

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Tema: “Evaluación sensorial y fisicoquímico de tres tipos de snack (deshidratado, horneado, fritura) a base de melloco (*Ullucus tuberosus*)”

Trabajo de titulación previa la obtención del
Título de Ingeniera en Alimentos

AUTORA: De la Torre Molina Katherin Pamela

TUTORA: Chamorro Hernández Liliana Margoth, MSc.

Tulcán, 2021

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que la estudiante De la Torre Molina Katherin Pamela con el número de cédula 1724408230 ha elaborado el trabajo de titulación: “Evaluación sensorial y fisicoquímico de tres tipos de snack (deshidratado, horneado, fritura) a base de melloco (*Ullucus tuberosus*)”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



Firmado electrónicamente por:
LILIANA MARGOTH
CHAMORRO HERNANDEZ

f.....

MSc. Chamorro Hernández Liliana Margoth

TUTORA



Firmado electrónicamente por:
FREDDY GIOVANNY TORRES
MAYANQUER - 1002329983

f.....

MSc. Torres Mayanquer Freddy

LECTOR

Tulcán, abril del 2021

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de **Ingeniera** en la Carrera de ingeniería en alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, De la Torre Molina Katherin Pamela con cédula de identidad número 1724408230 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



f.....

De la Torre Molina Katherin Pamela

AUTORA

Tulcán, abril del 2021

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, De la Torre Molina Katherin declaro ser autor/a de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Evaluación sensorial y fisicoquímico de tres tipos de snack (deshidratado, horneado, fritura) a base de melloco (*Ullucus tuberosus*)” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



f.....

De la Torre Molina Katherin Pamela

AUTORA

Tulcán, abril del 2021

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi por abrirme las puertas y brindarme las herramientas necesarias durante toda mi educación. Además, agradezco a todos los docentes que estuvieron a mi lado desde que inicie este sueño dándome todas sus enseñanzas, dedicación y paciencia durante las clases impartidas, en especial a la Ing. Liliana Chamorro y al Ing. Freddy Torres que aparte de ser grandes personas fueron mis guías durante la elaboración de este trabajo de titulación. También, agradezco a mi familia por todo su apoyo incondicional.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres Luis y María por su apoyo incondicional y sobre todo a su esfuerzo para que pueda superarme. A las personas que llegaron a complementar mi vida y a quienes amo con todo mi corazón Fernando y Benjamín. A mis hermanos Yadira y Steven quienes me dieron ánimo para seguir adelante y cumplir con mis metas.

ÍNDICE

I. PROBLEMA	18
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	19
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	20
1.4.1. Objetivo General	20
1.4.2. Objetivos Específicos	20
1.4.3. Preguntas de Investigación	20
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	21
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	21
2.2. MARCO TEÓRICO	23
2.2.1. Generalidades	23
2.2.2. Taxonomía del melloco	23
2.2.3. Distribución y producción	23
2.2.4. Composición química y valor nutricional	24
2.2.5. Variedades del Melloco.....	25
2.2.5.1. Melloco Puca.....	25
2.2.6. Usos del Melloco.....	25
2.2.7. SNACK (Bocadito)	26
2.2.8. PROCESOS PARA LA OBTENCIÓN DE UN SNACK.....	26
2.2.8.1. ESCALDADO.....	26
2.2.8.2. PROCESO DE FRITURA	27
2.2.8.2.1. Función del aceite en la fritura	27
2.2.8.2.2. Transferencia de calor y materia	28
2.2.8.2.3. Cambios fisicoquímicos durante la fritura	28

2.2.8.2.4. Cocción y efectos térmicos	29
2.2.8.2.5. Cambios en la textura y estructura del producto.	29
2.2.8.2.6. Absorción de aceite durante el proceso de fritura	29
2.2.8.2.7. Pérdida de humedad durante el proceso de fritura	30
2.2.8.2.7.1. Calentamiento inicial	30
2.2.8.2.7.2. Superficie de ebullición	30
2.2.8.2.7.3. Velocidad decreciente	31
2.2.8.2.7.4. Punto final de burbuja	31
2.2.8.3. PROCESO DE DESHIDRATACIÓN	31
2.2.8.3.1. Métodos de deshidratación	32
2.2.8.3.2. Clasificación de deshidratadores	33
2.2.8.3.3. Efectos del secado en el producto.	34
2.2.8.3.4. Factores que controlan el deshidratado	34
2.2.8.4 PROCESO DE HORNEADO	35
2.2.8.4.1. Concepto	35
2.2.9. ANÁLISIS SENSORIAL	36
2.2.9.1. Tipo de pruebas sensoriales	36
2.2.9.2. Aplicaciones del Análisis Sensorial	36
2.2.9.3. Características Organolépticas	37
2.2.9.5. Establecimiento de paneles sensoriales	38
2.2.9.6. Tipos de jueces	38
2.2.10. ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS	39
2.2.10.1. Humedad	39
2.2.10.2. Grasa.....	39
2.2.10.3. Ceniza.....	40
2.2.10.4. Proteína.....	40
2.2.11. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS PARA EL SNACK	40

2.2.12. VIDA ÚTIL DE LOS SNACKS	40
2.2.12.1. Concepto	40
2.2.12.2. Factores que influyen en la vida útil de los alimentos	41
2.2.12.2.1. Factores Extrínsecos	43
2.2.12.3. Determinación de vida útil (VU) para el “snack” mediante Estudios de estabilidad acelerada	45
2.2.12.4. Modelación del deterioro de características sensoriales y fisicoquímicos. ..	46
III. METODOLOGÍA	48
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	48
3.1.1. Enfoque	48
3.1.2. Tipo de Investigación	48
3.2. HIPÓTESIS	48
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	49
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	51
3.4.1 Proceso de elaboración de snack de melloco.	51
3.4.1. Análisis Estadístico	53
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
4.1. RESULTADOS	55
4.1.1. ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL SNACK DE MELLOCO EN EL PROCESO DE DESHIDRATADO.....	55
4.1.1.1. Humedad	55
4.1.1.2. Ceniza.....	55
4.1.1.3. Proteína.....	56
4.1.1.4. Grasa.....	56
4.1.2. ANÁLISIS SENSORIAL DEL SNACK DE MELLOCO TIPO DESHIDRATADO ..	57
4.1.3. ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL SNACK DE MELLOCO EN EL PROCESO DE HORNEADO	59
4.1.3.1. Humedad	59

4.1.3.2. Ceniza.....	59
4.1.3.3. Proteína.....	60
4.1.3.4. Grasa.....	60
4.1.4. ANÁLISIS SENSORIAL DEL SNACK DE MELLOCO TIPO HORNEADO	61
4.1.5. ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL SNACK DE MELLOCO EN EL PROCESO DE FRITURA.....	63
4.1.5.1. Humedad	63
4.1.5.2. Ceniza.....	63
4.1.5.3. Proteína.....	64
4.1.5.4. Grasa.....	64
4.1.6. ANÁLISIS SENSORIAL DEL SNACK DE MELLOCO FRITO	64
4.1.7. RESULTADOS DE VIDA ÚTIL	67
4.1.7.1. Vida útil mediante análisis sensorial del snack de mellocó tipo deshidratado, horneado y fritura.....	67
4.1.4.2. Vida útil mediante análisis fisicoquímico del snack de mellocó tipo deshidratado, horneado y fritura.....	71
4.1.4.3. Vida útil mediante análisis microbiológico del snack de mellocó tipo deshidratado, horneado y fritura.....	75
4.2. DISCUSIÓN.....	79
4.2.1. Análisis fisicoquímicos de snack deshidratado.....	79
4.2.2. Análisis sensorial del snack de mellocó deshidratado	80
4.2.3. Análisis microbiológico del snack de mellocó deshidratado.....	80
4.3.1. Análisis fisicoquímico del snack de mellocó horneado	80
4.3.2. Análisis sensorial del snack de mellocó horneado.....	81
4.3.3. Análisis microbiológico del snack de mellocó horneado.....	81
4.4.1. Análisis fisicoquímico del snack de mellocó frito	82
4.4.2. Análisis sensorial del snack de mellocó tipo fritura.....	83
4.4.3. Análisis microbiológico del snack de mellocó tipo fritura	83

4.5.1. Análisis de Vida útil.....	83
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	86
5.1. CONCLUSIONES	86
5.2. RECOMENDACIONES	87
IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
V. ANEXOS.....	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Transferencia de calor y masa durante el proceso de fritura.....	28
Figura 2 Efecto de la temperatura del aceite sobre las curvas de deshidratación.....	30
Figura 3 Efecto de la temperatura del aceite sobre las curvas de velocidad deshidratación..	31
Figura 4 Intervalos de Aroma vs. Tratamientos.....	57
Figura 5 Intervalo de Color vs. Tratamientos.....	58
Figura 6 Intervalo de Sabor vs. Tratamiento.....	58
Figura 7 Intervalo de Textura vs. Tratamiento.....	59
Figura 8 Intervalos de Aroma vs. Tratamiento.....	61
Figura 9 Intervalos de Color vs. Tratamientos.....	62
Figura 10 Intervalo de Sabor vs. Tratamiento.....	62
Figura 11 Intervalo de Textura vs. Tratamientos tipo horneado.....	62
Figura 12 Intervalo de Aroma vs. Tratamiento.....	65
Figura 13 Intervalo de Color vs. Tratamiento.....	66
Figura 14 Intervalos de Sabor vs. Tratamiento.....	66
Figura 15 Intervalo de Textura vs. Tratamiento.....	66
Figura 16 Vida útil del snack deshidratado.....	67
Figura 17 Vida útil de snack horneado	68
Figura 18 Vida útil de snack frito.....	68
Figura 19 Regresión lineal de evaluación sensorial S.D. a 35 °C.....	69
Figura 20 Evaluación Sensorial en snack deshidratado a 45 °C	69
Figura 21 Evaluación Sensorial en snack horneado a 35 °C.....	69
Figura 22 Evaluación Sensorial en snack horneado a 45 °C.....	70
Figura 23 Evaluación Sensorial en snack frito a 35 °C.....	70

Figura 24	Evaluación Sensorial en snack frito a 45 °C.....	70
Figura 25	Variación de % de Humedad vs. Tiempo en el snack de melloco tipo deshidratado.	72
Figura 26	Variación de % Humedad vs. Tiempo en el snack de melloco tipo horneado.	72
Figura 27	Variación de % de Humedad vs. Tiempo del snack de melloco tipo fritura.	73
Figura 28	Recta de regresión de la ecuación de Arrhenius para el Snack tipo deshidratado.	74
Figura 29	Recta de regresión de la ecuación de Arrhenius para el Snack tipo horneado	74
Figura 30	Recta de regresión de la ecuación de Arrhenius para el Snack tipo frito	74
Figura 31	Curva de crecimiento microbiano en snack de melloco tipo deshidratado.	77
Figura 32	Curva de crecimiento microbiano en snack de melloco tipo deshidratado.	77
Figura 33	Curva de crecimiento microbiano del snack de melloco tipo horneado.....	77
Figura 34	Curva de crecimiento de microorganismos del snack de melloco tipo horneado..	78
Figura 35	Curva de crecimiento microbiano del snack de melloco tipo fritura.....	78
Figura 36	Curva de crecimiento microbiano del snack de melloco tipo fritura.....	78
Figura 37	Recepción de materia prima.....	97
Figura 38	Lavado y rebanado del melloco	97
Figura 39	Proceso de deshidratado del melloco... ..	97
Figura 40	Proceso de fritura del melloco.....	98
Figura 41	Equipo de fritura.....	98
Figura 42	Análisis microbiológico E.coli del snack....	98
Figura 43	Análisis microbiológico Aerobios Total del snack.....	99
Figura 44	Estudio de vida útil a condiciones aceleradas del snack de melloco.....	99
Figura 45	Recuentos de microorganismos con la lupa.....	99
Figura 46	Análisis microbiológico Mohos y levaduras del snack.....	100
Figura 47	Análisis de proteína por el método khendal.	100
Figura 48	Evaluación sensorial del snack de melloco.....	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Evaluación taxonómica del tubérculo.	23
Tabla 2.	Porcentaje de la Composición química del melloco variedad “pucca”.....	25
Tabla 3.	Tipos de pruebas en el análisis sensorial.....	36
Tabla 4.	Requisitos organolépticos y físicoquímicas para el snack.	39
Tabla 5	Requisitos Microbiológicos.....	40

Tabla 6 Operalización de variables.	50
Tabla 7. Esquema del experimento	53
Tabla 8. Resultados fisicoquímicos del snack de melloco tipo deshidratado.	55
Tabla 9. Resultados de ceniza del snack deshidratado.	55
Tabla 10. Resultados de proteína del snack deshidratado.	56
Tabla 11. Resultados de grasa del snack deshidratado.	56
Tabla 12. Resultados de análisis sensorial	57
Tabla 13. Resultados de humedad del snack horneado.	59
Tabla 14. Resultados de ceniza del snack horneado.	60
Tabla 15. Resultados de proteína del snack horneado.....	60
Tabla 16. Resultados de grasa del snack horneado	60
Tabla 17. Resultados de análisis sensorial de snack de melloco tipo horneado.....	61
Tabla 18. Resultados de humedad del snack tipo fritura.	63
Tabla 19. Resultados de ceniza del snack tipo fritura	63
Tabla 20. Resultados de proteína del snack tipo fritura.	64
Tabla 21. Resultados de grasa del snack tipo fritura.	64
Tabla 22. Resultado de análisis sensorial del snack tipo fritura.....	65
Tabla 23. Resultados de vida útil del atributo de textura del snack de melloco.	67
Tabla 24. Resultados de las rectas de regresión de las cinéticas de la evaluación sensorial en snacks de melloco almacenados en condiciones aceleradas (35 y 45 °C; HR 90%) y el tiempo límite.....	71
Tabla 25. Resultados de factor de calidad % humedad del snack de melloco tipo deshidratado, horneado y fritura.....	71
Tabla 26 Resultados de las rectas de regresión de las cinéticas del %Humedad en snacks de melloco almacenados en condiciones aceleradas (35 y 45 °C; HR 90%).	73
Tabla 27. Resultados de las rectas de regresión de la ecuación de Arrhenius y vida útil (VU) estimada del snack tipo deshidratado, horneado y frito a 35 °C y 45 °C	75
Tabla 28 Resultados del recuento de microorganismos en snacks de melloco almacenados en condiciones aceleradas (35y 45 °C; HR 90%)	76

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Certificado o Acta del Perfil de Investigación	95
Anexo 2: Certificado del abstract por parte de idiomas	96
Anexo 3: Proceso del snack de melloco (deshidratado, horneado, fritura).....	97

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el laboratorio de Frutas y Hortalizas de la “Universidad Politécnica Estatal del Carchi”, misma que se encuentra localizado en la Ciudad de Tulcán. La materia prima se obtuvo en el Mercado San Miguel de la misma ciudad. El objetivo principal de la presente investigación fue determinar mediante evaluación sensorial y fisicoquímico la aceptabilidad de un snack a partir de melloco (*Ullucus tuberosus*). Se determinó el análisis fisicoquímico (humedad, ceniza, grasa, proteína) del mejor tratamiento de cada proceso de snack tipo fritura, horneado y deshidratado, mediante una escala hedónica de cinco puntos se realizó la evaluación sensorial tomando en cuenta los parámetros de aroma, color, sabor y textura. El análisis microbiológico (aerobios mesófilos, mohos y levaduras, *e. coli*) se realizó al mejor tratamiento de cada proceso. Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA), los factores en el estudio para cada proceso fueron tiempo y temperatura, se empleó la prueba de diferencia estadística para los tratamientos la misma que se desarrolló mediante la prueba de rangos de Tukey al 5% es decir con un 95% de probabilidad y 5 % como margen de error. Los resultados obtenidos muestran que el tratamiento con mayor aceptabilidad del proceso de deshidratado fue el T1 (52 °C-8 horas), para el proceso de horneado fue el T1 (90 °C-18 min) y para el proceso de fritura fue el T2 (180 °C-1,30 min). Los datos obtenidos de (VU) mostraron que el snack tipo deshidratado obtuvo un valor de 29 días, 67 días para el snack horneado y 49 días para el snack tipo fritura. La aplicación de los procesos de fritura, horneado y deshidratado mejoran las características organolépticas del melloco (*Ullucus tuberosus*), además disminuye hasta un 70% de humedad alargando la vida útil del snack.

Palabras clave: *snack, tubérculo, sensorial, fisicoquímico, vida útil.*

ABSTRACT

This research was carried out in the Fruits and Vegetables laboratory of the “Universidad Politécnica Estatal del Carchi”, which is in the City of Tulcán. The raw material was obtained in the San Miguel Market in the same city. The main objective of this research was determined by sensory evaluation and physicochemical acceptability of a snack from melloco (ullucus). The physico-chemical analysis (moisture, ash, fat, protein) of the best treatment for each process snack frying type, baked and dried, a hedonic scale of five points was performed sensory evaluation considering the parameters aroma was determined, color, flavor and texture. Microbiological analysis (mesophilic aerobes, yeasts, molds, and coli) was performed to the best treatment for each process. Design Fully applied to the Azar (DCA), the factors in the study for each process were time and temperature testing statistical difference was used for treatments the same as developed by ranks test Tukey 5% is say with a 95% probability and a 5% margin of error. The results show that treatment with higher acceptability of the dehydration process was the T1 (52 ° C-8 hours), for the baking process was the T1 (90 ° C-18 min) and for frying was the T2 (180 ° C-1.30 min). Data obtained from (VU) showed that the dehydrated snack obtained a value of 29 days, 67 days for baking snack and 49 days for frying snack. The application processes frying, baking and dehydrated improve the organoleptic characteristics of the melloco (ullucus) further decreases to 70% moisture extending the life of the snack.

Keywords: *snack, tuber, sensory, physical-chemical, shelf life.*

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad de cultivos andinos tales como el melloco (*Ullucus tuberosus*); tiene un abanico de posibilidades para el procesamiento e industrialización y que están a nuestro alcance para realizar muchas investigaciones, descubrir sus potencialidades y conocer su valor nutricional. El mismo que es considerado uno de los cultivos con gran potencial dentro de la industria de alimentos después de la papa. Además, se ha encontrado que esta planta es resistente a las plagas y heladas a comparación de otros cultivos. Su nombre depende del lugar o incluso país, en Ecuador y Perú se lo conoce como olluco o melloco, ulluco o chugua (en Colombia), ruba (en Venezuela) y Bolivia, el norte de Argentina y unas pocas regiones de la zona sur andina de Ecuador como olluco, papa lisa, o simplemente lisa. Sin embargo, el desconocimiento de sus propiedades fisicoquímicos no ha permitido que este tubérculo sea procesado en otros productos y solo ha sido utilizado como alimento de autoconsumo de las mismas zonas donde se produce. Los tubérculos del ulluco se consumen con más frecuencia hervidos que de otro modo, ya que su alto contenido de agua dificulta otras preparaciones. La piel es delgada y se quita con facilidad, pero puede consumirse junto con la pulpa de color pálido, firme, lisa y suave, sin rastro de fibra; la textura ligeramente gomosa del tubérculo crudo desaparece con la cocción. También se los utiliza enteros como guarnición, rallados, puré o molidos para espesar sopas y estofados. Los ancestros lo han catalogado con poderes curativos y el almidón se considera útil para la alimentación de enfermos y convalecientes. Por lo antes mencionado en esta investigación los objetivos planteados son producto de la necesidad de buscar una alternativa de consumo del melloco. Para esto se aplicó procesos de fritura, horneado y deshidratado que han sido utilizados por muchos años a nivel mundial en la industria de alimentos, por las características físicas y organolépticas que brinda al producto. Una vez que se aplicó estos procesos industriales en la elaboración de un snack a base de melloco, mediante un panel entrenado se determinó si el producto cumple con las características organolépticas aceptables, para hacer de éste un producto aceptado por los consumidores. El snack ya terminado cumplió con las características organolépticas (aroma, color, sabor, textura) y fisicoquímicos (humedad, grasa, ceniza, proteína) establecidas por NTE INEN 2561:2010.

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción de cultivos andinos en el Ecuador representa parte de la identidad indígena siendo relegados desde la época de la conquista, son cultivos en vía de extinción y los cuales a través de los años se han limitado únicamente para su consumo en fresco de algunas poblaciones andinas. No se han buscado alternativas que permitan la transformación de los cultivos andinos en productos que puedan competir en el mercado local y ser comercializados a nivel Internacional. (Barrera , Merino y Heredia , 2004)

Según Pacheco (2014) el melloco (*Ullucus tuberosus*) en el Ecuador presenta un escaso procesamiento, sin ningún uso industrial alternativo que contribuya a diversificar su utilización. Según Barrera et al. (2004) en la provincia de Chimborazo una de las zonas donde se produce este tubérculo el desconocimiento de tecnología ha impedido su aprovechamiento y falta de valor agregado en la industria alimentaria como una alternativa de consumo aprovechando las propiedades fisicoquímicos que presenta. (Abrigo, 2017)

El melloco a nivel agroindustrial no ha sido explotado, y por lo mismo los productos alimenticios no incorporan a este tubérculo en el proceso productivo (Córdova, 2017),. utilizado principalmente por la población local para la preparación de alimentos tradicionales.

Según Daza, Homez-Jara, Solanilla y Váquiro (2018) afirman que el tubérculo (*Ullucus tuberosus*) gracias a los componentes y propiedades fisicoquímicos que posee es considerado una materia prima de uso potencial en la industria de alimentos [...] sin embargo, no hay información sobre los posibles usos industriales y por ende no es aprovechado completamente.

La explotación de tubérculos andinos (*Ullucus tuberosus*) se ha visto limitado en la actualidad por la falta de conocimiento, cambios de hábitos alimenticios producidos a nivel de las comunidades y por la falta de alternativas de consumo o procesamiento industrial (Abrigo, 2017), razones por las cuales no existen empresas o personas de las mismas comunidades productoras del tubérculo dedicadas a utilizar este tipo de materia prima en productos terminados o parte de un producto que permita dar valor a estos cultivos.

La falta de una definición consistente de ¿qué es aperitivo? en la literatura científica y en dietética complica aún más la reputación alimentaria de los refrigerios o bocadillos. Esta falta

de claridad ha llevado a la "reputación dietética" de los aperitivos limitando su consumo y catalogando a todos los bocadillos como perjudiciales para la salud, e impidiendo el consumo de nuevos productos (Bustos, 2016).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La elaboración de un snack tipo fritura, horneado y deshidratado le dará un valor agregado al melloco con las características sensoriales y fisicoquímicas propias de un snack.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Según Pérez (2017) el melloco es apreciado por los nativos andinos por ser del género (*Ullucus tuberosus*), resistente a las heladas, superior a las otras plantas andinas productoras de tubérculos, se siembra en diversidad de sitios por su articulación con el medio, es una especie que produce alto rendimiento en número de tubérculos por planta, y constituye un buen alimento andino sobre todo durante las épocas de escasez de papas por causas de heladas y sequía. (Suquilanda, 2012)

En el Ecuador existe una marcada diferencia entre la época de siembra de la zona norte del país (Carchi, Imbabura, Pichincha), con la central y sur (Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Cañar), mientras que en el norte se puede sembrar el melloco durante todo el año, en las otras zonas se siembra entre junio y diciembre, esto se puede verificar por la presencia de éste tubérculo en los mercados del país durante todo el año (Suquilanda, 2012).

Según Espín (2013) tres de cada cuatro tipos de mellocos consumidos a nivel mundial son producidos en Ecuador incluso se le ha catalogado como un melloco único de alta calidad y exquisito sabor muy superior al que ofrece la competencia (Argentina, Chile, Perú y Colombia), respetando el medio ambiente, ya que el buen clima y los buenos suelos, hacen que las plantaciones requieran solamente la mitad de ciclos fungicidas en comparación con otros países productores.

Córdova (2017) afirma que existen diferentes maneras de dar valor agregado a este tubérculo, por ejemplo, caramelos gomosos, conservas, hojuelas, mermeladas y harinas. El desarrollo agroindustrial y la comercialización de los tubérculos andinos, ofrecen perspectivas de gran valor en cuanto a productos industrializados y alternativas de consumo y es un importante recurso que se debe explotar en nuestro país, por esta razón es indispensable enfocar la

atención hacia su utilización como producto alimenticio y aprovechar las propiedades fisicoquímicas de transformación (Espín, 2004).

