZ EN LAS CARACTERÍSTICAS FISCOQUÍMICAS Y SENSORIALES EN UNA BEBIDA REFRESCANTE</b>				
<b>PARÁMETRO pH</b>				
TRATAMIENTOS	UNIDAD	RÉPLICAS		
		R1	R2	R3
T1	--	5,60	5,56	5,60
T2	--	6,20	6,22	6,20
T3	--	5,50	5,46	5,53
T4	--	6,06	6,07	6,07
T5	--	5,51	5,51	5,50
T6	--	6,00	6,01	6,03

**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: EFECTOS DEL MALTEADO Y VARIEDAD DE MAÍZ EN LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES EN UNA BEBIDA REFRESCANTE**

**PARÁMETRO ACIDEZ**

TRATAMIENTOS	UNIDAD	RÉPLICAS		
		R1	R2	R3
T1	%	0,56	0,53	0,56
T2	%	0,25	0,28	0,25
T3	%	0,53	0,56	0,60
T4	%	0,28	0,35	0,35
T5	%	0,60	0,56	0,56
T6	%	0,42	0,35	0,42

**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: EFECTOS DEL MALTEADO Y VARIEDAD DE MAÍZ EN LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES EN UNA BEBIDA REFRESCANTE**

**PARÁMETRO °BRIX**

TRATAMIENTOS	UNIDAD	RÉPLICAS		
		R1	R2	R3
T1	%	11,3	11,3	11,4
T2	%	08,4	08,5	08,4
T3	%	09,3	09,4	09,3
T4	%	09,0	09,1	09,0
T5	%	10,5	10,5	10,5
T6	%	08,4	08,3	08,4

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: EFECTOS DEL MALTEADO Y VARIEDAD DE MAÍZ EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES EN UNA BEBIDA REFRESCANTE				
PARÁMETRO SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN				
TRATAMIENTOS	UNIDAD	RÉPLICAS		
		R1	R2	R3
T1	%	0,05	0,06	0,07
T2	%	0,04	0,06	0,05
T3	%	0,05	0,03	0,04
T4	%	0,04	0,03	0,04
T5	%	0,03	0,04	0,03
T6	%	0,03	0,04	0,03




Ing. Jorge Teca Delgado  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Manabí – Bolívar – Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro  
 Teléfono (593) 05685156 Telefax (593) 05685156 – 685134 Email: [espam@mnb.satnet.net](mailto:espam@mnb.satnet.net)  
 Visita nuestra página web [www.espam.edu.ec](http://www.espam.edu.ec)

**ANEXO 4****MATERIA PRIMA****Maíz criollo  
Amarillo****Maíz blanco  
Pichilingue 513****Maíz duro  
Dekalb 399****ANEXO 5****PROCESO DE GERMINACIÓN DEL GRANO**

**ANEXO 6**

**GRANOS GERMINADOS**



**ANEXO 7**

**GRANO TOSTADO**



**ANEXO 8****MOSTOS OBTENIDOS DESPUÉS DE LA MACERACIÓN****Maíz malteado****Maíz sin maltear****ANEXO 9****COCCIÓN DEL MOSTO**

## ANEXO 10

### ENVASADO Y SELLADO DE LA BEBIDA



## ANEXO 11

### PRODUCTO FINAL



**ANEXO 12****ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS REALIZADOS A LA BEBIDA**

**ANEXO 13****ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS A LA BEBIDA****ANEXO 14****EVALUACIÓN SENSORIAL REALIZADA A LA BEBIDA**