



**ESPE**

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA  
AGRICULTURA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD MICROBIOLÓGICA Y  
ORGANOLÉPTICA DE MANJAR DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*  
Sweet) CON DOS MÉTODOS DE CONSERVACIÓN, DOS  
EDULCORANTES Y A DOS TEMPERATURAS**

**AUTOR: AUCANCELA LÓPEZ, JOSÉ CARLOS**

**DIRECTOR: Ing. LARRREA CEDEÑO, GABRIEL ALEJANDRO, Mgs**

**SANGOLQUÍ**

**2019**



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, *“EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD MICROBIOLÓGICA Y ORGANOLÉPTICA DE MANJAR DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*) CON DOS MÉTODOS DE CONSERVACIÓN, DOS EDULCORANTES Y A DOS TEMPERATURAS”* fue realizado por el señor *Aucancela López, José Carlos*, el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 24 de Junio de 2019

Ing. Gabriel Alejandro Larrea Cedeño, Mgs.

CC: 1709635039



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, *Aucancela López, José Carlos*, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: *“Evaluación de la estabilidad microbiológica y organoléptica de manjar de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) con dos métodos de conservación, dos edulcorantes y a dos temperaturas”* es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 24 de Junio de 2019

.....  
José Carlos Aucancela López

CC: 1713574349




DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN

*Yo, Aucancela López, José Carlos autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: “Evaluación de la estabilidad microbiológica y organoléptica de manjar de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) con dos métodos de conservación, dos edulcorantes y a dos temperaturas” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.*

Sangolquí, 24 de Junio de 2019

  
.....

José Carlos Aucancela López

CC: 1713574349

**DEDICATORIA**

A mi mamá y a mi hermano, quienes son mi principal inspiración en todos mis proyectos y por su apoyo constante e incondicional en todo momento. Les llevo siempre en mi corazón y todos mis logros se los quiero dedicar siempre a ustedes porque han sido la familia más linda que Dios me ha podido dar en esta vida.

A mis tíos y tías quienes me han enseñado desde niño a seguir constante en mis objetivos, y a pesar de que la vida nos ha presentado momentos desagradables la familia siempre se ha unido sin importar la hora ni el lugar.

A todos los emprendedores ecuatorianos quienes tienen ideas diferentes y buscan oportunidades en todo momento y lugar, no se sientan tristes si al principio las cosas se vuelven desfavorables pues siempre recuerden que el fracaso es solo un paso previo al éxito.

José Carlos Aucancela

## **AGRADECIMIENTO**

A mi mamá por su apoyo y confianza en mí para llevar a cabo este trabajo de titulación, siempre haciendo sacrificios para que yo pueda dar lo mejor en todo momento sin importar nada más que la felicidad de su hijo. De igual manera quiero agradecer al Ing. Gabriel Larrea por su buena voluntad de querer ayudarme con mis proyectos de emprendimiento e investigación en alimentos. Finalmente quiero agradecer a todos mis profesores quienes a lo largo de la carrera me han incentivado e influenciado para que elabore proyectos diferentes que generen valor y contribuyan al progreso del país.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

### CARÁTULA

CERTIFICACIÓN .....	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....	ii
AUTORIZACIÓN .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT .....	xv

### CAPÍTULO I

#### INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos .....	3
1.3.1 Objetivo general .....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Hipótesis.....	4

### CAPÍTULO II

#### MARCO REFERENCIAL

2.1 Chocho ( <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	5
2.1.1 Taxonomía del chocho.....	5
2.1.2 Morfología del chocho.....	6
2.1.2.1 Raíz.....	6
2.1.2.2 Tallo y Ramificaciones.....	6
2.1.2.3 Hojas.....	6
2.1.2.4 Flores e Inflorescencia.....	6
2.1.2.5 Vainas y Semillas .....	7
2.1.3 Generalidades del cultivo .....	7
2.1.3.1 Altitud.....	7
2.1.3.2 Precipitación .....	7

2.1.3.3	Temperatura y Luminosidad.....	7
2.1.4	Composición química del chocho.....	8
2.1.4.1	Proteínas .....	8
2.1.4.2	Aminoácidos .....	9
2.1.4.3	Ácidos Grasos.....	9
2.1.4.4	Minerales y Fibra.....	10
2.1.4.5	Vitaminas.....	10
2.1.4.6	Alcaloides .....	10
2.1.5	Pre procesamiento del chocho .....	11
2.1.5.1	Cosecha.....	11
2.1.5.2	Trilla .....	11
2.1.5.3	Secado.....	12
2.1.5.4	Clasificación y Selección.....	12
2.1.5.5	Desamargado .....	13
2.1.6	Subproductos del chocho.....	13
2.1.6.1	Extracto natural líquido de chocho.....	13
2.1.6.2	Yogurt de chocho .....	14
2.2	Manjar de leche .....	14
2.2.1	Elaboración .....	15
2.2.2	Características sensoriales .....	15
2.2.3	Requisitos microbiológicos .....	16
2.2.4	Alternativas y Combinaciones.....	16
2.3	Edulcorantes .....	17
2.3.1	Stevia .....	17
2.3.2	Sacarosa.....	17
2.4	Métodos de conservación .....	17



2.4.1	Tratamiento térmico .....	17
2.4.2	Adición de sorbato de potasio .....	18

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1	Ubicación del lugar de investigación.....	19
3.1.1	Ubicación Política.....	19
3.1.2	Ubicación Geográfica .....	19
3.1.3	Condiciones de laboratorio.....	20
3.2	Materiales y Equipos .....	20
3.2.1	Materiales para elaboración del manjar de chocho .....	20
3.2.1.1	Materia Prima .....	20
3.2.1.2	Insumos.....	20
3.2.1.3	Materiales .....	20
3.2.1.4	Equipos de agroindustria .....	21
3.2.1.5	Equipos de proceso.....	21
3.2.2	Materiales para el análisis microbiológico .....	21
3.2.2.1	Materiales .....	21
3.2.2.2	Equipos .....	21
3.2.3	Materiales para análisis organoléptico .....	22
3.2.4	Materiales para el análisis bromatológico .....	22
3.2.5	Materiales para el “Focus Group” .....	22
3.3	Métodos .....	23
3.3.1	Elaboración del manjar de chocho.....	23
3.3.1.1	Recolección de la materia prima .....	23
3.3.1.2	Pesado y Licuado.....	23
3.3.1.3	Mezclado y Cocción .....	23

3.3.1.4	Enfriado y Envasado.....	24
3.3.1.5	Tratamiento térmico .....	24
3.3.2	Análisis microbiológico.....	24
3.3.2.1	Preparación de las diluciones .....	24
3.3.2.2	Siembra o Inoculación.....	25
3.3.2.3	Incubación .....	26
3.3.2.4	Recuento .....	26
3.3.3	Análisis sensorial.....	26
3.3.3.1	Selección del lugar y participantes .....	26
3.3.3.2	Preparación de muestras del manjar de chocho.....	27
3.3.3.3	Aplicación del análisis organoléptico.....	27
3.3.4	Diseño experimental .....	27
3.3.4.1	Crecimiento de mohos y levaduras.....	27
3.3.4.2	Pruebas de degustación.....	28
3.3.5	Análisis bromatológico.....	29
3.3.5.1	Determinación de proteína.....	29
3.3.5.2	Determinación de humedad.....	29
3.3.6	Análisis de mercado.....	30

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1	Análisis Microbiológico .....	32
4.1.1	Crecimiento de mohos y levaduras a los 10 días.....	32
4.1.1.1	Interacción temperatura y edulcorante .....	34
4.1.1.2	Interacción edulcorante y método.....	35
4.1.1.3	Edulcorante.....	37
4.1.1.4	Interacción temperatura y método .....	37

4.1.2	Crecimiento de mohos y levaduras a los 20 y 30 días.....	39
4.2	Análisis del Factor Q10.....	42
4.3	Análisis bromatológico.....	45
4.4	Análisis sensorial.....	46
4.4.1	Color.....	48
4.4.2	Sabor y Aceptabilidad.....	51
4.4.3	Olor y Textura.....	57
4.5	Análisis de mercado.....	59
4.5.1	Presentación.....	59
4.5.2	Sabor.....	60
4.5.3	Precio.....	61
4.5.4	Otras variables.....	62
<b>CAPÍTULO V</b>		
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		
5.1	Conclusiones.....	65
5.2	Recomendaciones.....	66
5.3	Bibliografía.....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	<i>Tratamientos evaluados a nivel microbiológico</i> .....	28
<b>Tabla 2</b>	<i>Tratamientos evaluados sensorialmente</i> .....	28
<b>Tabla 3</b>	<i>Análisis general del modelo mglm para mohos y levaduras a los 10 días</i> .....	32
<b>Tabla 4</b>	<i>Medidas de ajuste del modelo mglm para mohos y levaduras a los 10 días</i> .....	32
<b>Tabla 5</b>	<i>Prueba de hipótesis secuenciales en UFC de mohos y levaduras a los 10 días</i> .....	33
<b>Tabla 6</b>	<i>Medias ajustadas y errores estándares para temperatura*edulcorante a los 10 días</i>	34
<b>Tabla 7</b>	<i>Medias ajustadas y errores para edulcorante*método a los 10 días</i> .....	35
<b>Tabla 8</b>	<i>Medias ajustadas y errores para edulcorante*método a los 10 días</i> .....	37
<b>Tabla 9</b>	<i>Media ajustadas y errores estándares para edulcorante*método a los 10 días</i> .....	38
<b>Tabla 10</b>	<i>Análisis general del modelo mglm para mohos y levaduras a los 20 días</i> .....	39
<b>Tabla 11</b>	<i>Medidas generales del modelo mglm para mohos y levaduras a los 30 días</i> .....	39
<b>Tabla 12</b>	<i>Medidas de ajuste del modelo mglm para mohos y levaduras a los 20 días</i> .....	39
<b>Tabla 13</b>	<i>Medidas de ajuste del modelo mglm para mohos y levaduras a los 30 días</i> .....	39
<b>Tabla 14</b>	<i>Prueba de hipótesis secuenciales en UFC de mohos y levaduras a los 20 días</i> .....	40
<b>Tabla 15</b>	<i>Prueba de hipótesis secuenciales en UFC de mohos y levaduras a los 30 días</i> .....	40
<b>Tabla 16</b>	<i>Medias ajustadas y errores estándares para edulcorante*método a los 20 días</i> .....	41
<b>Tabla 17</b>	<i>Media ajustadas y errores estándares para edulcorante*método a los 30 días</i> .....	41
<b>Tabla 18</b>	<i>Valores de envejecimiento y tiempo acelerado</i> .....	44
<b>Tabla 19</b>	<i>Análisis de varianza de la regresión</i> .....	45
<b>Tabla 20</b>	<i>Porcentaje de proteína y humedad del manjar de chocho</i> .....	46
<b>Tabla 21</b>	<i>Análisis de la varianza (Wilks)</i> .....	47
<b>Tabla 22</b>	<i>Análisis de la varianza (Pillai)</i> .....	47

<b>Tabla 23</b>	<i>Análisis de la varianza (Lawley Hotteling)</i> .....	47
<b>Tabla 24</b>	<i>Análisis de la varianza (Roy)</i> .....	47
<b>Tabla 25</b>	<i>Prueba de Hotelling con nivel corregido por Bonferroni (<math>\alpha=0,05</math>)</i> .....	48
<b>Tabla 26</b>	<i>Prueba de múltiples rangos para la variable color</i> .....	49
<b>Tabla 27</b>	<i>Comparación de medias entre pares de tratamientos con respecto a color</i> .....	49
<b>Tabla 28</b>	<i>Análisis de la varianza (ANOVA) sabor por tratamiento</i> .....	51
<b>Tabla 29</b>	<i>Análisis de la varianza (ANOVA) para aceptabilidad por tratamiento</i> .....	51
<b>Tabla 30</b>	<i>Comparación de medias entre pares de tratamientos con respecto a sabor</i> .....	52
<b>Tabla 31</b>	<i>Comparación de medias entre pares de tratamientos con respecto a aceptabilidad</i> ..	53
<b>Tabla 32</b>	<i>Correlación ordinal de Sperman</i> .....	54
<b>Tabla 33</b>	<i>Análisis de varianza para aceptabilidad y sabor</i> .....	55
<b>Tabla 34</b>	<i>Análisis de varianza (ANOVA) para olor por tratamiento</i> .....	58
<b>Tabla 35</b>	<i>Análisis de varianza (ANOVA) para textura por tratamiento</i> .....	58
<b>Tabla 36</b>	<i>Prueba de múltiples rangos para la variable olor</i> .....	58
<b>Tabla 37</b>	<i>Prueba de múltiples rangos para variable textura</i> .....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Ubicación del Laboratorio de Agroindustria .....	19
<b>Figura 2</b>	Diagrama de barras de la interacción temperatura con edulcorante .....	34
<b>Figura 3</b>	Diagrama de barras de la interacción edulcorante y método a los 10 días .....	36
<b>Figura 4</b>	Diagrama de la interacción temperatura*método a los 10 días .....	38
<b>Figura 5</b>	Diagrama de barras de la interacción temperatura*método a los 20 y 30 días.....	42
<b>Figura 6</b>	Curva del tiempo de vida útil del manjar de chocho a diferentes temperaturas .....	44
<b>Figura 7</b>	Diagrama de barras de error de la variable color para cada tratamiento .....	50
<b>Figura 8</b>	Diagrama de los tratamientos en la variable color.....	50
<b>Figura 9</b>	Diagrama de caja y bigotes para la variable sabor .....	52
<b>Figura 10</b>	Diagrama de error de la variable aceptabilidad .....	53
<b>Figura 11</b>	Diagrama de modelo exponencial .....	55
<b>Figura 12</b>	Diagrama de la variable en el tiempo .....	56
<b>Figura 13</b>	Diagrama de barras de la variable aceptabilidad en el tiempo .....	57
<b>Figura 14</b>	Manjar de chocho de mejor presentación .....	59
<b>Figura 15</b>	Manjar de chocho de mejor sabor.....	60
<b>Figura 16</b>	Manjar de chocho con el mejor precio .....	61
<b>Figura 17</b>	Acompañantes del manjar de chocho .....	62
<b>Figura 18</b>	Puntos de venta del manjar de chocho.....	62
<b>Figura 19</b>	Variables influyentes de preferencia del manjar de chocho .....	63

## RESUMEN

El motivo de esta investigación fue evaluar la estabilidad microbiológica y organoléptica del manjar de chocho a nivel cuantitativo y cualitativo. El manjar de chocho es un producto de humedad intermedia con un tiempo de vida útil o vida comercial muy inferior al de un manjar de leche. Para determinar la estabilidad microbiológica en el tiempo (10, 20 y 30 días) se estableció un Diseño Completamente al Azar (DCA) Trifactorial (temperatura, edulcorante y método de conservación) con 2 niveles, 8 tratamientos y 3 repeticiones (T1: 7°C, sacarosa y método químico+3; T2: 7°C, sacarosa y método físico+3; T3: 7°C, stevia y método físico+3; T4: 7°C, stevia y método químico+3; T5: 17°C, sacarosa y método químico+3; T6: 17°C, sacarosa y método físico+3; T7: 17°C, stevia y método físico+3 y T8: 17°C, stevia y método físico+3), obteniendo como resultado que T2 y T4 tuvieron bajo crecimiento de mohos y levaduras ( $<1 \cdot 10^4$  UFC/g) debido al método físico y a la temperatura de 7°C durante 20 días. Para determinar la estabilidad organoléptica en el tiempo (5, 10 y 15 días) se estableció un Diseño de Bloques Completamente Aleatorizado (DBCA) con los 4 primeros tratamientos, 5 repeticiones y 5 evaluadores; al término de la evaluación se determinó que T1 y T2 obtuvieron la mejor aceptabilidad debido a la sacarosa. Finalmente se evaluó el producto en el mercado mediante “*Focus Group*” con T2 y T4, obteniendo que el sabor y la presentación son aceptadas por millennials.

Palabras clave:

- **CHOCHO**
- **AGROINDUSTRIA**
- **ESTABILIDAD MICROBIOLÓGICA**
- **ESTABILIDAD ORGANOLÉPTICA**

## ABSTRACT

The reason of this investigation was to evaluate microbiological stability and organoleptic stability of “manjar de chocho” to level qualitative and quantitative. “Manjar de chocho” is an intermediate moisture product with a shelf life or commercial life less than “dulce de leche”. To determinate microbiological stability throughout time (days: 10, 20 and 30) a Trifactorial (temperature, sweetener and conservation method) Completely Randomized Design (DCA) was established, with 2 levels, 8 treatments and 3 repetitions (T1: 7°C, saccharose and chemical method+3; T2: 7°C, saccharose and physical method+3; T3: 7°C, stevia y physical method+3; T4: 7°C, stevia and chemical method+3; T5: 17°C, saccharose and chemical method+3; T6: 17°C, saccharose and physical method+3; T7: 17°C, stevia and chemical method+3 y T8: 17°C, stevia and physical method+3), obtaining as a result that T2 and T4 had low growth ( $<1 \cdot 10^4$ UFC/g) because of physical method and 7°C at 20 days. To decide organoleptic stability at the time (days: 5, 10 and 15) a Block Complete Randomized Desing (DBCA) was established, with first four treatments, 5 repetitions and 5 evaluators; at the end of this evaluation was decided that T1 and T2 got the best score of acceptability because of saccharose. Finally this product was evaluated about market by Focus Group with T2 and T4, obtaining that taste and presentation were accepted by millennials.

Keywords:

- **CHOCHO**
- **AGROINDUSTRY**
- **MICROBIOLOGICAL STABILITY**
- **ORGANOLEPTIC STABILITY**



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

Los cambios en la sociedad moderna han influido para que las industrias de alimentos generen nuevos productos que se adapten a las demandas actuales de nutrición saludable. El actual aprovechamiento de alimentos con alto nivel de proteínas y minerales como la quinua, amaranto y el chocho, ha permitido satisfacer esta nueva tendencia en el mercado (Barreto & Uquillas, 2016).

Esta leguminosa considerada como la soya del callejón interandino por su característica nutritiva, minerales y ácidos grasos. Los componentes nutricionales del chocho han permitido otorgarle un valor agregado a nivel agroindustrial mediante elaboración de “snacks” y bebidas (Viveros, 2016).

En Ecuador las industrias de alimentos han optado por generar productos innovadores a base de chocho como snacks, bebidas, confiterías y barras energéticas. Estos productos son exhibidos en los supermercados nacionales, e incluso algunos han alcanzado las normativas de calidad necesarias para llegar a mercados internacionales como las empresas Wipala o Grandes Food (Camposano & Delgado, 2017).