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Elaborar un snack de melloco (*Ullucus tuberosus*) tipo fritura, deshidratado y horneado.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar un análisis sensorial para determinar el mejor tratamiento de cada proceso aplicado en la elaboración de un snack de melloco.
- Determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del mejor tratamiento de cada tipo de snack.
- Determinar la vida útil del mejor tratamiento de cada proceso aplicado al snack de melloco.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Qué propiedades tiene el melloco?
- ¿Qué alternativas de industrialización tiene el melloco?
- ¿Qué características fisicoquímicas tiene el snack?
- ¿Qué características organolépticas debe tener el snack de melloco?
- ¿Qué características microbiológicas debe tener el snack de melloco?
- ¿Cuál es el proceso de fritura de un snack?
- ¿Cuál es el proceso de horneado de un snack?
- ¿Cuál es el proceso de deshidratado de un snack?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Pazos (2017) realizó un estudio titulado “Desarrollo de un prototipo de snack crocante salado con tres tubérculos andino” en la Universidad de los Andes. La investigación estableció las condiciones de transformación para tres tubérculos andinos: papa Leona negra (*Solanum tuberosum ssp. Andigenum*), melloco (*Ullucus tuberosus* Loz) y oca (*Oxalis tuberosa* Mol), en un snack salado crocante. La metodología utilizada en la investigación mostró 2 tipos de corte con dos procesos, arreglados en cuatro tratamientos con tres repeticiones en la misma materia prima. Para el análisis estadístico se determinaron pruebas de normalidad, análisis de varianza y separación de medias de Tukey. Se utilizaron pruebas para determinar su aceptabilidad mediante un análisis sensorial con el uso de preferencia pareada con condición placebo para evaluar dos sabores: hierbas secas y pimienta; se realizó un análisis de costo beneficio del prototipo. Se definió que el tipo de corte de chip y al proceso de horneado mantuvieron la crocancia y el color por más días. Los resultados definieron que el proceso de horneado con un corte tipo chip obtuvo una textura crocante y un color amarillo pálido aceptable.

Bonilla (2012) en su investigación Estudio de Factibilidad para la Instalación de una planta procesadora de chips de zanahoria blanca utilizó un tubérculo andino para su industrialización mediante una fritura. Evaluó el grosor de los chips, realizó una evaluación sensorial del producto terminado, también determinó la vida útil del snack mediante un análisis microbiológico a los 30 y 60 días de almacenado el producto, utilizando métodos descritos por la norma A.O.A.C. N° 997.02;997.02. Llegó a la conclusión que el tratamiento T7 (zanahoria blanca a 10 meses de madurez de la materia prima, 2,00 mm de espesor de las hojuelas a 140 °C por 4,00 min) es el mejor tratamiento. Seguido de T9 (zanahoria blanca a 10 meses de madurez de la materia prima, 2,00 mm de espesor de los chips a 160 °C por 2,00 min) y T14 (zanahoria blanca a 12 meses de madurez de la materia prima, 1,50 mm de espesor de los chips a 150 °C por 3,5 min). Deduciendo que, el tiempo de madurez de la zanahoria blanca, determina la cantidad de agua que se intercambia con aceite, en la fritura, la temperatura de fritura y espesor de los chips significativamente en la calidad del producto terminado.

Bravo (2013) en la obtención de un producto tipo aperitivo (snack) a partir de oca (*Oxalis tuberosa*) determinó los siguientes parámetros: humedad 74%, ceniza 4%, grasa 3% y

proteína 5% en la oca fresca. Los pretratamientos de escaldado (90 °C por 5 min) y deshidratación osmótica (solución de azúcar invertido, concentración de 50 °Brix a 65 °C por 1 hora) influyen significativamente en el contenido de grasa, acidez titulable y aceptabilidad global de los chips de oca. Los chips con pretratamiento presentaron una menor cantidad de grasa y acidez, y obtuvieron un mayor puntaje en la evaluación de aceptabilidad sensorial. Otras pruebas como la aceptabilidad sensorial de los consumidores demostraron que los chips de oca con pretratamientos tuvieron mayor aceptabilidad global (8.7/10) que los chips de oca que no recibieron tratamientos previos (7.2/10).

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Generalidades

MELLOCO (*Ullucus tuberosus*)

El melloco es un tubérculo de gran importancia dentro de la dieta de los consumidores en varias localidades del Ecuador, es apreciado por su sabor y variedad de color. Es parte de la alimentación de los estratos sociales y distribuido en tres regiones del país (Sierra, Costa, Oriente), catalogado como parte de la identidad ecuatoriana. (Suquilanda, 2012)

Según Tapia et al. (2018) aseguran que a pesar de esto no es considerado como un cultivo primordial y es manejado como una especie de trascendencia secundaria, mantenida por los pequeños y medianos productores, los mismos que ofrecen los excedentes de producción a los intermediarios, quienes distribuyen en los centros de consumo de las principales ciudades del país como Guayaquil, Quito, Cuenca y demás capitales de provincia. (pág. 19)

2.2.2. Taxonomía del melloco

La descripción taxonómica de tubérculo se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Evaluación taxonómica del tubérculo.

Taxonomía del melloco	
División	Espermatofita
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Orden	Centrospermas
Suborden	Portulacáceas
Familia	Basellaceae
Género	<i>Ullucus</i>
Especie	Tuberosum
Subespecie	<i>U. tuberosus. Aborigeneus; U. tuberosus. Tuberosus</i>
Nombre común	Melloco, ulluco, chigua, papa lisa.

Fuente: (Armas, 2016)

2.2.3. Distribución y producción

El melloco se encuentra a lo largo de toda la sierra ecuatoriana, los sitios de producción son Carchi 38 ha, Imbabura 31.4 ha, Pichincha 18.2 ha, Cotopaxi 94.3 ha, Tungurahua 62.9 ha, Chimborazo y Cañar. En el resto de provincias, sus cultivos han desaparecido en gran parte o

se siembra en parcelas pequeñas para autoconsumo de algunas comunidades. Es un cultivo manejado principalmente por agricultores, mismos que lo producen en parcelas que oscilan entre los 100 y 2000 m² aunque en algunos sitios se han observado lotes de hasta 2 ha. (Manrique , 2014)

Sin embargo, existe una marcada diferencia entre la época de siembra de la zona norte del país (Carchi, Imbabura, Pichincha), con la central y sur (Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Cañar), mientras que al norte se puede sembrar el melloco durante todo el año, en otras zonas se siembra entre junio y diciembre. (Suquilanda, 2012)

La producción del género *Ullucus tuberosus*, se encuentra en la zona norte de la Sierra Ecuatoriana en las ciudades de San Gabriel y Cristóbal Colón en la provincia del Carchi. Esta zona es privilegiada con un suelo rico en materia orgánica y en alta capacidad de retención de agua; además de ser una zona con niveles elevados de precipitaciones. (Velásquez, 2011)

El melloco se encuentra en proceso de expansión agrícola, debido a su demanda en la gastronomía local; así como por su resistencia a bajas temperaturas, soporta la sequía; además de la poca necesidad del uso de pesticidas, aunque es vulnerable a infecciones virales. (Velásquez, 2011)

2.2.4. Composición química y valor nutricional

La composición química del tubérculo permite conocer las propiedades que este posee y determinar mediante pruebas el proceso que se debe aplicar para transformar o mejorar productos de alimenticios. Algunos autores resaltan de manera especial el contenido de fosforo en el tubérculo, recomendado en la incorporación de la alimentación humana. (Suquilanda, 2012, pág. 34)

En la Tabla 2 se muestran algunos micronutrientes que contiene el melloco:

Tabla 2. Porcentaje de la Composición química del melloco variedad “pucca”.

ELEMENTO	PORCENTAJE
Humedad (%)	84,34
Cenizas (%)	5,93
Proteína (%)	10,01
Grasa (%)	1,47
Fibra (%)	2,63
Almidón	70,50
Extracto etéreo 5	1,24
Calcio %	0,02
Fosforo %	0,263
Magnesio %	0,107
Sodio %	0,03
Cobre(ppm)	10,71
Hierro (ppm)	50,42
Magnesio (ppm)	9,19
Zinc (ppm)	23,94

Fuente: Tapia et al. (2004)

2.2.5. Variedades del Melloco

En el Ecuador se puede encontrar gran variedad de melloco, de los cuales predomina y se mencionan dos:

2.2.5.1. Melloco Puca

Son tubérculos con menor porcentaje de mucilago, presenta un tono rojo pálido. Recolectado en 1983 en Pambamarca, parroquia Otón, cantón Cayambe, Provincia de Pichincha. Fue escogido como clon promisorio e incluido en el grupo de clones promisorios y sometidos a pruebas de adaptación en varios ambientes. (Velásquez, 2011)

2.2.5.2. Melloco Quillu

Presenta un color amarillo y se caracteriza por tener un porcentaje elevado de mucilago. Recolectada en el año de 1983 en la parroquia de Chillogallo, cantón Quito, provincia de Pichincha. (Velásquez, 2011)

2.2.6. Usos del Melloco

En algunas comunidades andinas del Ecuador, el tubérculo se utiliza para facilitar el parto, posee la capacidad de inducir la fecundación en las mujeres y se le asignan varias cualidades afrodisiacas. El zumo de las raíces es considerado purgante. Tiene propiedades cicatrizantes y desinflamantes. (Valarezo, 2016, pág. 93)

2.2.7. SNACK (Bocadito)

El término snack, en español bocadito o tentempié, se define como un refrigerio que se toma en determinados instantes del día, con el objetivo de mitigar el apetito y proporcionar las fuerzas. Estos productos no pueden ser considerados una comida completa ya que solo otorgan una pequeña proporción de energía. (Sistema Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2010)

Los snacks son útiles para personas que disponen de un tiempo corto para alimentarse en el día. Entre los snacks más populares se encuentran: las papas fritas, frituras de maíz, frutos secos, galletas, productos de confitería y aperitivos extruidos. Dichos alimentos tienen una gran variedad de sabores, formas y colores los cuales son el resultado de diversos procesos y ensayos con infinidad de materias primas. (Pazos , 2017)

2.2.8. PROCESOS PARA LA OBTENCIÓN DE UN SNACK

INTRODUCCIÓN

La fritura es uno de los procesos más usados en la industria de los alimentos a nivel mundial, por las características físicas y organolépticas que ofrece al producto convertido en un snack. Por otro lado, el proceso de horneado no es común y poco utilizado para snacks a pesar de los beneficios que brinda en el alimento. El deshidratado en los alimentos es una técnica tradicional de conservación utilizado desde la antigüedad hasta el día de hoy, sin embargo, en los tubérculos no ha sido totalmente industrializado porque el problema en la deshidratación de los tubérculos reside en el almidón que contienen. (Pazos , 2017)

A continuación, se detallan cada uno de los procesos que se utilizan para elaborar un snack y pretratamiento de escaldado utilizado para mejorar características fisicoquímicos y sensoriales del mismo.

2.2.8.1. ESCALDADO

Se entiende por escaldado un tratamiento térmico de corta duración y a temperatura moderada. Generalmente consiste en mantener el producto algunos minutos a una temperatura próxima a 95-100°C. El escaldado no es un sistema de conservación en sí mismo, es una operación previa de suma importancia en los procesos de conservación por calor de productos

envasados (apertización), congelación y deshidratación de productos sólidos. (Casp & Abril, 2003, pág. 185)

Casp y Abril (2003) afirman que con el escaldado se incrementa la flexibilidad de los productos, lo que permite su manipulación más segura en el momento del envasado, reduciéndose las roturas y consiguiéndose un mejor aprovechamiento del volumen del envase. En algunos casos particulares el escaldado ayuda a eliminar falsos gustos del producto y a fijar algunos colores.

En la deshidratación el objetivo primordial del escaldado es la inactivación enzimática ya que, al contrario de la apertización, estos dos sistemas de conservación no son capaces de controlar por sí mismos la acción de las enzimas, que de otra forma seguirían actuando, produciendo modificaciones en el color, aroma, componentes nutritivos como las vitaminas, etc. Además, en productos deshidratados, el escaldado mejora también la rehidratación posterior, ya que se modifican las propiedades de los tejidos. (Casp & Abril, 2003)

2.2.8.2. PROCESO DE FRITURA

Naranjo (2015) define a la fritura como un proceso de inmersión de un alimento en aceite o grasa comestible a una temperatura elevada, por encima del punto de ebullición del agua a presión atmosférica. El rango de temperatura más común para el proceso es entre 150-200 °C.

Desde tiempos antiguos este proceso es considerado como un método de cocción, usado para cocer los alimentos y para ofrecer sabores y texturas únicas. El contacto de aceite caliente y un trozo de alimento se produce una transferencia de calor, produciéndose burbujas de vapor de agua que escapan de la superficie debido a que el aceite o grasa se encuentra a temperaturas altas como ya se ha mencionado. A medida que transcurre el proceso la cantidad de burbujas disminuye como consecuencia de la reducción de la humedad superficial. (Vera & Villaprado, 2017)

2.2.8.2.1. Función del aceite en la fritura

El rol que desempeña el aceite en dicho proceso es doble, actúa como medio de transmisión de calor y como ingrediente del producto frito al ser absorbido por el mismo. Esta última función tiene un especial interés ya que la estabilidad del aceite y su grado de alteración influirán directamente en la duración y calidad del producto. (De la Cruz & Huaman, 2002)

2.2.8.2.2. Transferencia de calor y materia

Cuando un alimento se sumerge en un medio caliente tal como aceite su temperatura aumenta rápidamente y el agua que contiene se elimina en forma de vapor, por lo que su superficie empieza a deshidratarse, se forma una corteza y el frente de evaporación va trasladándose hacia el interior del producto. (Alvis , Cortes , & Paez, 2009)

La temperatura en la superficie del alimento alcanza la del fluido caliente y la interna aumenta lentamente hasta alcanzar los 100 °C. Las velocidades de transferencia de calor al alimento dependen de la diferencia de temperaturas entre éste y el fluido y del coeficiente de conductancia térmica superficial. Las características de la fritura están íntimamente relacionadas con las propiedades fisicoquímicos y funcionales de los constituyentes de los alimentos, así como las variables de operación que se aplican en las diferentes etapas del proceso. La interacción de los fenómenos de transferencia de calor y masa hace que la fritura sea una de las operaciones unitarias más difíciles de entender en la cual el coeficiente de transferencia de calor por convección juega un papel preponderante. (González & Padilla, 2015)



Figura 1 Transferencia de calor y masa durante el proceso de fritura.
Fuente: (De la Cruz & Huaman, 2002)

2.2.8.2.3. Cambios fisicoquímicos durante la fritura

Los cambios que produce este proceso mejoran la calidad en los alimentos en atributos de sabor, textura y apariencia, resultados desencadenados de una serie de cambios fisicoquímicos que ocurren después de la inmersión del alimento en el aceite. (Naranjo, 2015)

Según Yupangui (2016) El pardeamiento enzimático es provocado por la acción de enzimas, como por ejemplo la polifenoloxidasas que actúa sobre sustratos como los polifenoles

produciendo las quinonas que se polimerizan para dar finalmente el color marrón, color característico del pardeamiento enzimático.

“El Pardeamiento no enzimático (Reacción de Maillard) es el resultado de productos reductores, principalmente azúcares, que reaccionan con proteínas o con grupos amino libres. Esta reacción modifica las propiedades químicas como fisiológicas de las proteínas. Se presenta a más a menudo, cuando los alimentos son sometidos a tratamientos térmicos muy altos o cuando se almacenan por períodos muy largos. Los cambios químicos que causa es la apariencia del alimento y de esta forma se reduce el tiempo de vida útil del alimento. (Yupangui, 2016)

2.2.8.2.4. Cocción y efectos térmicos

El proceso de fritura tiene como objetivo principal cocer los alimentos y consecuencia de esto se producen algunas reacciones como: gelatinización de almidones, desnaturalización de proteínas, inactivación de enzimas, destrucción de microorganismos. (Naranjo, 2015)

2.2.8.2.5. Cambios en la textura y estructura del producto.

Debido a la deshidratación que produce la fritura el efecto más común en el alimento es la formación de una costra, desarrollo de poros y encogimiento o reducción del tamaño. (Naranjo, 2015)

2.2.8.2.6. Absorción de aceite durante el proceso de fritura

El calentamiento del aceite durante la fritura conduce a la pérdida de humedad en forma de vapor que va desde el interior de los alimentos hacia la superficie a través de su estructura porosa; permitiendo el ingreso del aceite en los orificios formados por la eliminación de agua. En la etapa inicial del proceso el flujo de vapor impide la absorción de aceite por la creación de una sobrepresión en el interior de los poros durante la fritura. Por lo tanto, se ha demostrado que la mayor absorción de aceite tiene lugar durante la fase de enfriamiento. Esto se debe a que después de retirar los alimentos de la freidora, la temperatura desciende; y el vapor se condensa en los poros. Este mecanismo de condensación crea un efecto de vacío, el cual hace que el aceite se adhiera dentro del producto. (Naranjo, 2015)

Montes et al. (2016) mencionan los factores que afectan la absorción de aceite durante la fritura los cuales son: tipo y calidad del aceite, temperatura y tiempo de fritura, superficie de

contacto, composición del producto, características del producto, agentes humectantes, porosidad del alimento, contenido inicial de humedad y pre-tratamientos como: escaldado, secado, recubrimientos y la degradación del aceite.

2.2.8.2.7. Pérdida de humedad durante el proceso de fritura

Durante el proceso de fritura se mencionan cuatro etapas importantes, mismas que se describen a continuación:

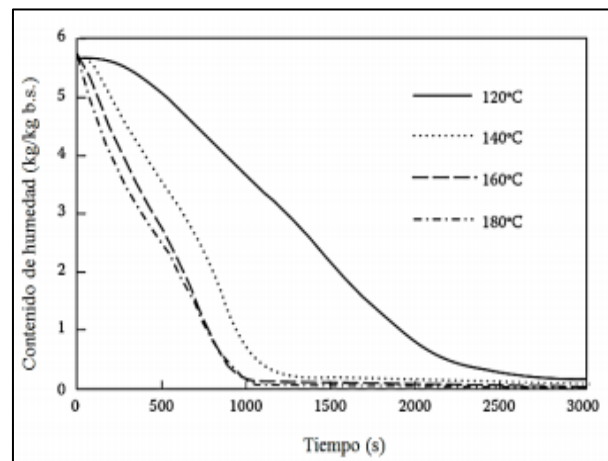


Figura 2 Efecto de la temperatura del aceite sobre las curvas de deshidratación.
Fuente: (Naranjo, 2015)

2.2.8.2.7.1. Calentamiento inicial

Montes et al. (2016) afirman que en esta etapa la temperatura de la superficie del alimento se eleva a temperaturas de ebullición del agua superficial. Posee una duración de 10 segundos, caracterizada por una insignificante pérdida de agua y transferencia de calor a través de convección natural.

2.2.8.2.7.2. Superficie de ebullición

Se caracteriza por la vaporización de agua en la superficie del alimento. Las burbujas formadas causan turbulencia en el aceite que rodea al alimento como consecuencia el modo de transferencia de calor en la superficie del alimento, cambia de convección natural a convección forzada. Además, comienza la formación de la costra en la superficie del alimento. (Naranjo, 2015)

2.2.8.2.7.3. Velocidad decreciente

Durante esta etapa la temperatura del centro del alimento incrementa hasta el punto de ebullición del agua, dando lugar a la gelatinización y eliminando la humedad interna, además la costra continúa aumentando de espesor. Después de un tiempo suficiente y más eliminación de la humedad, la transferencia de vapor en la superficie disminuye la transferencia de vapor a la superficie. (Vera & Villaprado, 2017)

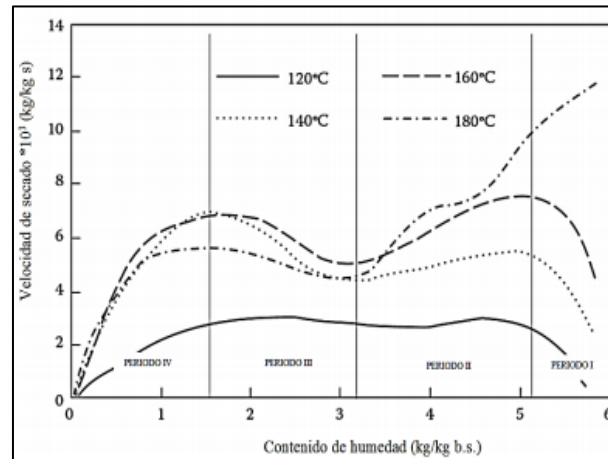


Figura 3 Efecto de la temperatura del aceite sobre las curvas de velocidad deshidratación.
Fuente: (Vera & Villaprado, 2017)

2.2.8.2.7.4. Punto final de burbuja

Esta etapa se destaca por el aparente cese de la pérdida de humedad en los alimentos, pudiendo deberse a la falta de agua líquida o una reducción en la transferencia de calor en la interfaz de la corteza/centro. La conductividad térmica de la corteza es baja debido a su sequedad y porosidad. Cabe destacar, que la absorción continúa luego de retirar el producto del aceite. (Montes, et al., 2016)

2.2.8.3. PROCESO DE DESHIDRATACIÓN

El proceso de deshidratado es considerado uno de los métodos más antiguos para conservar los alimentos (Castro & Manosalvas, 2011, págs. 32-35)., ha sido ampliamente utilizado para secar granos, frutas, carnes, vegetales y pescados. Proporcionando al hombre una posibilidad de subsistencia en tiempos de carencia. (Maupoey, 2016)

El uso de este método para secar alimentos fue puesto en marcha por muchos hombres del nuevo y viejo mundo. Sin embargo, en 1795 se inventó el cuarto de deshidratación de agua caliente (105 °F) sobre rodajas delgadas de hortalizas. La deshidratación implica el control

sobre las condiciones climatológicas dentro de la cámara o de un micromedio circulante. (Maupoey, 2016)

La deshidratación es conocida como unas de las operaciones unitarias más relevantes e importantes en el proceso de secado de los alimentos. Consiste en eliminar total o parcialmente la cantidad de agua del alimento, dando como resultado un bloqueo en el desarrollo de microorganismos de la misma. (Jaramillo, 2015, pág. 14)

2.2.8.3.1. Métodos de deshidratación

El secado de alimentos puede llevarse a cabo por varios métodos, estos dependerán del producto que queremos secar. Hay tres métodos de deshidratación para las frutas y hortalizas: secado natural, deshidratación con calor artificial y deshidratación congelada. El resto de métodos que a continuación se explican también son utilizados en carnes, verduras, hortalizas y frutas. (Maupoey, 2016)

Existen varios métodos de secado, sin embargo, algunos de estos sirven para alimentos líquidos y otros para sólidos. Cada uno de los métodos se ajustan a las necesidades de volúmenes y características del alimento, en ocasiones estos métodos pueden combinarse o sustituir operaciones previas o pretratamientos (Castro & Manosalvas, 2011). A continuación, se mencionan 2 métodos importantes en la deshidratación de frutas y tubérculos:

Secado natural

Frente a otros métodos de deshidratación el secado natural es el más económico y fácil. Requiere de un clima de elevadas temperaturas y baja humedad. Cuando el alimento es secado al sol, es un proceso lento y el contenido de humedad no se disminuye menos del 15% por lo general se lo utiliza de forma casera. (Durán, 2006)

Para realizar el secado al sol se requiere un amplio espacio al aire libre. Sin embargo, estas condiciones causan que el alimento se vuelva susceptible a factores contaminantes como polvo, infección por insectos o plagas, posibles degradaciones debido a las reacciones químicas o microbiológicas. (Maupoey, 2016)

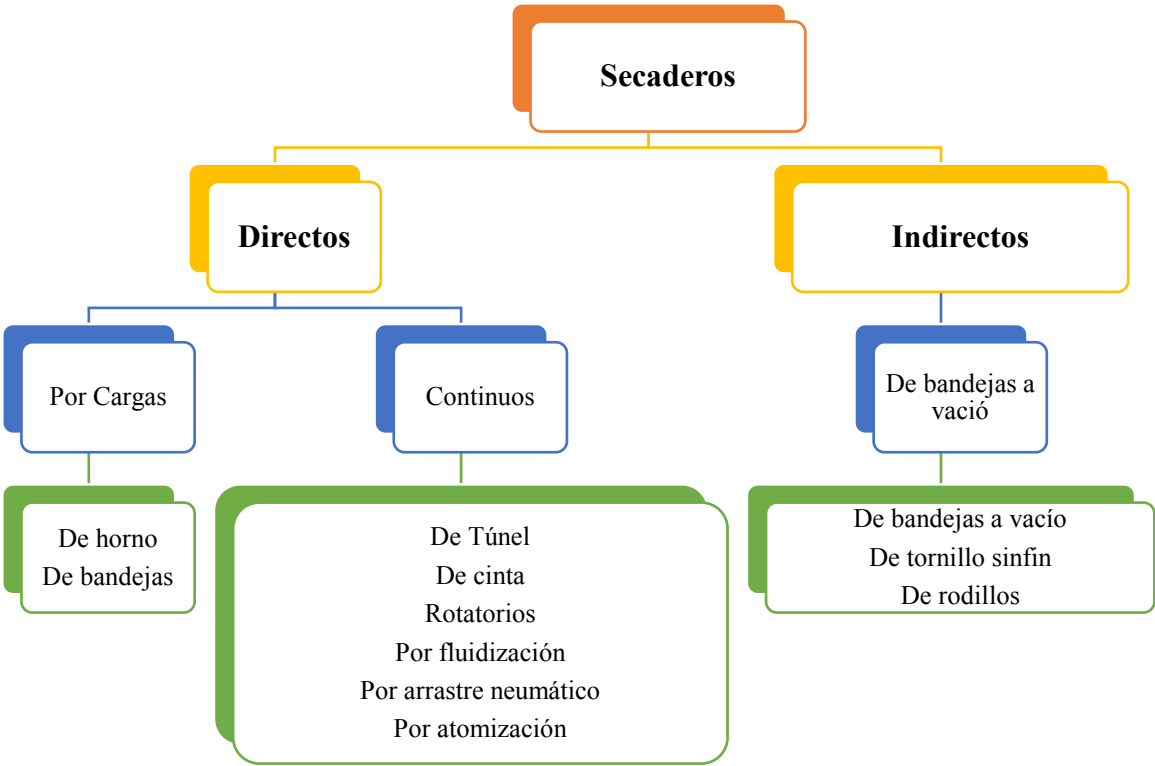
Los productos obtenidos por este método no poseen seguridad alimentaria al 100% ya que su procedimiento de secado depende de una naturaleza variable, es decir que va a depender del ambiente físico en el que se encuentre. (Durán, 2006)

Deshidratación por aire caliente

Como su nombre lo indica, es la aplicación de aire caliente es decir a temperaturas elevadas no sobrepasando los 70 °C al producto a utilizar, haciendo que el agua de los tejidos se evapore, el resultado de este vapor de agua es absorbido por el aire en circulación alejándolo del producto. La humedad relativa del aire deberá mantenerse alrededor del 60%. Para realizar este secado es necesario que la temperatura máxima que se usa sea de 70 °C, si se inicia el secado con temperaturas muy altas, el agua de los tejidos de la superficie del producto se evapora demasiado rápido y dificulta la salida del agua de los tejidos internos y así resultan productos de baja calidad y no duraderos. Las temperaturas muy altas y la humedad baja causan una caramelización de los azúcares del alimento y como resultado se observa decoloración en su estructura. (Durán, 2006)

2.2.8.3.2. Clasificación de deshidratadores

Según Casp y Abril (2003) menciona que los equipos de secado se clasifican según el método de transmisión de calor a los sólidos húmedos (pág. 35).



