

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



“INFLUENCIA DEL USO DE INHIBIDORES DE BROTAÇÃO APLICADOS EN DIFERENTES CONCENTRACIONES Y TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN LA CALIDAD DE FRITURA DEL CLON DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) CIP 308478.59”

T E S I S

Para optar el título profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentado por la Bachiller:

JUANA IRENE FLORES MELENDEZ

Asesores:

Dr. JOSÉ SALHUANA GRANADOS

Dr. VÍCTOR VÁSQUEZ ARCE

Dr. HÉCTOR A. CABRERA HOYOS

CAJAMARCA – PERÚ

2023

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
JUANA IRENE FLORES MELENDEZ
DNI:74070352
Escuela Profesional/Unidad UNC:
DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
2. Asesor:
DR. JOSÉ GERARDO SALHUANA GRANADOS
Facultad/Unidad UNC:
DE CIENCIAS AGRARIAS
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
**INFLUENCIA DEL USO DE INHIBIDORES DE BROTAÇÃO APLICADOS EN DIFERENTES
CONCENTRACIONES Y TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN LA CALIDAD DE FRITURA DEL
CLON DE PAPA (*Solanum tuberosum L.*) CIP 308478.59**
Fecha de evaluación: 11/07/2024
6. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
7. Porcentaje de Informe de Similitud: 9%
8. Código Documento: oid:3117:365822630
9. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 18 /07/2024

*Firma y/o Sello
Emisor Constancia*



Dr. José Salhuana Granados
DNI: 07797881

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica

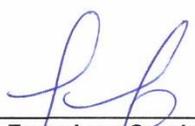


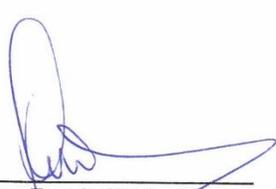
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los treinta días del mes de enero del año dos mil veintitrés, se reunieron en el ambiente 2H - 204 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 311-2022-FCA-UNC, de fecha 25 de octubre del 2022**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: "INFLUENCIA DEL USO DE INHIBIDORES DE BROTAÇÃO APLICADOS EN DIFERENTES CONCENTRACIONES Y TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO EN LA CALIDAD DE FRITURA DEL CLON DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) CIP 308478.59", realizada por la Bachiller **JUANA IRENE FLORES MELENDEZ** para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.

A las diez horas y quince minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.

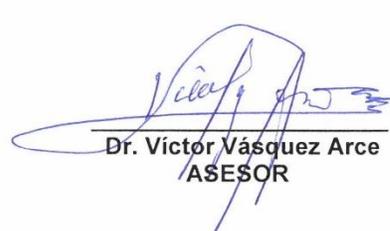
A las once horas y treinta minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

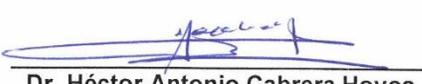

Dr. Juan Francisco Seminario Cunya
PRESIDENTE


Ing. M. Sc. Jimy Frank Oblitas Cruz
SECRETARIO


Ing. Mtr. Max Edwin Sangay Terrones
VOCAL


Dr. José Gerardo Salhuana Granados
ASESOR


Dr. Víctor Vásquez Arce
ASESOR


Dr. Héctor Antonio Cabrera Hoyos
ASESOR

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo de investigación a mi hija, quien fue el principal motivo que me alentó a culminar mi carrera profesional, porque sin su apoyo, comprensión y cariño siendo aún tan pequeña, me hubiese sido imposible llegar a cumplir esta meta.

Así también a mi madre, por enseñarme con su infinito amor a ser valiente y no rendirme frente a los obstáculos. Por hacerme la mujer que soy y por ser el ángel que me acompañó en todo este proceso.

A mi papá, por creer en mi e impulsarme a ser mejor cada día y estar conmigo en los momentos difíciles.

Agradecimientos

Agradezco a mi familia que estuvo presente siempre en los momentos más difíciles, alentándome con sus consejos y apoyo incondicional para que este trabajo de investigación haya visto la luz.

A mis asesores por su dedicación y sobre todo por su paciencia para guiarme en este proceso nuevo para mí.

A los ingenieros Rosmeri Pando y Raúl Villegas por apoyarme en toda la fase experimental y brindarme nuevos conocimientos para llevar a cabo mi investigación.

A mi amigo Abel que me supo guiar paso a paso en base a su experiencia para lograr mi tan ansiada tesis.