Las investigaciones en productos de humedad intermedia como dulces de leche enriquecidos con algún ingrediente que aporte proteínas, vitaminas o carbohidratos reportan una vida útil de aproximadamente 30 días (Ortega, 2013). De igual manera al reducir el nivel de azúcar del dulce de leche o sustituirlo completamente por glucósidos de esteviol las características organolépticas del producto se mantienen, pero se requiere de un mayor análisis de su estabilidad microbiológica (Pasto, 2011).

Adicionalmente el grano de chocho debe encontrarse en estado desamargado para que su contenido proteico se incremente al 50% y con bajo nivel de mohos o levaduras, contribuyendo a la inocuidad del producto resultante de cualquier proceso agroindustrial (Villacrés, Rubio , & Segovia, 2006). Según el Servicio Ecuatoriano de Normalización en su normativa 2390, indica que el recuento de mohos y levaduras no debe ser mayor de  $0-5 \times 10^2$  UFC/cm<sup>3</sup> para el grano de chocho desamargado (INEN, 2011).

## **1.2 Justificación**

El manjar de chocho presenta un corto tiempo de vida útil o inestabilidad, lo cual afecta las propiedades organolépticas y favorece el apareamiento de microorganismos oportunistas como mohos y levaduras. Adicionalmente al ser un producto de humedad intermedia requiere de un mayor análisis con respecto al método de conservación, debido a los factores internos y externos que afectan a la estabilidad del producto.

El Instituto Ecuatoriano de Normalización indica en su normativa 700 para dulces de leche, las condiciones a nivel microbiológico que deben cumplir este tipo de productos. Adicionalmente la Agencia de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria mediante esta normativa permite que un producto de estas características ingrese al mercado nacional (INEN, 2011). En el manjar de chocho el número de unidades formadoras de colonia de mohos y levaduras también es un determinante para que dicho producto sea comercializado.

Actualmente las empresas ecuatorianas dedicadas a la agroindustrialización del chocho, realizan varios estudios previos para determinar si los productos generados cumplen con la expectativa del consumidor final (Martínez, 2015). Los consumidores actuales demandan sabores únicos, alimentos diferenciados, que no ocasionen culpa y que estén dentro de la categoría de

salud y bienestar (IICA, 2015). Las propiedades organolépticas como sabor, textura, color y olor deben ser analizadas y aceptadas por los futuros consumidores.

El consumo tradicional de chocho a nivel nacional es superior en la Sierra y Oriente con un 80%, siendo menor en la Costa con un 19% (Caicedo & Peralta, 2001). Sin embargo las nuevas alternativas de consumo del chocho están cambiando estas cifras, inclusive las áreas sembradas de chocho incrementaron de 6000 Ha a 10000 Ha del 2000 al 2016 respectivamente (Martínez, 2015).

La empresa nacional Wipala alcanzó un nivel de producción de 2 mil cajas mensuales de barras energéticas a base de chocho, quinua y amaranto, siendo Europa su principal mercado (Martínez, 2015). El aporte de agregación de valor en materias primas como el chocho genera un impacto significativo en la economía nacional, generando productos innovadores y que se ajustan a las demandas actuales del mercado.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

- Evaluar la estabilidad microbiológica y organoléptica de Manjar de Chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) con dos métodos de conservación, dos conservantes y a dos temperaturas.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Analizar los cambios microbiológicos del manjar de chocho al día 10, día 20 y día 30 de almacenamiento a 7°C y 17°C para establecer el rango óptimo de conservación.

- Determinar mediante un análisis sensorial aquel tratamiento con las mejores características organolépticas para determinar la estabilidad del producto.
- Establecer mediante la técnica *Focus Group* el impacto del proceso agroindustrial del manjar de chocho para definir las preferencias de consumo.

#### **1.4 Hipótesis**

**Ho.** La interacción entre los factores temperatura, edulcorante y método de conservación no influyente en la estabilidad microbiológica y organoléptica de manjar de chocho.

**Ha.** La interacción entre los factores temperatura, edulcorante y método de conservación influye en la estabilidad microbiológica y organoléptica de manjar de chocho.

## CAPÍTULO II

### MARCO REFERENCIAL

#### **2.1 Chocho** (*Lupinus mutabilis* Sweet)

El chocho es una planta leguminosa andina y ancestral que ha sido consumida desde hace varios años principalmente en Ecuador, Bolivia y Perú, donde ha existido un avance en el aspecto agronómico y agroindustrial (Loja & SanMartín , 2014). El cultivo de chocho en nuestro país se desarrolla en las provincias de la Sierra, siendo Cotopaxi la provincia que presenta alrededor de 2281 ha o 91240000 kg/ha de chocho cosechado (Caicedo & Peralta, 2001).

A nivel nacional se encuentran alrededor de 10000 ha de área sembrada, y se reporta un consumo anual de 8 kg de chocho/persona. Actualmente en el mercado nacional se encuentran varias alternativas para el consumo del chocho, desde su presentación como snack escolar hasta bebidas aptas para personas intolerantes a la lactosa. Las asociaciones de agricultores de chocho han generado varios proyectos de emprendimiento, en base a un comercio justo y agricultura orgánica (Márquez, 2016).

##### **2.1.1 Taxonomía del Chocho**

Pertenece al Reino Plantae, Clase Dicotiledóneas, Subclase Arquiclamídeas, Orden Rosales, Familia Leguminosas, Subfamilia Papilionáceas, Género *Lupinus* y Especie *Lupinus mutabilis*. Según (Fernández, Pueyo, & Golvano, 2007) la taxonomía del Género es considerada como provisional debido a los desacuerdos entre varias especies descubiertas y por descubrir.

## **2.1.2 Morfología del Chocho**

Es una planta herbácea anual que se adapta a diferentes condiciones edafoclimáticas, alcanzando una altura de 0,80 a 1,55 m (Basantes , 2015). La forma de la planta presenta cuatro variantes: enana, baja, alta y muy alta. Adicionalmente se distinguen tres tipos de arquitecturas con respecto a su ramificación a manera de V, V invertida o basal (Caicedo & Peralta, 2001).

### **2.1.2.1 Raíz**

Presenta una raíz pivotante y robusta con presencia de nódulos bacterianos pertenecientes a la especie *Rhizobium lupini*. La profundidad que puede alcanzar es de 2 m y su rizogénesis es influenciada por la fertilización, contenido de agua, textura del suelo y propiedades fisicoquímicas del subsuelo (Caicedo & Peralta, 2001).

### **2.1.2.2 Tallo y Ramificaciones**

Su tallo es cilíndrico, vigoroso y glabro con abundante ramificación alcanzando una altura promedio de 1.80 m (Basantes , 2015). Su estabilidad y fortaleza depende de la disposición de sus ramificaciones primarias, secundarias en V o basales, siendo estas últimas importantes para mantener una mayor densidad y maduración uniforme en el cultivo (Gross, 1982).

### **2.1.2.3 Hojas**

Posee hojas palmilobuladas o digitadas con 5 a 12 folíolos oblongo lanceolados, en el pecíolo se encuentran hojas estipulares pequeñas y se caracterizan por su escasa velloidad, distinguiéndose del resto de especies (Caicedo & Peralta, 2001).

### **2.1.2.4 Flores e Inflorescencia**

La corola de la flor presenta una coloración entre blanco, crema o azul púrpura, dependiendo del contenido en antocianinas o flavonas. Ésta mide alrededor de 2 cm y está

conformada por cinco pétalos, dependiendo del tipo de ramificación se pueden obtener hasta tres floraciones sucesivas (Caicedo & Peralta, 2001). Posee una inflorescencia en racimo terminal o en papillón y por planta se pueden presentar hasta 1000 flores (Blanco, 1980).

#### **2.1.2.5 Vainas y Semillas**

Las semillas de chocho se encuentran dentro de vainas pubescentes de 6 a 12 cm de longitud y de forma oblonga. Las vainas poseen alrededor de tres a ocho semillas, mismas que son lenticulares y miden de 0.5 a 1.6 cm (Basantes , 2015). El color de la semilla puede ser: blanco, ocre, crema, pardo, amarillo o marrón. Cada cien semillas de chocho se presenta un peso de 20 a 24 g (Caicedo & Peralta, 2001).

#### **2.1.3 Generalidades del Cultivo**

##### **2.1.3.1 Altitud**

Este cultivo se desarrolla en zonas-templadas frías, resiste a heladas y sequías, adaptándose desde 2800 hasta 3500 msnm, especialmente en altiplanos a 3600 msnm (Caicedo & Peralta, 2001).

##### **2.1.3.2 Precipitación**

La precipitación necesaria por ciclo es 300 mm y en caso de los ecotipos el requerimiento es 600 mm de lluvia debido a su maduración temprana, siendo susceptible cuando las precipitaciones son mayores a 1000 mm (Caicedo & Peralta, 2001). Estas exigencias dependen de temperatura y precocidad de la planta (Basantes , 2015).

##### **2.1.3.3 Temperatura y Luminosidad**

La temperatura necesaria anual se encuentra en el intervalo de 7 a 14°C, tolerando nubosidad y granizo débil. La variedad INIAP 450 tiene una adaptación adecuada a temperaturas bajas. El

cultivo se presenta generalmente en días cortos, aunque en la mayoría de ocasiones es indiferente al fotoperiodo (Basantes , 2015).

## **2.1.4 Composición Química del Chocho**

### **2.1.4.1 Proteínas**

En 300 genotipos de chocho se ha identificado que el contenido de proteína varía entre 41 y 52%, dependiendo de su estado como harina, chocho cocido en cáscara o sin cáscara (Basantes , 2015). Dentro de las proteínas solubles se reportan a las albúminas y globulinas, siendo estas últimas las que representan la mayor fracción proteica (Rodríguez A. , 2009).

El contenido de proteína es mayor cuando se encuentra el chocho cocido sin cáscara alcanzando 17,30 g en comparación a 11,30 g presentes en el chocho cocido con cáscara. En estado de harina de chocho se alcanza 44,60 g de proteína por cada 100 g de porción comestible (Basantes , 2015). El grano de chocho desamargado contiene un 54% de proteína, superando a la soya que presenta un 36%. El contenido de proteína del chocho es mayor inclusive a la suma proteica del fréjol y maní, mismos que presentan 22 y 27% respectivamente. Adicionalmente el nivel proteico va a depender fundamentalmente de su concentración en aminoácidos y su nivel de digestibilidad (Camposano & Delgado, 2017).

Según (Álvarez & Montes, 2018) la semilla del chocho presenta una glicoproteína con posible efecto hipoglucemiante en el organismo. A partir de investigaciones en ratones se ha detectado la eficiencia que genera esta proteína al reducir el nivel de la glucosa plasmática. La actividad funcional de la proteína es la inhibición de la gluconeogénesis y de su intervención para liberar insulina contribuyendo a los tratamientos de las personas con diabetes (Hidalgo, 2015).



#### **2.1.4.2 Aminoácidos**

Los aminoácidos presentes cumplen funciones vitales y algunos están en concentraciones limitantes. El aminoácido presente en mayor contenido en chocho es la leucina, misma que actúa como la glucosa en casos de ayuno y también sustituye a la insulina a nivel celular. Lisina es el siguiente aminoácido sobresaliente en el grano de chocho cumpliendo con las funciones de absorción de calcio, producción de hormonas y enzimas (Chirrinós, 2014).

Según (Suca, 2015) las leguminosas como chocho, soya, haba, frejol y arvejas presentan como aminoácidos limitantes a la metionina y cistina, debido a que son aminoácidos azufrados.

#### **2.1.4.3 Ácidos Grasos**

Se resaltan ácidos grasos saludables en un 18 a 22% y el principal ácido graso es el oleico, encontrándose en un 40%, siendo vital para funciones digestivas y estimulador de hormonas (Villacrés, 1998). El siguiente ácido graso presente es el linoleico en un 37.10%, contiene el omega 6 y forma parte del normal funcionamiento cardiaco e incrementa las defensas en el organismo (Villacrés, Rubio , & Segovia, 2006).

El ácido graso linolénico se encuentra en una concentración de 2.9%, lo cual permite la conservación del aceite evitando la oxidación. Adicionalmente el porcentaje de ácidos grasos dependerá fundamentalmente de los factores ambientales (Villacrés, Rubio , & Segovia, 2006).

#### **2.1.4.4 Minerales y Fibra**

El mineral que predomina en el chocho es calcio con una concentración de 0.48%, considerado como un elemento principal para la formación de huesos y dientes. Este mineral se encuentra en la cáscara del grano, por tanto es importante su consumo sin pelar.

El siguiente mineral abundante es el fósforo, éste se encuentra en una concentración de 0.43% del grano (Villacrés, Rubio , & Segovia, 2006). La función del fósforo es mantener en buen estado al sistema óseo y aportar energía al organismo. En una concentración menor de 78.40 ppm se encuentra el hierro y en la cáscara del grano se encuentra un 10% de fibra, cuya principal función es evitar el estreñimiento y otros problemas de carácter intestinal (Villacrés, Rubio , & Segovia, 2006).

#### **2.1.4.5 Vitaminas**

El folato o la tiamina presentes en esta leguminosa principalmente al sistema nervioso son vitales para el metabolismo. Según datos de la Federación Universitaria Iberoamericana el choco cocinado presenta 0.10 mg de tocoferol, mismo que tiene actividad antioxidante (FUNIBER, 2017).

#### **2.1.4.6 Alcaloides**

Los alcaloides de tipo quinolizidínicos son predominantes en el grano de chocho y son alrededor de 25, siendo estudiados e identificados 19 y de éstos dos se encuentran en mayor concentración (Peñaherrera, 2012). El alcaloide que destaca es la lupanina con un 46% de concentración y a partir de modificaciones como la hidroxilación o esterificación se generan variedades de otros alcaloides (Zabala, 2014).

La lupanina presenta actividad fungicida, nematocida y bactericida para la agronomía e inclusive al utilizarla a determinadas dosis contribuye a la presión arterial (Villacrés, 1998). La esparteína es el segundo alcaloide destacado con un 14%, junto con la lupanina llegan a ser tóxicos entre 11 a 25 mg/Kg de peso corporal en niños y de 26 a 45 mg/Kg de peso corporal en adultos. La esparteína tiene un gran interés farmacéutico por sus efectos analgésicos, cardiovasculares y oxiotóxicos (Peñaherrera, 2012).

### **2.1.5 Pre procesamiento del chocho**

#### **2.1.5.1 Cosecha**

La cosecha del chocho se da cuando las vainas se encuentran secas, tallos lignificados y hojas amarillas. La hoz es la herramienta utilizada para cosechar en campo las vainas, mismas que en conjunto son colocadas en las máquinas trilladoras para obtener el grano. Dentro del cultivo se pueden realizar hasta dos cosechas, la primera cuando los ejes se encuentran secos y la otra a los 25 días cuando las ramas laterales estén maduras (Villacrés, 1998).

#### **2.1.5.2 Trilla**

La trilla es un proceso que permite retirar el grano del chocho de sus vainas cosechadas de manera manual o por máquina trilladora. Las opciones de trilla dependerán del grado de inversión y superficie sembrada del cultivo, el rendimiento de 50 Kg de semilla/h se consigue mediante uso de trilladora (Villacrés, Rubio , & Segovia, 2006). En caso de pequeñas extensiones los agricultores también realizan la trilla mediante el pisoteo de sus animales (Guzman & Gusqui, 2015).

### **2.1.5.3 Secado**

El secado va conforme a la finalidad del grano, si es para semilla (agronomía) o para fines de comercio. La alternativa de siembra se debe elegir en la sombra y para fines comerciales (consumo del grano) existen dos métodos definidos: natural y artificial (Caicedo & Elena , 2001).

La opción natural consiste en el beneficio del sol cuya exposición solar por seis a ocho horas consigue reducir los porcentajes de humedad a 12 y 14%. La secadora es una máquina que mediante inyección de calor y aireación permite secar grandes volúmenes de semillas (Caicedo & Elena , 2001).

### **2.1.5.4 Clasificación y Selección**

La clasificación de las semillas mediante zarandas con un tamiz se consigue descartar las impurezas del grano. Este proceso puede realizarse también de manera manual, semi-manual o automática, ésta última se realiza mediante la máquina Crippen (Caicedo & Elena , 2001).

El clasificado automático permite optimizar los procesos, consiguiendo clasificar 2 toneladas de semillas en 8 horas. Posteriormente comienza la selección, donde la mayoría estarán en primera o segunda categoría. En esta etapa se acepta como máximo un 10% de desperdicios y se eliminan restos vegetales (Yumbla, 2006).

Los granos de primera categoría selectiva son aquellos que presentan colores uniformes y se encuentran retenidos en la zaranda de 9 mm de diámetro. Aquellos granos atravesados por la zaranda de 9 mm y se retienen en 7 mm son denominados como segunda categoría. El resto son granos dañados por causa de algún deterioro por acción mecánica o por efecto de microorganismos patógenos (INEN, 2005).

### **2.1.5.5 Desamargado**

El proceso de desamargado del chocho consta de tres subprocesos fundamentales: hidratación, cocción y lavado. La hidratación permite al grano aumentar su tamaño de 18 a 20 horas en agua y durante la hidratación el grano aumenta su peso inicial en 200 % a una temperatura constante de 40°C (Caicedo & Elena , 2001).

La cocción es el siguiente proceso donde se generan los mayores cambios fisicoquímicos en el grano del chocho. Este proceso consiste en desactivar enzimas, eliminar microorganismos y acelerar la transferencia de alcaloides a la fase líquida (Peñaherrera, 2012). Los chochos deben encontrarse en ollas de 50L para su cocción durante 40 minutos, consiguiendo una dureza del grano de 6.6 a 6.7 mm de penetración (Caicedo & Elena , 2001).

Finalmente continúa el lavado, mismo que permite eliminar gran parte del sabor amargo con agitación constante a 40°C. Se realizan alrededor de tres lavados con cambios de agua por cada 8 horas en el día (Caicedo & Elena , 2001). Según (Peñaherrera, 2012) al implementar una agitación mecánica e hidroagitación de 7 horas por día se consigue optimizar el proceso de desamargado a 5 días.

### **2.1.6 Subproductos del Chocho**

#### **2.1.6.1 Extracto natural líquido de chocho**

El extracto natural o conocido anteriormente como “leche de chocho” es el extracto acuoso del grano, semejante a la leche por apariencia. El producto mantiene su consistencia a partir de proteína hidrolizada y un homogel como estabilizante. Los granos de chocho deben encontrarse totalmente desamargados debido a que los vestigios de sus alcaloides quinolizidínicos afectan a la estabilidad del producto (Villacrés, Rubio , & Segovia, 2006).

Este producto contiene un porcentaje en proteína de 3.5%, 1.6% en grasa y 12% de sólidos totales destacables, siendo aceptado por sus características organolépticas por varios consumidores. Al trabajar con 1 kg de chocho se obtiene alrededor de 2 L de leche, siendo importante considerar que se debe almacenar bajo refrigeración (Villacrés, Rubio , & Segovia, 2006).