Fuente: (Casp & Abril, 2003)

Temperatura de deshidratado

Ceballos (2016) menciona una temperatura media de 50 – 80 °C para el caso de productos vegetales. Sin embargo, en la práctica se utilizan temperaturas menores que varían entre 40-60 °C para no afectar los diversos nutrientes de cada especie.

2.2.8.3.3. Efectos del secado en el producto

En su valor Nutritivo

Según Jaramillo (2015) “durante el secado el alimento pierde su contenido de humedad lo cual da como resultado un aumento en la concentración de nutrientes en la masa restante”. El valor nutritivo de la mayoría de los alimentos deshidratados no se ve afectado de forma importante por el proceso. (Casp & Abril, 2003)

Sobre los Microorganismos

La humedad es un parámetro que se debe controlar y registrar durante el secado, para evitar crecimiento microbiano, debido a que estos seres vivos requieren humedad para desarrollarse. DESROSIER (1982): considera que “la cantidad de humedad en el alimento establece cuales microorganismos tendrán oportunidad de crecer”. (p. 182). En el crecimiento microbiano existen algunos rangos establecidos: mohos pueden crecer en los substratos alimenticios con una humedad baja como el 12% y se conocen algunos que crecen en alimentos con menos de 5% de humedad, mientras que las bacterias y levaduras requieren niveles de humedad más altos generalmente sobre 30%.

(Maupoey, 2016) menciona los principales objetivos que persigue el secado en cualquier producto alimenticio:

- Preservar los productos durante el almacenamiento.
- Facilitar el manejo del producto.
- Reducir costos de transporte y almacenamiento.
- Facilitar la comercialización.

2.2.8.3.4. Factores que controlan el deshidratado

Castro y Manosalvas (2011) mencionan los factores que se deben tomar en cuenta, para un control adecuado de secado:

- Temperatura del proceso.
- Humedad relativa.
- Velocidad del aire.
- Tratamientos previos al secado

Ceballos (2016) afirma que “Un control inadecuado a estos factores determina una aparición de endurecimiento externo debido a que existe mayor evaporación de la humedad de la superficie que la que se difunde del interior”. El medio secador utilizado es generalmente aire, debido a su abundancia, su conveniencia, ya que lo podemos controlar.

Según Castro y Manosalvas (2011) determina que el aire tiene dos funciones en el secado:

- El aire es usado para conducir el calor al alimento, causando que el agua vaporice.
- Es el vehículo para transportar el calor liberado del alimento a deshidratar.

2.2.8.4 PROCESO DE HORNEADO

2.2.8.4.1. Concepto

El horneado industrial es un método de cocción que utiliza la transferencia de calor por convección en el que se reduce drásticamente la humedad realzando el sabor dulce y confiere características físicas de textura. Además, utiliza la ventilación forzada que acelera el proceso haciendo pasar mayor volumen de aire caliente por unidad de tiempo, por esto en algunos casos se incluyen un tercer elemento de calentamiento cerca del ventilador para asegurar que el aire soplado esté a la temperatura deseada. (Carvajal, Mora, & Tobar, 2013)

Las paredes calientes del horno y las resistencias eléctricas o llama de gas, emiten radiación, lo que seca las superficies directamente expuestas. El recipiente en el que se coloca el producto transmite a su vez calor por conducción, lo que también contribuye a que el alimento reciba calor. (Carvajal, Mora, & Tobar, 2013)

Carvajal, Mora y Tobar (2013) menciona que al usar hornos por convección se obtienen varias ventajas que favorecen el resultado final de los productos, ejemplo:

- No tienen puntos calientes, que son típicos en los hornos convencionales.
- Además de distribuir uniformemente el calor, el movimiento constante del aire en el interior del horno permite cocinar varios elementos con formas irregulares.

- Los hornos por convección también requieren menores temperaturas de cocción que los hornos convencionales, así como menos tiempo de cocción o secado ya que el alimento se cocina más rápido, el ahorro de tiempo está estimado en un 25%.

Los alimentos horneados tienen buen sabor y desarrollan durante el proceso una corteza dorada y crocante por la deshidratación superficial, característica similar al horneado con la ventaja adicional de no incorporar grasa al alimento, haciéndolo más saludable. (Moncada & Guadrón de Hernández, 2006)

2.2.9. ANÁLISIS SENSORIAL

Rosero y Prado (2013) definen a la evaluación sensorial como la disciplina científica utilizada para evocar medir analizar e interpretar las reacciones de las características de los alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de vista, olfato, gusto, tacto y oído.

Además está comprendida por un conjunto de técnicas que sirven para la medición precisa de las respuestas humanas a los alimentos y minimiza los efectos potencialmente que pueden sesgar la identidad de la marca y otras influencias de la información sobre la percepción del consumidor. (Osorio, 2018)

2.2.9.1. Tipo de pruebas sensoriales

Según Osorio (2018) existen básicamente tres grandes tipos de pruebas. Cada una de ellas persigue diferentes objetivos y recurre a participantes seleccionados según distintos criterios.

Tabla 3. Tipos de pruebas en el análisis sensorial.

Tipo de prueba	Definición
Afectivas hedónicas	Seleccionados por ser consumidores habituales del producto, son personas no entrenadas.
Discriminativas	Seleccionados por su agudeza sensorial, orientados al tipo de prueba y, eventualmente, entrenados.
Descriptivas	Seleccionados por su agudeza sensorial y motivada, las personas son entrenadas o altamente entrenadas.

Fuente: (Osorio, 2018)

2.2.9.2. Aplicaciones del Análisis Sensorial

Según Picallo (2009), algunas de las aplicaciones en la industria (llevadas a cabo, algunas de ellas, rutinariamente), se detallan a continuación:

- Control del Proceso de Fabricación: Influencia cambio materia prima, ingredientes y / o cambios en las condiciones del proceso.
- Guía en la etapa de desarrollo del producto.
- Control del Producto: Estudio homogeneidad del producto, vida media comercial.
- Influencia del almacenamiento (vida útil).
- Establecimiento de los límites y grados de calidad.
- Caracterización: Estudios aceptación; desarrollo del perfil sensorial del mismo.
- Control de mercados: Estudio comparativo de muestras y de aceptación con consumidores.

2.2.9.3. Características Organolépticas

1. Sabor

Según Osorio (2018) el gusto es la sensación percibida a través del sentido del gusto localizado en la lengua y la cual percibe cuatro sensaciones básicas: ácido, salado, dulce y amargo.

2. Aroma

Tercero (2013) afirma que el aroma es la fragancia del alimento que permite la estimulación del sentido del olfato, cuando en la nariz entran las emanaciones transportadas por el aire o por algún líquido. El aroma puede ser: agradable o desagradable.

3. Color y Apariencia

El color y la apariencia es lo primero que percibe el ojo humano, siendo un factor muy importante para determinar la calidad de un alimento, y lo puede rechazar si el producto presenta un color anormal. (Pérez & Herrera, 2017)

4. Textura

Osorio (2018) lo define como la percepción de características mecánicas (resultantes de la presión ejercida por dientes, lengua y paladar), características geométricas (provenientes del tamaño y forma de las partículas) y características relacionadas con las propiedades lubricantes (humedad y grasa).

2.2.9.5. Establecimiento de paneles sensoriales

Por lo general, el reclutamiento de panelistas, tanto para paneles entrenados como para paneles no entrenados, puede iniciarse con el personal que trabaja en la institución u organización en que se lleve a cabo la investigación. La mayoría de personas que trabajan en una organización son panelistas potenciales y usualmente estarán interesados en participar si sienten que su contribución es importante. (Pérez & Herrera, 2017)

Debe evitarse mencionar el alimento específico que se someterá a prueba. La explicación del método y procedimiento de prueba reducirá las posibilidades de confusión y facilitará el trabajo de los panelistas, ya que es importante que los panelistas comprendan los procedimientos y el uso de boletas o tarjetas de puntaje, para que puedan completar la prueba en una forma similar. Se debe recomendar a los panelistas que eviten el uso de materiales que tengan olores fuertes, tales como jabones, lociones y perfumes, antes de participar en los paneles; asimismo, deberán abstenerse de comer, beber o fumar por lo menos 30 minutos antes del inicio de una prueba sensorial. (Pérez & Herrera, 2017)

2.2.9.6. Tipos de jueces

Según Astudillo (2016) existen 4 tipos de jueces para realizar el análisis sensorial presentados a continuación:

Jueces expertos

Según Pérez y Herrera (2017) son personas de gran experiencia, muchas veces enólogos famosos. Son los clásicos degustadores o catadores ya citados.

Jueces entrenados

Personas que aprendieron sobre el análisis sensorial en teoría y práctica. Cuando se lleva a cabo una prueba sensorial con este tipo de jueces el número de participantes debe ser de siete y 15 como máximo (Astudillo, 2016)

Juez semi-entrenado o de laboratorio

Persona que ha recibido un entrenamiento teórico similar al de los jueces entrenados, que realizan pruebas sensoriales con frecuencia y posee suficiente habilidad, pero generalmente participan en pruebas discriminativas sencillas. (Astudillo, 2016)

Juez consumidor

Deben ser personas que habitualmente están consumiendo y usualmente son elegidos al azar. (Pérez & Herrera, 2017)

2.2.10. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

INEN (2010) expresa los siguientes requisitos necesarios para el producto snack o bocaditos como se menciona en la tabla 3.

Tabla 4. Requisitos organolépticos y fisicoquímicos para el snack.

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
Organolépticos	<ul style="list-style-type: none">• Olor: características del producto• Sabor: característico del producto• Textura: lo crocante característico del producto• Color: característico del producto
Fisicoquímicos	El producto no deberá presentar síntomas de rancidez, sabores, colores que indiquen su descomposición. Sus características químicas son: <ul style="list-style-type: none">• Humedad %• Grasa %• Cenizas Totales %• Proteína %

Fuente: (Sistema Ecuatoriano de Normalización [INEN 2561:2010], 2018).

2.2.10.1. Humedad

Armas (2016) afirma que está definida por la cantidad de agua que existe en el alimento de forma natural. Esta humedad depende del tipo de alimento y varía entre el 50 y 95% en productos frescos. Cuando se habla de alimentos procesados, la humedad varía entre el 5 y 99%, debido a diversos procesos que alteran estos valores.

Para determinar la humedad en alimento existen diferentes métodos como: secado por estufa, secado por estufa al vacío, destilación azeotrópica, secado por termobalanza y la balanza y la técnica de Karl Fisher que es la única que utiliza sustancias químicas. (Yáñez, 2014)

2.2.10.2. Grasa

El método de Soxhlet es una extracción semicontinua con disolvente donde su cantidad debe rodear la muestra y se calienta a ebullición, una vez que dentro del Soxhlet el líquido condensado llega a cierto nivel es sifoneado de regreso al matraz de ebullición, la grasa se mide por pérdida de peso de la muestra o por cantidad de muestra removida. (Yáñez, 2014)

2.2.10.3. Ceniza

Las cenizas determinan el contenido total de minerales en los alimentos y se determinan por varias razones: para realizar análisis elemental específico, para obtener la pureza de algunos ingredientes, entre otros. (Márquez, 2014)

Según Yáñez (2014) la determinación de ceniza se fundamenta en la incineración de la materia orgánica a una temperatura entre los 500 y 600 °C con la ayuda de una mufla.

2.2.10.4. Proteína

El método Kjeldahl es la técnica más común para determinar proteínas mismo que mide el contenido de nitrógeno total en la muestra, después de ser digerida con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador de mercurio o selenio (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 1997)

2.2.11. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS PARA EL SNACK

Chávez y Moreno (2018) mencionan que los bocaditos dentro de sus requisitos microbiológicos deben estar exentos de microorganismos, hongos y levaduras.

Tabla 5 Requisitos Microbiológicos.

Requisito	N	C	M	M	Método de ensayo
Recuento estándar en placa, ufc/g	5	2	10 ³	10 ⁴	NTE INEN 1529-5
Mohos ufc/g	5	2	10	10 ²	NTE INEN 1529-10
E coli ufc/g	5	0	<10	-	NTE INEN 1 529-7

Fuente: (Sistema Ecuatoriano de Normalización [INEN 2561:2010], 2018).

2.2.12. VIDA ÚTIL DE LOS SNACKS

2.2.12.1. Concepto

La vida útil de un alimento se define como el tiempo finito después de su producción en condiciones controladas de almacenamiento, en las que tendrá una pérdida de sus propiedades sensoriales y fisicoquímicos, y sufrirá un cambio en su perfil microbiológico. (Carrillo & Reyes, 2013, págs. 1-9)

Caicedo y López (2016) mencionan que la vida útil representa aquel período de tiempo durante el cual el alimento se conserva y asegura el consumo del alimento desde el punto de

vista sanitario, manteniendo las características sensoriales, funcionales y nutricionales por encima de los límites de calidad.

Además, es importante conocer los factores que influyen en la vida útil, los cambios de calidad durante su vida en anaquel (físicoquímicos, sensoriales y microbiológicos) su metodología y modelamiento para estimar el tiempo de vida útil como son: Pruebas de vida útil aceleradas, efecto de la temperatura y modelos de Arrhenius. (Caicedo & López, 2016)

2.2.12.2. Factores que influyen en la vida útil de los alimentos

Valdez (2014) menciona algunos factores que pueden afectar la vida útil de un alimento los cuales son:

Materia prima

Los componentes que posee la materia prima pueden influenciar al deterioro del producto alimenticio. Esta puede tener un alto contenido de proteínas, grasas o carbohidratos. Dependiendo del macronutriente que predomine, o de la combinación de estos en el alimento, será el tipo de reacciones que se lleven a cabo. También pueden tener un alto contenido de humedad, o no ser de buena calidad. (Carrillo & Reyes, 2013)

Además, si la materia prima es rica en proteínas, probablemente podrán desarrollarse bacterias; si tienen un alto contenido de grasas, correrá el riesgo de enranciarse, o bien si contiene carbohidratos, el alimento elaborado será susceptible al deterioro por hongos y levaduras. Asimismo, la combinación de los nutrientes en la materia prima dirigirá el tipo de reacciones que predominará en el producto terminado. (Carrillo & Reyes, 2013)

Según Gutiérrez (2015) la materia prima es un bien extraído de la naturaleza que debe ser perfectamente identificable y medibles, para poder determinar tanto el costo final de producto como su composición.

Formulación del producto

Cuando se elabora un producto se debe tener en cuenta los ingredientes y aditivos que se utilizan pues estos afectan directamente en la caducidad del producto. De igual manera, en la formulación de muchos productos se usa un alto contenido de azúcar, lo cual disminuye la actividad de agua y limita el número de reacciones indeseables en el alimento, y el uso de los

conservadores, que tradicionalmente se agregan a muchos productos. (Carrillo & Reyes, 2013)

Proceso que se aplica

Casp y Abril (2003) mencionan varios procesos que existen para extender el tiempo vida útil de un producto entre los cuales se menciona pasteurización, esterilización, deshidratación y otras tecnologías que no solo mejoran la calidad del producto sino que ayudan a conservar el alimento por un período más largo, lo último mencionado depende del producto y su composición.

Condiciones sanitarias del proceso

La calidad de un producto no solo depende de los procesos que se empleen para realizarlo, además de esto depende de las condiciones en las que se lo realice, el manejo de los ingredientes y materia prima y un buen manejo de higiénico durante el proceso; por consiguiente el resultado de aplicar un buen manejo sanitario se evidenciará en la carga microbiana que se obtenga en el producto final el cual debe ser aceptable bajo la norma que rija en cada país y no causar daño como infecciones o intoxicaciones a los consumidores. (Carrillo & Reyes, 2013)

Envasado

Según Bastidas (2016) el envasado es un proceso que afecta directamente en la vida útil de un producto, por lo mismo se debe tener en cuenta el tipo de empaque a utilizar puesto que no es el mismo para diferentes alimentos, asimismo se debe adecuar el lugar y que se encuentre lo más estéril posible y finalmente utilizar y manejar la indumentaria adecuada para no contaminar el producto. Además, se debe recordar que un envasado en malas condiciones puede favorecer al crecimiento microbiano o modificar la composición del alimento provocando que se pierda la efectividad en el empaque y asimismo perder vida útil del alimento.

Almacenamiento y distribución del producto

Si no se maneja de manera adecuada las condiciones del lugar de almacenamiento y su distribución (enfriamiento) podrían afectar directamente en los productos terminados y por ende se acorta la vida útil del alimento. (Huamán y Sánchez, 2019)

2.2.12.2.1. Factores Extrínsecos

Los elementos externos como la temperatura, humedad relativa, presencia de luz, empaque y manipulación, inciden en la conservación del producto. La elección adecuada de las condiciones de almacenamiento ayuda a prolongar la vida útil de un producto. Existen tratamientos para acondicionar el producto a las características óptimas para su conservación, como los procesos de deshidratación osmótica o fritura al vacío en el caso de los productos tipo snack. (Jurado & Pacheco, 2019)

A continuación, se mencionan algunos de los factores (Jurado & Pacheco, 2019):

Temperatura

La temperatura de almacenamiento afecta a varios parámetros internos del alimento. Por ejemplo, existen micronutrientes y vitaminas que son termosensibles o estructuras de frutas y verduras que presentan deterioro a bajas temperaturas, limitando las condiciones a las que puede tratarse el producto. Adicionalmente, tienen incidencia en el control de la velocidad de las reacciones químicas, la liberación del agua del alimento modificando sus características sensoriales, y el crecimiento microbiano según el tipo de microorganismo que puede desarrollarse en el producto. Las bajas temperaturas son un método de conservación utilizado para reducir reacciones metabólicas, tasas de permeación y control de los compuestos de la atmósfera dentro de los empaques de un producto.

Humedad Relativa

Se define en porcentaje y determina la relación entre la humedad presente y la humedad máxima que el aire puede alcanzar a la misma temperatura antes de alcanzar el punto de saturación. Los alimentos sufren alteraciones en su composición dependiendo del valor de la humedad relativa al tratar de encontrar el equilibrio de humedad interna con la del ambiente. Para lograr el equilibrio se producen reacciones como la condensación o evaporación que afectan la calidad del producto.

Presencia de Luz

La luz natural o artificial que tiene contacto con el alimento genera cambios físicos y químicos en el alimento. La luz natural altera el sabor y olor al desencadenar reacciones oxidativas en la materia grasa en los productos con alto contenido graso, también puede

deteriorar compuestos fotosensibles como las vitaminas A, B y D, o degradar las grasas al acelerar los procesos de oxidación. Además, cierta radiación como la luz infrarroja puede aumentar la temperatura del producto resultando en un proceso de deshidratación del alimento.

Empaques

Según Caicedo y López (2016) en la industria de los alimentos los empaques se encargan de proteger al producto desde el momento y lugar de fabricación hasta que sea utilizado. Sus funciones son: contener el alimento, preservar sus características y brindar información al consumidor resultando en un producto seguro para el consumo.

Los principales aportes de los empaques descritos por Valdez, (2014) son:

- Previene y reduce el deterioro mecánico, cambios químicos y bioquímicos y deterioro microbiológico de los alimentos.
- Permite la producción en economías de escala lo que abarata los costos de producción y mejora la eficiencia en la distribución y almacenamiento.
- Reduce el riesgo de contaminación por manipulación y adulteración del producto.
- Permite presentar al alimento en forma higiénica y según el tipo de empaque de forma atractiva para el consumidor.
- Permite comunicar información importante para el consumidor como ingredientes, disposiciones legales o usos.
- Alarga la vida útil del producto conservando las características fisicoquímicos durante el periodo de almacenamiento y previniendo el deterioro por afectación de componentes externos.

Para los productos tipo snack, el empaque debe proteger al producto de factores como la luz, concentración de oxígeno, humedad y actividad de agua que tienen relación directa con el enranciamiento oxidativo y la pérdida de crocancia, características de calidad que determinan el fin de la vida útil de estos productos (Arias, 2008). Es común el uso de materiales flexibles que faciliten el formado, llenado y sellado en máquinas industriales de envoltura. Los materiales comúnmente utilizados por su capacidad de barrera y flexibilidad son el polietileno de alta o baja densidad, y el polipropileno laminado o metalizado biorientado con compuestos de barrera como el cloruro de polivinilo.