Índice General

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Descripción del Problema.....	1
1.2 Formulación del Problema.....	3
1.3 Justificación de la Investigación.....	3
1.4 Objetivo de la Investigación	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
1.5 Hipótesis	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 Antecedentes de la investigación.....	5
2.2 Marco teórico.....	7
2.2.1 La papa	7
2.2.1.1 Aporte nutricional.....	7
2.2.1.2 Periodo de dormancia.....	9
2.2.1.3 Proceso de fritura..	15
2.2.1.4 Calidad de fritura.....	16
2.2.1.5 Características del clon de papa CIP 308478.59.....	19
2.3 Definición de términos	20
2.3.1 Tiempo de almacenamiento	20
2.3.2 Dormancia	20
2.3.3 Post-cosecha	20
2.3.4 Inhibidor	20

2.3.5	Termonebulización.....	20
2.3.6	Brote apical	21
2.3.7	Azúcares reductores	21
2.3.8	Espacio de color CIE L*A*B*	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS		22
3.1	Ubicación de la investigación.....	22
3.1.1	Cultivo del clon CIP 308478.59	22
3.1.2	Laboratorio de la Estación Experimental Agraria (INIA).....	22
3.2	Materiales	23
3.2.1	Materiales experimentales.....	23
3.2.1.1	Materiales	23
3.2.1.2	Equipos	24
3.2.1.3	Instrumentos	24
3.2.2	Otros materiales experimentales	25
3.2.2.1	Equipo de Protección Personal (EPP).....	25
3.2.2.2	Materiales de Oficina.....	25
3.3	Metodología.....	26
3.3.1	Factores variables y niveles de investigación.	26
3.3.1.1	Tratamientos y muestras.	32
3.3.2	Diseño experimental y arreglo de los tratamientos	35
3.3.2.1	Diseño experimental..	35
3.3.2.2	Arreglo de los tratamientos.....	36

3.3.3	Evaluaciones realizadas.....	38
3.3.3.1	Rendimiento.....	38
3.3.3.2	Color	39
3.3.4	Croquis del experimento	43
3.3.5	Procedimiento.....	44
3.3.5.1	Acondicionado	44
3.3.5.2	Fritura.....	49
3.3.5.3	Análisis de calidad	49
3.3.6	Tratamientos y análisis de datos.....	52
3.3.7	Presentación de la información	52
3.3.8	Matriz del experimento	54
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
4.1	Resultados de rendimiento.....	56
4.1.1	Influencia del tipo de inhibidor y concentración en rendimiento de clon de papa..	56
4.1.2	Influencia del tiempo de almacenamiento en rendimiento del clon de papa	62
4.2	Resultados de color.....	65
4.2.1	Influencia del tipo de inhibidor y concentración en color del clon de papa.....	65
4.2.2	Influencia del tiempo de almacenamiento en color del clon de papa	73
V.	CONCLUSIONES	77
VI.	RECOMENDACIONES.....	78
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
VIII.	APÉNDICE	85

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Contenido nutricional de la papa</i>	8
Tabla 2. <i>Propiedades físicas del aceite esencial de muña</i>	13
Tabla 3. <i>Propiedades físicas del aceite esencial de menta</i>	14
Tabla 4. <i>Caracterización del clon de papa</i>	19
Tabla 5. <i>VARIABLES DE INVESTIGACIÓN</i>	26
Tabla 6. <i>Operacionalización de variables de investigación</i>	29
Tabla 7. <i>Condiciones de almacenamiento para la papa</i>	32
Tabla 8. <i>Tratamientos y muestras de 4 niveles de inhibidores y 3 tiempos de almacenamiento en un diseño completamente al azar</i>	33
Tabla 9. <i>Tratamientos y muestras de papa según inhibidor, concentración y tiempo de almacenamiento</i>	35
Tabla 10. <i>Análisis de varianza generalizado del factorial 4A x 3B</i>	36
Tabla 11. <i>Distribución de muestras de clon de papa para la investigación</i>	37
Tabla 12. <i>Registro de pesos parciales por muestra</i>	38
Tabla 13. <i>Registro de rendimiento de los grupos</i>	39
Tabla 14. <i>Registro de color parcial por grupo</i>	40
Tabla 15. <i>Registro de color para los grupos del estudio</i>	41
Tabla 16. <i>Diferencial de color entre los grupos de la muestra</i>	42
Tabla 17. <i>Peso de muestras distribuidas según tratamiento</i>	46
Tabla 18. <i>Cantidad de inhibidor aplicado según tratamiento (mL)</i>	47
Tabla 19. <i>Matriz del experimento 4A x 3B</i>	54
Tabla 20. <i>Resultados de rendimiento de los tratamientos evaluados</i>	56

Tabla 21. Resultados de prueba de normalidad Shapiro-Wilk	58
Tabla 22. ANOVA del rendimiento para el experimento de estudio de dos inhibidores y tres tiempos en un Diseño Completamente al Azar.....	59
Tabla 23. Rendimiento en porcentaje de los 12 tratamientos evaluados en el presente experimento	60
Tabla 24. Resumen de resultados promedio de rendimiento	63
Tabla 25. Resultados de la prueba de color	65
Tabla 26. ANOVA de L^* para el experimento de estudio de dos inhibidores y tres tiempos en un Diseño Completamente al Azar	66
Tabla 27. ANOVA del factor a^* para el experimento de estudio de dos inhibidores y tres tiempos en un Diseño Completamente al Azar.....	68
Tabla 28. ANOVA de b^* para el experimento de estudio de dos inhibidores y tres tiempos en un Diseño Completamente al Azar	70
Tabla 29. Resultados del diferencial de color según tratamiento	73
Tabla 30. Resultados de color por muestra de estudio	75