#### **2.1.6.2 Yogurt de Chocho**

El yogurt de chocho es nutritivo y se obtiene de manera similar al yogurt elaborado por las industrias lácteas. Mediante la “leche de chocho” se realiza el proceso de pasteurización y luego la inoculación con bacterias *Lactobacillus* en una proporción del 2 a 3%. El producto obtenido presenta un 3.7% de proteína, 2.2% en grasa y sobresale el contenido de calcio con 0.33 g/100 mL (Villacrés, Rubio , & Segovia, 2006).

El producto presenta un pH de 4.3 y destaca por su contenido de aminoácidos, contribuye a recuperar la flora intestinal debido a que previene problemas de infección intestinal. El almacenamiento por refrigeración es fundamental para que el producto tenga una adecuada comercialización (Villacrés, Rubio , & Segovia, 2006).

#### **2.2 Manjar de leche**

El manjar de leche generado por concentración térmica mediante presión normal o reducida de la leche apta para el consumo y con el agregado de azúcar blanco. Este producto presenta un aw igual a 0.83, categorizándolo como un producto de humedad intermedia y susceptible al apareamiento de mohos o levaduras (Ortega, 2013).

### **2.2.1 Elaboración**

La elaboración del manjar de leche inicia cuando se coloca 50% de leche, bicarbonato de sodio para evitar sinéresis (neutralizante al 0.1%) y azúcar en un recipiente industrial adecuado, mismo que debe calentarse para alcanzar la ebullición requerida. A continuación se coloca el siguiente 50% de leche (previamente caliente) a la primera mezcla con cuidado de no rebasar la capacidad del recipiente (INTI, 2010).

Al hervir la mezcla se comienza con la agitación constante evitando que durante el proceso se quemé o corte. En la etapa cercana al final del proceso se coloca la glucosa para generar el color característico (5% sobre el total de leche) y la esencia de vainilla u otro aromatizante. El manjar de leche debe presentar alrededor de 62° Brix y debe enfriarse hasta 60°C (recipiente con agua fría) para posteriormente envasarlo a 50°C (INTI, 2010).

### **2.2.2 Características Sensoriales**

El manjar de leche es reconocido por sus características sensoriales clásicas como su consistencia cremosa o pastosa con ausencia de cristales perceptibles, siendo ésta más firme para repostería. El color es castaño acaramelado por los cambios de calor generados durante la elaboración (Gutiérrez, 2014).

El flavor es característico por ser moderadamente dulce y con olor suave lácteo, cuando se presenta demasiado dulce es debido a un desbalance en la formulación. La hidrólisis de lactosa genera cambios a nivel organoléptico, inclusive alterando su aceptabilidad por los consumidores (Zunino, 2012).

### **2.2.3 Requisitos Microbiológicos**

Las normativas INEN 700 e INEN 1529-10 indican los requisitos a nivel microbiológico que debe cumplir el manjar de leche para su comercialización a nivel nacional. El recuento de las poblaciones en mohos y levaduras no debe ser mayor a  $10^2$  UFC/g, en 2 muestras de 5 analizadas. Adicionalmente el producto debe estar en envases herméticamente cerrados para su correcto almacenamiento (INEN, 2005).

### **2.2.4 Alternativas y Combinaciones**

Actualmente las investigaciones basadas en manjar de leche se han enfocado en la sustitución total o parcial de ciertos ingredientes cotidianos por otros de carácter funcional. En Colombia se ha enriquecido al arequipe común mediante la agregación de cidra o chayote en su preparación, aportando con 5% de proteína, calcio y vitaminas (Villegas & Cubillos, 2013).

Según (Gutiérrez, 2014) el dulce de leche también puede convertirse en un producto reducido en contenido calórico, sustituyendo al azúcar por sucralosa o polidextrosa. La preparación basada en 13% de polidextrosa con leche entera genera una textura cremosa de gran aceptabilidad por los consumidores.

En nuestro país se ha realizado una combinación entre la leche de vaca y el extracto líquido blanquecino del maíz, obtenido mediante el despulpado y tamizado del grano de choclo. Según (Ortega, 2013) aquel producto obtenido con 90% de leche de vaca y 10% del extracto del grano de choclo es más aceptado por presentar características organolépticas similares al del manjar de leche tradicional, destacándose por su medio contenido en grasa y alto porcentaje de vitaminas.



## **2.3 Edulcorantes**

### **2.3.1 Stevia**

La stevia comercial como un edulcorante no calórico y valorada por tener un nivel endulzante mayor que el azúcar. Este aditivo alimentario tiene propiedades antioxidantes, antibacterianas para prevenir caries y presenta un bajo nivel glucémico, siendo apto para diabéticos. Los compuestos responsables de su efecto endulzante son los glucósidos de esteviol, siendo los más importantes el esteviósido y el rebaudiósido (Salvador, Herrera, & Paucar, 2014).

### **2.3.2 Sacarosa**

La sacarosa es un edulcorante extraído de la planta caña de azúcar o remolacha azucarera mediante procesos agroindustriales. Este disacárido (glucosa y fructosa) se caracteriza por su alto contenido calórico de 398 Kcal/100g, carece de proteínas y minerales. Este edulcorante natural tiene como principal característica su alta solubilidad y su acción higroscópica al retener moléculas de agua, lo cual que permite generar productos dulces con una adecuada estabilidad (Ortega, 2013).

## **2.4 Métodos de Conservación**

### **2.4.1 Tratamiento térmico**

Los tratamientos térmicos implementados para productos de humedad intermedia como los dulces de leche tienen por finalidad disminuir la carga microbiana mediante cambios en temperatura (Vanegas, 2010). Según (Hernández & Barrera, 2004) el néctar de arazá envasado debe pasar por un tratamiento térmico denominado enfriamiento por rebalse, mismo que consiste en cambiar paulatinamente el agua caliente por agua fría.

El tratamiento descrito es opcional, siendo generalmente utilizado en producciones del tipo semi-industrial. El aporte tecnológico debe permitir alcanzar los 110 a 120°C por tiempos cortos, para lo cual los envases deben poseer resistencia térmica (INTI, 2010). Según (Simión, 2003) los tratamientos térmicos alteran al producto final principalmente en su contenido proteico y existen inclusive mohos resistentes a altas temperaturas como *Penicillium simplicissimum* y *Eurotium chevalieri*.

#### **2.4.2 Adición de Sorbato de Potasio**

El sorbato de potasio es utilizado en alimentos para disminuir microorganismos oportunistas presentes en dulces de leche como mohos o levaduras. El mecanismo de acción de este conservante se basa en inhibir la actividad de sistemas enzimáticos, sistemas de transporte y sustratos en las membranas de los microorganismos (Badui, 2006).

Los hongos mueren debido a que su pared celular se encuentra con agujeros por reacciones de oxidación causadas por el sorbato de potasio. Su efectividad es dependiente de las características propias del producto como: composición, flora microbiana, actividad del agua y pH, siendo más efectivo cuando el pH es ácido (Badui, 2006).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación del lugar de investigación

##### 3.1.1 Ubicación Política

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones de los laboratorios de Fitopatología y Agroindustrias, Carrera de Agropecuaria IASA I, Hacienda El Prado, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Parroquia Sangolquí, Cantón Rumiñahui, Provincia Pichincha.

##### 3.1.2 Ubicación Geográfica

Latitud: 0° 23' 27.98" S y Longitud: 78° 24' 49.16" O



*Figura 1* Ubicación del Laboratorio de Agroindustria  
Fuente: (Google Earth, 2018)

### **3.1.3 Condiciones de Laboratorio**

El laboratorio de Agroindustria presenta una temperatura promedio de 16°C con una máxima de 21°C y una mínima de 7°C. Adicionalmente presenta el 90% en humedad medida a partir de una respectiva carta psicrométrica y posee una ventilación adecuada.

## **3.2 Materiales y Equipos**

### **3.2.1 Materiales para elaboración del manjar de chocho**

#### **3.2.1.1 Materia Prima**

- Granos de Chocho desamargados por normativa INEN 2390
- Leche pasteurizada de vaca

#### **3.2.1.2 Insumos**

- Sacarosa
- Sorbato de potasio
- Stevia

#### **3.2.1.3 Materiales**

- Cuchara de palo
- Envases de vidrio de 250 mL
- Guantes desechables para laboratorio
- Mandil
- Paila metálica

### **3.2.1.4 Equipos de agroindustria**

- Cocina industrial
- Licuadora industrial

### **3.2.1.5 Equipos de proceso**

- Balanza análoga
- Balanza digital Camry
- Refractómetro 0-90 modelo 107,107B
- Termómetro de mercurio

## **3.2.2 Materiales para el análisis microbiológico**

### **3.2.2.1 Materiales**

- Matraz de 250 ml
- Tubos de ensayo de 15 ml
- Micropipeta de 1000 ul
- Pipeta de 10 ml
- Espátula
- Placas Petrifilm 3M para mohos y levaduras
- Mechero

### **3.2.2.2 Equipos**

- Cámara de flujo laminar
- Incubadora Thelco
- Vortex

- Autoclave
- Agitador Automático

### **3.2.3 Materiales para Análisis Organoléptico**

- Hojas de catación
- Esferos
- Envases de plástico
- Vasos con agua
- Sillas y mesas

### **3.2.4 Materiales para el análisis bromatológico**

- Materiales y equipos Kjeldahl
- Reactivos para titulación
- Equipo de titulación
- Balanza analítica de sensibilidad 0,1 mg
- Estufa y cápsulas de porcelana

### **3.2.5 Materiales para el “Focus Group”**

- Computadora
- Hojas y Esferos
- Cámara fotográfica y filmadora
- Envases con los mejores tratamientos

### **3.3 Métodos**

#### **3.3.1 Elaboración del manjar de chocho**

##### **3.3.1.1 Recolección de la materia prima**

Se adquirieron alrededor de 1400 g de chochos desamargados según la normativa INEN 2390 de marca “La Verde” sin sal con un tiempo de vida útil de 15 días. El producto fue adquirido en Supermaxi, ubicado en el centro comercial San Luis en Sangolquí.

##### **3.3.1.2 Pesado y Licuado**

Se pesaron los granos de chocho en la balanza análoga y se midió el volumen de leche entera ultrapasteurizada de vaca para cada tratamiento. Adicionalmente se pesó cada edulcorante (sacarosa y stevia), tomando en cuenta el aporte edulcorante de los glicósidos de esteviol. Posteriormente se licuaron los granos de chocho con la leche al nivel máximo por alrededor de cinco minutos.

##### **3.3.1.3 Mezclado y Cocción**

En esta etapa se colocó cada ingrediente en una paila metálica y se mezcló mediante agitación constante con una cuchara de palo a fuego medio en la cocina industrial (Ortega, 2013). Se agitó la mezcla hasta obtener la concentración térmica requerida mediante cocción hasta alcanzar 30° Bx, determinados por el refractómetro mediante dilución de 1g de manjar en 9 mL de agua destilada

A continuación se colocó el sorbato de potasio a una concentración de 0.1%, cumpliendo con la normativa 01.7 para postres lácteos presente en el Codex Alimentario de la GSFA (FAO, 2018). Se adicionó el conservante solo para la primera mitad de los tratamientos, debido a que la otra mitad tuvo un proceso térmico posterior al envasado.

#### **3.3.1.4 Enfriado y Envasado**

Se enfrió la mezcla hasta 55°C y posteriormente se envasó en recipientes de vidrio previamente lavados y desinfectados (INTI, 2010). A continuación se colocó alrededor de 130 g de manjar de chocho (peso neto) en los recipientes de vidrio y se los tapó para almacenarlos a temperaturas de 7°C en refrigeración y a 17°C en un equipo baño maría previamente calibrado. Para la otra mitad de unidades sin sorbato de potasio se realizó un respectivo tratamiento térmico luego de ser envasadas.

#### **3.3.1.5 Tratamiento Térmico**

Los envases herméticamente cerrados y sin sorbato de potasio se los sumergió en agua caliente dentro de una olla de presión a una temperatura de 80°C. Enseguida se tapó a la olla de presión con los envases dentro hasta alcanzar la temperatura de ebullición de 92°C durante 15 minutos.

A continuación se liberó la presión retenida en la olla por 6 minutos y se abrió la tapa para realizar el enfriamiento por rebalse, necesario para la conservación del producto en el tiempo (Hernández & Barrera, 2004). Se enfriaron los envases mediante liberación del agua de grifo por 8 minutos. Posteriormente se retiraron al tiempo de la olla a los envases fríos para almacenarlos a temperaturas de 7 y 17°C.

### **3.3.2 Análisis microbiológico**

#### **3.3.2.1 Preparación de las diluciones**

Se preparó 540 mL de solución salina con agua y cloruro de sodio a concentración de 0.5% por tratamiento, con la finalidad de mantener un medio isotónico para que prevalezcan viables las esporas del manjar de chocho (Forbes, Schum, & Weissfeld, 2004).



Posteriormente en la cámara de flujo laminar se sometió los materiales previamente esterilizados a luz ultravioleta por 10 minutos. A continuación mediante una pipeta se colocó 9 mL de la solución salina en 9 tubos de ensayo por cada unidad o manjar.

Se colocó 90 mL de la solución salina en un matraz Erlenmeyer mediante una probeta. Enseguida se pesó 10g del manjar de chocho en una balanza digital y se colocó a dicha muestra en los 90 mL de solución salina contenida en el matraz Erlenmeyer, obteniendo una primera dilución 1:10 (ANMAT, 2014).

A continuación se homogenizó la dilución 1:10 mediante agitación automática a 150 rpm durante 10 minutos. Después mediante una micropipeta de 1000 uL se tomó 1 mL de la dilución homogenizada y se la colocó en un tubo de ensayo con solución salina.

Se homogenizó el tubo de ensayo con dilución 1:100 mediante vortex por 10 segundos. A continuación se tomó 1 mL del tubo de ensayo con dilución 1:100 y se colocó en el siguiente tubo de ensayo con solución salina. Este proceso se repitió con los siguientes tubos de ensayo hasta obtener una dilución 1:10000 o  $10^{-4}$ . El banco de dilución por cada unidad o manjar de chocho constó de 3 líneas de dilución o réplicas de  $10^{-4}$  para su análisis.

### **3.3.2.2 Siembra o Inoculación**

Se levantó la cubierta de la placa petrifilm 3m, y con una micropipeta se tomó 1 mL del tubo de ensayo con dilución  $10^{-4}$ . A continuación se colocó dicha alícuota en el centro de la placa 3m Petrifilm donde se encuentra incorporado el medio de crecimiento específico para mohos y levaduras, este proceso se realizó cercano a la llama del mechero para evitar contaminación del ambiente (Pasto, 2011).

A continuación se tapó suavemente la alícuota con la cubierta de la placa petrifilm y enseguida se realizó la dispersión de la alícuota por todo el medio utilizando un dispersor circular. Este proceso de siembra se realizó por cada réplica de dilución, obteniendo 3 siembras por cada unidad o manjar de chocho.

### **3.3.2.3 Incubación**

Se colocó a todas las placas sembradas en la incubadora a 26°C durante 3 días, en grupos apilados de 3 placas para optimizar el espacio dentro del equipo (Vallejo & Peñafiel, 2012)

### **3.3.2.4 Recuento**

Se contó a los 3 días de incubación el crecimiento de mohos y levaduras presentes en las placas petrifilm 3m. Se marcó a las colonias de levaduras (pequeñas de color azul verdoso) y mohos (grandes de color variable) mediante un marcador negro permanente punta fina (Pasto, 2011).

Se multiplicó el número de colinas presentes en la placa por el inverso del factor de dilución  $10^4$ , y se dividió para 1mL que corresponde al volumen sembrado en cada placa (Tortora, Berdell, & Case, 2007). Este recuento se realizó a las 3 réplicas sembradas, obteniendo 3 recuentos por cada unidad o manjar de chocho.

## **3.3.3 Análisis Sensorial**

### **3.3.3.1 Selección del lugar y participantes**

Se seleccionó un lugar adecuado con iluminación y separación entre mesas para simular a una sala de catación. Este lugar fue la sala de profesores ubicada en la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, misma que estuvo a disposición durante el periodo del análisis. Se eligió a 5

participantes con experiencia previa en ejercicios de catación, y se les indicó previamente el objetivo del análisis sensorial (Costell, 2005).

### **3.3.3.2 Preparación de muestras del manjar de chocho**

Se tomó con una espátula previamente desinfectada una muestra de aproximadamente 25 g por cada unidad y se colocó a dicha muestra en un envase de plástico desinfectado de 50 cm<sup>3</sup>. Se preparó 5 muestras por cada tratamiento dentro de una cámara de flujo para evitar cualquier contaminación.

### **3.3.3.3 Aplicación del análisis organoléptico**

Se realizó una escala hedónica para el análisis de 5 variables: sabor, color, olor, textura y aceptabilidad. Se elaboró una hoja de catación donde cada variable presentó una escala del 1 a 5, resaltando aquellos atributos de preferencia (Costell, 2005).

Se colocó 8 muestras que representaron a los 8 tratamientos sobre la mesa de cada evaluador o catador. Cada catador evaluó las 8 muestras de izquierda a derecha, y bebieron un sorbo de agua por cada degustación.

La evaluación sensorial se realizó a los 5, 10 y 20 días de almacenamiento de los tratamientos con los mismos evaluadores o catadores a primeras horas de la mañana. Al final de cada evaluación se retiró las hojas y se consideró las observaciones realizadas por cada catador.

## **3.3.4 Diseño Experimental**

### **3.3.4.1 Crecimiento de mohos y levaduras**

Se realizó un diseño completamente aleatorizado trifactorial con 2 niveles (2<sup>3</sup>), siendo la unidad experimental los envases de manjar de chocho y la variable de respuesta el crecimiento

UFC (unidades formadoras de colonia) de mohos y levaduras. A continuación en la tabla 1 se indican los tratamientos de acuerdo con sus respectivos factores fijos.

**Tabla 1**

*Tratamientos evaluados a nivel microbiológico*

Tratamiento	Descripción
T1	Temperatura de 7°C, sacarosa y método químico
T2	Temperatura de 7°C, sacarosa y método físico
T3	Temperatura de 7°C, stevia y método químico
T4	Temperatura de 7°C, stevia y método físico
T5	Temperatura de 17°C, sacarosa y método químico
T6	Temperatura de 17°C, sacarosa y método físico
T7	Temperatura de 17°C, stevia y método químico
T8	Temperatura de 17°C, stevia y método físico

### 3.3.4.2 Pruebas de degustación

Se realizó un diseño de Bloques Completamente Aleatorios (DBCA) con los tratamientos resultantes del proceso agroindustrial y con catadores o evaluadores como bloques (Saltos, 1993). Se obtuvo 5 repeticiones por tratamiento y se seleccionó 5 catadores para su análisis a los 5, 10 y 20 días. Se utilizó una muestra de 25g como unidad experimental por envase de los 4 primeros tratamientos.