2.2.12.3. Determinación de vida útil (VU) para el “snack” mediante Estudios de estabilidad acelerada

Los estudios de vida en anaquel acelerada o “Accelerated Shelf Life Testing (ASLT)” pueden ser utilizados para estimar con aceptable exactitud la vida en anaquel de un producto que de otra forma tomaría un tiempo largo determinar. El objetivo es almacenar la combinación producto-empaque bajo condiciones abusadas de prueba, examinar el producto periódicamente hasta que ocurra el final de la vida en anaquel y luego usar estos resultados para proyectar la vida en anaquel del producto bajo condiciones reales de distribución. (Cordón , 2007)

Según Kilcast y Subramaniam (2000) citado por (Vito, 2019), la vida útil se puede determinar mediante:

1. Pruebas sensoriales

Desde el punto de vista sensorial la medición de los cambios en la calidad del alimento empieza en el último eslabón de la cadena de elaboración del producto y termina en cuando se vuelve inaceptable bajo condiciones ambientales. (Álvarez, 2016)

Estas son usualmente mediciones cualitativas y cuantitativas de un panel entrenado, aunque también pueden provenir de consumidores finales. En este sentido uno de los grandes problemas asociados al análisis sensorial, es conseguir que la respuesta humana sea precisa y se pueda determinar cuantitativamente. (Vásquez, Vásquez, & Méndez, 2014)

2. Pruebas físicas

La medición física más común es la del cambio de textura de un producto. Esos cambios pueden ser el resultado de reacciones químicas que ocurren dentro del producto, como aquellos causados por la interacción entre los ingredientes o por la influencia ambiental, como la migración de la humedad a través del empaque. (Vito, 2019)

El contenido de humedad en un alimento es, frecuentemente un índice de estabilidad del producto, puesto que existe una relación, aunque imperfecta, entre el contenido de agua en los alimentos y su capacidad de deterioro. De los diferentes métodos de determinación de humedad, el más barato, rápido y ampliamente utilizado es el método indirecto por volatilización, el cual se basa en la separación del agua del alimento por secado en estufa a

temperaturas superiores a 100 °C. La masa o volumen de muestra necesarios para realizar la determinación, así como la temperatura empleada en el proceso de secado, dependen de las características del producto analizado. (Santillan , 2015)

3. Pruebas químicas

Los análisis químicos juegan un rol vital en la determinación de la vida en anaquel, dado que pueden ser usados para medir las reacciones químicas que ocurren en un alimento durante su almacenamiento, o para confirmar los resultados obtenidos por un panel sensorial. (Vito, 2019)

4. Pruebas microbiológicas

El “Período de patogenicidad” puede ser determinado almacenando el producto a una temperatura apropiada y midiendo el desarrollo microbiano a diferentes intervalos. El punto para llegar a un nivel predeterminado de recuento microbiano puede ser considerado como el punto final. (Vito, 2019)

Dado que es recomendable dejar un margen de seguridad en la fijación de la vida en anaquel, generalmente se toma el 70% de dicho tiempo como la vida de almacenamiento en producto. (Sistema Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2010)

2.2.12.4. Modelación del deterioro de características sensoriales y fisicoquímicos.

Para describir la influencia de la temperatura en la cinética de deterioro es necesario determinar los valores de los parámetros cinéticos tales como la constante de reacción y la energía de activación. Sin embargo, en estudios cinéticos experimentales no es posible determinar la constante de reacción propiamente, por lo que en su lugar se mide directa o indirectamente la concentración de A o B, para posteriormente graficar los cambios en función del tiempo y ajustar estas curvas ya sea por métodos gráficos o estadísticos. De esta manera, los órdenes aparentes de reacción y las constantes de reacción de las ecuaciones que describen el cambio en los componentes deseables o indeseables en el alimento, son determinadas mediante este ajuste a un modelo de cambio en el tiempo de los valores de las características deseables e indeseables en el producto medidos experimentalmente. (Vito, 2019)

El cambio en el tiempo de una característica de calidad puede expresarse como sigue:

$$\ln E = \ln E_0 + kT, \quad (1)$$

que es una línea recta de la forma

$$y = b + mx \quad (2)$$

Los valores de las constantes cinéticas están relacionados con la temperatura absoluta de acuerdo a la ecuación de Arrhenius:

$$\ln k = E + K \left(\frac{1}{T} \right), \quad (3)$$

la cuál es una línea recta de la forma

$$y = b + mx \quad (4)$$

Los dos métodos utilizados para estimar los valores de los parámetros cinéticos se basaron en: a) regresión lineal, que implica graficar el logaritmo de la constante cinética respecto al inverso de la temperatura absoluta, para determinar el valor de la pendiente y el intercepto, a partir de los cuales se calculan valores para el factor pre-exponencial y la energía de activación a partir de la ecuación de Arrhenius. Para esto es necesario contar con los valores de las constantes cinéticas correspondientes de un mínimo de tres temperaturas, y b) regresión no lineal, que es usada para determinar la energía de activación directamente de los datos de calidad del producto en función del tiempo. (Vito, 2019)

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

Esta investigación corresponde a un enfoque de análisis cuantitativo, a través del cual se busca obtener datos experimentales mediante la medición sistemática de los factores de estudio, mediante pruebas que permitan cuantificación de resultados obtenidos de parámetros de características en cuanto a sabor, color, olor, textura en la aceptación de un snack tipo fritura, horneado y deshidratado lo que permitirá realizar un análisis estadístico de manera que los resultados representen un aporte a la ciencia para posteriores investigaciones. Este método tiende a generalizar y normalizar resultados.

3.1.2. Tipo de Investigación

El estudio fue de tipo explicativo, tuvo como fundamento la prueba de hipótesis y busca que las conclusiones lleven a la formulación de principios científicos. Investigaciones en que el investigador se plantea como objetivos estudiar el porqué de las cosas, los hechos, los fenómenos o las situaciones, además se analizan causas y efectos de la relación entre variables. (Bernal, 2010)

La investigación fue de tipo experimental, porque se manipulo deliberadamente factores sobre el objeto de estudio y se obtuvo una respuesta o efecto que producen, en tanto que los objetivos de estos estudios son precisamente conocer los efectos de los actos producidos por el propio investigador como mecanismo o técnica para probar sus hipótesis. (Bernal, 2010)

3.2. HIPÓTESIS

Ho: Los procesos de fritura, horneado y deshidratado, no influyen en las características sensoriales, fisicoquímicos y vida útil del snack de melloco

H1: El proceso de fritura, horneado y deshidratado, influye en las características sensoriales, fisicoquímicos y vida útil del snack de melloco.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Definición de las variables

Variables independientes

- Determinación de temperatura adecuada en las rodajas de melloco
- Determinación de tiempo adecuado en las rodajas de melloco.

Variables dependientes

- Análisis sensorial,
- Análisis Físicoquímico
- Vida útil.

En la tabla 6 se muestra la operacionalización de variables, allí se menciona los métodos, e instrumentos que se utilizó para llevar a cabo la elaboración del SNACK DE MELLOCO mediante el proceso de deshidratado, horneado y fritura; como también los instrumentos y los indicadores que se toman en cuenta en la evaluación sensorial, físicoquímico y microbiológica. Además, en la investigación se determinó mantener un espesor de 2 mm en las rodajas de melloco bajo la metodología de Barrera et al. (2004).

Operacionalización de variables

Tabla 6 Operalización de variables.

Variables Independiente	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Temperatura Tiempo	La temperatura esta dado en grados Celsius y el tiempo en horas para el proceso de deshidratado.	52 °C × 8 h 57 °C × 5 h	Según Ceballos, (2016) método de deshidratado.	Hoja de registro Cronómetro
	La temperatura esta dado en grados Celsius y el tiempo en minutos para el proceso de horneado.	90 °C × 18 min 80 °C × 25 min	Según Pazos, (2017) método de horneado.	
	La temperatura esta dado en grados Celsius y el tiempo en minutos para el proceso de fritura.	150 °C × 2,40 min 180 °C × 1,30 min	Según Barrera et al., (2004) método de fritura	
Variable Dependiente	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Características sensoriales	Análisis sensorial del snack de melloco	Aroma Color Sabor Textura	Escala hedónica	Hoja de cata
Características fisicoquímicos	Análisis Fisicoquímico del snack de melloco	% Humedad % Ceniza % Proteína % Grasa	Método secado por estufa. Método de incineración de la materia orgánica. Método de Kjeldahl Método de Soxhlet	NTE INEN 518 AOAC 923.03 AOAC 920.87 NTE INEN 523
Tiempo de vida útil	Analizar el tiempo de vida útil que tiene un snack tipo deshidratado, horneado y fritura.	Análisis sensorial (textura) Análisis fisicoquímico (humedad) Análisis microbiológico (aerobios mesófilos, mohos y levaduras, <i>e coli</i>).	Hoja de cata mediante una escala hedónica. Estufa. Recuento en placa.	Hoja de registro NTE INEN 518 NTE INEN 1529-5 NTE INEN 1529-10 NTE INEN 1529-7

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

Métodos

3.4.1 Proceso de elaboración de snack de melloco.

Se realizó la elaboración de snack de melloco de acuerdo lo normalizado en la Norma INEN 2561 (2010) utilizando los siguientes ingredientes y equipos:

Materia prima e ingredientes

- Melloco (variedad *Puca*)
- Aceite
- Sal

Equipo y utensilios

- Deshidratador
- Horno
- Freidora industrial
- Estufa
- Mesas
- Cuchillos y afilador de cuchillos
- Balanza
- Cortador Industrial
- Escurreidor
- Selladora
- Bandejas
- Papel absorbente
- Limpiones
- Cronómetro

Procedimientos

El experimento se realizó en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en el laboratorio N° 304, la materia prima utilizada fue de la variedad *pucca* y se recolectó en el mercado San Miguel en la ciudad de Tulcán, en la etapa de selección se eliminó el melloco dañado o

inadecuado y se clasificó por tamaño de 2,5 cm de diámetro, luego se pesó en una balanza 1 kg de producto para cada tratamiento, seguido se lavó la materia prima con agua potable, no se consideró necesario adicionar otros productos como cloro o detergente, luego se realizó un enjuague antes de pasar los mellocos por el pelador casero en donde se los corto en rodajas con un espesor de 2 mm, luego del cortado se realizó un segundo enjuague con dos finalidades: 1) quitar el almidón que hace que se adhieran entre las hojuelas de melloco al realizar el proceso de fritura, 2) evitar el pardeamiento enzimático, seguido el cortador casero se ajustó a la medida 2 mm con la ayuda de un pie de rey y se procedió a rebanar el melloco.

El proceso de fritura se realizó bajo la metodología de (Pazos, 2017) ajustando las condiciones adecuadas para un tubérculo basado en la teoría, asimismo señala que antes de realizar la fritura conviene realizar un escaldado de 3 minutos a las hojuelas como pretratamiento para disminuir tiempos de cocción y mejorar características sensoriales, finalizado el escaldado se escurrió el melloco con papel absorbente, de este modo se procedió a realizar el proceso de fritura en una freidora industrial de marca HDS variando tiempo y temperatura para los dos tratamientos: T1 (150 °C por 2,40 min) y T2 (180 °C por 1,30 min), para absorber el aceite restante de las hojuelas se utilizó papel absorbente y se envasó en fundas aluminizadas tipo doypack selladas con calor para evitar la humedad.

En el proceso de horneado se utilizó un horno de convección de marca Elextrolus de 220 v, se realizó un escaldado como pretratamiento a la materia prima para mejorar características organolépticas, luego se los corto en rodajas de la medida establecida y se horneó bajo la metodología de (Pazos, 2017) ajustando las condiciones para el melloco (tiempo-temperatura) experimentalmente en 2 tratamientos: T1 (90 °C por 18 min) y T2 (80 °C por 25 min) y una vez horneados se los empacó en fundas de polipropileno aluminizadas.

Para el proceso de deshidratado se utilizó un deshidratador marca Hamilton Beach de diez bandejas con aire forzado a una velocidad de 3,5 m/s, se ajustaron las condiciones de acuerdo a la teoría y las establecidas por (Barrera, y otros, 2004) para el proceso de deshidratado para los dos tratamientos: T1 (52 °C por 8 horas) y T2 (57 °C por 5 horas) y se envasaron en fundas aluminizadas en un lugar fresco.

En todos los procesos se realizó un pretratamiento de escaldado con el fin de mejorar características fisicoquímicas y sensoriales.

La vida útil del producto se determinó en condiciones aceleradas (90 % HR; T: 35 y 45 °C) a cada tipo de snack durante 24 días midiendo características sensoriales (textura), físico químico (humedad) y microbiológico. Las mediciones se realizaron cada 4 días utilizando la NTE INEN 2561 (2010) correspondiente a Bocaditos de vegetales.

3.4.1. Análisis Estadístico

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), seguido de la prueba de diferencia estadística de los tratamientos la misma que se desarrolló mediante la prueba de rangos de Tukey al 5% es decir con un 95% de probabilidad y 5 % como margen de error.

En la tabla 7 se representa el esquema del experimento que cuenta con 2 factores y 3 niveles en donde:

A: Temperatura de fritura, horneado y deshidratado del snack

B: tiempo de fritura, horneado y deshidratado del snack

Tabla 7. Esquema del experimento

	TRATAMIENTO	REPETICIONES	TUE (KG)	UE
Proceso fritura				
1	T1	3	1	3
2	T2	3	1	3
Proceso de horneado				
3	T1	3	1	3
4	T2	3	1	3
Proceso de deshidratado				
5	T1	3	1	3
6	T2	3	1	3

Nota: T.U.E = Tamaño de la unidad experimental.

El tamaño de unidad experimental descrito para el estudio es de un kilogramo de melloco, considerando un total de 6 unidades experimentales. Para el desarrollo de la experimentación se realizará por triplicado dando un total de 18 ensayos, que permitirán determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en los resultados de la variable de respuesta que en este caso son el análisis sensorial, físicoquímico y vida útil.

En la tabla 7 se muestra el esquema del experimento por el cual se buscó determinar la formulación idónea para un snack elaborado a partir de melloco con diferentes tratamientos cada uno muestra el proceso realizado a una temperatura establecida y con un espesor establecido de 2 mm para las rodajas de melloco a realizar. De esta manera se obtuvo seis

tratamientos con tres repeticiones y dos unidades experimentales para cada proceso. Este esquema se relaciona con la metodología utilizada por Pazos (2017).

Población y muestra

La población estará definida por 18 unidades experimentales, conformadas por un tipo de snack (fritura, deshidratado y horneado) considerando un tamaño para la unidad experimental 1 kg de melloco.

Procesamiento y análisis de datos

La información recolectada experimentalmente, será procesada mediante un análisis estadístico de varianza ANOVA de Diseño completamente al Azar (DCA), para el análisis sensorial y fisicoquímico del producto obtenido, el cual permitirá relacionar las variables de estudio y determinar que tratamiento presentará mejores características y realizar un análisis microbiológico y vida útil conforme a la norma (NTE INEN 2561:2010) para bocaditos de vegetales, para procesar los datos obtenido se utilizó el programa estadístico minitab 18 para determinar la aceptabilidad en la evaluación sensorial y en el análisis fisicoquímico. Para determinar el mejor el tratamiento se utilizó la prueba de Tukey con 5 % de error estadístico.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL SNACK DE MELLOCO EN EL PROCESO DE DESHIDRATADO

4.1.1.1. Humedad

En la Tabla 8 se muestra los resultados obtenidos en el proceso de deshidratado para los dos tratamientos propuestos.

Tabla 8. Resultados físicoquímicos del snack de melloco tipo deshidratado.

Tratamiento	Humedad % (Valor medio \pm DS)
T1 (52 °C \times 8 h)	8,356 \pm 0,804 ^a
T2 (57 °C \times 5 h)	8,020 \pm 0,760 ^a

Nota: Letras diferentes indican diferencias significativas entre clases, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). DS: desviación estándar.

Estadísticamente el parámetro de humedad no presenta diferencia significativa para los 2 tratamientos, sin embargo, el T1 a una temperatura de 52 °C y 8 horas de deshidratado presenta mayor humedad con 8,35% a diferencia del T2 que muestra menor humedad a mayor temperatura y menor tiempo, indicando que la temperatura influye en el porcentaje de H que presente el producto al final del proceso.

4.1.1.2. Ceniza

Estadísticamente no se encuentra diferencia significativa entre los resultados obtenidos entre los tratamientos, mismos que se muestran en la Tabla 9. Cabe mencionar que el T2 a una temperatura de 57 °C y tiempo de 5 horas muestra un mayor contenido de materia inorgánica con un 1,4 % a diferencia del T1 que presenta 1,39 % en el cual se aplicó una temperatura de 52 °C y tiempo de 8 horas de deshidratado, lo que indica que mientras se aplique mayor temperatura y menor tiempo en el proceso se disminuye la pérdida de minerales.

Tabla 9. Resultados de ceniza del snack deshidratado.

Tratamiento	Ceniza % (Valor medio \pm DS)
T1 (52 °C \times 8 h)	1,390 \pm 0,310 ^a
T2 (57 °C \times 5 h)	1,407 \pm 0,302 ^a

Nota: Letras diferentes indican diferencias significativas entre clases, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). DS: desviación estándar.

4.1.1.3. Proteína

Los resultados obtenidos se observan en la Tabla 10 teniendo que el T2 a una temperatura de 57 °C durante 5 horas presenta un valor de 7,33 % superior al T1 el cual estuvo sometido a una temperatura de 52 °C durante 8 horas mismo que muestra un valor de 6,67 %. Observando que al utilizar menor temperatura y mayor tiempo de deshidratado sobre el alimento reduce mayor contenido de proteína hasta en 1 % a comparación de aplicar una mayor temperatura y menor tiempo puesto que los resultados indican que reduce el contenido de proteína en pequeñas cantidades. Así mismo se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Tabla 10. Resultados de proteína del snack deshidratado.

Tratamiento	Proteína % (Valor medio \pm DS)
T1 (52 °C \times 8 h)	6,674 \pm 0,467 ^a
T2 (57 °C \times 5 h)	7,339 \pm 0,787 ^a

Nota: Letras diferentes indican diferencias significativas entre clases, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). DS: desviación estándar.

4.1.1.4. Grasa

En la Tabla 11 se muestran los resultados obtenidos para el parámetro de grasa en el snack deshidratado. Allí indica que el T1 deshidratado a una temperatura de 52 °C durante 8 horas presenta un valor de 1,11% de grasa en su contenido mientras que el T2 deshidratado a una temperatura de 57 °C durante 5 horas presenta un valor de 0,8 % en su contenido. En ambos casos el contenido de grasa no se redujo ni el 1%, sin embargo, se observa que a mayor temperatura y menor tiempo de deshidratado en el alimento se produce mayor reducción de grasa en su composición química, cabe mencionar que al utilizar temperaturas superiores a los 40 °C los nutrientes del alimento sufren alteraciones y por ende pérdidas del mismo. Además, se observa que no existe diferencia significativa en ambos casos.

Tabla 11. Resultados de grasa del snack deshidratado.

Tratamiento	Grasa % (Valor medio \pm DS)
T1 (52 °C \times 8 h)	1,117 \pm 0,129 ^a
T2 (57 °C \times 5 h)	0,852 \pm 0,132 ^a

Nota: Letras diferentes indican diferencias significativas entre clases, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). DS: desviación estándar.

4.1.2. ANÁLISIS SENSORIAL DEL SNACK DE MELLOCO TIPO DESHIDRATADO

La evaluación sensorial se realizó a estudiantes y docentes de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi. En la Tabla 12 se presentan los resultados obtenidos en atributos de aroma, color, sabor y textura del snack.

Tabla 12. Resultados de análisis sensorial

Tratamiento	Aroma	Color	Sabor	Textura
T1 (52 °C × 8 h)	3,241 ± 0,950 ^a	3,593 ± 1,108 ^a	2,556 ± 1,176 ^a	3,037 ± 1,197 ^a
T2 (57 °C × 5 h)	2,963 ± 1,009 ^a	2,963 ± 1,063 ^b	2,333 ± 1,082 ^a	2,778 ± 1,223 ^a

Nota: Letras diferentes indican diferencias significativas entre clases, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). DS: desviación

A continuación, se presentan las figuras de intervalos para cada atributo descrito, allí se aprecia el tratamiento con mayor aceptabilidad.

El análisis sensorial mostró que el atributo de aroma en una escala de 1-5, para el T1 es mayormente aceptado con 3 con un criterio de calificación de ni me gusta ni me disgusta, mientras que el T2 obtiene una calificación menor de 2 con un criterio de calificación de me disgusta ligeramente, sin embargo, no existe diferencia significativa en los tratamientos.

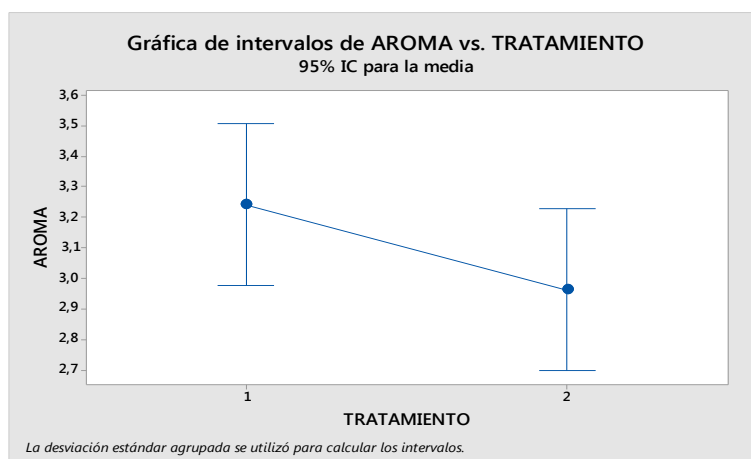


Figura 4 Intervalos de Aroma vs. Tratamientos.

En la figura 5 para el atributo de color se observa que existe diferencia significativa entre los 2 tratamientos, y las medias muestran dichos resultados en la tabla 8 con un valor de 3,5 para el T1 y de 2,9 para el T2.

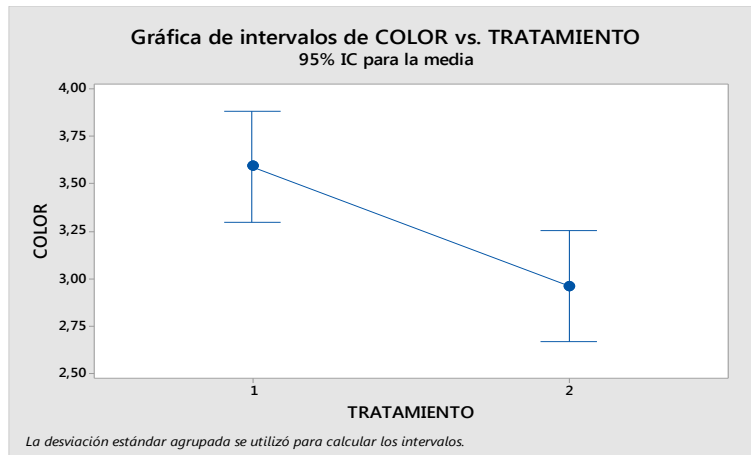


Figura 5 Intervalo de Color vs. Tratamientos.

En cuanto al atributo sabor se puede observar que los intervalos muestran una leve desviación, sin embargo, no existe diferencia significativa entre los tratamientos, pero el T1 tiene mayor aceptación con una media de 2,5 mientras que el T2 tiene 2,3 con un criterio de calificación de me disgusta ligeramente.

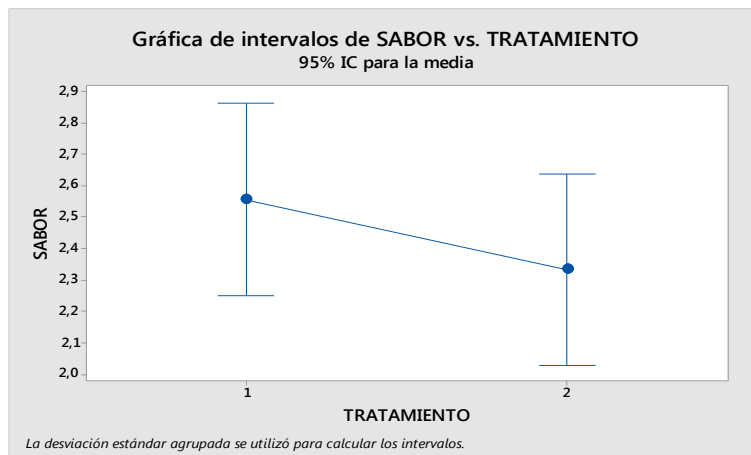


Figura 6 Intervalo de Sabor vs. Tratamiento.