Índice de Figuras

Figura 1. Parcela de cultivo de clon de papa CIP 308478.59	22
Figura 2. Clon de papa CIP 308478.59 (izq.) cultivada en Chaquilpampa (der.)	23
Figura 3. Croquis del experimento	43
Figura 4. Recepción de tubérculos	44
Figura 5. Selección de tubérculos	45
Figura 6. Almacenamiento hasta inicio de brotes	45
Figura 7. Distribución por grupos	47
Figura 8. Aplicación de inhibidores	48
Figura 9. Ambiente de almacenamiento de muestras	48
Figura 10. Procesamiento de imágenes	52
Figura 11. Esquema de desarrollo de la investigación	53
Figura 12. Resultados promedio de rendimiento (%)	63
Figura 13. Valores promedio L^* según tratamiento	67
Figura 14. Valores promedio a^* según tratamiento	69
Figura 15. Valores promedio b^* según tratamiento	71

Índice de apéndices

Apéndice A. Imágenes del procedimiento para determinar la calidad del clon de papa	85
Reconocimiento de la zona de cultivo del clon de papa 308478.59	85
Reconocimiento del laboratorio de pruebas	85
Reconocimiento de equipos y materiales en laboratorio de INIA	86
Cosecha del clon de papa 308478.59	86
Limpieza y acondicionamiento	87
Pesado de muestras 05/05/2021	87
Aplicación de inhibidores	88
Fritura de muestras	89
Apéndice B. Variación de peso desde la recepción del clon de papa hasta antes de la aplicación del inhibidor	90
Apéndice C. Resultados de pesos parciales por grupo	91
Apéndice D. Resultado de color parcial por grupo	106

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia como inhibidores de brotación de los aceites esenciales de menta (*Mentha piperita*) y muña (*Mintostachys mollis*) a diferentes concentraciones (3 y 5 ml kg⁻¹), a diferentes tiempos de almacenamiento (0, 30, 60 y 90 días) para determinar la calidad de fritura del clon de papa CIP 308478.59 proporcionado por la Estación Experimental Agraria INIA- Baños del Inca. Las pruebas de calidad de fritura se determinaron en papas fritas tipo bastón de una dimensión de 8 x 8 mm a una temperatura constante de 180°C en una freidora eléctrica, evaluando rendimiento de fritura y color mediante el uso de software de procesamiento de imágenes. Se realizó a los resultados de rendimiento de fritura el análisis de la normalidad con la prueba Shapiro Wilk, y de homogeneidad con la prueba de Bartlett, arrojando una distribución normal y con homogeneidad de varianzas. El análisis de varianza (ANOVA) del rendimiento mostró que no hay diferencias significativas para los resultados de rendimiento, pero sí para el color. El inhibidor menta a la concentración de 3ml kg⁻¹ demostró mejores resultados tanto en rendimiento de fritura y color a los tiempos de 30 y 60 días de almacenamiento, tiempo desde el cual se evidencia un descenso en la actividad inhibidora.

Palabras clave: Clon de papa, rendimiento de fritura, color, inhibidor de brotación, tiempo de almacenamiento, calidad de fritura.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the influence as sprouting inhibitors of the essential oils of mint (*Mentha piperita*) and muña (*Mintostachys mollis*) at different concentrations (3 and 5 ml kg⁻¹), at different storage times (0, 30, 60 and 90 days) to determine the frying quality of the potato clone CIP 308478.59 provided by the Agrarian Experimental Station INIA- Baños del Inca. The frying quality tests were carried out on 8 x 8 mm chips at a constant temperature of 180°C in an electric fryer, evaluating frying yield and color through the use of image processing software. The results of frying yield were analyzed for normality with the Shapiro Wilk test and for homogeneity with Bartlett's test, yielding a normal distribution with homogeneity of variances. The analysis of variance (ANOVA) of yield showed that there were no significant differences for yield results, but there were significant differences for color. The mint inhibitor at a concentration of 3 ml kg⁻¹ showed better results in both frying yield and color at 30 and 60 days of storage, from which time a decrease in inhibitory activity was evident.

Key words: potato clone, frying yield, color, sprouting inhibitor, storage time, frying quality.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del Problema

La papa (*Solanum tuberosum L.*) es un tubérculo originario de las montañas andinas desde hace unos 8 000 años, donde campesinos a lo largo del mundo han desarrollado más de 4000 variedades de papa, de las cuales 3000 son nativas del Perú. (Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) et al., 2017).