**Tabla 2**

*Tratamientos evaluados sensorialmente*

Bloques (Catadores)	Tratamientos			
1	T1	T3	T4	T2
2	T2	T3	T1	T4
3	T4	T1	T3	T2
4	T1	T2	T3	T4
5	T3	T1	T2	T4

La tabla 2 indica que cada bloque o catador analizó los 4 tratamientos al azar en cada degustación durante los 3 días correspondientes al análisis. A partir de este esquema se tomó cada dato analizando su ponderación del 1 al 5 para las variables: color, sabor, textura, olor y aceptabilidad.

### **3.3.5 Análisis Bromatológico**

#### **3.3.5.1 Determinación de proteína**

Se pesó 2 gramos de los tratamientos 2 y 4 por duplicado dentro de papel encerado mediante la balanza digital de precisión. A continuación se colocó a cada una de las muestras en cada tubo kjeldahl respectivo y se adicionó media pastilla de kjeldahl de 5g con 15 mL de ácido sulfúrico concentrado. Enseguida se conectó cada tubo kjeldahl a la trampa de absorción que contenía 250 ml de hidróxido de sodio al 15% e inmediatamente se encendió la bomba de succión (Harris, 2003).

Se encendió la manta calefactora iniciando por 15 minutos a una temperatura de 100°C, 15 minutos más a 200°C y finalmente a temperatura de ebullición del ácido sulfúrico. Después se dejó a que los tubos alcancen la temperatura ambiente y se agregó 75mL de agua destilada (Harris, 2003). Posteriormente se ubicó a cada tubo en la unidad de destilación y se colocó 75 ml de ácido bórico en un matraz de 250 ml. Enseguida se añadió 2 gotas de solución indicadora y se encendió al equipo durante 5 minutos para la destilación.

Finalmente se tituló con ácido clorhídrico 0.1N hasta que se obtuvo un viraje de color verde a rosado, y se anotó el volumen transcurrido. Se anotó cada resultado y se aplicó la fórmula correspondiente para el cálculo de nitrógeno junto con el factor de conversión para proteína (Harris, 2003).

#### **3.3.5.2 Determinación de humedad**

Se colocó 4 marcas de identificación para cada muestra de los tratamientos 2 y 4, y se pesó a cada cápsula de porcelana en la balanza de precisión. A continuación se pesó 3 gramos de la muestra y se los colocó en cada cápsula. Enseguida se colocó a cada cápsula en la estufa a 100°C

durante 24 horas. Posteriormente se retiraron a las cápsulas mediante un desecador y se luego se pesó a cada una de ellas mediante la balanza digital de precisión (Bolaños, Lutz, & Herrera, 2003).

### **3.3.6 Análisis de mercado**

La evaluación del manjar de chocho en el mercado se realizó mediante el análisis cualitativo denominado focus group o grupo focal. En primer lugar se determinó el número de participantes a partir de encuestas del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos o revistas de salud y bienestar enfocadas a las tendencias de alimentación (Merino & Pintado, 2015).

Se identificó que 1 de cada 3 personas en el Ecuador son millennials (nuevo milenio) con una edad de 22 a 36 años y que el 48% de esta población millennial practica algún tipo de deporte siendo predominante la salud y bienestar (INEC, 2014). La revista Eroski Consumer encontró que 2 de cada 3 consumidores de entre 30 a 40 años optan por productos funcionales, es decir aquellos que cumplen un rol importante para la salud (Cuevas, 2014).

Se identificó que en nuestro país la decisión de compra de productos lácteos está influenciada por el semáforo nutricional, optando por menos azúcar (Paguay, 2017). A continuación se seleccionó a 5 personas del norte de Quito, 3 jóvenes de 23 a 27 años de edad, y 2 personas de 30 a 40 años. Además se gestionó para utilizar la sala de reuniones de la Unidad de Emprendimiento de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

La sesión de focus group se realizó en base a los tratamientos 2 y 4 que tuvieron una mejor estabilidad microbiológica y se acercaron a la tendencia del consumo actual nacional. Se aplicó 5 preguntas referentes a las variables: presentación, precio y sabor, para determinar los factores de

preferencia del consumidor y el grado de aceptabilidad de los 2 tratamientos (Kotler & Armstrong, 2008).

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Análisis Microbiológico

Se analizó estadísticamente los resultados del crecimiento de levaduras y mohos, mediante el análisis de modelos lineales generalizados mixtos, debido a que los datos no cumplieron con los supuestos de normalidad y homocedasticidad. El modelo mixto se ajustó a los datos de crecimiento (UFC), relacionándolos completamente con los factores fijos (temperatura, edulcorante y método de conservación), adicionalmente se dividió a dichos resultados en los 3 tiempos de conteo (10, 20 y 30 días).

##### 4.1.1 Crecimiento de mohos y levaduras a los 10 días

El análisis del crecimiento de mohos y levaduras se realizó mediante el modelo *mglm* con el software actualizado de Infostat y R, donde el modelo generalizado lineal se adaptó correctamente a los datos de UFC (unidades formadoras de colonia). A continuación se describen en las tablas 3 y 4 las pruebas preliminares.

**Tabla 3**

*Análisis general del modelo *mglm* para mohos y levaduras a los 10 días*

Familia	Enlace	Convergencia	Escala
Gaussian	Identy	Alcanzada	0,69

**Tabla 4**

*Medidas de ajuste del modelo *mglm* para mohos y levaduras a los 10 días*

N	AIC	BIC	LogLik	Deviance
24	67,31	77,91	-24,65	10,96

*Nota:* AIC: Información de Akaike; BIC: Criterio de Schwarz



Las tablas 3 y 4 indican que los datos se ajustan adecuadamente a un modelo generalizado, debido a que sus varianzas pertenecen a la familia Gaussiana con una escala de 0,69 (Correa & Salazar, 2016). Las medidas de ajuste para los 10 días indicaron valores bajos en AIC y BIC, lo cual confirmó que el modelo es adecuado, con un logLik de -24,65.

**Tabla 5**

*Prueba de hipótesis secuenciales en UFC de mohos y levaduras a los 10 días.*

Factores	GI	Desviación Residual	gl	Diferencia Residual	Pr (>Chi)
Nula			23	147,98	
Temperatura	1	46,29	22	101,69	<0,0001
Edulcorante	1	5,35	21	96,34	0,0052
Método	1	40,91	20	55,43	<0,0001
Temperatura*Edulcorante	1	3,63	19	51,80	0,0214
Temperatura*Método	1	35,86	18	15,95	<0,0001
Edulcorante*Método	1	3,13	17	12,82	0,0326
Temperatura*Edulcorante*Método	1	1,85	16	10,96	0,1001

*Nota:* Valor  $p < 0,05$  presenta diferencias significativas

Tras analizar la prueba de hipótesis secuenciales se identificó diferencias significativas con valor  $p < 0,05$  en Pr(>Chi) en los factores e interacciones siguientes: edulcorante, temperatura con edulcorante, edulcorante con método, temperatura, método, y su interacción correspondiente a los 10 días.

Los factores temperatura, método y su interacción presentaron un valor de Pr(>Chi) igual a <0,0001, siendo el p-valor más significativo en comparación a los otros factores e interacciones. A continuación se detallan las medias ajustadas y errores estándares para las interacciones correspondientes.

#### 4.1.1.1 Interacción temperatura y edulcorante

En la tabla 6 se identificaron 3 grupos diferentes de acuerdo a las medias ajustadas, mediante prueba DGC ( $\alpha=0,05$ ) siendo las combinaciones de 7°C: estevia y 7°C: sacarosa, resaltando la segunda donde no hubo crecimiento de mohos y levaduras.

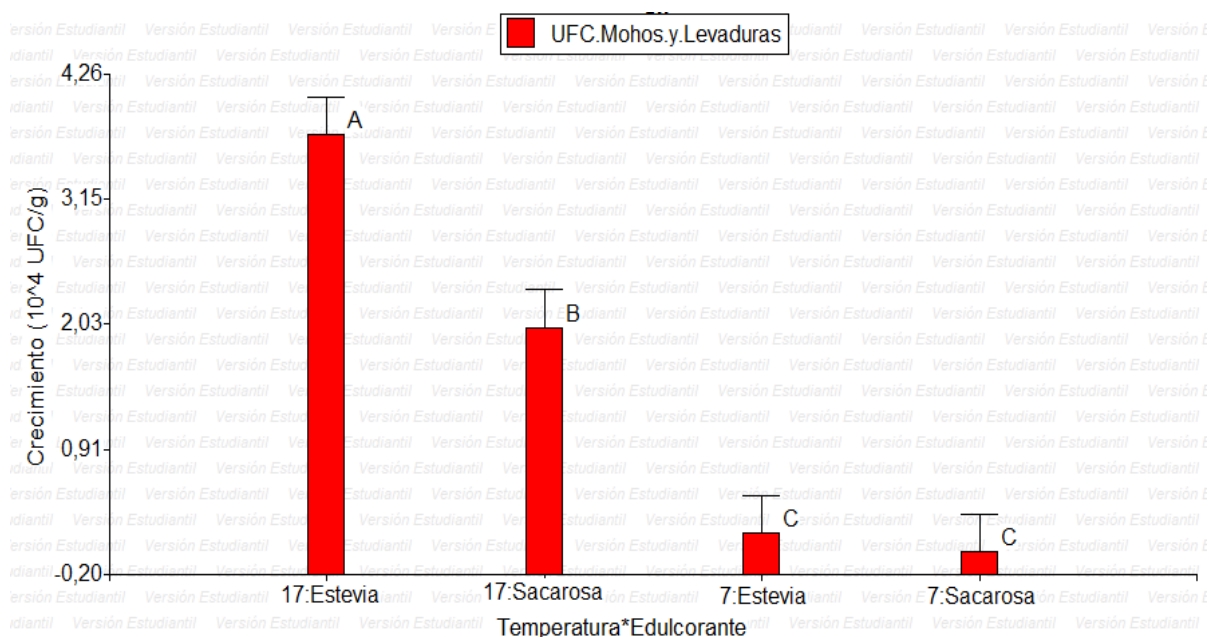
**Tabla 6**

*Medias ajustadas y errores estándares para temperatura\*edulcorante a los 10 días*

Temperatura	Edulcorante	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
17	Estevia	3,72	0,34	3,72	0,34	A
17	Sacarosa	2,00	0,34	2,00	0,34	B
7	Estevia	0,17	0,34	0,17	0,34	C
7	Sacarosa	0,00	0,34	0,00	0,34	C

**Nota:** Medias con letra común no son significativas

A continuación en la figura 2 se indica que las interacciones 7°C con los edulcorantes presentaron el menor crecimiento de mohos y levaduras en comparación a las interacciones similares a 17°C.



**Figura 2.** Diagrama de barras de la interacción temperatura con edulcorante

#### 4.1.1.2 Interacción edulcorante y método

Tras realizar la prueba DGC ( $\alpha=0,05$ ) para la interacción edulcorante y método se identificaron 3 grupos diferentes donde la interacción sacarosa con método físico resaltó por presentar una media de  $0,06 \times 10^4$  UFC/g, a continuación se describe el análisis en la tabla 7.

**Tabla 7**

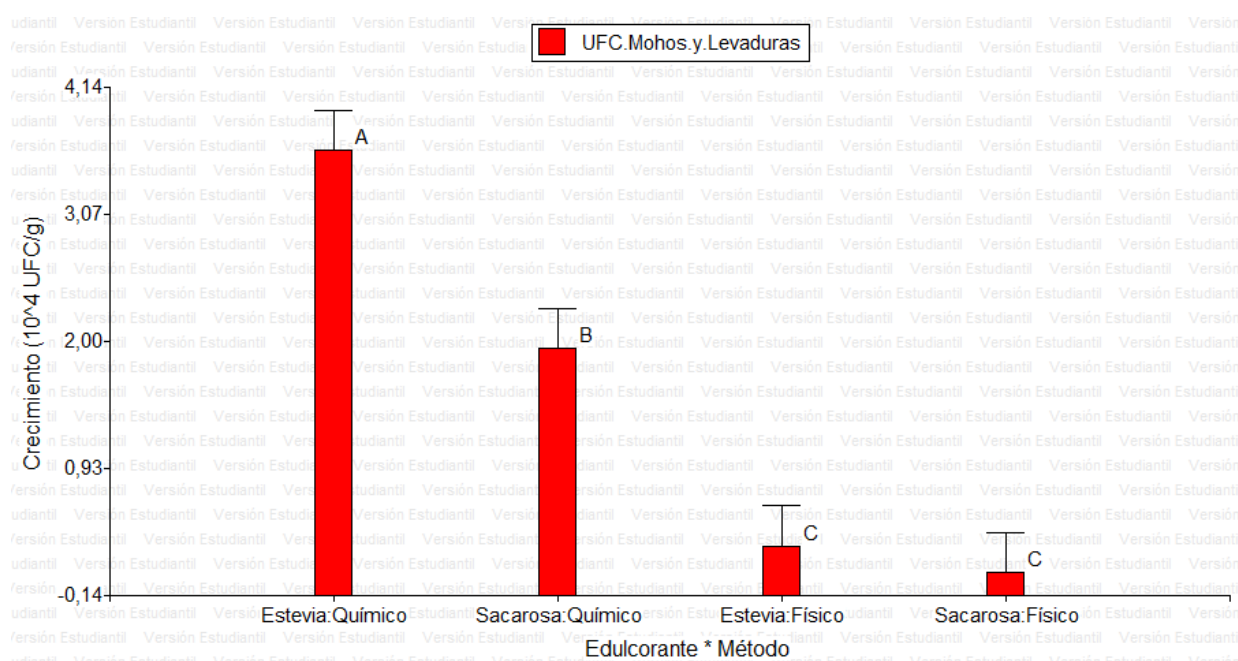
*Medias ajustadas y errores estándares para edulcorante\*método a los 10 días*

Edulcorante	Método	PredLin	E.E.	UFC/g* $10^4$	E.E.	
Estevia	Químico	3,61	0,34	3,61	0,34	A
Sacarosa	Químico	1,94	0,34	1,94	0,34	B
Estevia	Físico	0,28	0,34	0,28	0,34	C
Sacarosa	Físico	0,06	0,34	0,06	0,34	C

*Nota:* Medias con letra común no son significativas.

El análisis de las tablas 6 y 7 indicó que el edulcorante sacarosa y su interacción con los otros factores contribuyen a reducir el crecimiento de mohos y levaduras. Según (Vera, 2012), la sacarosa a diferencia de la estevia, aporta con sólidos solubles reduciendo la actividad del agua del producto y mejorando su estabilidad en el tiempo. Esto último concuerda con la tabla 7 donde se encontró una media de  $0,28 \times 10^4$  UFC/g en la interacción estevia con método físico y  $1,94 \times 10^4$  UFC/g para método químico con sacarosa.

En las interacciones de los edulcorantes con método químico se identificaron medias de  $1,94 \times 10^4$  y  $3,61 \times 10^4$  UFC/g, lo cual significa que el método químico no disminuyó el crecimiento de mohos y levaduras en comparación al método físico.



**Figura 3.** Diagrama de barras de la interacción edulcorante y método a los 10 días

La figura 3 indica que el método físico y el edulcorante sacarosa reducen el crecimiento pero no lo inhiben. Esto último contrasta en parte con lo dicho por (Figuerola, Estévez, & Avedaño, 2008), quienes afirman que en la interacción del método químico con edulcorante glicerol permite que el producto de humedad intermedia con fréjol se establezca a nivel microbiológico por 30 días.

Adicionalmente en la interacción estevia con método químico (sorbato de potasio) se obtuvo una media de  $3.96 \times 10^4$  UFC/g, alejándose completamente del cumplimiento de la normativa INEN 700 para dulces de leche (INEN, 2005). Estos resultados con estevia contradicen lo expuesto por (Pasto, 2011) en su estudio sobre la elaboración de una mermelada de durazno con estevia, donde la combinación de estevia con sorbato de potasio no presentó crecimiento de microorganismos oportunistas durante 5 días.

### 4.1.1.3 Edulcorante

En el análisis de medias ajustadas y errores estándares con la prueba DGC para el factor edulcorante se encontró 2 grupos diferentes, alcanzando el edulcorante estevia una media de  $1,94 \times 10^4$  UFC/g en comparación al  $1 \times 10^4$  UFC/g del edulcorante sacarosa, como lo detalla la siguiente tabla 8.

**Tabla 8**

*Medias ajustadas y errores estándares para edulcorante \*método a los 10 días*

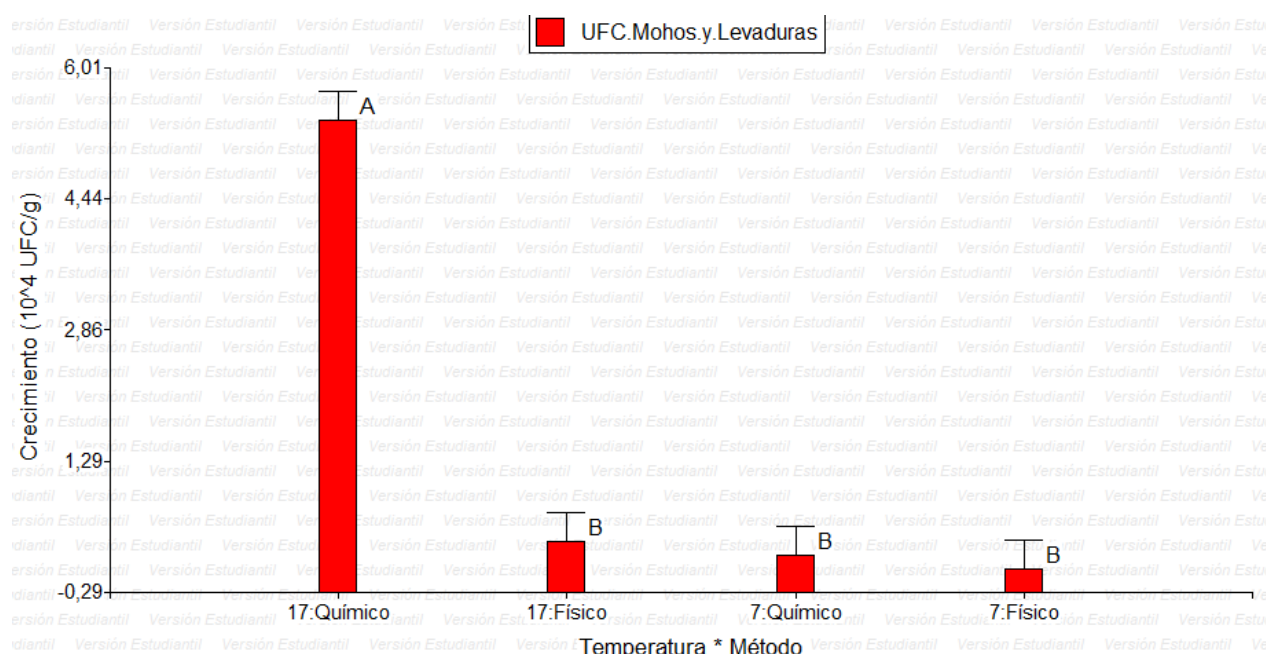
<b>Edulcorante</b>	<b>PredLin</b>	<b>E.E.</b>	<b>UFC/g*10<sup>4</sup></b>	<b>E.E</b>	
Estevia	1,94	0,24	1,94	0,24	A
B	1,00	0,24	1,00	0,24	B

*Nota:* Medias con letra común no son significativas

Los resultados indicaron que el efecto de la sacarosa es determinante para que el manjar de chocho presente menor crecimiento de mohos o levaduras. Sin embargo (Pasto, 2011) en su estudio sobre la sustitución de sacarosa por estevia en el dulce de leche, determinó que dicha sustitución no generó inestabilidad en el producto. En el dulce de leche con estevia no hubo presencia de mohos o levaduras a los 5 días de almacenamiento (Pasto, 2011).