En el atributo de textura los panelistas opinaron que T1 es mejor que el T2 con un valor de 3 con un criterio de calificación de ni me gusta ni me disgusta, sin embargo, la figura 7 muestra que no existe diferencia significativa.

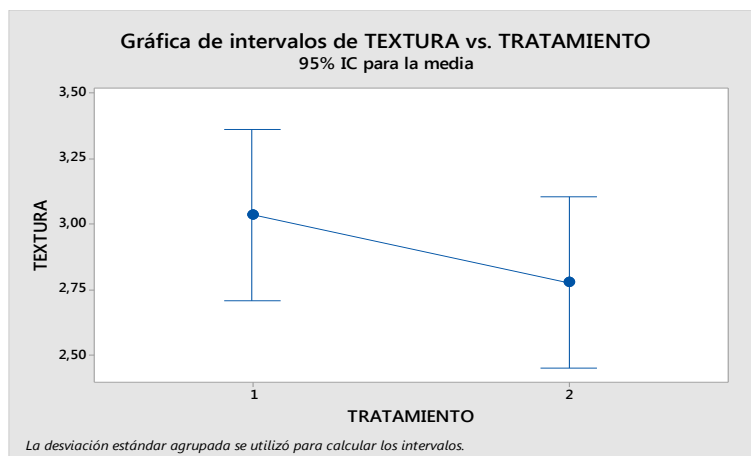


Figura 7 Intervalo de Textura vs. Tratamiento.

Los resultados muestran que el T1 presenta mejores características que el T2, mostrando que el único atributo con diferencia significativa fue el color.

4.1.3. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL SNACK DE MELLOCO EN EL PROCESO DE HORNEADO

4.1.3.1. Humedad

Estadísticamente no se evidencia diferencia significativa entre las muestras, sin embargo, los resultados de humedad que se encuentran en la Tabla 13 muestra que el T1 horneado a una temperatura de 90 °C durante 18 minutos presenta un valor de 3,63 % superior al valor de 3,19 % del T2 horneado a una temperatura de 80 °C durante 25 minutos. Estos resultados quieren decir que el tiempo y la temperatura influyen en la disminución de humedad en las muestras. En ambos casos la humedad ha disminuido hasta en 80 % del tubérculo mejorando las características sensoriales y alargando la vida útil del producto.

Tabla 13. Resultados de humedad del snack horneado.

Tratamiento	Humedad % (Valor medio \pm DS)
T1 (90 °C \times 18 min)	3,636 \pm 0,291 ^a
T2 (80 °C \times 25 min)	3,196 \pm 0,928 ^a

Nota: Letras diferentes indican diferencias significativas entre clases, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). DS: desviación estándar.

4.1.3.2. Ceniza

En la Tabla 14 se muestran los resultados obtenidos para el parámetro de ceniza. Allí se observa que el T1 horneado a una temperatura de 90 °C durante 18 min presenta un valor de 2,09 % de contenido en el producto, mientras que el T2 expuesto a una temperatura de 80 °C

durante 25 minutos disminuye su contenido hasta 1,5 % en su contenido. Se evidencia que no existe diferencia significativa pues los dos tratamientos comparten la misma letra.

Tabla 14. Resultados de ceniza del snack horneado.

Tratamiento	Ceniza % (Valor medio \pm DS)
T1 (90 °C \times 18 min)	2,097 \pm 0,259 ^a
T2 (80 °C \times 25 min)	1,566 \pm 0,416 ^a

Nota: Letras diferentes indican diferencias significativas entre clases, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). DS: desviación estándar.

4.1.3.3. Proteína

Los resultados del parámetro de proteína se encuentran en la Tabla 15, en donde estadísticamente existe diferencia significativa ($P < 0,05$) entre las dos muestras siendo el T2 horneado a una temperatura de 80 °C durante 25 minutos el que tiene un valor mayor al T1. Se observa que el valor medio del T2 varía desde $9,18 \pm 0,386^b$ mientras que el T1 varía desde $8,958 \pm 0,184^a$ el cual presenta menor contenido de proteína en su composición química por la influencia de la temperatura aplicada pues a mayor temperatura algunos nutrientes como las proteínas sufren cambios en su estructura y alteraciones enzimáticas.

Tabla 15. Resultados de proteína del snack horneado

Tratamiento	Proteína % (Valor medio \pm DS)
T1 (90 °C \times 18 min)	8,958 \pm 0,184 ^a
T2 (80 °C \times 25 min)	9,183 \pm 0,386 ^b

Nota: Letras diferentes indican diferencias significativas entre clases, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). DS: desviación estándar.

4.1.3.4. Grasa

Para el snack de melloco horneado el nivel de grasa no presenta diferencia significativa en su composición química sin embargo se observa que el T1 con mayor temperatura eliminó hasta en 0,1 % de grasa, mientras que el T2 obtuvo mayor retención del nutriente en su contenido debido a que se utilizó menor temperatura esto provocó menos agresividad en el proceso.

Tabla 16. Resultados de grasa del snack horneado

Tratamiento	Grasa % (Valor medio \pm DS)
T1 (90 °C \times 18 min)	1,075 \pm 0,206 ^a
T2 (80 °C \times 25 min)	1,160 \pm 0,055 ^a

Nota: Letras diferentes indican diferencias significativas entre clases, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). DS: desviación estándar.

4.1.4. ANÁLISIS SENSORIAL DEL SNACK DE MELLOCO TIPO HORNEADO

La evaluación sensorial se realizó a estudiantes y docentes de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi. En la Tabla 17 se presentan los resultados obtenidos en atributos de aroma, color, sabor y textura del snack.

Tabla 17. Resultados de análisis sensorial de snack de melloco tipo horneado.

Tratamiento	Aroma	Color	Sabor	Textura
T1 (90 °C × 18 min)	4,127±0,862 ^a	3,709±0,916 ^a	3,764±0,999 ^a	3,927±0,900 ^a
T2 (80 °C × 25 min)	3,673±1,123 ^b	3,509±1,103 ^a	3,018±1,269 ^b	2,782±1,182 ^b

Nota: Letras diferentes indican diferencias significativas entre clases, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). DS: desviación estándar.

En las siguientes figuras se observa el tratamiento que presentó mejores resultados para cada atributo.

El atributo de aroma para el snack de melloco tipo horneado presento diferencia significativa entre los 2 tratamientos, teniendo al T1 con una media de 4 y criterio de calificación de me disgusta ligeramente, mientras que el T2 tiene una media de 3 y un criterio de calificación de ni me gusta ni me disgusta.

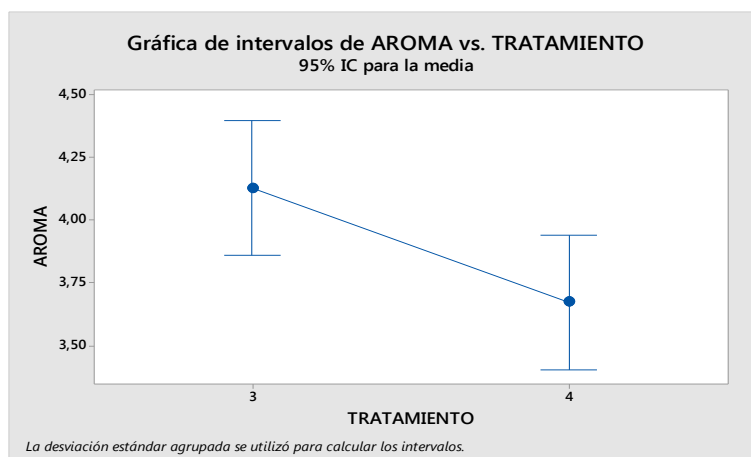


Figura 8 Intervalos de Aroma vs. Tratamiento.

En la figura 9 se observa que el atributo color para el T1 es 3 y de igual manera para el T2, por lo mismo no existe diferencia significativa, debido a que las medias no muestran un valor diferente.

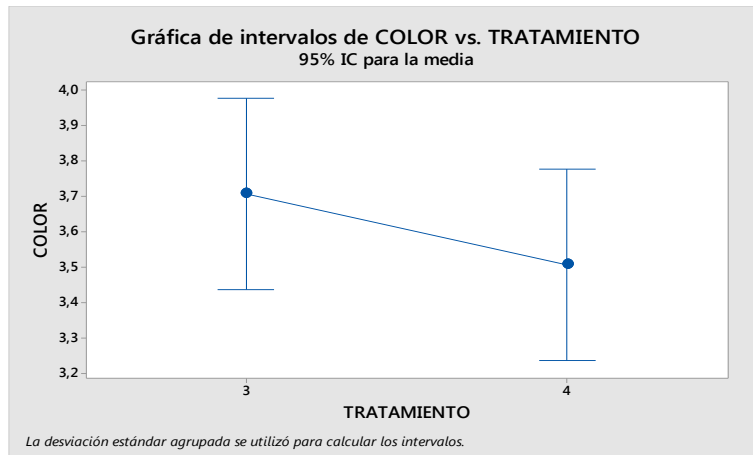


Figura 9 Intervalos de Color vs. Tratamientos.

En cuanto al atributo de sabor se puede observar en la figura 10 que el T1 tiene una media superior al T2, por ende, existe diferencia significativa entre los 2 tratamientos.

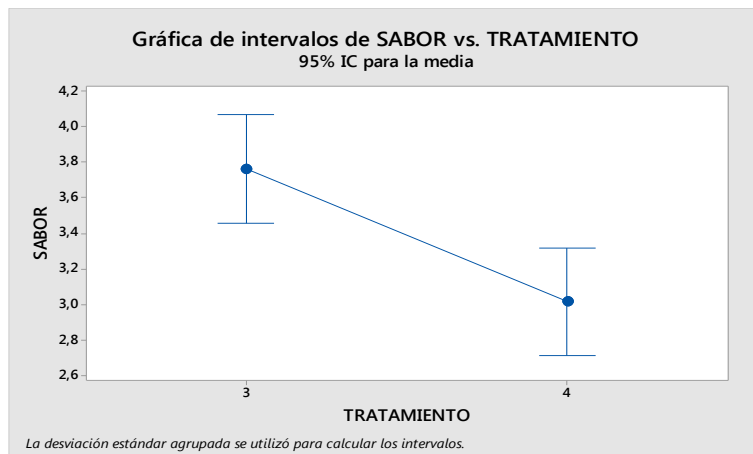


Figura 10 Intervalo de Sabor vs. Tratamiento.

Para el atributo de textura se puede observar que existe diferencia significativa para el T1 con un valor de 3 con un criterio de calificación de ni me gusta ni me disgusta.

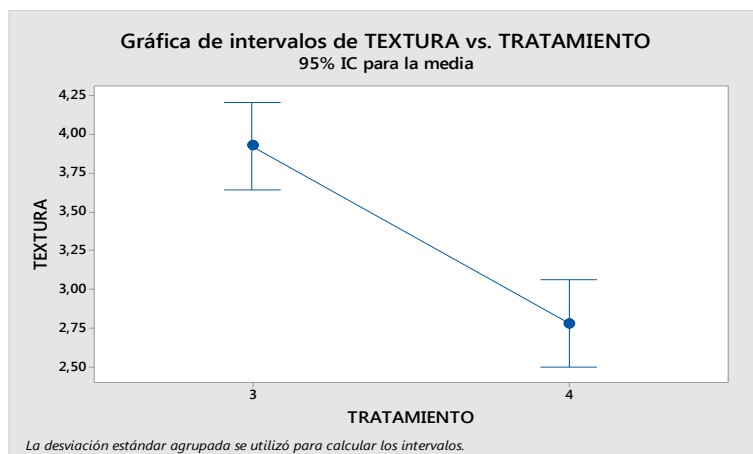


Figura 11 Intervalo de Textura vs. Tratamientos tipo horneado.

4.1.5. ANÁLISIS FISCOQUÍMICO DEL SNACK DE MELLOCO EN EL PROCESO DE FRITURA

4.1.5.1. Humedad

A continuación, en la Tabla 18, se detallan los resultados obtenidos del análisis de humedad en el snack tipo fritura. Los datos muestran que el valor medio más alto de humedad es de $4,319 \pm 0,291^a$ para el T1 frito a una temperatura de $150\text{ }^\circ\text{C}$ durante 2,40 minutos, sin embargo el menor porcentaje de humedad presenta el T2 con un valor medio de 3,27 con una DS 0,30. Este efecto muestra que la humedad es decreciente a una temperatura elevada pero hay que considerar el tiempo de fritura puesto que ocasionaría cambios desfavorables en las características fisicoquímicos y sensoriales. Además, estadísticamente hay diferencia significativa P (0,05) entre los tratamientos.

Tabla 18. Resultados de humedad del snack tipo fritura.

Tratamiento.	Humedad % (Valor medio \pm DS)
T1 ($150\text{ }^\circ\text{C} \times 2,40\text{ min}$)	$4,319 \pm 0,291^a$
T2 ($180\text{ }^\circ\text{C} \times 1,30\text{ min}$)	$3,276 \pm 0,309^b$

Nota: Letras diferentes indican diferencias significativas entre clases, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). DS: desviación estándar.

4.1.5.2. Ceniza

El análisis estadístico muestra que existe diferencia significativa P (0,05) entre los tratamientos resultados que se encuentran en la Tabla 19, donde indica que el valor medio mayor pertenece al T1 frito a una temperatura de $150\text{ }^\circ\text{C}$ durante 2,40 minutos mientras que el T2 presenta un valor medio de 2,25 % inferior al antes mencionado. Se puede decir que a temperaturas altas el porcentaje de ceniza va disminuyendo y el tiempo es otro factor de importancia, sino se lo controla provoca cambios en el producto. El contenido de componentes inorgánicos varia en 1 % y una desviación estándar que va desde 0,259 a 0,316.

Tabla 19. Resultados de ceniza del snack tipo fritura

Tratamiento.	Ceniza % (Valor medio \pm DS)
T1 ($150\text{ }^\circ\text{C} \times 2,40\text{ min}$)	$3,285 \pm 0,259^a$
T2 ($180\text{ }^\circ\text{C} \times 1,30\text{ min}$)	$2,257 \pm 0,316^b$

Nota: Letras diferentes indican diferencias significativas entre clases, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). DS: desviación estándar.

4.1.5.3. Proteína

La proteína es una molécula en la cual la temperatura debe mantenerse estable para evitar que los enlaces peptídicos provoquen cambios enzimáticos y organolépticos en alimento, el análisis estadístico indica que existe diferencia estadística P (0,05) entre las muestras establecidas. El valor medio vario en 1% teniendo un 8,56 % en el T2 frito a una temperatura de 180 °C durante 1,30 minutos y 7,87 % en el T1 frito a menor temperatura. Sin embargo, la temperatura valorada no presento cambios desfavorables durante y después del proceso.

Tabla 20. Resultados de proteína del snack tipo fritura.

Tratamiento.	Proteína % (Valor medio ± DS)
T1 (150 °C × 2,40 min)	7,872 ± 0,184 ^a
T2 (180 °C × 1,30 min)	8,562 ± 0,322 ^b

Nota: Letras diferentes indican diferencias significativas entre clases, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). DS: desviación estándar.

4.1.5.4. Grasa

En la Tabla 21 se presentan los resultados obtenidos de la grasa. Al ser un alimento frito el porcentaje en este parámetro es alto en ambos casos teniendo que el T1 frito a una temperatura de 150 °C durante 2,40 minutos presento un valor de 30,82 % mientras que el T2 presentó un valor de 24,99 %. Estadísticamente se evidencia diferencia significativa P (0,05). El proceso de fritura conduce a la pérdida de humedad en forma de vapor desde el interior de los alimentos hacia la superficie a través de su estructura porosa; permitiendo el ingreso del aceite en los orificios formados por la eliminación de agua y por lo mismo absorbe mayor cantidad de aceite en su composición química.

Tabla 21. Resultados de grasa del snack tipo fritura.

Tratamiento.	Grasa % (Valor medio ± DS)
T1 (150 °C × 2,40 min)	30,82 ± 2,38 ^a
T2 (180 °C × 1,30 min)	24,99 ± 1,99 ^b

Nota: Letras diferentes indican diferencias significativas entre clases, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). DS: desviación estándar

4.1.6. ANÁLISIS SENSORIAL DEL SNACK DE MELLOCO FRITO

En la Tabla 22 se presenta los criterios obtenidos de las propiedades sensoriales del snack tipo fritura.

Tabla 22. Resultado de análisis sensorial del snack tipo fritura.

Tratamiento	Aroma	Color	Sabor	Textura
T1 (150 °C × 2,40 min)	3,782±0,854 ^a	3,709±0,936 ^a	3,455±1,230 ^a	3,800±1,026 ^a
T2 (180 °C × 1,30 min)	3,855±1,026 ^a	3,945±0,931 ^b	3,727±1,193 ^b	3,727±1,178 ^b

Nota: Letras diferentes indican diferencias significativas entre clases, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). DS: desviación estándar.

En las siguientes figuras se muestra el mejor tratamiento para cada atributo propuesto en la catación para el snack de melloco frito.

En cuanto al atributo de aroma no existe diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo, el T2 presenta mayor aceptación con un promedio de 3,8 con un criterio de calificación de ni me gusta, ni me disgusta.

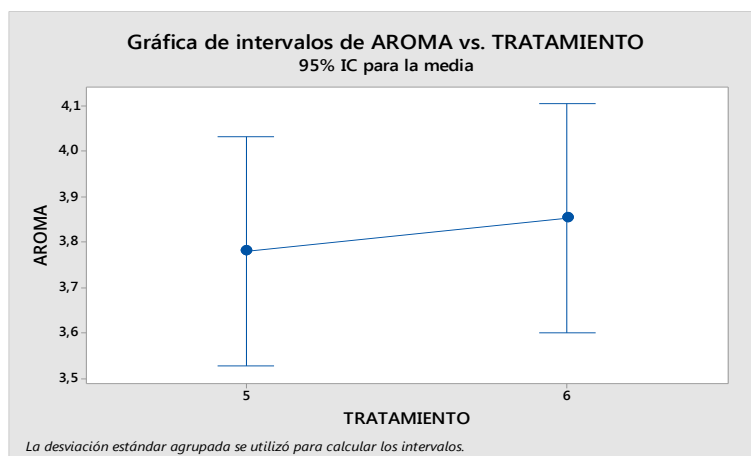


Figura 12 Intervalo de Aroma vs. Tratamiento.

Los intervalos para el atributo de color muestran diferencia significativa entre los tratamientos, en la figura 13 se observa que el T2 muestra un promedio de 3,9 con un criterio de calificación de ni me gusta ni me disgusta; mientras que el T1 se encuentra por debajo de este promedio.

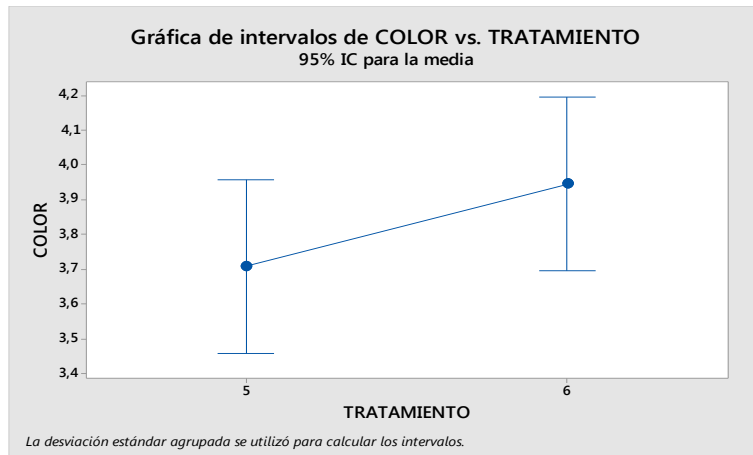


Figura 13 Intervalo de Color vs. Tratamiento.

En el atributo de sabor se observa que el T2 presenta un valor de 3,7 mayor al valor del T1, además existe diferencia significativa entre los tratamientos.

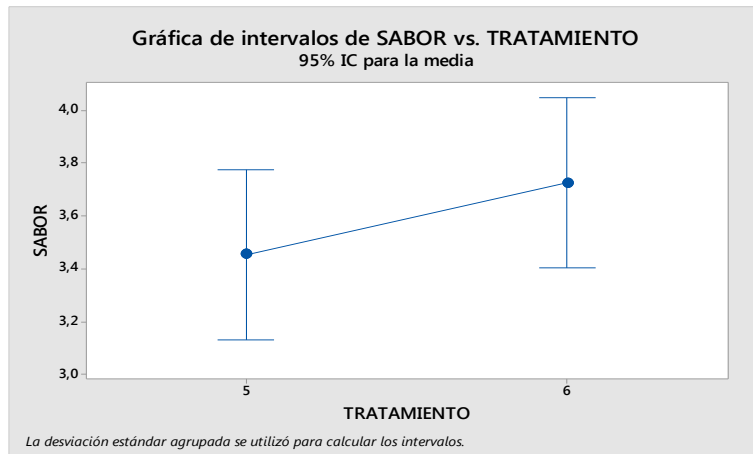


Figura 14 Intervalos de Sabor vs. Tratamiento.

La figura 17 muestra que el tratamiento 1 presenta un promedio de 3,8 superior al tratamiento 2, con un criterio de calificación de ni me gusta, ni me disgusta, con diferencia significativa.

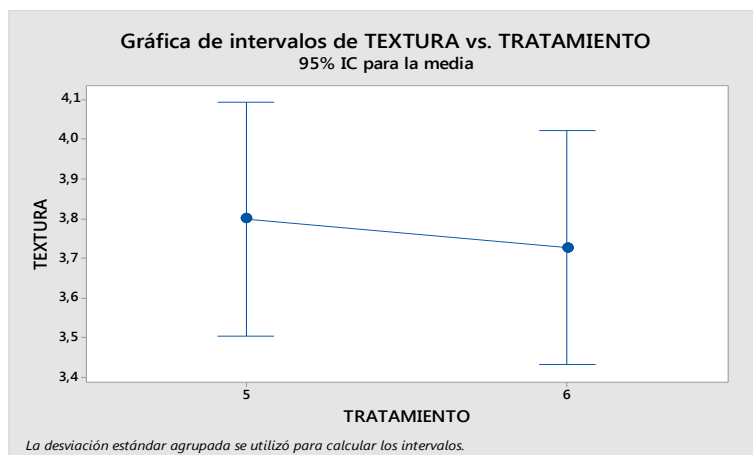


Figura 15 Intervalo de Textura vs. Tratamiento.

4.1.7. RESULTADOS DE VIDA ÚTIL

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de vida útil del snack de melloco tipo deshidratado, horneado y fritura.

4.1.7.1. Vida útil mediante análisis sensorial del snack de melloco tipo deshidratado, horneado y fritura.

Para determinar el estudio de vida útil mediante el análisis sensorial en condiciones aceleradas (35 y 45 °C; 90% HR) se realizó bajo puntuación de escala hedónica de cinco puntos en donde 5=me gusta mucho, 4= me gusta, 3=ni me gusta ni me disgusta, 2=me disgusta y 1=me disgusta mucho para determinar la aceptación durante el tiempo de almacenamiento en fundas de polipropileno aluminizada.

Tabla 23. Resultados de vida útil del atributo de textura del snack de melloco.

Días de almacenamiento	T: 35 °C			T: 45 °C		
	D	H	F	D	H	F
0	5	5	5	5	5	5
4	5	4	5	5	4	4
8	4	3	5	4	3	4
12	3	2	4	4	3	3
16	3	1	4	3	2	3
24	2	1	4	3	1	3

En las figuras 16, 17 y 18 se observa el decrecimiento de aceptabilidad de los 3 tipos de snack durante el tiempo de estudio establecido.

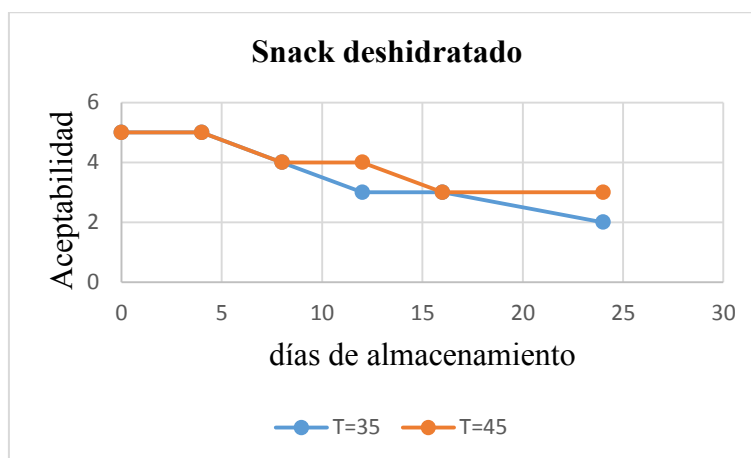


Figura 16 Vida útil del snack deshidratado.