La región andina presenta una alta variabilidad climática, pero el cultivo de papa necesita condiciones climáticas específicas para su buen desarrollo (Earls, 2006) como un clima templado-frío, con temperaturas óptimas para su cultivo de entre 13 y 18°C, por lo que condiciones extremas de frío o calor perjudican el desarrollo general de la planta y el tubérculo. La humedad también es un factor determinante para el desarrollo del cultivo, ya que, en época de lluvias, una elevada humedad puede dañar la planta (Zuñiga Chila et al., 2017).

Ante esta realidad las comunidades andinas han desarrollado procesos lentos de adaptación de estas especies (Earls, 2006) por lo que para acortar estos lentos procesos surge el desarrollo de clones de papa (Inca Benites, 2015).

A esto debemos sumar que un uso continuo de papa en procesos de transformación industrial depende de la producción estacional concentrada en los meses de febrero, marzo, abril y mayo, quedando un periodo en el que la papa debe conservarse en condiciones que impidan que los brotes alteren sus características (Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA), 2019).

Existen varios métodos que permiten inhibir la aparición de brotes, entre ellos: la utilización de hormonas vegetales como, ácido abscísico y ácido giberélico que intervienen en las fases fisiológicas del tubérculo semilla especialmente en el proceso de dormancia (periodo en que

el metabolismo del tubérculo se suspende temporalmente) (Velástegui Espín et al., 2018), así mismo el método de almacenamiento en frío, métodos químicos como hidracida maleica y CIPC, siendo este último cuestionado por causar efectos adversos para la salud, por ello el desarrollo de un método que utilice compuestos naturales, como los aceites esenciales entre ellos aceite esencial de muña, menta, eucalipto, entre otros (Shukla et al., 2019).

Los inhibidores son muy importantes porque controlan los estados fisiológicos de la semilla, además son vitales para la economía de los agricultores dedicados a este rubro ya que permiten almacenar la papa cuando baja su precio, sin perder su calidad (Velástegui Espín et al., 2018). Para obtener una producción comercial que satisfaga las exigencias del tipo de transformación industrial, la papa destinada al proceso de transformación necesita ciertas características específicas propias de su variedad y, así mismo de su cultivo (Valdunciel Pérez, 2008); por ejemplo, las papas destinadas para su industrialización.

La fritura es un proceso de cocción y deshidratación mediante contacto de aceite caliente a temperaturas de 150 a 200°C con una materia prima (en este caso la papa), teniendo como objetivo sellar el alimento, mediante la gelatinización del almidón, ablandando tejidos e inactivando parcialmente enzimas, que conservan internamente los sabores y jugos que lo componen, gracias a la formación de una capa que recubre el producto, ya que la humedad se pierde durante el proceso (Lucas A. et al., 2011). La operación de fritura tiene la capacidad de generar propiedades sensoriales únicas en el alimento, que incluyen textura, sabor y apariencia, haciéndolo más sabroso y deseable al consumidor (García Torres, 2018), a su vez estos factores determinan la aceptabilidad y calidad de las papas fritas (Vázquez-Carrillo et al., 2013).

Los componentes más importantes en la calidad interna de las papas fritas son: el contenido de almidón, materia seca y azúcares reductores (glucosa y fructosa) (Vázquez-Carrillo et al., 2013), que pueden variar en su composición o balance en función de las condiciones y duración de su almacenamiento. Por lo expuesto, el objetivo de esta investigación fue determinar la influencia del uso de inhibidores de brotación aplicados en diferentes concentraciones y sometidos a diferentes tiempos de almacenamiento en la calidad de fritura del clon de papa CIP 308478.59; proporcionado por la E.E. Baños del Inca del INIA.

1.2 Formulación del Problema

¿Cómo influye el uso de dos inhibidores de brotación aplicados en dos concentraciones y tres tiempos de almacenamiento en la calidad de fritura del clon de papa CIP 308478.59?

1.3 Justificación de la Investigación

Actualmente se desarrollan clones de papa para generar alternativas con resistencia a plagas y difíciles condiciones de cultivo. Debido a que su producción es estacionaria, es necesario prolongar su periodo de vida útil haciendo uso de inhibidores de brotación que retrasen su metabolismo sin afectar su calidad como producto industrializado. Es por ello, que la presente investigación se sustenta en la necesidad de conocer la influencia del uso de dos inhibidores de brotación (aceite esencial de menta y aceite esencial de muña) a dos concentraciones (3 y 5 mL.kg⁻¹) en la calidad de fritura del clon de papa CIP 308478.59 sometida a tres tiempos de almacenamiento (30,60 y 90 días).

1.4 Objetivo de la Investigación

1.4.1 *Objetivo general*

Determinar la influencia del uso de dos inhibidores de brotación aplicados en dos concentraciones y tres tiempos de almacenamiento sobre la calidad de fritura del clon de papa CIP 308478.59.