### 4.1.1.4 Interacción temperatura y método

Según la prueba DGC ( $\alpha=0,05$ ) para la interacción de temperatura con método se encontraron 2 grupos heterogéneos, la combinación del método físico con  $7^{\circ}\text{C}$  no presentó ningún crecimiento de mohos y levaduras, destacándose sobre el resto de combinaciones.



**Figura 4.** Diagrama de la interacción temperatura\*método a los 10 días

La figura 4 indica que la combinación de 7°C y método físico es la adecuada para la selección del mejor tratamiento, por su total inhibición de mohos y levaduras durante los 10 días de almacenamiento.

**Tabla 9**

*Medias ajustadas y errores estándares para edulcorante\*método a los 10 días*

Temperatura	Método	PredLin	E.E.	UFC/g*10 <sup>4</sup>	EE	
17	Químico	5,39	0,34	5,39	0,34	A
17	Físico	0,33	0,34	0,33	0,34	B
7	Químico	0,17	0,34	0,17	0,34	B
7	Físico	0,00	0,34	0,00	0,34	B

**Nota:** Medias con letra común no son significativas

En la tabla 9 se indica la presencia de 2 grupos heterogéneos, siendo la combinación 17°C y método químico la que se aleja por completo del resto de interacciones, debido a que presenta una media superior de  $5,39 \times 10^4$  UFC/g, en contraste con la interacción 7°C y método físico que inhibió el crecimiento. Estos resultados se corroboran con lo reportado por (Landeta, 2016) en su

estudio sobre la estabilización de una bebida a base de chocho, donde no hubo crecimiento de mohos o levaduras a los 15 días para aquellos tratamientos que pasaron por un método físico de esterilización y fueron almacenados a 4°C.

#### 4.1.2 Crecimiento de mohos y levaduras a los 20 y 30 días

Se realizó el análisis estadístico de modelos generalizados para el crecimiento de mohos y levaduras, en ambos casos el modelo se adaptó a una familia Gaussiana y se alcanzó la convergencia adecuada con una escala de 97,87 y 1435,93, a los 20 y 30 días.

**Tabla 10**

*Análisis general del modelo mglm para mohos y levaduras a los 20 días*

Familia	Enlace	Convergencia	Escala
Gaussian	Identy	Alcanzada	97,87

**Tabla 11**

*Medidas general del modelo mglm para mohos y levaduras a los 30 días*

Familia	Enlace	Convergencia	Escala
Gaussian	Identy	Alcanzada	1435,93

Las medidas de ajuste del modelo mglm para mohos y levaduras durante los 20 y 30 días presentó valores ajustados con un AIC y BIC adecuado para el análisis de los efectos fijos, a continuación en las tablas 12 y 13 se describen los primeros resultados.

**Tabla 12**

*Medidas de ajuste del modelo mglm para mohos y levaduras a los 20 días*

N	AIC	BIC	LogLik	Deviance
24	186,39	196,99	-84,19	1566,00

*Nota:* AIC: Información de Akaike; BIC: Criterio de Schwarz

**Tabla 13**

*Medidas de ajuste del modelo mglm para mohos y levaduras a los 30 días*

N	AIC	BIC	LogLik	Deviance
24	250,00	261,45	-116,42	22974,82

*Nota:* AIC: Información de Akaike; BIC: Criterio de Schwarz

Posteriormente se realizó las pruebas de hipótesis secuencial para los efectos fijos sobre los tratamientos y se encontró diferencias significativas para temperatura, método y su interacción correspondiente a los 20 y 30 días. En las tablas 14 y 15 se describen los valores correspondientes con sus respectivos valores p de acuerdo a  $Pr(>Chi)$ .

**Tabla 14**

*Prueba de hipótesis secuenciales en UFC de mohos y levaduras a los 20 días.*

Factores	gl	Desviación Residual	gl	Diferencia Residual	Pr (>Chi)
Nula			23	7193,36	
Temperatura	1	2216,91	22	4976,45	<0,0001
Edulcorante	1	4,17	21	4972,29	0,8365
Método	1	1745,34	20	3226,95	<0,0001
Temperatura*Edulcorante	1	1,19	19	3225,76	0,9124
Temperatura*Método	1	1622,56	18	1603,20	<0,0001
Edulcorante*Método	1	22,68	17	1580,52	0,6302
Temperatura*Edulcorante*Método	1	14,52	16	1566,00	0,7001

*Nota:* Valor  $p < 0,05$  presenta diferencias significativas

**Tabla 15**

*Prueba de hipótesis secuenciales en UFC de mohos y levaduras a los 30 días.*

Factores	gl	Desviación Residual	gl	Diferencia Residual	Pr (>Chi)
Nula			23	86204,11	
Temperatura	1	29306,69	22	56897,41	<0,0001
Edulcorante	1	1557,39	21	55340,02	0,2977
Método	1	15708,27	20	39631,76	0,0009
Temperatura*Edulcorante	1	1908,17	19	37723,59	0,2490
Temperatura*Método	1	14471,64	18	23251,95	0,0015
Edulcorante*Método	1	80,67	17	23171,29	0,8126
Temperatura*Edulcorante*Método	1	196,47	16	22974,82	0,7115

*Nota:* Valor  $p < 0,05$  presenta diferencias significativas

Se realizó la prueba de DGC ( $\alpha=0,05$ ) para los efectos fijos (temperatura, método y su interacción) sin considerar la función de enlace con efecto aleatorio. Las siguientes tablas 16 y 17 indican los grupos heterogéneos formados mediante el valor de las medias ajustadas.



**Tabla 16***Medias ajustadas y errores estándares para edulcorante\*método a los 20 días*

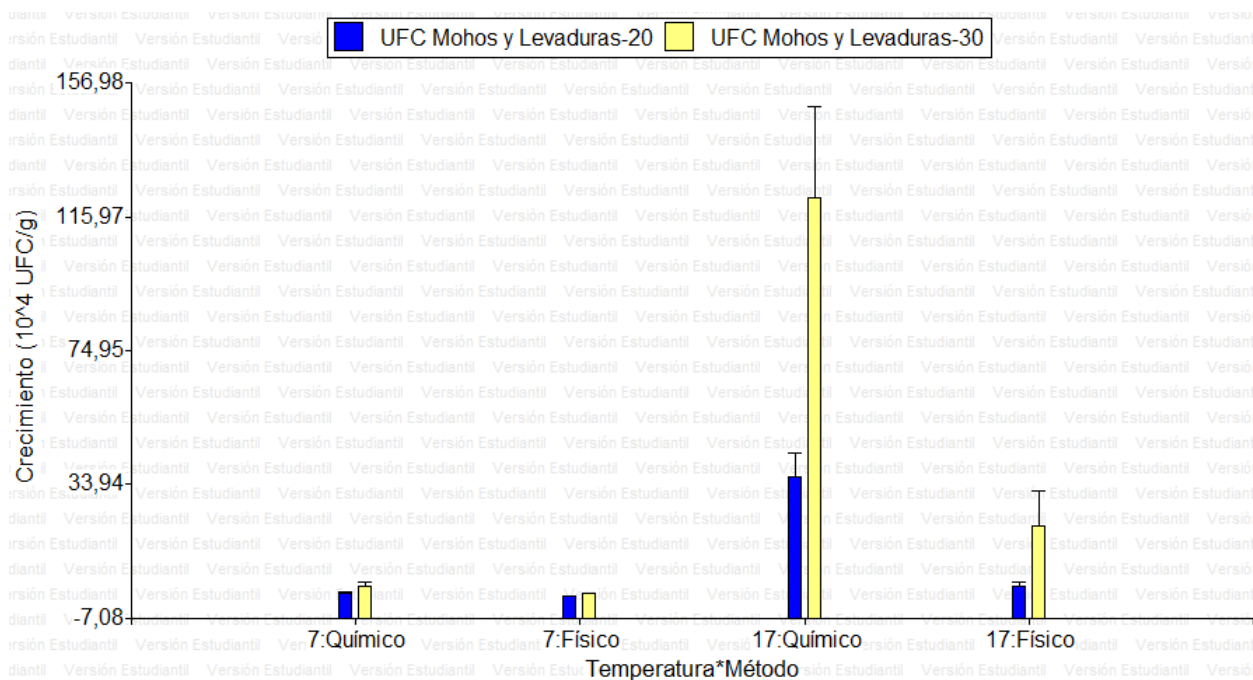
Temperatura	Método	PredLin	E.E.	Media	EE	
17	Químico	36,28	4,04	36,28	4,04	A
17	Físico	2,78	4,04	2,78	4,04	B
7	Químico	0,61	4,04	0,61	4,04	B
7	Físico	0,00	4,04	0,00	4,04	B

*Nota:* Medias con letra común no son significativas**Tabla 17***Medias ajustadas y errores estándares para edulcorante\*método a los 30 días*

Temperatura	Método	PredLin	E.E.	Media	EE	
17	Químico	121,67	15,47	121,67	15,47	A
17	Físico	21,39	15,47	21,39	15,47	B
7	Químico	2,67	15,47	2,67	15,47	B
7	Físico	0,61	15,47	0,61	15,47	B

*Nota:* Medias con letra común no son significativas

Según el análisis de las tablas 16 y 17 se identificó 2 grupos con medias estadísticamente diferentes, siendo la interacción 7°C y método físico la que obtuvo medias de 0 y  $0,61 \times 10^4$  UFC/g a los 20 y 30 días respectivamente. Estas medias fueron inferiores en comparación con las otras interacciones, éstos resultados no concuerdan con el estudio realizado por (Ortega, 2013), quien identificó que bajo la interacción del sorbato de potasio con temperatura de 8°C se inhibe por completo el crecimiento de mohos y levaduras en el manjar de choclo durante 30 días de almacenamiento.



**Figura 5.** Diagrama de barras de la interacción temperatura\*método a los 20 y 30 días

La figura 5 indica que la temperatura de 7°C contribuye a que los productos mantengan una mejor estabilidad en comparación al almacenamiento de 17°C, siendo el método físico de esterilización adecuado para que se mantenga un menor crecimiento de mohos y levaduras en el tiempo. Según (Landeta , 2016) el tratamiento térmico contribuye a reducir el crecimiento de microorganismos, manteniendo una temperatura menor a 100°C como lo alcanzado en la bebida a base de chocho con naranjilla mejorando su tiempo de vida útil por varios meses.

#### 4.2 Análisis del Factor Q10

Se calculó el factor Q10 para la predicción del efecto de la temperatura sobre el manjar de chocho en el tiempo, considerando las veces en que las reacciones se modifican cuando la temperatura sube en 10°C, a continuación se describe el resultado de la ecuación planteada (Baldizón & Molina, 2008).

$$Q_{10} = \frac{\text{Vida útil a la temperatura } T^{\circ}\text{C}}{\text{Vida útil a la temperatura } (T^{\circ}\text{C}+10)} = \frac{20 \text{ días}}{10 \text{ días}} = 2$$

En base a los resultados microbiológicos de mohos y levaduras se obtuvo un factor Q10 de 2 para los tratamientos 2 y 4. Este factor indica que el producto es susceptible a cambios bruscos de temperatura debido a que las velocidades de reacción aumentan al doble al pasar de 7°C a 17°C, durante los 10 y 20 días (Baldizón & Molina, 2008).

A continuación se calculó la tasa de envejecimiento acelerado (A) en base al tiempo deseado de vida útil (B), considerando las temperaturas ambientales y elevadas para el pronóstico en el tiempo real. Según (Jaramillo, 2013) el cálculo referente al factor A depende de las temperaturas referenciales y de envejecimiento, complementado con el factor Q10 del producto de humedad intermedia. Se calculó la predicción de vida útil de los tratamientos T2 y T4 en base a las siguientes ecuaciones:

$$A \text{ (Tasa de envejecimiento acelerado)} = Q_{10}^{((T^{\circ}\text{elevada}/T^{\circ}\text{ambiente})/10)}$$

$$B \text{ (Tiempo acelerado de envejecimiento)} = \text{Tiempo real deseado}/A$$

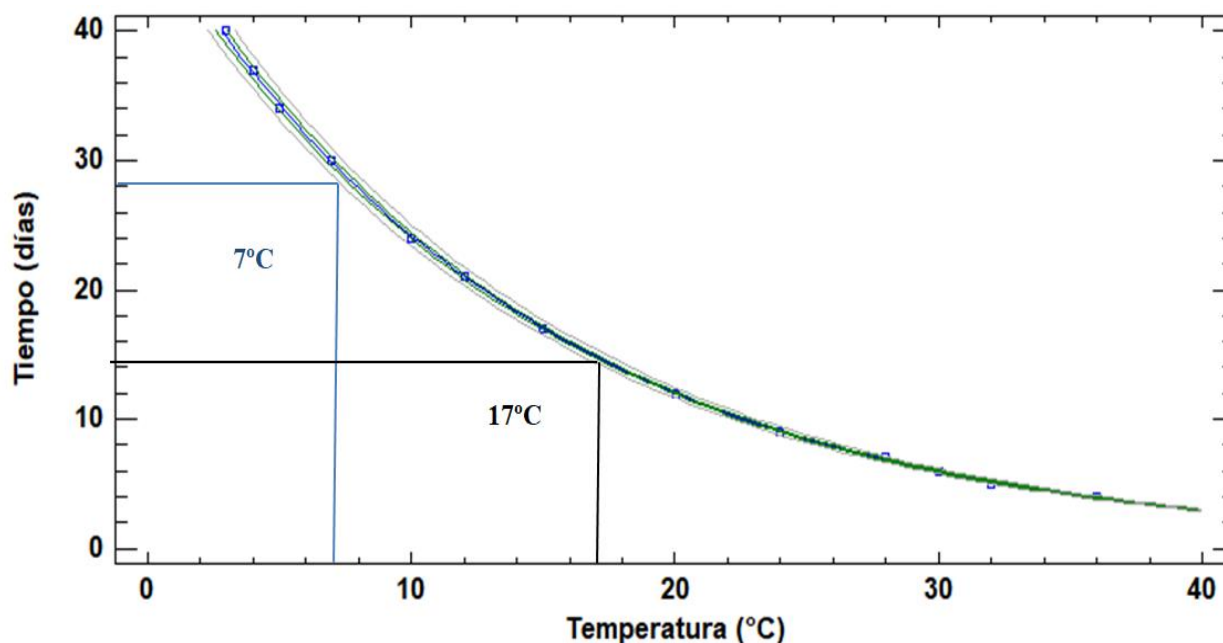
A continuación en la tabla 17 se encuentran los datos correspondientes a las temperaturas elevadas y ambientales adecuadas, con un tiempo deseado de 30 días de almacenamiento en percha o anaquel del manjar de chocho.

**Tabla 18***Valores de envejecimiento y tiempo acelerado*

Temperatura elevada(°C)	Temperatura ambiente(°C)	Q10	A	Tiempo Deseado (días)	B (días)
3	7	2	0,76	30	40
5	7	2	0,87	30	34
10	7	2	1,23	30	24
15	7	2	1,00	30	17
20	7	2	1,74	30	12
24	7	2	3,25	30	9
28	7	2	4,29	30	7
30	7	2	4,92	30	6
36	7	2	7,46	30	4

*Nota:* A=Tasa de envejecimiento acelerado; B= Tiempo acelerado de envejecimiento.

La tabla 18 indica que bajo una temperatura constante de 3°C el manjar de chocho tendría un tiempo de vida útil máximo de 40 días, y por el contrario a una temperatura de 30°C se mantendría estable hasta por 6 días, como se evidencia en la siguiente figura 6.



**Figura 6.** Curva del tiempo de vida útil del manjar de chocho a diferentes temperaturas

En la figura 6 se identificó una regresión simple entre las variables tiempo y temperatura del tipo exponencial con un coeficiente de correlación igual a -0,99 y una R cuadrada de 99,96%. Los

datos de la tabla 7 se ajustaron a un modelo exponencial cuya fórmula fue la siguiente: tiempo =  $\exp(3,88634-0,0700232*\text{temperatura})$ , encontrándose las variables fuertemente relacionadas con un p-valor menor a 0,05 como se indica en la siguiente tabla 19.

**Tabla 19**

*Análisis de varianza de la regresión*

Parámetro	Mínimos cuadrados	Error estándar	Estadístico T	Valor- P
Intercepto	3,88634	0,00737273	527,123	0,0000
Pendiente	-0,0700232	0,000365645	-191,506	0,0000

*Nota:* intercepto= $\ln(A)$

En la tabla 18 se encontró un p-valor de 0,000 por tanto existe una relación estadísticamente significativa entre tiempo y temperatura con un estadístico T (Jaramillo, 2013). Este análisis indica que el tiempo es inversamente proporcional a la temperatura, considerando que el aumento por cada 10°C reduce el tiempo de vida útil del producto a la mitad.

Los resultados indican que a temperatura de refrigeración (3°C a 7°C) el manjar de chocho (tratamientos 2 y 4) presenta un mayor tiempo de vida útil con un valor Q10 igual a 2 a nivel microbiológico. Corroborando así lo dicho por (Doyle, Beuchat, & Montville, 2001) quienes afirman que la actividad microbiana va a reducir a medida que la temperatura también va disminuyendo, y resaltando que el factor Q10 para microorganismos (bacterias y hongos) en alimentos siempre se va a encontrar en un rango de 1.5 a 2.5.