En la figura 16 se observa que el snack deshidratado a la temperatura de 35 °C pierde textura de manera progresiva, por otro lado, a temperatura de 45 °C se observa que presenta mayor aceptabilidad al día 24.

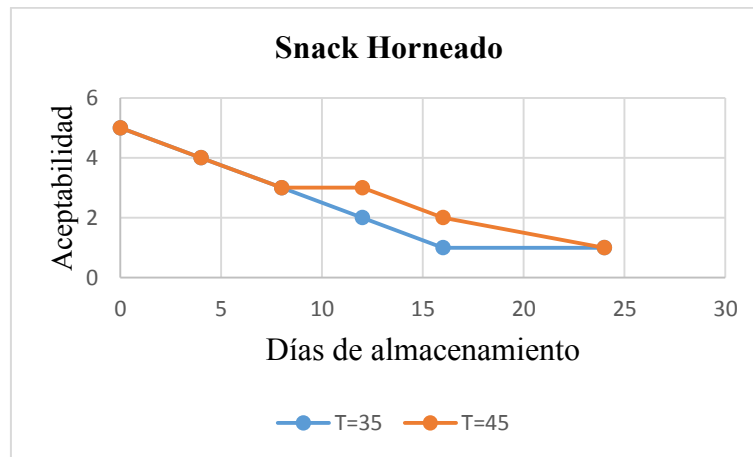


Figura 17 Vida útil de snack horneado

La figura 17 muestra que el snack horneado a 35 °C pierde la aceptabilidad a partir del día 8, mientras que a 45 °C sucede a partir del día 12.

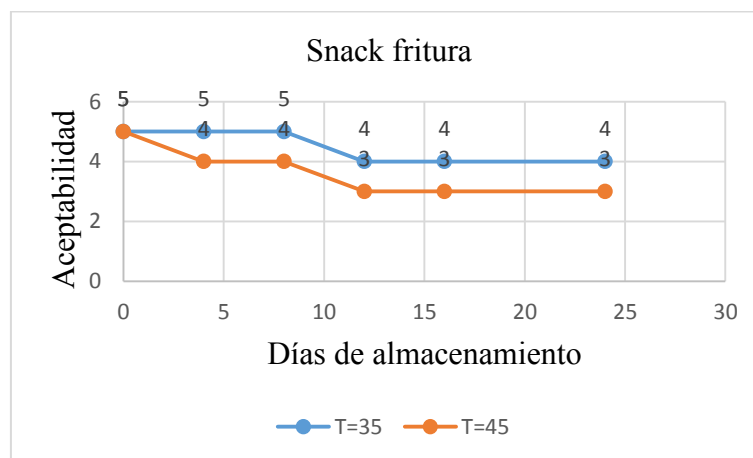


Figura 18 Vida útil de snack frito.

La figura 18 muestra que la vida útil del snack frito pierde aceptabilidad de textura a partir del día 12 mientras a 35 °C, mientras que a la temperatura de 45 °C se observa aceptabilidad hasta el día 24.

A continuación, se presentan las ecuaciones de regresión de la evaluación sensorial en cada tipo y las dos temperaturas del estudio.

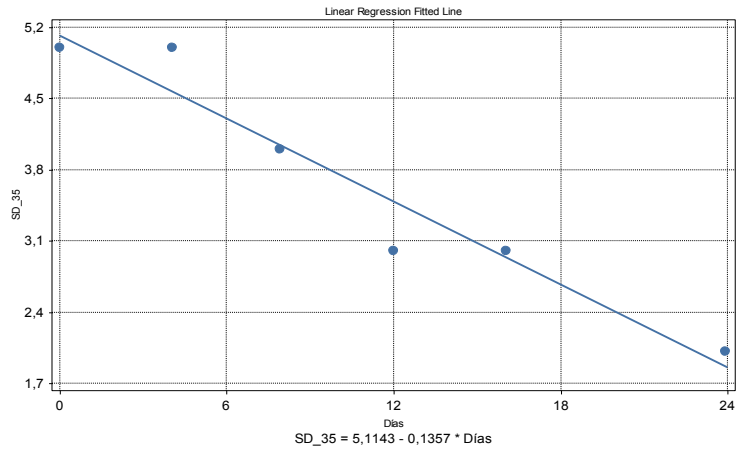


Figura 19 Regresión lineal de evaluación sensorial S.D. a 35 °C.

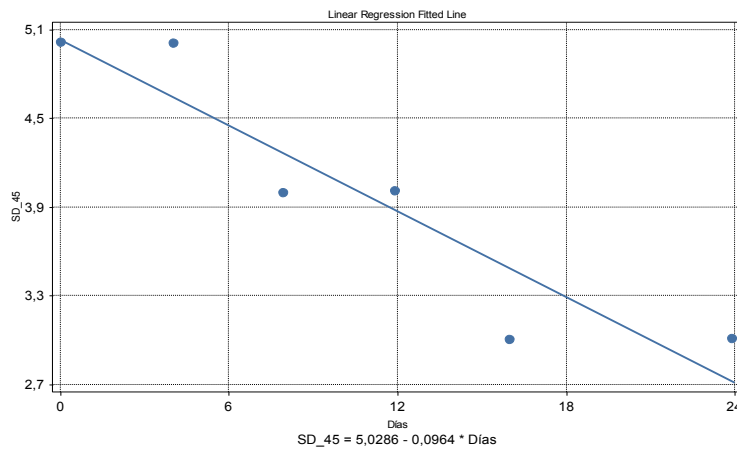


Figura 20 Evaluación Sensorial en snack deshidratado a 45 °C

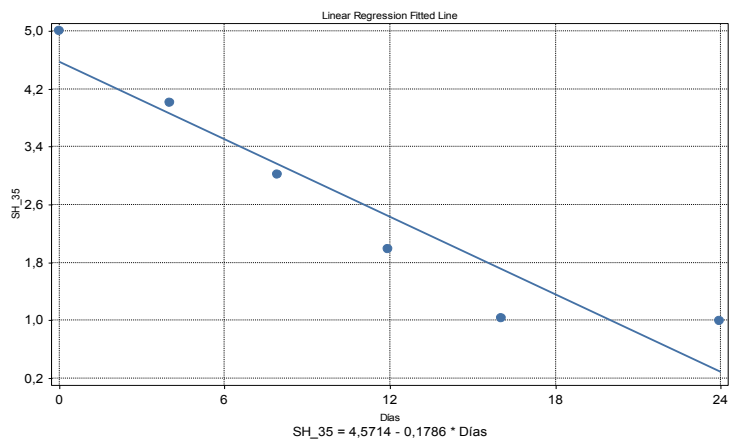


Figura 21 Evaluación Sensorial en snack horneado a 35 °C

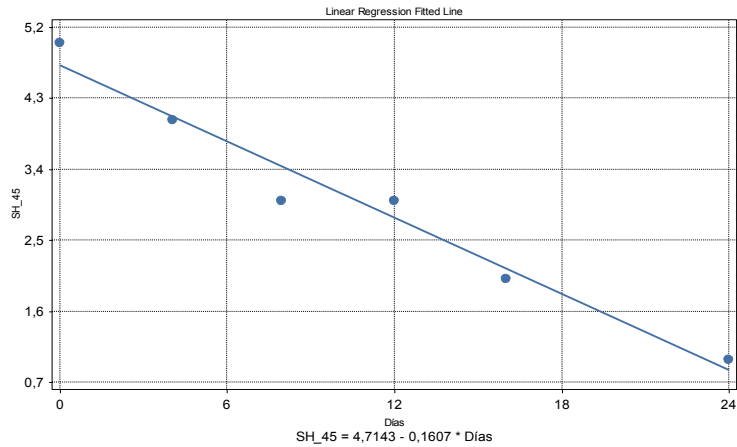


Figura 22 Evaluación Sensorial en snack horneado a 45 °C

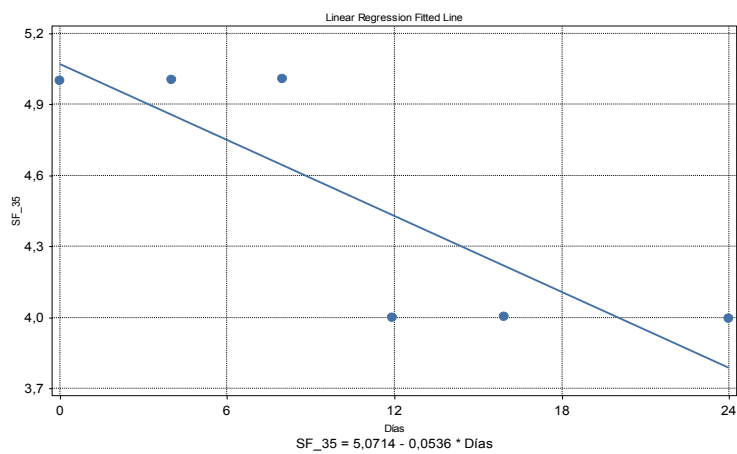


Figura 23 Evaluación Sensorial en snack frito a 35 °C

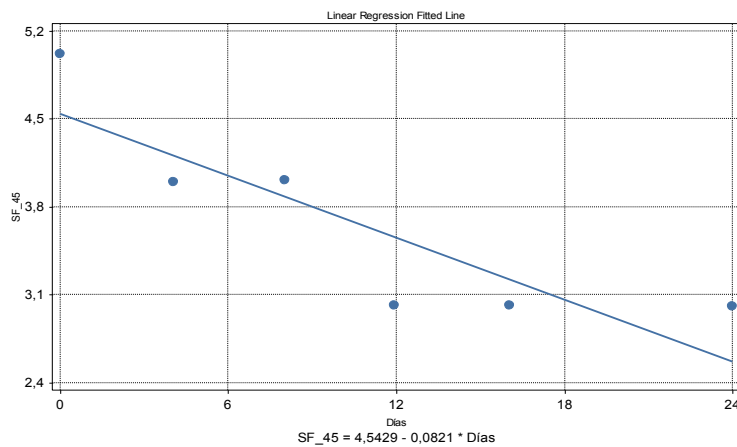


Figura 24 Evaluación Sensorial en snack frito a 45 °C

Se consideró como límite de inaceptabilidad el puntaje de la escala hedónica “3” (...), para considerarlo en la ecuación de regresión obtenida en cada tipo y temperatura, presentados en las figuras anteriores y obtener el tiempo límite de los snack para cada tipo y temperatura considerados en el estudio.

Tabla 24. Resultados de las rectas de regresión de las cinéticas de la evaluación sensorial en snacks de melloco almacenados en condiciones aceleradas (35 y 45 °C; HR 90%) y el tiempo límite.

Snack tipo	Temperatura (°C)	Temperatura (°K)	Ecuación de Regresión	Coefficiente de determinación	Tiempo límite (días)
Deshidratado	35	308	$y = 5,11429 - 0,13571x$	0,9377	15,58
	45	318	$y = 5,02857 - 0,09643x$	0,8679	21,04
Horneado	35	308	$y = 4,57143 - 0,17857x$	0,8929	8,80
	45	318	$y = 4,71429 - 0,16071 x$	0,9643	10,67
Frito	35	308	$y = 5,07143 - 0,05357 x$	0,7143	38,67
	45	318	$y = 4,54286 - 0,08214 x$	0,7557	18,78

4.1.4.2. Vida útil mediante análisis fisicoquímico del snack de melloco tipo deshidratado, horneado y fritura

Para determinar la vida útil del snack de melloco mediante el análisis físico químico se evaluó el factor de calidad % de humedad, resultados que se presentan en la Tabla 25 en condiciones aceleradas (35 y 45 °C; HR 90%).

Tabla 25. Resultados de factor de calidad % humedad del snack de melloco tipo deshidratado, horneado y fritura.

Días de almacenamiento	T: 35 °C			T: 45 °C		
	D	H	F	D	H	F
0	4,7856	0,2915	0,3778	4,2945	0,2887	0,3422
4	5,0764	1,3484	0,4452	4,3476	0,8645	0,5037
8	5,8966	2,1114	0,5324	5,2549	1,4594	0,6869
12	6,2851	2,4749	0,8354	6,4731	1,7191	0,9698
16	6,9904	2,9433	1,0421	6,9031	2,4127	1,2431
20	7,4877	3,0796	2,4302	7,4978	3,0654	2,6512
24	8,3973	3,6048	3,7517	8,2945	3,7852	3,8945

En las figuras 25, 26 y 27 se muestra la variación de % de humedad del snack de melloco tipo deshidratado, horneado y fritura vs. Tiempo de almacenamiento en condiciones extremas (35 y 45 °C; HR 90 %).

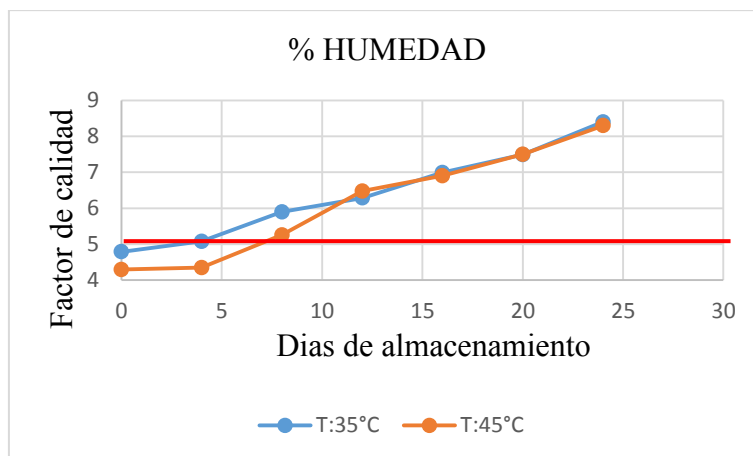


Figura 25 Variación de % de Humedad vs. Tiempo en el snack de melloco tipo deshidratado.

En condiciones aceleradas el snack deshidratado en el día cuatro ya presenta una humedad del 4,34%, aun cumple con los requisitos de la NTE INEN 2561:2010 el cual permite el 5%, sin embargo, para el día ocho se pierde la calidad del producto al no cumplir con los estándares permitidos. Cabe mencionar que a la temperatura de 35 °C en el cuarto día la humedad sobrepasa el límite permitido por la Norma. En la figura 25 se observa que el crecimiento es de manera ascendente mientras transcurre el tiempo alcanzando un 8,39% en vigésimo cuarto día.

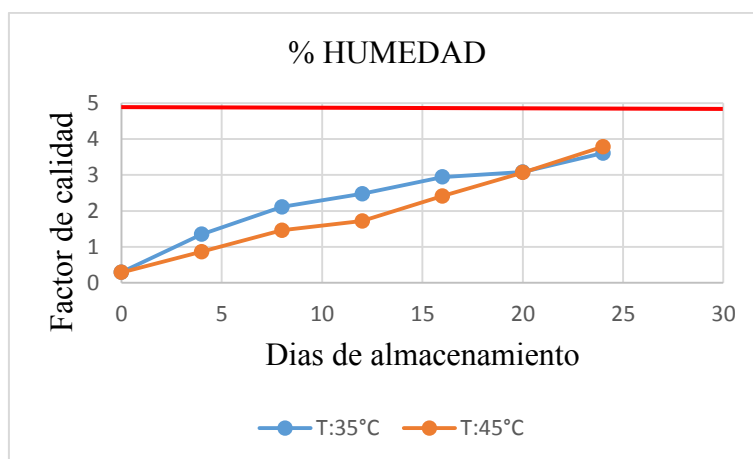


Figura 26 Variación de % Humedad vs. Tiempo en el snack de melloco tipo horneado.

En la NTE INEN 2561:2010 de Bocaditos vegetales, establece un límite de humedad menor al 5%. El snack horneado empacado en fundas de polipropileno aluminizada y almacenado en condiciones aceleradas no sobre pasan el límite permisible durante los 24 días de estudio, presentando como valor máximo de humedad de 3,78 % a la temperatura de 45 °C como se observa en la figura 26.

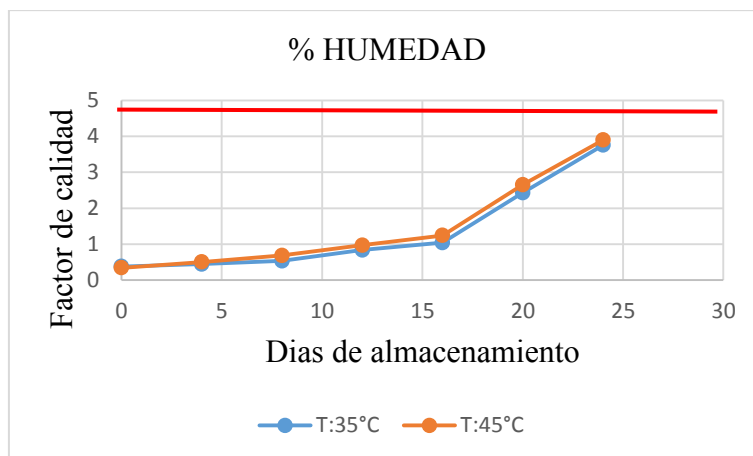


Figura 27 Variación de % de Humedad vs. Tiempo del snack de melloco tipo fritura.

En la figura 27 en el cual se observa que la curva de crecimiento no sobrepasa el requisito establecido por la NTE INEN 2561:2010 del 5 %, alcanzando una humedad máxima del 3,89% en el vigésimo cuarto día. Considerando las temperaturas 35 °C y 45 °C para cada tratamiento, empleando una ecuación de la forma:

$$\ln E = \ln E_0 + kT, \quad (5)$$

que es una línea recta de la forma

$$y = b + mx \quad (6)$$

obteniéndose los resultados que se muestran en la tabla 26.

Tabla 26 Resultados de las rectas de regresión de las cinéticas del %Humedad en snacks de melloco almacenados en condiciones aceleradas (35 y 45 °C; HR 90%).

Snack tipo	Temperatura (°C)	Temperatura (°K)	$\ln E_0$	K	Coefficiente de determinación	Coefficiente de correlación
Deshidratado	35	308	1,55896	0,02352	0,9921	0,9960
	45	318	1,43040	0,02980	0,9632	0,9814
Horneado	35	308	-0,41974	0,08507	0,7147	0,8454
	45	318	-0,74316	0,09602	0,8918	0,9444
Frito	35	308	-1,22229	0,09779	0,9408	0,9700
	45	318	-1,14572	0,10009	0,9785	0,9892

Los valores de las constantes cinéticas están relacionados con la temperatura absoluta de acuerdo a la ecuación de Arrhenius:

$$\ln k = E + K \left(\frac{1}{T} \right), \quad (7)$$

la cual es una línea recta de la forma

$$y = b + mx \quad (8)$$

Obteniéndose los resultados que se muestran en la tabla 25, provenientes de las siguientes figuras.

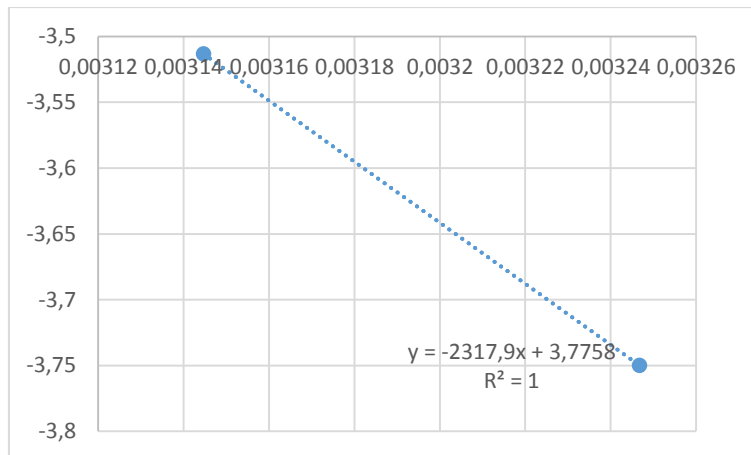


Figura 28 Recta de regresión de la ecuación de Arrhenius para el Snack tipo deshidratado

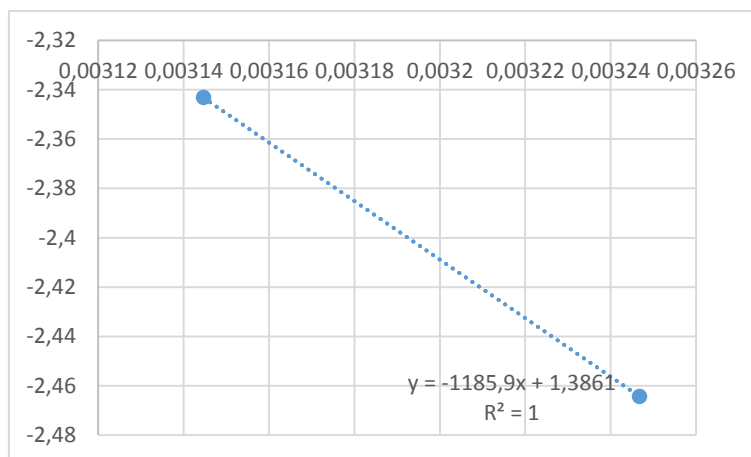


Figura 29 Recta de regresión de la ecuación de Arrhenius para el Snack tipo horneado

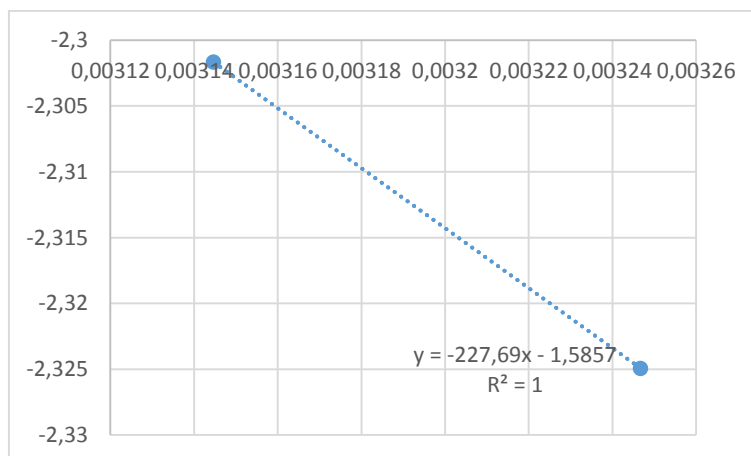


Figura 30 Recta de regresión de la ecuación de Arrhenius para el Snack tipo frito

Aplicando la ecuación para una temperatura de 20 °C

$$H_{\text{límite}} = H_{\text{inicial}} \mp K_{20}\theta \quad (5)$$

Donde,

$H_{\text{límite}}$: Humedad límite considerada de 5 %

H_{inicial} : Humedad inicial. Se obtuvo la humedad promedio a los 0 días en las dos temperaturas de 35° y 45°

K_{20} : Constante de velocidad de reacción a 20 °C

θ : Tiempo de vida útil

$$K_{20} = e^{\left(E + K \cdot \frac{1}{T}\right)}$$

Se obtienen los resultados de la ecuación (5) que se presentan en la tabla 27.

Tabla 27. Resultados de las rectas de regresión de la ecuación de Arrhenius y vida útil (VU) estimada del snack tipo deshidratado, horneado y frito a 35 °C y 45 °C.

	Deshidratado	Horneado	Frito
E	3,7758	1,3861	-1,5857
K	-2317,9	-1185,9	-227,69
K_{20}	0,016000721	0,069854535	0,09415631
Humedad inicial (35°)	4,54005	0,2901	0,36
Vida útil (días)	28,74557984	67,4243986	49,2797547

4.1.4.3. Vida útil mediante análisis microbiológico del snack de melloco tipo deshidratado, horneado y fritura

A continuación, se presentan los resultados del análisis microbiológico del snack de melloco tipo deshidratado, horneado y fritura; realizados bajo condiciones extremas con una HR 90 % y 35 y 45 °C, empacados en fundas de polipropileno aluminizadas.