1.4.2 *Objetivos específicos*

- Determinar la influencia del uso de aceite esencial de menta y aceite esencial de muña como inhibidores de brotación a concentraciones de 3 y 5 mL.kg⁻¹ en la calidad de la fritura del clon de papa CIP 308478.59.
- Determinar la influencia de 30, 60 y 90 días de almacenamiento en la calidad de fritura del clon de papa CIP 308478.59.

1.5 Hipótesis

El clon de papa CIP 308478.59 tratado con aceite esencial de menta presenta una mejor calidad de fritura que el tratado con aceite esencial de muña a las mismas concentraciones de inhibidor y mismo tiempo de almacenamiento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes de la investigación

Los usos industriales de la papa implican una serie de procesos de manufactura que deben ser conocidos a detalle para permitir una producción intensiva y una reducción de costos, en ese sentido son muchos los estudios identificados, los que se relacionan directamente con los objetivos de la presente investigación, éstos son:

En México, se llevó a cabo la investigación denominada “Variables fisicoquímicas y calidad de fritura de clones de papa desarrollados por los valles altos de México” (Vázquez-Carrillo et al., 2013) donde se estudiaron 35 clones diferentes de entre los que se destacan cuatro clones 02-4, 02-4R, 99-4 y 02-93, porque poseen características para uso industrial como contenido bajo de humedad y azúcares reductores, contenido alto de materia seca, almidón, peso específico y rendimiento alto de hojuelas fritas con buena fracturabilidad y color. Este estudio analiza las propiedades del tubérculo y su relación con las mejores condiciones de industrialización.

En Colombia, la investigación titulada “Evaluación de los parámetros de calidad durante la fritura de rebanadas de papa criolla” (Lucas A. et al., 2011) se enfocó en identificar las condiciones óptimas de fritura por inmersión a presión atmosférica para rebanadas de papa criolla (*Solanum phureja*), mediante pruebas de humedad, textura, grasa y color. Se llegó a la conclusión que “el contenido de grasa final es inversamente proporcional al promedio final de humedad, y que a mayor temperatura y tiempo la tasa de deshidratación aumenta y a menor espesor de la rebanada el contenido de humedad del chip frito será menor” (Lucas A. et al., 2011).

En Perú, en la Universidad Nacional Agraria La Molina, se investigó como trabajo de grado la “Optimización de la fritura de hojuelas de papa nativa (*Solanum tuberosum* sp.) aplicando el método de superficie de respuesta” (García Torres, 2018), donde se evaluó la combinación de tiempo, temperatura y espesor de la hojuela para maximizar la retención de ácido ascórbico para hallar las condiciones óptimas de fritura, generando cambios en las características físicas y químicas de la hojuela de papa, así también variaciones en la concentración de componentes bioactivos y la capacidad antioxidante de la papa Puka Ambrosio. De modo que este estudio apunta no solo a la industrialización de la papa como un snack, sino que explora sus posibilidades nutricionales/alimenticias.

El Ministerio de Educación y Ciencia en conjunto con el INIA (Instituto Nacional de investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria) (Valdunciel Pérez, 2008) de España realizaron un estudio en el cual se describe las características, así como parámetros de calidad de papa en fresco y frita, mediante métodos de valoración correspondiente.

Los estudios orientados también hacia el almacenamiento óptimo de papa revisados para esta investigación son:

En Ecuador, el estudio “Inhibición de la brotación del tubérculo de papa: una revisión de los métodos empleados” (Velástegui Espín et al., 2018) detalla los métodos para retrasar la aparición de brotes, entre ellos: hormonas vegetales, o agentes externos como el CIPC, hidracida del ácido maleico, aceites esenciales y taninos, así también condiciones propias del entorno como temperatura, luz entre otras.

En Chile el estudio “Evaluación sensorial y de fritura de tres cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) sometidas al tratamiento del inhibidor de brotación Chlorpropham” (Méndez Pineda, 2004), el objetivo de dicho trabajo de investigación fue determinar si el uso del

inhibidor a base de Chlorpropham en papas almacenadas en frío, afecta su calidad culinaria y organoléptica, así como su aptitud industrial. Finalmente se logró determinar que el inhibidor (Gro- Stop 300HN) no interfirió en las cualidades organolépticas y entregó valores aceptables para el procesamiento industrial, a comparación de los testigos, en los análisis de evaluación de hojuelas fritas.

2.2 Marco teórico

2.2.1 *La papa*

2.2.1.1 Aporte nutricional. Según el Centro Internacional de la Papa, este tubérculo es fuente vital de nutrientes como carbohidratos, almidón, proteínas de calidad, B6 y potasio, así también de antioxidantes como carotenoides (luteína y zeaxantina), fenoles, antocianinas y vitamina C, estos compuestos ayudan a prevenir el cáncer y enfermedades cardíacas y cerebrovasculares (Burgos & de Hann, 2019), además para el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador, las papas frescas son virtualmente libres de agua y colesterol; la proteína presente en la papa tiene un excelente valor biológico similar al del huevo, pese a que su contenido de proteína es reducido (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), 2012). Debido a estas características nutricionales, debe ser incluido en la alimentación diaria.