### 4.3 Análisis Bromatológico

Se calculó el contenido de proteína y humedad en los tratamientos mediante las ecuaciones referentes al método kjeldhal y a partir de 2 a 3 g de muestra. Según (Espinoza & Leija, 2005) el contenido de proteína influye en la vida útil de un producto debido a que incrementa la presencia

de bacterias. A continuación se presenta en la tabla 20 el porcentaje de proteína y humedad del manjar de chocho.

**Tabla 20**

*Porcentaje de proteína y humedad del manjar de chocho*

Porcentaje	Tratamiento 2	Tratamiento 4
Proteína	6,12	6,20
Humedad	45	60

*Nota:* Tratamiento 2: azúcar, método físico y 7°C; Tratamiento 4: stevia, método físico y 7°C

Se identificó en ambos manjares un porcentaje alto en humedad con 45% y 60% para el tratamiento 2 y 4, respectivamente. Según (López, Ávila, & Moreno, 2017) en su estudio sobre el desarrollo de un postre lácteo sin azúcar encontró un 26% de humedad, lo cual contribuyó a una mejor estabilidad microbiológica del producto a temperatura ambiental.

Adicionalmente el porcentaje de proteína del manjar de chocho también es alto con 6,12% y 4,20% en los tratamientos respectivos 2 y 4. Según (Espinoza & Leija, 2005) alimentos con elevados porcentajes de proteína y una mayor actividad del agua son perecibles en corto tiempo. (Figuerola, Estévez, & Avedaño, 2008) en su estudio sobre la elaboración de un producto dulce de humedad intermedia reportaron un tiempo de vida útil de 15 días a temperatura de 20°C. Este producto fue elaborado a base fréjol con 22% de proteína y un contenido de humedad del 30%, considerando que después de los 15 días de almacenamiento se incrementó la población de mohos, levaduras y bacterias.

#### **4.4 Análisis Sensorial**

Se analizó estadísticamente los resultados sensoriales a los 5, 10 y 20 días, con los 4 primeros tratamientos en refrigeración (T1, T2, T3 y T4). En los 4 siguientes (T5, T6, T7 y T8)

durante el desarrollo de la investigación, se observaron hongos en la superficie y se identificó un olor desagradable, descartándolos para el ejercicio de catación.

Se realizó un análisis multivariado de la varianza para identificar la presencia de diferencias significativas entre los catadores (bloques) y los tratamientos (manjar), mediante los estadísticos Wilks, Pillai, Lawley-Hotteling y Roy. Se obtuvo un valor  $p > 0.05$  para tratamiento (manjar), lo cual no indica diferencias significativas.

**Tabla 21**

*Análisis de la varianza (Wilks)*

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	P
Catador	0.74	0.77	20	160	0.7472
Tratamiento	0.57	2.03	15	133	0.0172

**Tabla 22**

*Análisis de la varianza (Pillai)*

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	P
Catador	0.28	0.77	20	204	0.7429
Tratamiento	0.49	1.94	15	150	0.0235

**Tabla 23**

*Análisis de la varianza (Lawley-Hotteling)*

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	P
Catador	0.33	0.77	20	186	0.7528
Tratamiento	0.68	2.11	15	140	0.0125

**Tabla 24**

*Análisis de la varianza (Roy)*

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	P
Catador	0.22	2.26	5	51	0.0626
Tratamiento	5.16	5	5	50	0.0007

Las tablas 21, 22, 23 y 24 presentan valores  $p > 0.05$  para catador o bloque, lo cual acepta la hipótesis nula y ratifica que no existen diferencias significativas entre catadores. Según Saltos (1994) el efecto del catador o bloque se debe descartar debido a que sus valores promedios son

meramente indicativos del factor exógeno (subjetividad). A continuación se realizó la prueba de Hotelling entre los tratamientos y las variables como se describe en la tabla 25.

**Tabla 25**

*Prueba de Hotelling con nivel corregido por Bonferroni ( $\alpha=0.05$ )*

Tratamiento	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptabilidad	n	
1	3.13	2.33	4.80	3.73	4.00	15	A
2	3.40	2.07	5.40	4.20	3.80	15	A
3	2.27	2.27	3.67	3.93	3.13	15	A
4	2.73	2.33	3.53	3.93	2.87	15	A

*Nota:* Medias con una letra común ( $p>0.05$ )

Tras analizar la tabla 25 se obtuvo un valor  $p>0.05$ , lo cual indica que los vectores de medias no presentan diferencias significativas entre tratamiento y variable. Según (Rodríguez, Piedrant, & Rodríguez, 2014) se debe realizar un análisis de varianza (ANOVA) cuando las medias de una variable dependiente no causan diferencias entre los vectores de medias.

Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) para las variables: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad, encontrándose diferencias significativas en color, sabor y aceptabilidad. A continuación se presentan tablas y gráficos correspondientes al análisis estadístico de cada variable.

#### 4.4.1 Color

La variable color presentó diferencias significativas al realizar la prueba de Fisher al 95% de confianza con un valor  $p<0.05$ . Al realizar la prueba de múltiples rangos se identificaron 2 grupos homogéneos entre T1-T2 y T3-T4. A continuación se presentan las tablas referentes a las medias y sus diferencias estadísticas.



**Tabla 26***Prueba de múltiples rangos para la variable color*

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
3	15	2,26	X
4	15	2,80	XX
1	15	3,13	X
2	15	3,40	X

*Nota:* Prueba de LSD de Fisher al 95% de confianza

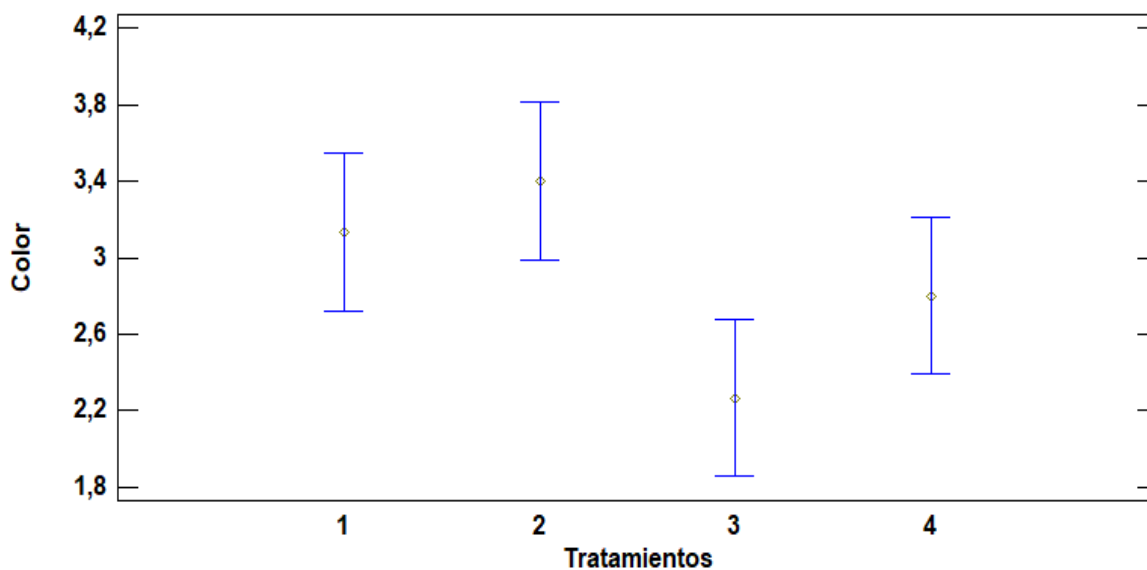
La tabla 26 indica que el T1 y T2 presentan una media de 3.13 y 3.4, valores correspondientes a un color ligeramente pálido u oscuro, diferenciándose con T3 y T4 que presentan un color moderadamente pálido. Según (Gutiérrez, 2014) menciona que la razón por la cual existe presencia de un color moderadamente pálido se debe al nivel de concentración del edulcorante no calórico en la formulación; ya que (Pasto, 2011) obtuvo un color café claro al incorporar 75% de stevia y 25% de sacarosa en el manjar de leche.

**Tabla 27***Comparación de medias entre pares de tratamientos con respecto a color*

Constraste	Significancia	Diferencia	+/- Límites
1-2		-0.266	0,821706
1-3	*	0.866	0,821706
1-4		0.333	0,821706
2-3	*	1.133	0,821706
2-4		0.600	0,821706
3-4		-0.533	0,821706

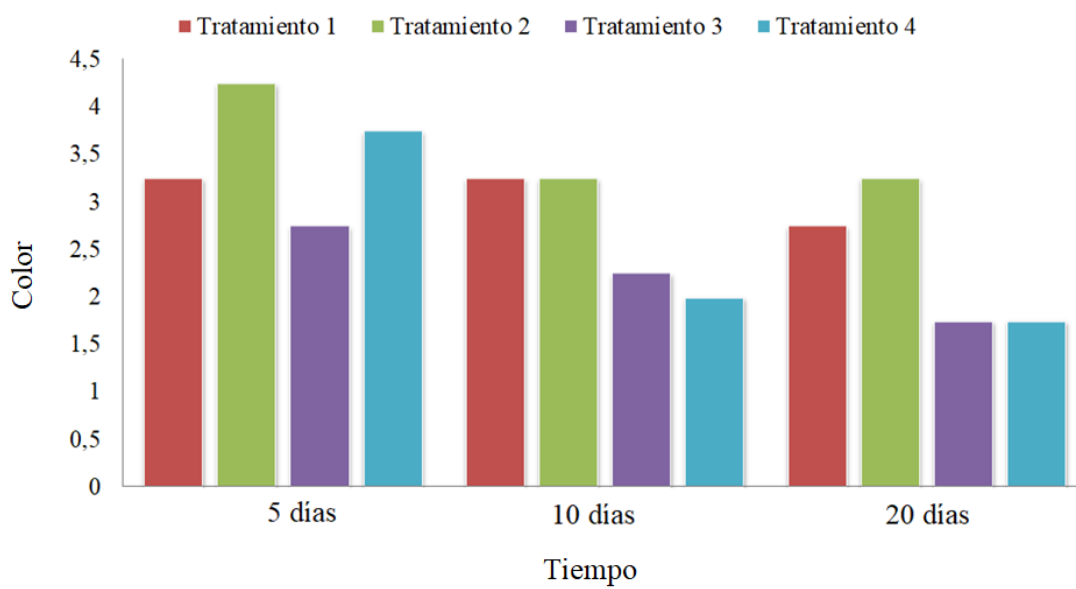
*Nota:* \* presenta diferencia significativa.

Tras la prueba de discriminación de medias mediante LSD de Fisher al 95% (Tabla 27), se encontraron diferencias significativas entre los pares (T1-T3) y (T2-T3). El tratamiento 3 (T3) presentó una media de 2.26 siendo ésta menor en relación a T2 que obtuvo 3.4, correspondiente a un color más oscuro y cuyo edulcorante fue sacarosa, como se ilustra en la siguiente figura 7.



**Figura 7.** Diagrama de barras de error de la variable color para cada tratamiento

En la figura 7 se identificó que el T2 resalta en comparación con los otros tratamientos por su media de 3.4 alcanzada durante las 3 sesiones de catación. Sin embargo T2 no se aleja lo suficiente de T1 siendo ambos tratamientos similares a nivel de preferencia en esta variable. La relación de estos resultados con respecto al tiempo se observa en la figura 8.



**Figura 8.** Diagrama de los tratamientos en la variable color

La figura 8 indica que T2 y T1 durante los 3 días de catación mantuvieron sus medias en el rango de 3 y 4, mientras que T3 y T4 se mantuvieron en un rango de 2 y 3. En estos dos últimos tratamientos se identificó que con el paso del tiempo la calidad del color fue descendiendo de manera más representativa que T1 y T2. Ambos tratamientos (T3 y T4) tuvieron como edulcorante a la stevia, y esto contradice a la investigación del manjar de leche elaborado con edulcorantes no calóricos como povidexrosa, fructosa y sorbitol realizada por (Valencia & Millán, 2009), donde no se presentó cambios durante los días 1, 10 y 20 de evaluación sensorial con respecto al color.

#### 4.4.2 Sabor y Aceptabilidad

Tras realizar el ANOVA en las variables sabor y aceptabilidad se encontró diferencias significativas para tratamientos ( $F=5.93$ ;  $p\text{-valor}= 0.0014$ ) y ( $F=2.82$ ;  $p\text{-valor}=0.0471$ ) respectivamente, con un nivel de confianza del 95%. A continuación se presentan las tablas estadísticas referentes a estas dos variables.

**Tabla 28**

*Análisis de varianza (ANOVA) para sabor por tratamiento*

Fuente	SC	gl	CM	Razón- F	Valor p
Entre grupos	36.583	3	12.1944	5.93	0.0014
Intra grupos	115.067	56	2.05476		
Total (Corr)	151.65	59			

*Nota:* valor  $p<0.05$  de la prueba de Fisher al 95%; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrado medio

**Tabla 29**

*Análisis de varianza (ANOVA) para aceptabilidad por tratamiento*

Fuente	SC	gl	CM	Razón- F	Valor p
Entre grupos	10.05	3	3.35	2.82	0.047
Intra grupos	66.533	56	1.1881		
Total (Corr)	76.583	59			

*Nota:* valor  $p<0.05$  de la prueba de Fisher al 95%; SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrado medio

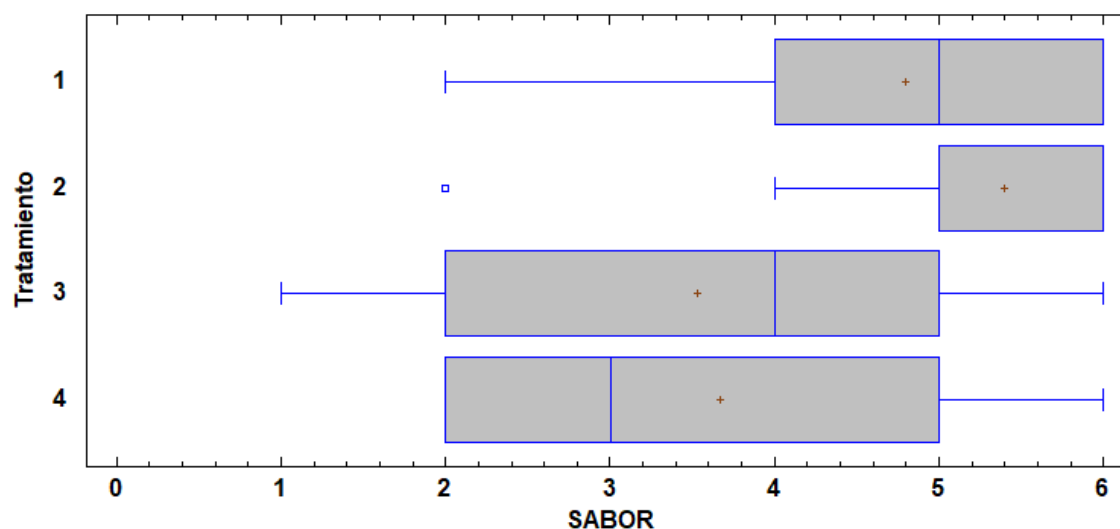
Se realizó la prueba de rangos múltiples para discriminar las medias y así se identificó diferencias significativas entre los mismos grupos homogéneos anteriormente analizados (T1 Y T2) y (T3 y T4), como se describe en la tabla 28 y 29. Al realizar el gráfico de caja y bigotes se presentó nuevamente en T2 una media mayor al de los otros tratamientos, sin embargo ésta no fue lo suficientemente superior como para alejarla de T1. A continuación se presentan las tablas y gráficos respectivos a estos resultados.

**Tabla 30**

*Comparación de medias entre pares de tratamientos con respecto a sabor*

Contraste	Significancia	Diferencia	+/- Límites
1-2		-0.6	1.04854
1-3	*	1.1333	1.04854
1-4	*	1.2666	1.04854
2-3	*	1.7333	1.04854
2-4	*	1.8666	1.04854
3-4		0.1333	1.04854

*Nota:* \* presenta diferencia significativa



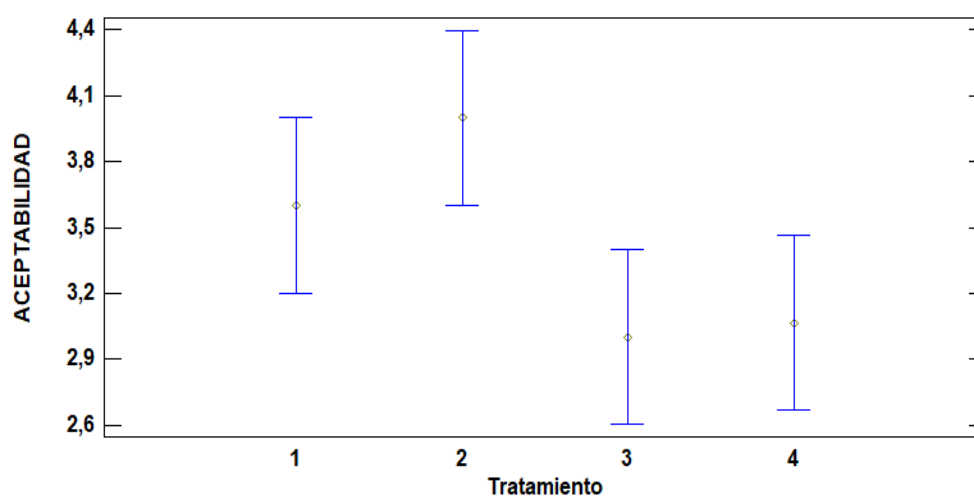
**Figura 9.** Diagrama de caja y bigotes para la variable sabor

Según (Pasto, 2011) el sabor del manjar de leche con stevia como edulcorante no cambia sus características clásicas. Sin embargo como se muestra en la (Tabla 30) y (Figura 9) la presencia de stevia y sacarosa como edulcorantes presentó diferencias significativas generando 2 grupos homogéneos, siendo T1 y T2 (con sacarosa) los tratamientos que más se acercaron a la ponderación 6 de buen balance de dulzor. Esto último concuerda con (Góngora & Vázquez, 2018) quienes realizaron un estudio sobre la stevia comercial como ingrediente clave de alimentos funcionales, encontrando que ésta siempre presenta una ponderación inferior al compararla con la sacarosa.

**Tabla 31**

*Comparación de medias entre pares de tratamientos con respecto a aceptabilidad*

Contraste	Significancia	Diferencia	+/- Límites
1-2		-0.4	0.797313
1-3		0.6	0.797313
1-4		0.5333	0.797313
2-3	*	1.0	0.797313
2-4	*	0.933	0.797313
3-4		-0.0666	0.797313



**Figura 10.** Diagrama de error de la variable aceptabilidad

La figura 10 indicó que T1 y T2 presentaron medias de 3.6 y 4 correspondientes a “me gusta moderadamente”, siendo los tratamientos de mayor aceptación por los catadores durante los 3 días de evaluación. Según (Ortega, 2013) en su estudio sobre la elaboración del manjar de choclo afirma que la aceptabilidad depende de varios factores siendo el color y sabor los más predominantes, encontrando mejor aceptabilidad en aquellos tratamientos que presentaban un sabor similar al manjar de leche común.