Tabla 28 Resultados del recuento de microorganismos en snacks de melloco almacenados en condiciones aceleradas (35y 45 °C; HR 90%)

Días de almacenamiento	MOHOS Y LEVADURAS						AEROBIOS TOTALES						ECOLI					
	T:35°C			T:45°C			T:35°C			T:45°C			T:35°C			T:45°C		
	D	H	F	D	H	F	D	H	F	D	H	F	D	H	F	D	H	F
0	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
4	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
8	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
12	<10	0,8×10 ²	1,5×10 ²	<10	1,1×10 ²	1,8×10 ²	<10	0,3×10 ²	<10	<10	2,6×10 ²	1,2×10 ²	<10	<10	<10	<10	<10	<10
16	<10	1,4×10 ²	2,4×10 ²	<10	1,7×10 ²	2,6×10 ²	<10	1,6×10 ²	2,5×10 ²	<10	3,1×10 ²	1,9×10 ²	<10	<10	<10	<10	<10	<10
20	0,9×10 ²	2,1×10 ²	3,1×10 ²	1,2×10 ²	3,4×10 ²	3,4×10 ²	2,3×10 ²	1,2×10 ²	2,2×10 ²	1,9×10 ²	5,4×10 ²	2,7×10 ²	<10	<10	<10	<10	<10	<10
24	1,5×10 ²	2,8×10 ²	5,2×10 ²	1,8×10 ²	2,6×10 ²	5,7×10 ²	1,8×10 ²	3,3×10 ²	4,2×10 ²	2,8×10 ²	7,3×10 ²	5,3×10 ²	<10	<10	<10	<10	<10	<10

Fuente: Elaboración propia

Las siguientes curvas muestran el crecimiento microbiano en cada tipo de snack almacenado a condiciones extremas (35 y 45 °C; HR de 90 %) en fundas de polipropileno aluminizadas.

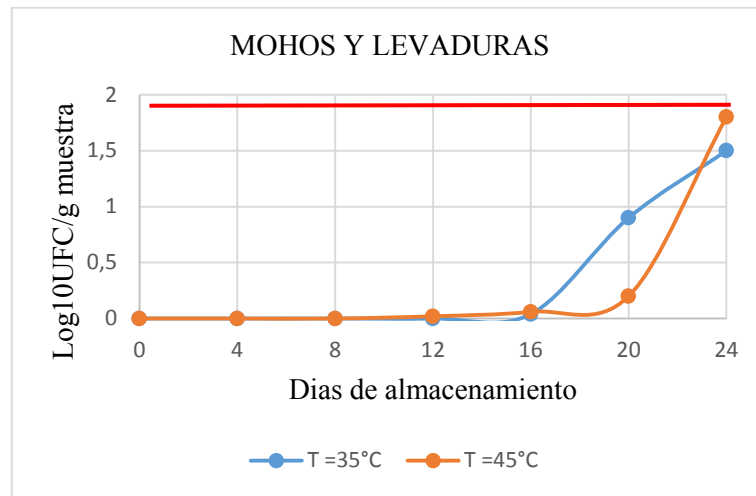


Figura 31 Curva de crecimiento microbiano en snack de melloco tipo deshidratado.

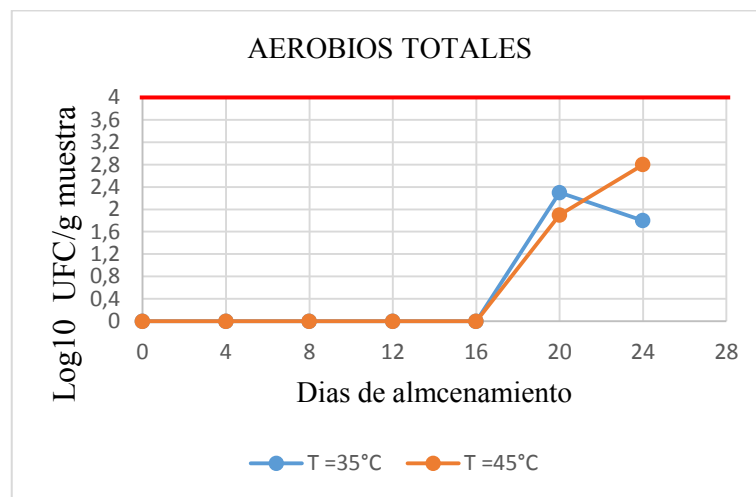


Figura 32 Curva de crecimiento microbiano en snack de melloco tipo deshidratado.

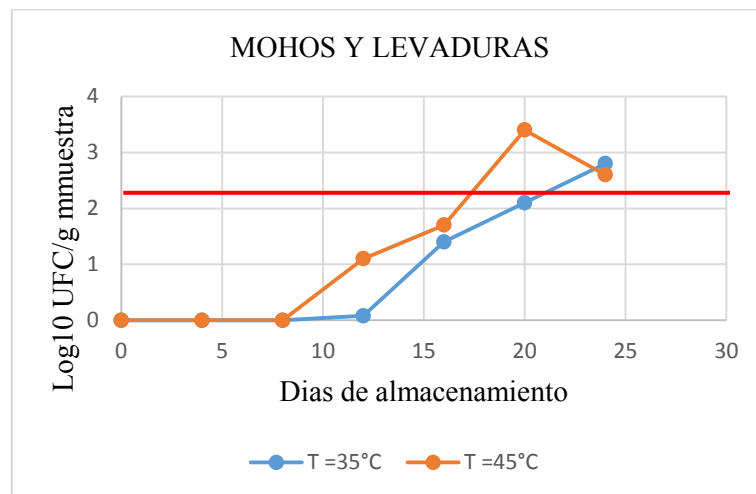


Figura 33 Curva de crecimiento microbiano del snack de melloco tipo horneado.

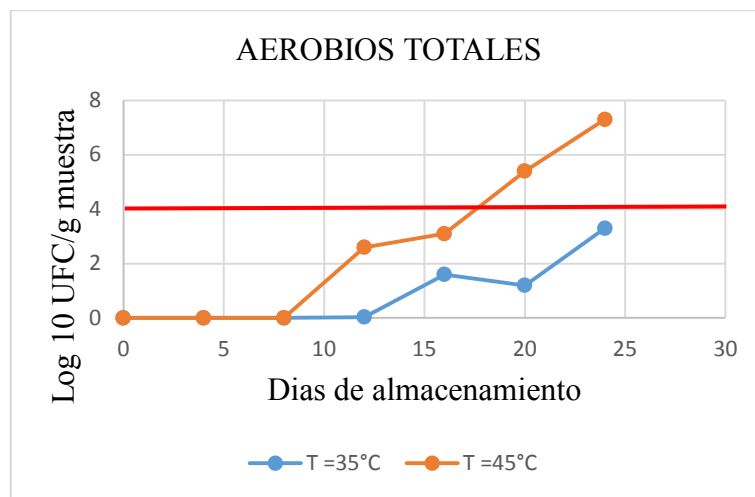


Figura 34 Curva de crecimiento de microorganismos del snack de melloco tipo horneado.

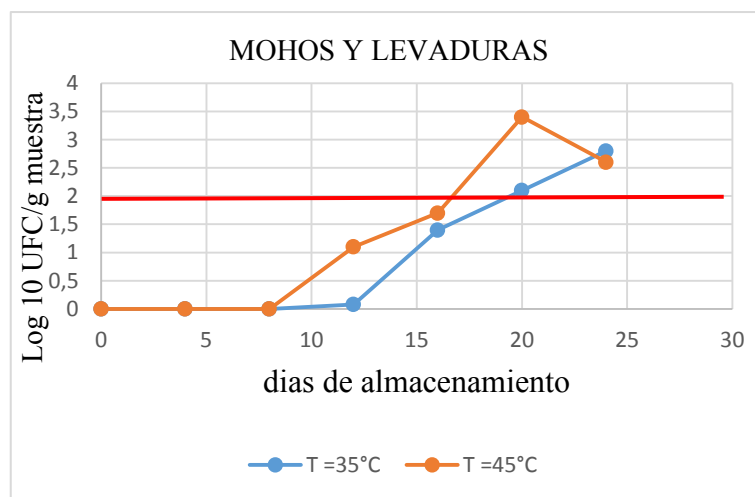


Figura 35 Curva de crecimiento microbiano del snack de melloco tipo fritura.

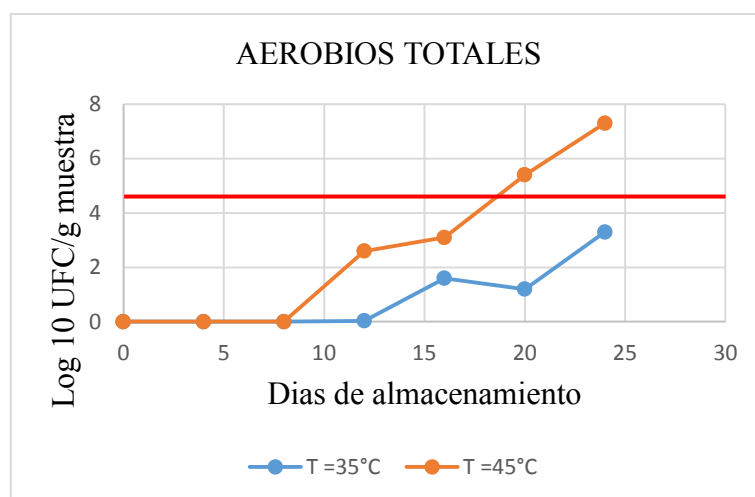


Figura 36 Curva de crecimiento microbiano del snack de melloco tipo fritura.

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. Análisis fisicoquímicos de snack deshidratado

Humedad

Repo y Karemo (1998) realizaron estudios basados en la deshidratación de melloco en hojuelas con un espesor de 2 mm consiguiendo una humedad de 5 y 7% a una temperatura de 45 °C observando que a mayor temperatura de deshidratado disminuye la cantidad de humedad en el tubérculo. Los datos obtenidos en la presente investigación muestran porcentajes de 8,356 y 8,020 % en los tratamientos propuestos sin embargo no cumplen con los requerimientos de la NTE INEN 2561 (2010): Bocado de productos vegetales en la cual el valor permitido es del 5%, no obstante, mantiene características organolépticas aceptables en los consumidores de snacks. Ceballos (2016) afirma que las hojuelas de 2 mm de grosor pierden humedad significativa los primeros 90 minutos a una temperatura de 65 °C obteniendo promedios de 2,84 y 3,68% de humedad. Además, menciona que los alimentos deshidratados disminuyen la humedad dependiendo de cómo se haya procesado el alimento y debido al elevado contenido de agua de los tubérculos.

Ceniza

La temperatura que se aplicó en el proceso de deshidratado al snack de melloco evita la pérdida de algunas vitaminas y minerales tal es el caso del contenido de ceniza que va disminuyendo progresivamente mientras se eleva la temperatura, los valores obtenidos en este estudio se presentan en la tabla 9 en porcentajes de 1,390 y 1,407% de ceniza, valores que se acercan a los obtenidos por Ceballos, (2016). Además, estos valores se encuentran dentro de la NTE INEN 2561 (2010).

Proteína

En cuanto al contenido proteico se determinó valores de 6,67 y 7,33%, mientras que los reportados por Ceballos, (2016) son de 8,48 y 7,05%, el aumento de proteína es debido a la absorción del chocolate que se utilizó en la investigación. Además, en proceso de deshidratación por manejo de temperaturas bajas se pierde una mínima cantidad de contenido proteico.

Grasa

Morales, (2014) en su investigación obtuvo 8,99% de grasa niveles aceptables dentro de la norma, mientras que los datos obtenidos por Armas, (2016) reporta valores por debajo de los obtenidos en esta investigación con un porcentaje de 1,11; por otro lado, el procedimiento y la temperatura juegan un papel importante dentro del proceso, asimismo dichos valores cumplen con la norma en la cual permite el 40% en grasa.

4.2.2. Análisis sensorial del snack de melloco deshidratado

Los resultados del análisis sensorial se detallan en la tabla 12, mismos que evidencian diferencia significativa en el atributo de color, mientras que en los demás parámetros no influye el proceso de deshidratación aplicado, por otra parte, los resultados del análisis no muestran desagrado total por los snacks de melloco. El análisis organoléptico realizado por Ceballos (2016) el snack de melloco no muestra diferencia significativa en ningún atributo presentado, es decir que a los panelistas les gusto por igual las muestras presentadas, sin embargo, el nivel de agrado por el producto fue aceptable. En ambos casos el snack de melloco tiene aceptación por parte de los panelistas bajo el proceso aplicado.

4.2.3. Análisis microbiológico del snack de melloco deshidratado.

El análisis microbiológico (Aerobios Totales, Mohos y Levaduras, *e. coli*) mostró que los tratamientos 1 y 2 no presentan contaminación <10 UFC/g, se demostró que el producto, es totalmente inocuo según lo establece la NTE INEN 2561 (2010): Bocaditos de productos vegetales en la cual se establecen el límite permitido de microorganismos en el producto.

4.3.1. Análisis fisicoquímico del snack de melloco horneado

Humedad

Pazos, (2017) realizo un prototipo de snack de melloco horneado obteniendo valores de 4,5% de humedad datos que guardan similitud con los obtenidos en la presente investigación que son de 3,63 y 3,19% de humedad, en ambos casos se cumple con la NTE INEN 2561:2010.

Ceniza

Morales, (2014) obtuvo valores de ceniza de 4,5% superiores a los obtenidos a Pazos (2017), valores que se encuentran fuera del límite permitido por la NTE INEN 2561:2010. Por otro

lado, en esta investigación se obtuvieron valores de 2,09 y 1,56 % inferiores a las demás investigaciones realizadas cabe mencionar que la temperatura y tiempo del proceso tienden a disminuir su contenido en el producto.

Proteína

El contenido proteico del snack de melloco se detalla en la tabla 15 con valores de 8,95 y 9,18%, cabe mencionar que el proceso de horneado no disminuye su contenido en gran porcentaje ya que el tubérculo tiene en su composición 10,01% de proteína, en el estudio de Morales, (2014) se obtuvieron resultados de 6.16% debido a la temperatura aplicada, espesor y tipo de melloco utilizado.

Grasa

Los resultados obtenidos en esta investigación para el snack horneado cumplen con los requisitos permitidos en la NTE INEN 2561:2010 en el parámetro de grasa con un valor de 1,07 y 1,16%.

4.3.2. Análisis sensorial del snack de melloco horneado

El análisis sensorial mostro diferencias significativas en el atributo de aroma, sabor y textura, como se aprecia en la tabla 17, por otro lado el atributo de color no muestra alguna diferencia lo que quiere decir que los panelistas les gusto por igual las dos muestras presentadas, al mismo tiempo no muestran desagrado por el aperitivo; en el estudio realizado por Pazos (2017) el atributo con un valor significativo fue la textura, mientras que las demás características organolépticas no presentaron ninguna diferencia, sin embargo, tampoco hubo rechazo del mismo. En ambos casos y pese a las diferencias en las formulaciones del proceso es aceptado por el grupo de panelistas.

4.3.3. Análisis microbiológico del snack de melloco horneado

El análisis microbiológico (Aerobios Totales, Mohos y Levaduras, *e. coli*) mostro que los tratamientos 1 y 2 no presentan contaminación <10 UFC/g, se puede demostrar que el producto, es totalmente inocuo según lo establece la NTE INEN 2561 (2010): Bocado de productos vegetales en la cual se establecen el límite permitido de microorganismos en el producto.

4.4.1. Análisis fisicoquímico del snack de melloco frito

Humedad

Una vez analizados los datos de humedad presentados en la tabla 18, se observó que dichos valores son superiores a los obtenidos por Muñoz, (2016) con 2,28% y los obtenidos en esta investigación de 4,31 y 3,27%, los cuales se encuentran bajo el límite de los requisitos establecidos por la Norma INEN 2561:2010 que establece un máximo de 5% de humedad. En el estudio de Pazos, (2017) el porcentaje de humedad fue de 4,5% el cual tiene similitud con los datos obtenidos al aplicar el proceso de fritura al melloco. Los resultados obtenidos en esta investigación fueron menores a los encontrados en (Castro & Padilla, 2015) al recubrir las hojuelas con pectina al 0,8%.

Ceniza

Los valores medios obtenidos de ceniza 3,28 y 2,25% son inferiores a los obtenidos por Muñoz, (2016) de 5,93%, observando que a mayor temperatura el contenido de ceniza disminuye, sin embargo, estos datos no sobrepasan los límites establecidos en la NTE INEN 2561:2010 permitido hasta el 4%. Espin , Villacres, y Brito, (2004) afirman que no todos los cambios pueden ser adversos o muy significativos. La pérdida de nutrientes va a depender de los procesos a los que están sometidos, algunos de ellos son esenciales como la fritura en el caso del melloco.

Proteína

La cantidad de proteína disminuyó con la aplicación del proceso de fritura a valores de 7,87 y 8,56%, sin embargo, se encontró estudios con similar pérdida en el contenido de proteína de los tubérculos hasta valores de 1,51 y 2,72% (Villacres, Quelal, & Alvarez, 2016). Además, el mismo estudio afirma que la disminución podría desencadenarse durante la reacción de Maillard o pardeamiento enzimático, durante los procesos que se realizan a elevadas temperaturas, modificando olor y sabor del snack (Casp & Abril, 2003, págs. 41, 42).

Grasa

La tabla 21 muestra los datos obtenidos (30,82 y 24,99) % de grasa en el análisis físico químico del snack, valores superiores a los obtenidos por Villacres, Quelal, y Álvarez, (2016) quienes obtuvieron datos de 2,34 y 14,32%; sin embargo el contenido grasa depende del

proceso que se aplique, además de la temperatura y el tiempo de inmersión en el aceite, la geometría y el espesor de las rodajas. Más aún los valores obtenidos en la presente investigación cumplen con los requisitos de la NTE INEN 2561:2010.

4.4.2. Análisis sensorial del snack de melloco tipo fritura

Los valores de las medias indican diferencias significativas en el atributo de color, sabor y textura, mientras que en el atributo de aroma no muestra alguna diferencia lo que quiere decir que los panelistas les gusto por igual las dos muestras presentadas, al mismo tiempo no muestran desagrado por el snack; en el estudio realizado por Villacres, Quelal, y Álvarez, (2016) (2017) los catadores presentaron una mayor preferencia al atributo de textura el cual mostró diferencia significativa entre las demás muestras, mientras que los demás características organolépticas no presentaron ninguna diferencia, sin embargo, tampoco hubo rechazo del mismo. En ambos casos y pese a las diferencias en las formulaciones del proceso es aceptado por el grupo de panelistas requerido en la catación.

4.4.3. Análisis microbiológico del snack de melloco tipo fritura

El análisis microbiológico, con respecto a Aerobios Totales, Mohos y Levaduras y *e. coli* los tratamientos 1 y 2 no presentan contaminación <10 UFC/g, se demostró que el producto, es totalmente inocuo según lo establece la NTE INEN 2561 (2010): Bocaditos de productos vegetales en la cual se establecen el límite permitido de microorganismos en el producto.

4.5.1. Análisis de Vida útil

La estimación de vida útil con pruebas aceleradas se obtuvo a partir de las ecuaciones obtenidas en las gráficas de Arrhenius.

En la tabla 24 se muestran los resultados de vida útil realizados sensorialmente por un panel semi-entrenado, mientras que en la tabla 23, se observan las constantes y valores determinados en las figuras 19, 20, 21, 22 ,23 y 24 para posteriormente extrapolar la constante de velocidad de reacción (K) a temperatura ambiente 20 °C, mediante la ecuación de Arrhenius. Asimismo, la aceptabilidad del producto se mide con escala hedónica no menor a cinco puntos y con un límite de inaceptabilidad que se enumera arbitrariamente (Vito, 2019) en el estudio realizado se tomó como referencia 3 (ni me gusta ni me disgusta) como corte de aceptabilidad para posteriormente reemplazarlo en la ecuación de regresión y obtener la vida de anaquel de cada snack.

Casp y abril, (2003) define la calidad de los alimentos como el conjunto de propiedades que influyen en su aceptación por el consumidor y que diferencian unos de otros. Asimismo, los alimentos desencadenan una serie de reacciones fisicoquímicos provocados por agentes de diversa naturaleza (luz, temperatura, microbiana, etc), dichos factores conllevan al deterioro del producto y por ende se ven reflejados en características organolépticas, nutricionales e incluso de inocuidad.

Vito, (2019) en su estudio afirma que la textura de un snack es uno de los atributos más críticos que puede dominar la calidad del producto. Asimismo, la temperatura de almacenamiento y el material de envasado tienen impacto en las características sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicas del snack. La crocancia del producto depende en gran parte de la humedad que posea el producto. Si la humedad es elevada disminuye la aceptabilidad general del producto y como resultado reduce la crocancia del mismo. En la tabla 25 se observa los datos obtenidos en esta investigación.

Mostacilla y Ordoñez, (2019) en su estudio afirman que la vida de anaquel depende de las condiciones de almacenamiento y de la temperatura a la cual se realice el estudio, además menciona que por regla general a mayor temperatura se acorta la vida útil del producto; los resultados obtenidos en la tabla 26 y 27 concuerdan con lo mencionado.

En la figura 25, 26 y 27 se observa la ganancia de humedad que se obtiene durante el almacenamiento, sin embargo, de los tres productos el snack deshidratado presentar mayor contenido de humedad en el vigésimo cuarto día. El porcentaje de humedad de un alimento se refiere al contenido global de agua. Los cambios en la humedad del producto impactan directamente la vida útil y la calidad del mismo y pueden darse pérdida de textura a través del tiempo y de las condiciones de almacenamiento, como también la dureza del producto o pérdida de la crujencia. (Vito, 2019)

En la tabla 28 se muestran los datos del estudio de vida útil del snack tipo deshidratado, horneado y fritura mediante análisis microbiológico, cabe mencionar que cuando se elaboró el producto cumplió con total inocuidad y con los requisitos de la Norma Inen 2561:2010 por lo mismo se observa que en el día 0 no existe crecimiento microbiano, sin embargo, durante la investigación algunos factores como: almacenamiento, envasado, nutrientes, temperaturas e incluso el envase afectan directamente el producto.

La aplicación de calor en los procesos de cocción del alimento reduce el recuento de aerobios mesófilos, la aparición de mohos y levaduras en el alimento, sin embargo, no los elimina totalmente. Las temperaturas a seleccionar de almacenamiento con método acelerado deben favorecer la cinética del crecimiento microbiano, asimismo el tratamiento térmico aplicado al producto pudo provocar crecimiento de microorganismos. (Carrillo & Reyes, 2013)

En el proceso de deshidratado a la temperatura de 35 °C se observa crecimiento de aerobios mesófilos a partir del veintavo día con $2,3 \times 10^2$ UFC/g, mientras que a la temperatura de 45 °C se observa crecimiento a partir del décimo sexto día con $1,9 \times 10^2$ UFC/g valores permitidos dentro de la norma; estos microorganismos al ser mesófilos se desarrollan a temperaturas superiores a 30 °C y a Humedad relativa alta, además el envasado pudo ser defectuoso en cuanto a envase y temperatura aplicada para sellar, el mal sellado pudo provocar entrada de aire y humedad que son necesarios para su crecimiento. En el caso de mohos y levaduras se evidencia crecimiento a partir de vigésimo cuarto día con $1,5 \times 10^2$ UFC/g y vigésimo día para la temperatura de 45 °C con $1,2 \times 10^2$ UFC/g, las condiciones de almacenamiento, temperatura y envasado son factores que pueden causar su aparición durante el estudio de vida útil.

Para el proceso de horneado el crecimiento de mesófilos aerobios empieza en el décimo segundo día con un valor de $2,6 \times 10^2$ UFC/g permitido en la norma el cual establece como máximo 10^4 UFC/g, el valor máximo fue de $7,3 \times 10^2$ UFC/g en día vigésimo cuarto. El crecimiento de mohos y levaduras se observa en el décimo sexto día con un valor de $2,1 \times 10^2$ a 35 °C su valor máximo fue de $2,8 \times 10^2$ mientras a que a 45 °C se observa un valor de $1,1 \times 10^2$ al doceavo día con un valor máximo de $2,6 \times 10^2$, los factores que aceleran su crecimiento pueden ser temperatura y humedad total en el producto.