Tabla 1*Contenido nutricional de la papa*

Componente	Cantidad	
Tiamina	0.11	mg
Niacina	1.44	mg
Riboflavina	0.02	mg
Vitamina C	13.00	mg
Proteínas	1.87	mg
Grasa	0.10	mg
Fibra	1.80	mg
Carbohidratos	20.13	g
Calcio	5.00	mg
Potasio	379.00	mg
Fósforo	44.00	mg
Hierro	0.31	mg
Energía	87.00	kcal
Agua	77.00	g

Nota. Adaptado de La papa, nutrición y alimentación, FAO, 2008, <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/hojas.html>.

Como vemos en la Tabla 2, los mayores componentes de la papa los constituyen el agua (77g.) y los carbohidratos (20.13 g.) juntos constituyen alrededor del 97% del peso del tubérculo, los otros componentes liderados por el potasio, la vitamina C y el fósforo representan alrededor del 1%.

El componente nutricional más importante de la papa es el almidón, principal fuente calórica, con un peso promedio en base seca de 65 a 89%, es el atributo preferido en productos fritos, ya que con un elevado contenido de materia seca (gravedad específica >1080, contenido de almidón >14%) se obtienen productos con mejor textura, mayor

rendimiento y menor absorción de aceite (Cocio Pulgar, 2006). Los almidones dan origen a los azúcares reductores, la abundancia de estos son causantes de una coloración parda durante el pardeamiento no enzimático (Reacción de Maillard), por ello, en la industria alimentaria, las papas con menos de 2% de azúcares reductores son las más requeridas (Cocio Pulgar, 2006), es necesario tener en cuenta que el proceso de transformación de almidón en azúcares reductores se debe al inicio de su metabolismo y a las condiciones de almacenamiento.

2.2.1.2 Periodo de dormancia. Los tubérculos de papa, al momento de la cosecha y por un tiempo determinado, se encuentran en estado dormante o latente, esta se define como un período en el cual no ocurre ningún crecimiento visible de los brotes (Rodríguez & Moreno, 2010), minimizando el riesgo de que la papa muera debido a condiciones climáticas desfavorables (Daniels Lake et al., 2013). En este periodo, el tubérculo puede almacenarse por varios meses sin necesidad de aplicación de productos para el control de la brotación. Los tubérculos tienen brotes apicales y laterales u “ojos”, compuestos de tejidos de meristemo los cuales pueden producir brotes y crecer como una planta nueva bajo condiciones favorables y finalizando su periodo de dormancia (Daniels Lake et al., 2013).

Según clasificación del NAPPO (North American Plant Protection Organization), existen tres clases o tipos de estados latentes: endolatenia, ecolatenia y paralatenia. La “endolatenia” ocurre después de la cosecha y se debe al estatus interno o fisiológico del tubérculo, aun si el tubérculo tuviera las condiciones favorables para su brotación, no sucederá. La “ecolatenia” es cuando se previene o retrasa la brotación por las condiciones ambientales, externas al tubérculo. La “paralatenia” se compara a la

endolatenencia aunque las señales fisiológicas para la latencia se originan en un área distinta de la planta que donde ocurre la latencia (Daniels Lake et al., 2013). Es necesario identificar claramente estos tres estados de latencia, para controlar las condiciones del periodo de dormancia, para mejorar su almacenamiento.

Para promover la inhibición de la papa, y que se conserve por periodos variables hasta su venta en fresco o procesamiento, se han desarrollado diversos métodos. Los productos para el control de la brotación pueden categorizarse en inhibidores de la brotación o reductores de la brotación (Daniels Lake et al., 2013).

Algunos de los métodos para inhibir la brotación son:

2.2.1.2.1 Bajas temperaturas de almacenamiento. El almacenamiento de papa a bajas temperaturas disminuye su proceso de brotación, y al aumentar la temperatura el proceso de brotación continua (Velástegui Espín et al., 2018) pero el mantenimiento de una temperatura baja en el almacenamiento en frío es un proceso costoso, y a largo plazo provoca el endulzamiento debido a la hidrólisis de la sacarosa, lo que resulta en la acumulación de azúcar reductor que reduce la calidad de los tubérculos de papa para su uso posterior (Shukla et al., 2019).

Entonces el almacenamiento de la papa a bajas temperaturas es un método adecuado en cortos periodos de tiempo; sin embargo, su mantenimiento es muy costoso.