Esto concuerda con (Viveros, 2016) cuya investigación basada en elaboración de hojuelas de chocho determinó que el mejor tratamiento de un análisis sensorial depende del grado de palatabilidad del producto. Se realizó un análisis de correlaciones entre las variables mediante los coeficientes de Spearman como se indica en la tabla 32.

**Tabla 32**  
*Correlación Ordinal de Sperman*

	<b>Aceptabilidad</b>	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>
Aceptabilidad		0.1328 (60)	-0.0553 (60)	0.5949 (60)	0.1160 (60)
Color	0.1328 (60)		0.6711 (60)	<b>0.0000</b> (60)	0.3731 (60)
Olor	0.3079 (60)	0.3079 (60)		0.2855 (60)	0.3303 (60)
Sabor	-0.0533 (60)	0.2389 (60)	0.2389 (60)		-0.0734 (60)
Textura	0.6711 (60)	0.0655 (60)	0.0655 (60)	0.9839 (60)	
	0.5949 (60)	0.1390 (60)	-0.0026 (60)	0.9838 (60)	0.0214 (60)
	<b>0.0000</b> (60)	0.2855 (60)	0.9838 (60)	0.8697 (60)	
	0.1160 (60)	-0.1267 (60)	-0.0734 (60)	0.0214 (60)	
	0.3731 (60)	0.3303 (60)	0.5730 (60)	0.8697 (60)	

*Nota:* El tercer número de cada bloque representa el valor p

Se identificó la correlación entre las variables mediante los coeficientes de sperman y el valor  $p < 0.05$ , siendo aceptabilidad y sabor las variables relacionadas ya que presentaron un valor de

$p=0.0000$ . Se realizó un análisis de regresión simple entre estas dos variables y se determinó que se ajustaban a un modelo multiplicativo ( $Y=a*X^b$ ), con un coeficiente de correlación de 0.6576 y R cuadrada de 43.24%. A continuación se presenta la relación entre estas dos variables con tablas ANOVA y figuras.

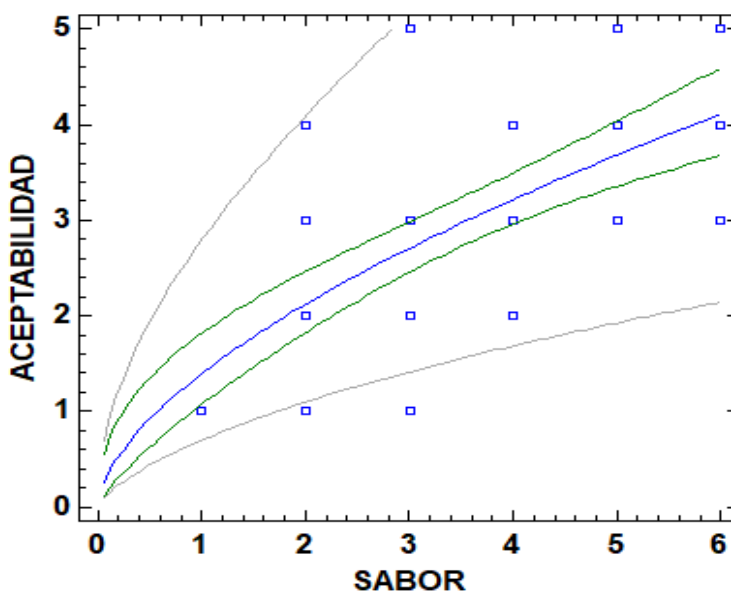
**Tabla 33**

*Análisis de varianza para aceptabilidad y sabor*

Fuente	SM	gl	CM	Razón- F	Valor-p
Modelo	4.5327	1	4.5327	44.19	0.0000
Residuo	5.9490	58	0.102569		
Total (Corr)	10.4817	59			

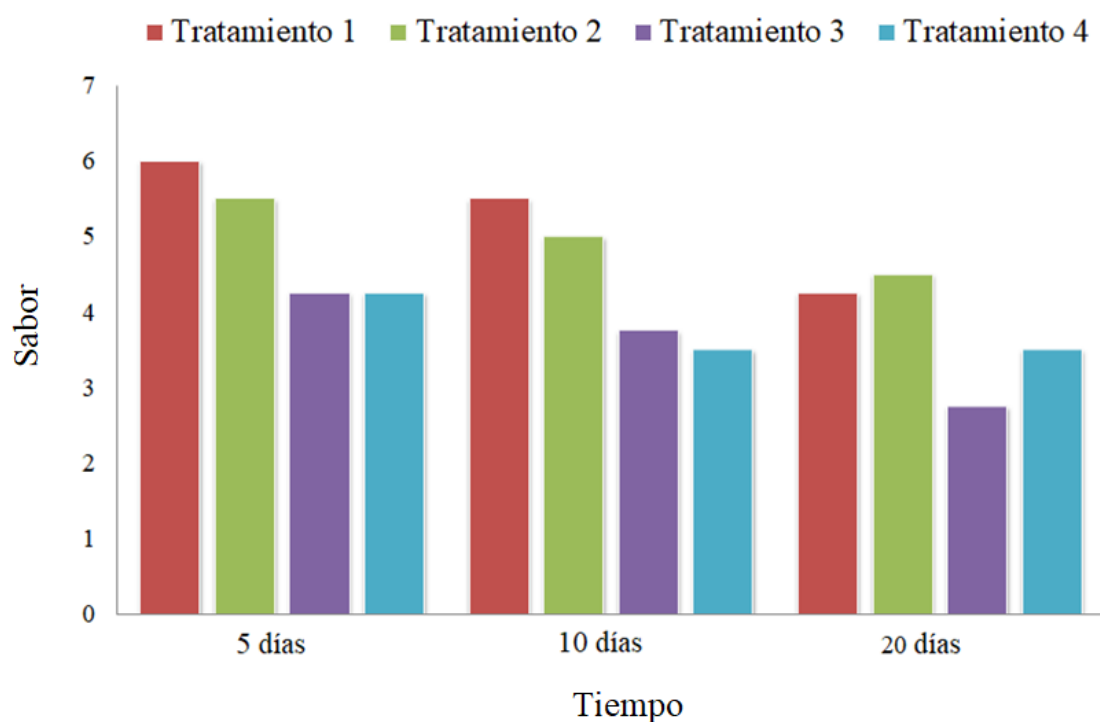
*Nota:* Valor  $p<0.005$ ; SM=Suma de cuadrados; CM=Cuadrado medio

La tabla 33 presentó un valor  $p<0.005$ , identificando que entre las variables existe una correlación estadísticamente significativa. Se ajustó esta relación a un modelo multiplicativo, siendo aceptabilidad la variable dependiente, de acuerdo a la siguiente ecuación:  $\text{Aceptabilidad} = \exp(0.333423+0.602604*\ln(\text{Sabor}))$ .



*Figura 11.* Diagrama del modelo exponencial

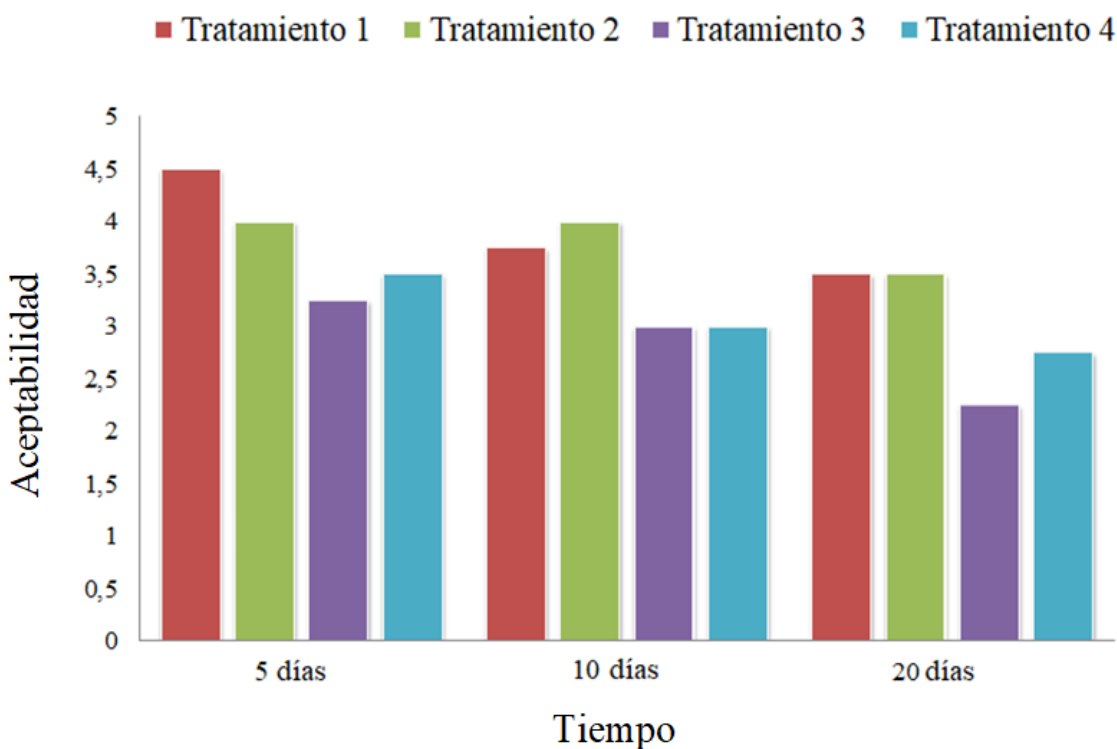
La figura 11 demostró que la aceptabilidad está en función del sabor, corroborando así lo dicho por (Valencia & Millán, 2009), quienes afirman que el manjar de leche bajo en calorías presenta diferencias significativas durante los 3 días de análisis sensorial, con respecto al sabor, siendo uno de los principales aspectos de aceptación por el catador.



**Figura 12.** Diagrama de la variable en el tiempo

Según las figura 12 y 13 se determinó la pérdida de aceptabilidad de todos los tratamientos a través del tiempo, siendo su principal razón la pérdida en la calidad del sabor. Sin embargo se identificó que T2 presentó una mayor estabilidad durante los primeros 10 días debido a la presencia de sacarosa, ocurriendo todo lo contrario con T3 (manjar con stevia) que presentó un decrecimiento en su estabilidad, lo que conllevó a una menor aceptabilidad.





**Figura 13.** Diagrama de barras de la variable aceptabilidad en el tiempo

Adicionalmente se identificó que estas diferencias significativas se deben también al método físico de conservación, ya que éste permitió que los tratamientos T2 y T4 mantengan por más tiempo sus propiedades organolépticas.

#### 4.4.3 Olor y Textura

Se realizó el análisis de varianza para las variables olor y textura sin presentar diferencias significativas, lo cual contradice a lo reportado por (Valencia & Millán, 2009) quienes afirman que la textura junto con el sabor son determinantes en la evaluación sensorial de un manjar de leche. De igual manera (Ortega, 2013) presentó diferencias significativas en la variable olor de su investigación sobre manjar de choco.

**Tabla 34***Análisis de varianza (ANOVA) para olor por tratamiento*

Fuente	SC	GI	CM	Razón- F	Valor p
Entre grupos	0.71	3	0.238889	0.29	0.8342
Intra grupos	46.533	56	0.830952		
Total (Corr)	47.25	59			

*Nota:* valor  $p > 0.05$  de la prueba de Fisher al 95%; SM=Suma de cuadrados; CM=Cuadrado medio.

**Tabla 35***Análisis de varianza (ANOVA) para textura por tratamiento*

Fuente	SC	GI	CM	Razón- F	Valor p
Entre grupos	1.65	3	0.55	0.75	0.5283
Intra grupos	41.62	56	0.735714		
Total (Corr)	42.85	59			

*Nota:* valor  $p > 0.05$  de la prueba de Fisher al 95%; SM=Suma de cuadrados; CM=Cuadrado medio.

En las tablas 34 y 35 se realizó la prueba de Fisher al 95% de confianza obteniendo un valor  $p > 0.05$ , lo que significa que no existe una diferencia significativa en las medias correspondientes a olor y textura. Según (Gutiérrez, 2014) la homogenización de un proceso es vital para adquirir propiedades organolépticas constantes y características de un manjar de leche, determinando diferencias significativas en textura y olor pero en base a sus variantes de la formulación original.

**Tabla 36***Prueba de múltiples rangos para la variable olor*

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	15	2.06667	X
3	15	2.26667	X
4	15	2.33333	X
2	15	2.33333	X

*Nota:* Prueba de LSD de Fisher al 95% de confianza

**Tabla 37***Prueba de múltiples rangos para variable textura*

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
2	15	3.73333	X
3	15	3.93333	X
4	15	3.93333	X
1	15	4.2	X

En la tabla 36 correspondiente a la prueba de rangos múltiples se identificó que todos los tratamientos forman parte de un grupo homogéneo cuyas medias se encuentran en la ponderación de 2, correspondiente a un olor con ligero aroma.

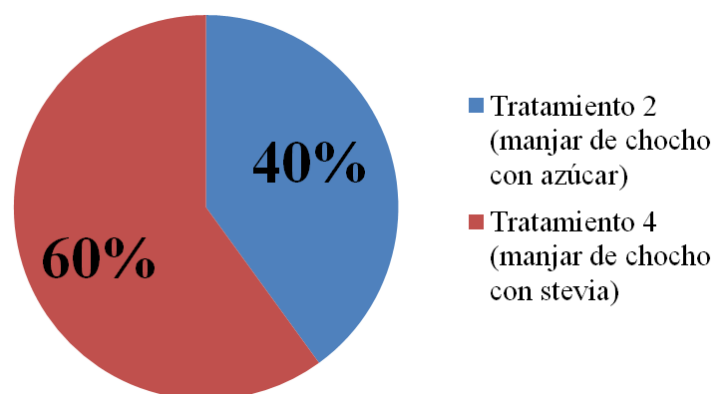
Mediante la prueba de LSD de Fisher de prueba de rangos se identificó igualmente un grupo homogéneo de los tratamientos en la variable textura, encontrándose medias cercanas a 4, correspondientes a una textura ligeramente arenosa.

#### 4.5 Análisis de mercado

Se realizó el análisis cualitativo de los tratamientos 2 y 4, mismos que tuvieron un método físico de conservación y fueron almacenados a 7°C. La diferencia entre los 2 manjares de chocho fue el tipo de edulcorante, azúcar para el tratamiento 2 y stevia para el tratamiento 4. Previamente se expuso a los participantes acerca de la historia del producto.

##### 4.5.1 Presentación

Cada participante observó y tomó a los 2 productos (T2 y T4) por unos minutos antes de dar su respuesta de manera individual, la pregunta fue la siguiente: Cuál de los 2 manjares de chocho consideran que tiene mejor apariencia si los encontraran en una percha o anaquel?

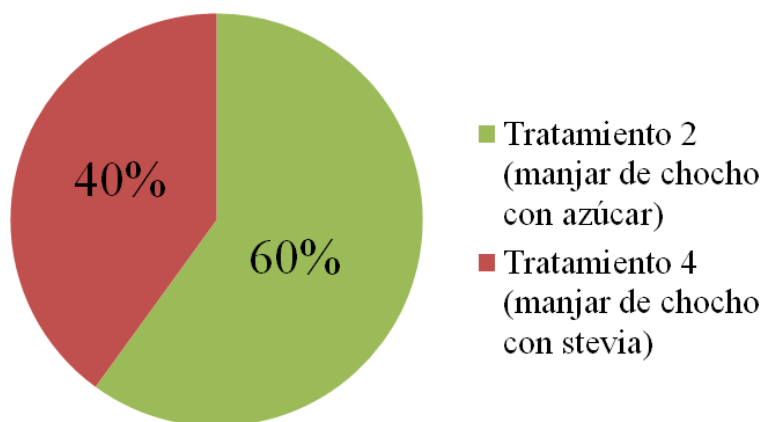


**Figura 14.** Manjar de chocho de mejor presentación

Según la figura 14 la presentación del tratamiento 4 tuvo la mayor aceptación por parte de los participantes o panelistas, quienes destacaron que la apariencia fue más natural e incluso más saludable que el tratamiento 2. Las personas que optaron por el tratamiento 2 resaltaron su coloración cercana al caramelo siendo más atractiva para el consumo. La edad y el sexo de las 3 personas que seleccionaron al tratamiento 4 fueron dos hombres de 27 y 33 años, y una mujer de 21 años.

#### 4.5.2 Sabor

La siguiente pregunta fue en base al sabor debido a que el análisis sensorial determinó que la aceptabilidad está en función de esta variable. La pregunta que se planteó para sabor fue la siguiente: Cuál de los productos consideran que tiene mejor sabor y por qué?



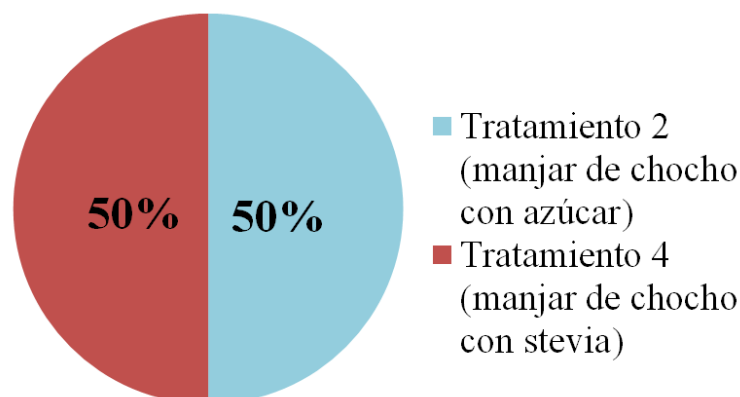
**Figura 15.** Manjar de chocho de mejor sabor

La figura 15 indica que el tratamiento 4 presentó el mejor sabor debido a que se mantenía el sabor del chocho con un buen balance de dulzor. Adicionalmente la textura del tratamiento 4 no fue aceptada por la mayoría de los participantes, ya que en ese aspecto el tratamiento 2 lo consideraron más fino pero con sabor un poco amargo.

Las personas que optaron por el tratamiento 2 fueron dos mujeres de 25 años y un joven de 27 años. Además todos los participantes consideraron que el sabor de ambos productos fue diferente a varios productos dulces en el mercado.

#### 4.5.3 Precio

Se recalcó nuevamente ciertas características adicionales de los productos a los participantes como su tiempo de vida útil, contenido de proteína, ausencia en conservantes y para el T2 su nivel de grados brix. A continuación se realizó la siguiente pregunta: El manjar con azúcar tiene un precio de \$2,75 y el segundo manjar con stevia tiene un precio de \$4,25, por cuál de los 2 productos se inclinarían a la hora de comprar, y por qué?