En el proceso de fritura el crecimiento microbiano de mohos y levaduras empieza con $1,5 \times 10^2$ UFC/g en el décimo segundo día y alcanza un valor máximo de $5,7 \times 10^2$ UFC/g en el día vigésimo cuarto, valor que sobrepasa el límite de los requisitos permitidos en la norma 2561:2010, por otro lado el crecimiento de aerobios mesófilos se observa en el día décimo segundo con $1,2 \times 10^2$ UFC/g, sin embargo en el día vigésimo cuarto día presenta un valor máximo de $5,3 \times 10^2$ UFC/g, valores que son permitidos por NTE INEN 2561:2010.

Para el caso de *e. coli* durante el estudio de vida útil no se encontraron evidencias de ningún crecimiento microbiano cumpliendo con el requisito de ausencia para todos los procesos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

La aplicación de los procesos de fritura, horneado y deshidratado mejoran las características organolépticas del melloco (*Ullucus tuberosus*), además disminuye la cantidad de humedad hasta un 70% del tubérculo alargando la vida útil del snack.

Los resultados del análisis fisicoquímico del snack deshidratado del mejor tratamiento (52 °C - 8 horas) obtenido del análisis sensorial realizado, indicó para la humedad un valor de 8,35% superior al establecido por la NTE INEN 2561:2010, sin embargo, para ceniza (1,39%), proteína (6,67%) y grasa (1,11%) cumplieron con los requisitos de la norma. Para el snack horneado los resultados para el mejor tratamiento (90 °C – 18 min) fueron de (3,63%) humedad, (2,09%) ceniza, (8,95%) proteína y (1,07%) grasa, cumpliendo con la norma para bocaditos vegetales. En el caso del snack frito los datos obtenidos del mejor tratamiento (180 °C - 1,30 min) cumplen con el límite establecido por la norma los cuales fueron (3,27%) humedad, (2,25%) ceniza, (8,56%) proteína y (24,99%) grasa.

Con el análisis microbiológico realizado a los tres mejores tratamientos se demostró que no presentan contaminación (<10 UFC/g Aerobios Totales, Mohos y levaduras), además se identificó ausencia de bacteria *e. coli*, cumpliendo con los requisitos permitidos en la NTE INEN 2561:2010 para bocaditos vegetales.

A través del estudio de vida útil se mostró que el snack de melloco deshidratado tiene un tiempo de vida útil de 21 días mediante análisis sensorial, 29 días con análisis fisicoquímico y 16 días mediante análisis microbiológico; mientras el snack horneado presenta 10 días con análisis sensorial, 67 días en el análisis fisicoquímico y 12 días mediante análisis microbiológico; finalmente el snack tipo fritura tiene un tiempo 38 días mediante análisis sensorial, 49 días con análisis fisicoquímico y 12 días mediante análisis microbiológico.

A partir de los resultados obtenidos se acepta la hipótesis alternativa en la cual los procesos de deshidratado, horneado y fritura modifican las características sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicas del snack de melloco.

5.2. RECOMENDACIONES

El envase de un alimento juega un papel importante en la evaluación de vida útil de un alimento por lo mismo en este estudio se deben realizar con diferentes tipos de envases para elegir el más adecuado para este producto; así mismo interactuar con las condiciones de almacenamiento para posteriores investigaciones.

Se recomienda realizar estudios sobre el contenido químico del mucilago del melloco para un posible aprovechamiento en la industria alimenticia.

Ensayar alternativas para el uso de desechos del proceso, como la producción de harinas o almidones, a partir de las rodajas que no alcanzan las especificaciones de calidad para el snack de melloco tipo deshidratado, horneado y fritura.

Es recomendable realizar un estudio de mercado del snack de melloco (deshidratado, horneado, fritura) para establecer la verdadera demanda de estos productos y los posibles consumidores.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, G. (2016). *Determinación del tiempo de vida en anaquel de pizzas en cadena de frío por método de weibull*. Lima, Perú: Universidad San Ignacion de Loyola. Facultad de Ingeniería. Tesis de grado.pdf. Obtenido de http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2453/1/2016_Alvarez_Determinacion_de_l_tiempo_de_vida.pdf
- Alvis , A., Cortes , L., & Paez, M. (2009). Transferencia de calor y materia durante la fritura de trozos de Ñame (Dioscorea alata). *Scielo*, 20(1), 99-109. doi:10.1612/inf.tecnol.4030ait.08
- Armas, D. (2016). *Diseño y desarrollo de hojuelas deshidratadas de melloco Ullucus tuberosus loz) para consumo humano*. Obtenido de <file:///C:/Users/PERSONAL/Downloads/MELLCO%20DESHIDRATADO%20TESIS.pdf>
- Astudillo, J. (2016). *Diseño e implementación del laboratorio de análisis sensorial para la empresa "ITALIMENTOS. CÍA.LTDA"*. Cuenca: Universidad del Azuay. Escuela de Ingeniería en alimentos. Tesis de Grado. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5203/1/11585.pdf>
- Barrera, V., Espinosa , P., Tapia, C., Nieta, M., Villacrés, E., Brito, B., . . . Córdova, J. (2004). *Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador*. (Vol. 4). Quito: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el desarrollo y la cooperación.
- Bastidas Suárez, L. (2016). *Estudio de factibilidad para la creación de una microempresa productora y comercializadora de arepas colombianas en la Ciudad de Ibarra Provincia de Imbabura*. Universidad Técnica del Norte. Tesis de licenciatura. pdf. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6655>
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Colombia: PEARSON.
- Bustos, M. J. (2016). *Determinación de macronutrientes de los snacks más consumidos por adolescentes*. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/144034/Bustos%20Salazar%20Mar%C3%ADa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Caicedo, C., Nieto, C., Monteros, C., Yáñez, C., Rivera, M., Vimos, C., & Haro, M. (1995). *INIAP-PUCA Melloco e INIAP-Quillu Melloco: Primeras variedades de melloco (Ullucus tuberosus Loz) para Ecuador*. Quito, Ecuador: Estación experimental Santa Catalina (INIAP), Programa de cultivos andinos. Recuperado el 28 de Junio de 2019, de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/281>
- Caicedo, K., & López, A. (2016). *Estimación del tiempo de vida útil del mamey (Mammea americana L.) en tajadas envsado en film de polietileno de alta densidad (PEAD)*. Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad de Ingeniería química e Industrias Alimentarias. Tesis de grado. Obtenido de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/872/BC-TES-4827.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carrillo, M., & Reyes, A. (Junio de 2013). Vida útil de los alimentos. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3), 1-9.
- Carvajal, F., Mora, D., & Tobar, J. (2013). *Desarrollo de chips de manzana anna (Malus domestica) mediante preconcentración osmótica y horneado industrial*. Quito: Universidad San Francisco de Quito. Tesis. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2852/1/109758.pdf>
- Casp, A., & Abril, J. (2003). *Procesos de conservación de alimentos*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Castro, M., & Manosalvas, Y. (2011). *Obtención de láminas deshidratadas de arazá (Eugenia Stipitata Mc Vaugh)*. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Tesis. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2331/1/03%20EIA%20307%20TESIS.pdf>
- Castro, M., & Padilla, M. (2015). *Estudio de efecto del secado, deshidratación osmótica y recubrimiento con película comestible en el procesamientode snacks de zanahoria (Daucus carota)*. Quito: Universidad San Francisco de Quito. Tesis de pregrado. pdf. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5531/1/122898.pdf>
- Ceballos, D. (2016). *Diseño y desarrollo de hojuelas deshidratadas de melloco (Ullucus tuberosus loz) para consumo humano*. Quito: Universidad de las Americas. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias. Tesis de pregrado. pdf. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/6160>

- Chávez , V., & Moreno, G. (2018). *Diseño de un sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001:2008 para una planta procesadora de snack andinos*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Industrias Alimentarias. Tesis.
- Cordón , J. (2007). *Determinación acelerada de la vida en anaquel de la rosquilla hondureña*. Honduras: Universidad Zamorano. Tesis de licenciatura. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/576/1/AGI-2007-T011.pdf>
- De la Cruz , E., & Huaman, J. (2002). *Formación de hidrocarburos aromáticos policíclicos y del 3,4- Benzopireno en aceites comestibles alterados por el recalentamiento*. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Tesis. Obtenido de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Salud/cruz_re/T_completo.pdf
- Durán, F. (2006). *Procesos industriales en frutas y hortalizas: conservación-procesos-métodos*. Bogotá: Grupo Latino.
- Espin , S., Villacres, E., & Brito, B. (2004). *Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador*. Quito: Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agroecuarías [INIAP]. Obtenido de <https://docplayer.es/3986938-Raices-y-tuberculos-andinos-alternativas-para-la-conservacion-y-uso-sostenible-en-el-ecuador.html>
- González , M., & Padilla, M. (2015). *Estudio de efecto del secado, deshidratación osmótica y recubrimiento con película comestible en el procesamiento de snacks de zanahoria (Daucus carota)*. Quito: Universidad San Francisco de Quito. Tesis. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5531/1/122898.pdf>
- Gutiérrez , M. (13 de Marzo de 2015). *Vida útil de la materia prima*. Obtenido de prezi: <https://prezi.com/v0glgj8beimu/vida-util-de-la-materia-prima/>
- Huamán Lizana, D., & Sánchez, I. (2019). *Efecto de la temperatura de almacenamiento y el tipo de acidulante en la conservación de una bebida comercial a base del extracto acuoso de maíz morado (Zea mays L.) y plantas medicinales*. Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Tesis de Pregrado. pdf.
- Jaramillo, M. (2015). *Elaboración de saborizantes en polvo, a partir de cinco frutas deshidratadas como: higo, membrillo, níspero, mortiño y uvilla para la aplicación en cinco tipos de bizcochos y cinco tipos de galletas*. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca. Facultad Ciencias de la Hospitalidad. Carrera de gastronomía. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/22376/1/tesis.pdf>

- Jurado, V., & Pacheco, K. (2019). *Determinación de los factores extrínsecos e intrínsecos que afectan la vida útil de la malteada nutrángel en Cúcuta en el año 2018-2019*. Cúcuta, Colombia: Universidad de Santander. Tesis de pregrado. pdf. Obtenido de <https://repositorio.udes.edu.co/bitstream/001/4126/1/DETERMINACI%C3%93N%20DE%20LOS%20FACTORES%20EXTR%C3%8DNSECOS%20E%20INTR%C3%8DNSECOS%20QUE%20AFECTAN%20LA%20VIDA%20%C3%9ATIL%20DE%20LA%20MALTEADA%20N.pdf>
- Manrique , L. (2014). *Respuesta del cultivo de melloco rosado (Ullucus tuberosum) a la aplicación de cuatro abonaduras orgánicas en el sector de San Antonio de Ibarra, provincia de Imbabura*. Carchi: Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de ciencias agropecuarias. Tesis de grado. pdf. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/724/T-UTB-FACIAG-AGR-000129.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Márquez, B. (2014). *Cenizas y grasas. Teoría del muestreo. Refrigeración y Congelación de alimentos: terminología, definiciones y explicaciones*. Perú: Universidad Nacional de San Agustín. Facultad de Ingeniería de Procesos. Tesis de Grado. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4188/IAmasibm024.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Maupoey, P. (2016). *Introducción al secado de alimentos por aire caliente*. España: Universitat Politècnica de València. Obtenido de https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/e8b523c5-4970-4ae6-b2a3-86f576e81359/TOC_4092_02_01.pdf?guest=true
- Moncada, L., & Guadrón de Hernández, L. (2006). Retención de nutrientes en la cocción, freído y horneado de tres alimentos energéticos . *Revista de Investigación* , 179-187.
- Montes, N., Millar, I., Provoste, R., Martínez , N., Fernández, D., Morales, G., & Valenzuela, R. (2016). Absorción de aceite en alimentos fritos. *Revista Chilena de Nutrición*, 43(1). doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182016000100013>
- Morales, M. (2014). *Elaboracion de Harina de melloco y oca deshidratados para la preparacion de snacks naturales*. Riobamba: Escuela superior Politecnica de Chimborazo. Facultad de salud Publica. Escuela de gastronomia. Tesis de grado. pdf. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/9896/1/84T00331.pdf>
- Mostacilla, S., & Ordoñez , A. (2019). *Evaluación de los parámetros de textura de un snack a partir de una mezcla de cereales desarrollado en la empresa SEGALCO S.A.S*. Colombia: Universidad del Cauca. Tesis de pregrado. pdf . Obtenido de

<http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1466/EVALUACI%C3%93N%20DE%20LOS%20PAR%C3%81METROS%20DE%20TEXTURA%20EN%20UN%20SNACK%20A%20PARTIR%20DE%20UNA%20MEZCLA%20DE%20CEREALES%20DESARROLLADO%20EN%20LA%20EMPRESA%20SEGALCO%20S.A>

- Muñoz, S. (2016). *Obtención de chips de melloco (Ullucus tuberosus) mediante la aplicación de fritura al vacío*. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial. Facultad Ciencias de la ingeniería e industrias. Carrera de Ingeniería de alimentos. Tesis. pdf. Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/16615/1/66461_1.pdf
- Muñoz, H. (2016). *Automatización del manipulador de canasta de una freidora de papas*. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial. Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14632/1/67618_1.pdf
- Naranjo, C. (2015). *Optimización de un proceso de fritura de zanahoria*. Quito: Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ingeniería Química. Tesis de grado. pdf. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4785/1/T-UCE-0017-134.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (1997). *Análisis Proximales*. Obtenido de [www.Fao.com: http://www.fao.org/3/ab489s/ab489s03.htm](http://www.fao.org/3/ab489s/ab489s03.htm)
- Osorio, M. (2018). *Técnicas modernas en el análisis sensorial de los alimentos*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Industrias Alimentarias. Tesis. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3230/Q04-O7-T.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Pazos, G. (2017). *Desarrollo de un prototipo de snack crocante salado con tres tubérculos andinos*. Quito: Universidad de las Américas. Tesis. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/7497>
- Pérez, A., & Herrera, P. (2017). *Establecimiento de un panel sensorial con jueces entrenados en la Universidad de las Américas*. Universidad de las Américas. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias. Tesis. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/7492/1/UDLA-EC-TIAG-2017-16.pdf>
- Picallo, A. (2009). *Análisis sensorial de los alimentos*. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Tesis. Obtenido de <http://repositorioubas.sisbi.uba.ar>
- Repo, R., & Kameko, J. (1998). *Cultivos andinos. Importancia nutricionales y posibilidades de procesamiento*. Cusco: Centro Bartolome de las Casas.

- Sánchez, E. (2011). *Estudio investigativo del melloco, análisis de sus propiedades, su utilización en la gastronomía y la elaboración de alternativas en la misma*. Quito, Ecuador: Universidad Tecnológica Equinoccial. Facultad de Turismo y Preservación ambiental, hotelería y gastronomía. Tesis de grado.
- Santillan , F. (2015). *Determinación de la vida útil sensorial de chips de mashua (Tropaeolum tuberosum) fritos al vacío*. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Carrera de alimentos. Tesis. Obtenido de <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/14291>
- Sistema Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2010). *Bocaditos de productos vegetales. Requisitos*. Quito: Norma Técnica Ecuatoriana.
- Suquilanda, M. (2012). *Producción orgánica de cultivos andinos*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Recuperado el 2019 de Junio de 29, de http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf
- Tapia, C., Naranjo, E., Paredes, N., Borja , E., Delgado, H., Velásquez , R., & Cruz, Y. (2018). Caracterización eco-geográfica de Melloco (*Ullucus tuberosus* C.) en la región alto Andina del Ecuador. *Revista Agrociencias*, 19(1), 33. Recuperado el 29 de Junio de 2019, de <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/download/953/1265/>
- Tercero, E. (2013). *Utilización de chocho en la elaboración de pasteles, postres y diseño de un recetario de la preparación y su aceptabilidad*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Salud Pública. Escuela de gastronomía. Tesis de grado.
- UNAM. (2008). *Fundamentos y técnicas de análisis de alimentos*. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/6160/4/UDLA-EC-TIAG-2016-21.pdf>
- Valarezo, M. (2016). *Manual sobre las propiedades y uso de alimentos andinos de origen vegetal en el desarrollo de la gastronomía ecuatoriana*. Quito: Universidad de las Américas. Escuela de Gastronomía. Tesis. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/5492/1/UDLA-EC-TLG-2016-10.pdf>
- Valdez, K. (2014). *Estimación de la vida útil de productos snacks procesados en la Empresa Procesos Velsac. S.A.C. mediante análisis fisicoquímicos y sensoriales*. Callao: Universidad Nacional de Callao. Facultad de Ingeniería Química. Tesis. Obtenido de http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/414/KrystelCecilia_Tesis_tituloprofesional_2014.pdf?sequence=3&isAllowed=y

- Vásquez, V., Vásquez, J., & Méndez, E. (5 de Noviembre de 2014). Nuevo método para determinar vida útil sensorial utilizando lógica difusa: caso corazones de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) marinadas en conserva. *Scientia Agropecuaria*, 6(2), 99-115. doi:10.17268/sci.agropecu.2015.02.02
- Velásquez, M. V. (2011). *Desarrollo de sopa instantánea a partir de harina de melloco Ullucus Tuberosus*. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Tesis de Grado.
- Vera , G., & Villaprado, A. (2017). *Relación masa-aceite y tiempo de fritura en la concentración final de un chifle de diversos tipos de camote (Ipomoea Batatas)*. Manabí: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Carrera Agroindustrias. Tesis. Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/633/1/TAI119.pdf>
- Villacres, E., Quelal, M., & Alvarez, J. (2016). *Redescubriendo la oaca y la mashua. Desarrollo de nuevos snacks*. Saarbrücken: Editorial Academica Española. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/3152/1/iniapscCD24.pdf>
- Vito, J. (2019). *Determinación de la vida útil mediante pruebas aceleradas (ASLT) de un producto extruido enriquecido con concentrado proteico de papa (Dioscorea gigas)*. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4195/vito-villa-jordan-jesus.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Yáñez, A. (2014). *Determinación del efecto de la temperatura y tipo de envase en el tiempo de vida en anaquel de papillas instantáneas elaboradas a base papas nativas (Solanum tuberosum ssp.) variedades de huevo y santa rosa*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en alimentos. Carrera de Ingeniería en alimentos. pdf. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11986/1/AL%20578.pdf>
- Yupangui, M. (2016). *Métodos utilizados para evitar el pardeamiento enzimático y no enzimático en el puré de banano en la industria alimenticia*. Machala: Universidad Técnica de Machala. Tesis de grado. pdf. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7588/1/yupangui.pdf>
- Zuleyma, R., R.B.D, L., O.M, J., & R.D.L, F. (2017). Cadenas de distribución de alimentos y bebidas inteligentes y competitivas. *REVISTA RURAL DE LA UE N.º22, 12(2)*, 3-8. Obtenido de <https://enrd.ec.europa.eu/sites/enrd/files/publi-enrd-rr-22-2016-es.pdf>

V. ANEXOS

Anexo 1: Certificado o Acta del Perfil de Investigación



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN DE:

NOMBRE: De la Torre Molina Katherin Pamela
NIVEL/PARALELO: 0

CÉDULA DE IDENTIDAD: 1 7244 08230
PERIODO ACADÉMICO: Nov. 20-Mar.21

TEMA DE INVESTIGACIÓN: "Evaluación sensorial y físico-químico de tres tipos de snack (deshidratado, horneado, fritura) a base de melloco (Ullucus tuberosus)"

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

PRESIDENTE: MSc. Carlos Rivas Rosero
LECTOR: MSC. Freddy Torres Mayanquer
ASESOR: MSC.Liliana Chamorro Hernández

De acuerdo al artículo 21: Una vez entregados los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director de Carrera integrará el Tribunal de Pre-defensa del informe de investigación, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

EDIFICIO DE AULAS: 0 **AULA:** Virtual
FECHA: martes, 23 de marzo de 2021
HORA: 8H00

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa: 5,58
2) Trabajo escrito 2,50
Nota final de PRE DEFENSA 8,08

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art.24.- De los estudiantes que aprueban el Plan de Investigación con observaciones. - El estudiante tendrá el plazo de 10 días laborables para proceder a corregir su informe de investigación de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el martes, 23 de marzo de 2021



CARLOS ALBERTO RIVAS ROSERO

MSc. Carlos Rivas Rosero
PRESIDENTE



LILIANA MARGOTH CHAMORRO HERNANDEZ

MSC.Liliana Chamorro Hernández
TUTOR



FREDDY GIOVANNI TORRES MAYANQUER - 1003329983

MSC. Freddy Torres Mayanquer
LECTOR

Adj.: Observaciones y recomendaciones

Anexo 2: Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Katherin Pamela de la Torre Molina
Fecha de recepción del abstract: 31 de marzo de 2021
Fecha de entrega del informe: 31 de marzo de 2021

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Ing. Edison Peñañiel Arcos MSc

Coordinador del CIDEN

Anexo 3: Proceso del snack de melloco (deshidratado, horneado, fritura).



Figura 37 Recepción de materia prima.



Figura 38 Lavado y rebanado del melloco.



Figura 39 Proceso de deshidratado del melloco.



Figura 40 Proceso de friura del melloco.



Figura 41 Equipo de fritura.



Figura 42 Análisis microbiológico *e.coli* del snack

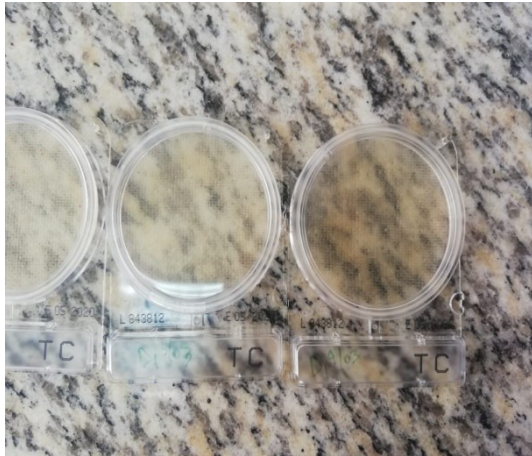


Figura 43 Análisis microbiológico Aerobios Total del snack.



Figura 44 Estudio de vida útil a condiciones aceleradas del snack de melloco.

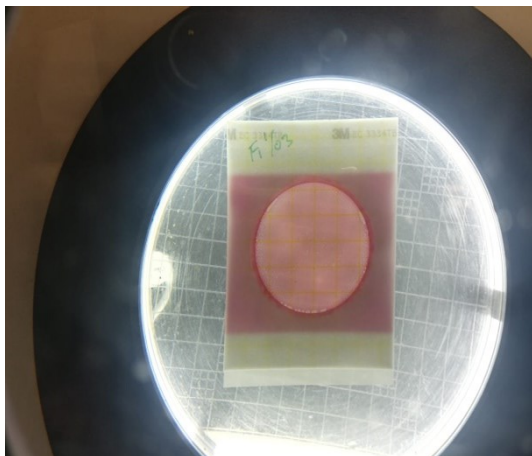


Figura 45 Recuentos de microorganismos con la lupa.

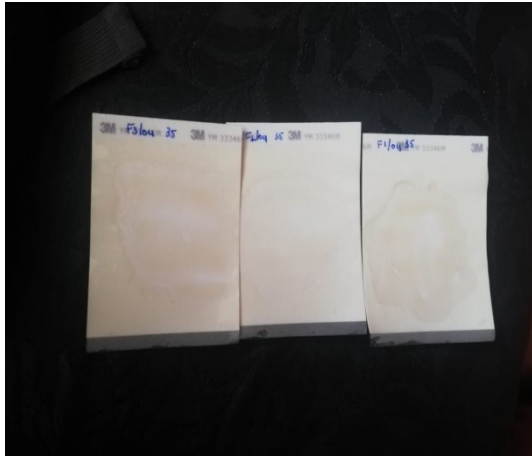


Figura 46 Análisis microbiológico Mohos y levaduras del snack.



Figura 47 Análisis de proteína por el método khendal.



Figura 48 Evaluación sensorial del snack de melloco.