2.2.1.2.2 Aplicación de inhibidores. El uso de inhibidores es un método más eficaz que el uso de bajas temperaturas de almacenamiento y con costos relativamente menores. Dentro de ellos se encuentran:

- a) Chlorpropham (isopropyl (N-(3-chlorophenyl) carbamate; CIPC). Es el inhibidor de la brotación de papa más usado en el mundo, de precio accesible, puede aplicarse

con termonebulizador, en aerosol, aspersión o inmersión acuosa o en forma de polvo, después de la cosecha y después de la suberización de heridas durante la cosecha (Daniels Lake et al., 2013). Pese a sus múltiples ventajas, en los últimos años se han desarrollado estudios que presumen que los residuos que deja esta sustancia, podrían ser perjudiciales para la salud; por ejemplo, la Unión Europea no renovó la aprobación de la sustancia activa clorprofam ya que no cumple los criterios de aprobación establecidos en el Reglamento (CE) N° 1107/2009.

También la Organización Mundial de Comercio, emitió informes en donde dio a conocer su notable preocupación ya que los resultados de una evaluación del riesgo para los consumidores indican que hay varios riesgos agudos y crónicos asociados a la sustancia clorprofam y a su metabolito 3-cloroanilina, además posee posibles propiedades como perturbador endocrino (Organización Mundial del Comercio, 2018).

En base a lo mencionado, desde el 2009 la Unión Europea ha buscado alternativas que reemplacen a este inhibidor, tal es el caso del aceite de menta, el 1,4-dimetilnaftaleno (DMN), o el etileno, propuestas que se están planteando para evitar la brotación en los tubérculos almacenados (Patata de Siembra en España, n.d.).

- b) Aceites esenciales. Los aceites esenciales son sustancias extraídas de plantas mediante procesos de destilación (hidrodestilación, destilación por arrastre de vapor, destilación seca) o algún otro proceso mecánico en donde no interfiera calor (Castro Mattos, 2012). Estas son mezclas de sustancias volátiles con propiedades aromáticas, en su mayoría líquidos y rara vez sólidos (Huari Guerrero, 2014).

Los aceites esenciales concentran las características sensoriales de la materia prima de donde se extraen ; por eso alcanzan una potencia o intensidad hasta 100 veces mayor; siendo necesario solo concentraciones de 0.01 a 0.1% para aromatizar diversos alimentos, bebidas, perfumes, etc (Ruiz Ciau, 2017).

La acción de los aceites esenciales consiste en dañar físicamente al brote en desarrollo, para que se arruine y seque. El tubérculo desarrollará tejido de brotación adicional, el cual debe dañarse con sucesivas aplicaciones del producto para lograr el control de la brotación a largo plazo. Debido al método de acción de estos productos, un brote debe estar presente al momento del tratamiento para que el control sea eficaz (Daniels Lake et al., 2013).

Los aceites esenciales, han sido investigados por su prometedora capacidad de supresión de brotes (Gómez-Castillo et al., 2013), existen estudios de la Universidad Nacional de Trujillo, Universidad Técnica de Ambato y otros, que ahondan en la capacidad inhibidora de los aceites esenciales; para el 2013 eran pocos los informes que estudiaban las consecuencias del uso de inhibidores alternativos en la calidad general, incluidos los atributos sensoriales de los tubérculos después del almacenamiento (Gómez-Castillo et al., 2013), pero a la fecha se cuenta con gran cantidad de publicaciones relacionadas al tema.

- Aceite esencial de muña. Es un aceite resultante de un proceso de destilación con vapor húmedo o vapor seco de la planta de muña, se presenta como un líquido incoloro, de sabor ardiente, textura viscosa y olor intenso, cuyo ingrediente activo es el eugenol (LD50 ~1900 mg/kg) (Castro Mattos, 2012), como figura en la Tabla 3. Es conocida tradicionalmente por sus propiedades

antisépticas, lo que lo ha llevado a ser usado en medicina alternativa. Pero también está siendo estudiado por sus usos en la agroindustria, uno de ellos es su capacidad inhibidora de brotes, retardando eficazmente la brotación si se aplica aproximadamente 100 ppm y bajo condiciones de almacenamiento favorables, aunque es necesario realizar varias aplicaciones para el control durante toda la estación (Ñahui Gala, 2018). En base a todos los documentos revisados se ha encontrado que el método de aplicación de aceite esencial más efectivo es por la dispersión de aerosoles dentro de un espacio cerrado, haciendo uso de un termonebulizador (Daniels Lake et al., 2013; Shukla et al., 2019; Velástegui Espín et al., 2018).

Tabla 2

Propiedades físicas del aceite esencial de muña

Propiedades	Descripción
Aspecto	Líquida, clara, transparente
Color	Incoloro, ligeramente amarillo
Olor	Característico en menta
Densidad relativa	0.92
Índice de refracción	1.4699
Rotación	-2 ^a 45´

Nota. Adaptado de Efecto antibacteriano *in vitro* del aceite esencial *Minthostachys mollis* (Muña) en *Streptococcus mutans*, por G. Huari Guerrero, 2014.