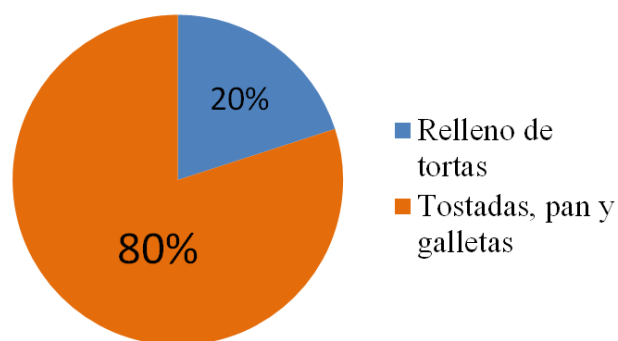


**Figura 16.** Manjar de chocho con el mejor precio

En la figura 16 se describe que el 50% se inclinó por el tratamiento 2 y el otro 50% decidió que el tratamiento 4 tiene mejor precio. Sin embargo durante la sesión 3 personas afirmaron que los precios de ambos productos son accesibles y adecuados para comprarlos. La participante de 25 años de edad decidió que el tratamiento 2 presenta un mejor precio en el aspecto absolutamente económico, mientras que el participante de 33 años optó por el tratamiento 4 debido a que prioriza más la salud porque el producto tiene stevia como edulcorante.

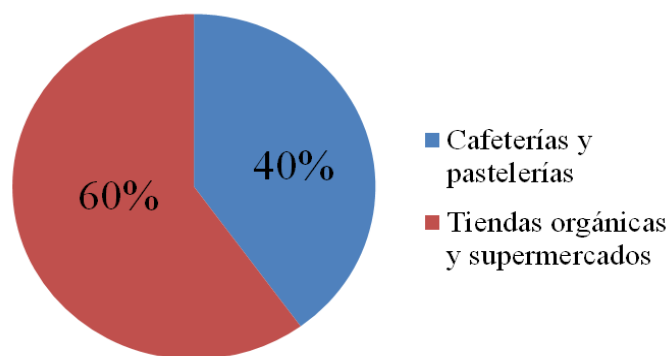
#### 4.5.4 Otras variables

Las dos últimas preguntas se basaron en los puntos de venta y sobre sustitutos del manjar de chocho, reconociendo que éste tipo de productos son elásticos en el mercado y por tanto tienen altas probabilidades de ser sustituidos (Armstrong & Kotler, 2008).



**Figura 17.** Acompañantes del manjar de chocho

La figura 17 indica que el 80% de los participantes acompañarían al producto (T2 o T4) con galletas o tostadas al desayuno o break. El 20% optó por utilizarlo en preparación de tortas o algún postre familiar.

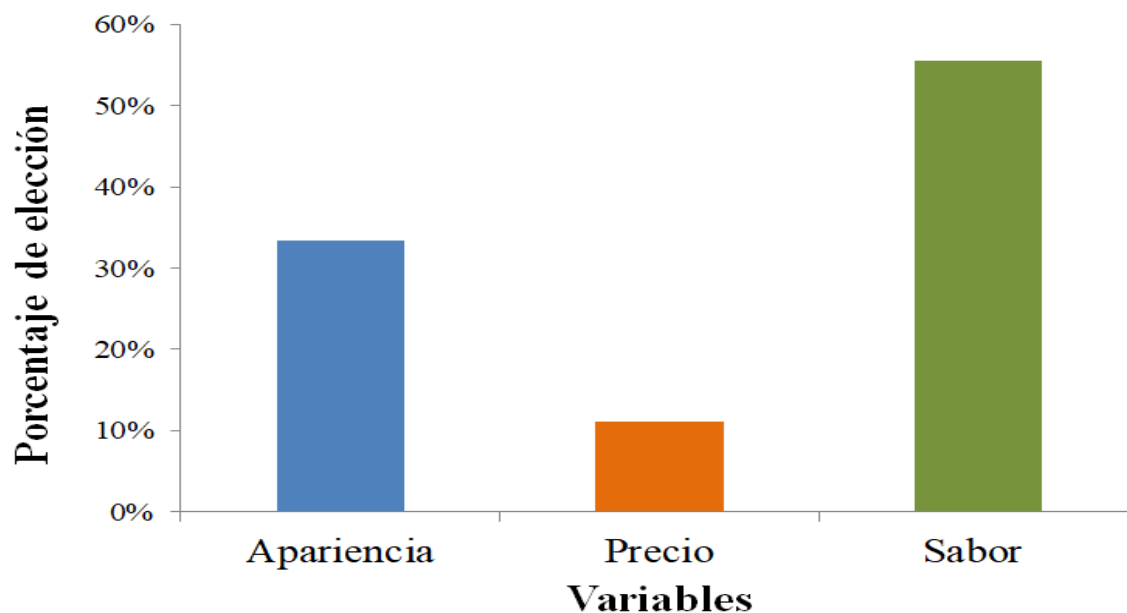


**Figura 18.** Puntos de venta del manjar de chocho

La figura 18 indica que los lugares adecuados para el manjar de chocho son tiendas orgánicas o supermercados con una preferencia del 60%, resaltando la importancia que tendría la

trazabilidad orgánica. El 40% de los participantes optaron por cafeterías y pastelerías ya que consideran que son lugares idóneos para personas que prefieren productos dulces antes que los salados.

Al final de la sesión se entregó a cada participante una hoja para escriban el manjar de chocho de su preferencia con dos variables principales que fueron influyentes para su selección (apariencia, precio o sabor). Se identificó que tres personas optaron por el manjar de chocho con azúcar y 2 personas por aquel que tenía stevia, considerando que los factores o variables que influyeron en su decisión fueron la apariencia y el sabor. A continuación en la figura 18 se presentan estos resultados y su análisis respectivo.



**Figura 19.** Variables influyentes de preferencia del manjar de chocho

Según la figura 19 la apariencia y el sabor fueron las dos variables de influencia para la elección del manjar de chocho. Estos resultados concuerdan con la publicación de (Martínez, 2016) en la revista Ainia, donde se afirma que los jóvenes optan por alimentos diferentes con

características orgánicas y nutritivas. La elección de este tipo de alimentos está basada en la calidad del producto y de su trazabilidad, siendo el precio importante pero no determinante.



## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- El tiempo de vida útil del manjar de chocho fue de 20 días para los tratamientos 2 (7°C, sacarosa y método físico) y 4 (7°C, stevia y método físico), luego del cual se pudo observar un crecimiento  $<1 \times 10^4$  UFC/g.
- El método de conservación y la temperatura de almacenamiento fueron los factores que permitieron la estabilidad microbiológica y organoléptica del producto durante los 20 días.
- El análisis sensorial reportó diferencias significativas en las variables color, sabor y aceptabilidad, considerando que estos resultados fueron originados por los edulcorantes sacarosa y stevia durante los días de catación.
- Los tratamientos 1 y 2 tuvieron la mejor calificación en las variables: color, sabor y aceptabilidad. La variable aceptabilidad por parte de los panelistas estuvo en función del sabor de los tratamientos.
- El tratamiento 2 fue el mejor por su aceptabilidad sensorial y su estabilidad microbiológica. De igual manera el tratamiento 4 tuvo una adecuada estabilidad microbiológica pero baja aceptabilidad sensorial, sin embargo fue elegido para el “Focus group” debido a que se ajustó más a las tendencias de consumo actuales.
- La preferencia de los productos por parte de los jóvenes participantes estuvo influenciada por la presentación y sabor. Los jóvenes resaltaron que buscan productos como el manjar

de chocho con ausencia de conservantes, dulces pero funcionales y que los envases sean amigables con el medio ambiente.

## **5.2. Recomendaciones**

- Realizar una evaluación microbiológica pero a nivel de bacterias debido a que el producto presenta un porcentaje de humedad y proteína alta.
- Buscar la normativa adecuada para el producto desarrollado debido a que la normativa INEN 700 es específica para el dulce de leche, mismo que se diferencia en varios aspectos al manjar de chocho.
- Realizar un análisis de mercado a nivel cuantitativo a partir de los resultados obtenidos del “Focus group” debido a que se requiere identificar varios aspectos del nicho de mercado para elaborar una adecuada propuesta de valor.
- Realizar cambios en la formulación original para que el producto mejore su consistencia semisólida y para que el porcentaje de humedad vaya acorde a un producto más estable.

### 5.3 Bibliografía

- Álvarez, A., & Montes, E. (Noviembre de 2018). Propiedades hipoglucemiantes del chocho *Lupinus mutabilis*. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 2(39), 143-149.
- ANMAT. (2014). *Análisis microbiológico de los alimentos* (Vol. III). Córdoba, Argentina.
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. Ciudad de México, México: Pearson.
- Baldizón, C., & Molina, M. (2008). Estimación de la vida útil de una mayonesa mediante pruebas aceleradas. *Ingeniería*, 1(18), 57-64.
- Barreto Ponce, B., & Uquillas Sigcho, A. (2016). *Leche de Chocho (Tesis posgrado)*. Quito.
- Basantes, E. (2015). *Manejo de Cultivos Andinos del Ecuador* (Primera ed.). Sangolquí, Ecuador.
- Blanco, O. (1980). Genetic variability tarwi (*Lupinus mutabilis*) . *I Conferencia Internacional de Lupinus*. Lima.
- Bolaños, N., Lutz, G., & Herrera, C. (2003). *Química de los alimentos*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Caicedo, C., & Elena, V. (2001). *Poscosecha y Mercado de chocho (Lupinus mutabilis) en Ecuador* (I ed., Vol. I). FUNDACYT.
- Caicedo, C., & Peralta, E. (2001). *El cultivo de chocho Lupinus mutabilis Sweet: Fitonutrición, Enfermedades, Plagas en el Ecuador* (Primera ed.). Quito, Ecuador : FUNDACYT.
- Camposano, J., & Delgado, N. (2017). *Diseño de una planta agroindustrial para la producción de alimentos de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) en Cotopaxi (Tesis pregrado)*. Quito.
- Chirrinós, M. (Septiembre de 2014). Tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) una planta con potencial nutritivo y medicinal. *Bio Ciencias*, 3(3), 163-172.
- Costell, E. (2005). El análisis sensorial en el control y aseguramiento de la calidad de los alimentos: una posibilidad real. *CSIC*, 1-7.
- Cuevas, R. (Junio de 2014). Alimentos funcionales: Confiamos en sus beneficios. *Revista Eroski*, 23-27.

- Doyle, M., Beuchat, L., & Montville, T. (2001). *Microbiología de alimentos*. Madrid, España: Acribia.
- Espinoza, A., & Leija, M. (2005). *Determinación Microbiológica de la vida en anaquel de alimentos proteicos*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Microbiología e Inmunología, Nuevo León.
- FAO. (Febrero de 2018). *Normas Alimentarias FAO*. Obtenido de <http://www.fao.org/gsfaonline/index.html?lang=es>
- Fernández, M., Pueyo, J., & Golvano, F. (Abril de 2007). Singular Features of Bradyrhizobium Lupinus Symbiosis. *Global Siente Books, I(1)*, 1-16.
- Figuerola, F., Estévez, A., & Avedaño, O. (Abril de 2008). Desarrollo de un alimento de humedad intermedia de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición, II(58)*, 193-199.
- Forbes, B., Schum, D., & Weissfeld, A. (2004). *Diagnóstico microbiológico* (12 ed., Vol. I). Virginia: Panamericana.
- FUNIBER. (2017). *Fundación Universitaria Iberoamericana*. Recuperado el 2019, de <https://www.composicionnutricional.com/alimentos/CHOCHO-CRUDO-SECO-5>
- Góngora, V., & Vázquez, S. (Marzo de 2018). Stevia rebaudiana: A sweetener and potencial bioactive ingredient in the development of funcional cookies. *Journal of Funcional Foods*, 183-190.
- Gross, R. (1982). *Situación actual de la investigación alimentaria del lupino*. Lima.
- Gutiérrez, A. (2014). *Desarrollo de dulce de leche (arequipe) de bajo contenido calórico con utilización de sucralosa y polidextrosa*. Tesis pregrado, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Guzman, A., & Gusqui, R. (2015). *Manejo Integrado del cultivo de chocho*. Riobamba, Ecuador.
- Harris, D. (2003). *Análisis químico cuantitativo* (Tercera ed.). Barcelona, España: Reverté.
- Hernández, M., & Barrera, J. (2004). *Bases técnicas para el aprovechamiento agroindustrial de especies nativas de la Amazonía*. Bogotá, Colombia: SINCHI.

- Hidalgo, A. (2015). *Eficacia de la adición de Lupinus mutabilis Sweet al tratamiento convencional de metformina en el control de la diabetes mellitus tipo 2*. Tesis pregrado, Universidad de las Américas de Quito , Quito.
- IICA. (2015). *Los Consumidores en las nuevas tendencias alimentarias*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, México.
- INEC. (Agosto de 2014). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Recuperado el Abril de 2019, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias-INEC/2017/millennials.pdf>
- INEN. (2005). *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. Obtenido de <https://archive.org/stream/ec.nte.2390.2005#page/n1/mode/2up>
- INEN. (2011). *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. Obtenido de <https://archive.org/details/ec.nte.0700.2011>
- INTI. (2010). *Elaboración de Dulce de Leche* (Vol. I). Buenos Aires, Argentina.
- Jaramillo, P. (2013). *Repositorio de Educación Superior SENECYT*. Recuperado el 2019, de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/4908/6/Anexo%20VI.%20De%20terminacion%20Vida%20Util%20Alimentos.pdf>
- Kotler, P., & Armstrong, G. (2008). *Fundamentos de marketing*. Ciudad de México: Pearson.
- Landeta , L. (2016). *Estabilización y evaluación nutricional de una bebida a base de chocho (Lupinus mutabilis Sweet), lactosuero dulce y pulpa de naranjilla (Solanum quitoense Lam)*. Tesis pregrado, Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ibarra.
- Loja, C., & SanMartín , L. (2014). *Evaluación de la calidad microbiológica del chocho desamargado para consumo en la ciudad de Cuenca (Tesis pregrado)*. Universidad de Cuenca, Ciencias Químicas, Cuenca.
- López, O., Ávila , R., & Moreno, M. (2017). Desarrollo de un postre lácteo sin azúcar añadido y bajo índice glicémico. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 18-29.
- Márquez, C. (Octubre de 2016). El cultivo de chocho es más rentable. *Líderes*, I(1), 12-13.
- Martínez, J. (Agosto de 2015). Snacks con sabor andino: Reconocimiento al emprendimiento joven ecuatoriano. *Revista Banco Mundial*, 3(6), 2-4.

- Martínez, J. (2016). Obtenido de <https://www.ainia.es/tecnoalimentalia/consumidor/como-dar-respuesta-a-las-tendencias-de-consumo-de-los-milennials/>
- Merino, M., & Pintado, T. (2015). *Introducción a la investigación de mercados*. Madrid, España: EISC.
- Ortega, A. (2013). *Utilización de la leche de maíz suave (Zea mays amylacea) choclo, como sustituto de la leche de vaca en la elaboración de dulce de leche*. Tesis pregrado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán.
- Paguay, G. (31 de Enero de 2017). Las ventas de los lácteos mejoraron. *Líderes*, 12-13.
- Pasto, Y. (2011). *Estudio del efecto de la sustitución de la sacarosa por stevia en la elaboración de dulce de leche (Tesis pregrado)*. Ambato.
- Peñaherrera, A. (2012). *Efecto de diferentes condiciones de hidratación, hervido y lavado sobre el consumo de agua y tiempo de procesamiento del chocho (Lupinus mutabilis Sweet)*. Tesis pregrado, Universidad San Francisco de Quito, Quito.
- Rodríguez, A. (2009). *Evaluación "in vitro" de la actividad antibacteriana de los alcaloides del agua de desamargado del chocho (Lupinus mutabilis Sweet)*. Tesis pregrado, Ciencias Químicas, Riobamba.
- Saltos, H. (1993). *Diseño Experimental*. Ambato: UTA.
- Salvador, R., Herrera, M., & Paucar, L. (2014). 2014. *Estudio de la stevia como edulcorante natural y su uso en beneficio de la salud*, 5(201), 157-163.
- Simión, C. (2003). *Influencia de la temperatura y del sorbato de potasio en la resistencia térmica de mohos en dulce de leche*. Tesis progrado, Universidad de Buenos Aires , Buenos Aires.
- Suca, G. (Octubre de 2015). Potencial del tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) como futura fuente proteínica y avances de su desarrollo agroindustrial. *Revista Química*, 55-77.
- Tortora, G., Berdell, F., & Case, C. (2007). *Introducción a la microbiología* (Novena ed.). Panamericana.
- Valencia, F., & Millán, L. (2009). Estimación de la vida útil de un arequipe bajo en calorías. *Revista Lasallista de Investigación*, VI(1), 9-15.
- Vallejo, G., & Peñafiel, M. (2012). *Verificación de prerrequisitos de limpieza y desinfección en superficies como parte de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) de una empresa de*

*catering en el servicio de cocina de un hospital de la ciudad de Quito mediante el control microbiológico de in.* Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.

Vanegas, G. (2010). *INVIMA*. Obtenido de <https://www.scribd.com/document/385008992/Manejo-Conservacion-de-Frio-a-Lo-Largo-de-La-Cadena-y-Otras-Tecnicas-de-Conservacion>

Vera, M. (2012). *Elaboración de mermelada light de durazno*. Tesis pregrado , Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas, Santiago de Chile.

Villacrés, E. (1998). *Disfrute cocinando con chocho* (Vol. I). Ecuador .

Villacrés, E., Rubio , A., & Segovia, G. (2006). *Usos alternativos del chocho*. Quito: FUNDACYT.

Villegas, L., & Cubillos, Z. (2013). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de arequipe natural*. Tesis pregrado, Universidad Nacional Abierta y Distancia, Ibagué.

Viveros, G. (2016). *Industrialización del chocho (Lupinus mutabilis) en la elaboración de hojuelas confitadas (Tesis pregrado)*. . Tulcán.

Yumbla, M. (2006). *Estudio de factibilidad para la producción, industrialización y comercialización de chocho (Lupinus mutabilis) con enfoque de granja integral en el cantón Montúfar*. Tesis pregrado, Universidad San Francisco de Quito, Quito.

Zabala, A. (2014). *Análisis del efecto citotóxico del alcaloide lupanina de Lupinus mutabilis sobre cultivos in vitro Leishmania mexicana*. Tesis pregrado, Universidad de las Américas, Quito.

Zunino, A. (2012). *Dulce de leche* (Vol. I). Buenos Aires.