- Aceite esencial de menta. El aceite esencial de menta es el resultado de la destilación por arrastre de vapor de la *Mentha piperita* (Esencias Martinez Lozano S.A., n.d.) su componente principal es el mentol (40-60%) (Ruiz Ciau, 2017). El aceite esencial de menta es un líquido transparente, de color amarillento y olor mentolado, como se resume en la Tabla 4. Es usado en diferentes industrias, como

en cosmética, productos de aseo personal, alimentos y medicina tradicional (Garzón Molina, 2019).

Tabla 3

Propiedades físicas del aceite esencial de menta

Propiedades	Descripción
Aspecto	Líquido transparente
Color	Desde amarillo a amarillo pálido
Olor	Característico, fresco, mentolado
Densidad	0,898-0,918
Índice de refracción	1,4559-1,465
Rotación	(-30°C/-14°C)
Punto de inflamación	72°C

Nota. Adaptado de Esencias Martínez Lozano S.A, consultado el 20-05-2022, <https://www.esenciaslozano.com/producto/17/esencia-de-menta-piperita-aceite-esencial-de-mentha-piperita>.

Este extracto actúa dañando la parte física del tejido brotado y sus formas de aplicación consisten en diseminación del vapor, aerosol frío o termonebulizador (Daniels Lake et al., 2013). Tiene mayor efectividad en tratamientos de 2 a 3 aplicaciones, logrando retardar de 2 a 5 semanas la brotación (Velástegui Espín et al., 2018). Tomando en cuenta estas circunstancias y el paulatino retiro del CIPC (Chlorpropham) del mercado, se optó por utilizar dos inhibidores recomendados como reemplazo del CIPC, de origen natural pero menos estudiados que el primero.

2.2.1.3 Proceso de fritura. La fritura es una de las técnicas más conocidas de procesamiento de papa, éste es un proceso físico-químico en el cual el producto a freír (papas, plátanos, etc.) se somete a una temperatura alta (Avalos Zavaleta, 2014) entre 150 y 200°C (Losada Romero, 2011), con el fin de modificar la superficie del producto, impermeabilizándolo de alguna manera, para controlar la pérdida de agua desde su interior (Avalos Zavaleta, 2014) lo que ocasiona un cambio rápido en sus características físicas, químicas y sensoriales dando como producto un alimento de color dorado, sabor agradable y normalmente de textura crujiente (Robert et al., 2001).

2.2.1.3.1 Fritura por inmersión. La fritura por inmersión es considerada una operación unitaria, mediante la cual la materia prima a transformar es sumergida en aceite (Lucas A. et al., 2011), para lograr una fritura homogénea a comparación de los otros tipos de fritura. Según Vélez y Hernández (1999), durante la fritura ocurren dos procesos de transferencia de calor: conducción y convección. La conducción inestable se realiza en el alimento sólido y depende de las propiedades físicas y la magnitud del material. La convección ocurre entre el aceite y la superficie del alimento. Cuando la papa entra en contacto con el aceite caliente, la humedad de su superficie se evapora súbitamente (convección), terminado este proceso el aceite llega a punto de ebullición, y la papa alcanza temperaturas similares a la del aceite (conducción). Hay dos mecanismos que ocurren durante el freído: evaporación continua del agua, donde domina la transferencia de calor; y evaporación decreciente, donde domina la difusión de agua del interior del alimento hacia la superficie (Vélez & Hernández, 1999, como se citó en Losada Romero, 2011).

2.2.1.4 Calidad de fritura. Según Ramos (1991), la calidad de las papas fritas, son influidas por factores fisiológicos, ya que su composición se ve alterada por las condiciones ambientales, condiciones de almacenamiento y de los tratamientos que recibe en post cosecha tales como el uso de inhibidores de brotación (Ramos, 1991, como se citó en Nuñez Vargas, 2016), que buscan prolongar su periodo de vida útil para su posterior procesamiento.

Los calidad interna de la papa frita está determinada por la composición química del tubérculo, los más importantes para la industria de las papas fritas son los contenidos de almidón, materia seca y azúcares reductores (glucosa y fructosa) (Andrade, como se citó en Vázquez-Carrillo et al., 2013), así también rendimiento (Vázquez-Carrillo et al., 2013).

Un peso específico y contenido de materia seca alto permite que los tubérculos sean menos susceptibles a la ruptura cuando hierven, debido a que los gránulos de almidón al absorber agua se hinchan y en el horneado o fritura tienen una mejor apariencia, visualmente más carnosa. Así también asegura un menor consumo de aceite ya que en el proceso de fritura el agua es substituida por este, es decir a mayor contenido de humedad y menor peso específico, mayor absorción de aceite (Vázquez-Carrillo et al., 2013).

La calidad sensorial de la papa frita es el criterio que rige como requisito indispensable para su aceptabilidad, y por tanto se encuentra determinada por su color, sabor y textura final y estos a su vez son influenciados directa o indirectamente por la composición y manejo del tubérculo hasta su madurez (Nuñez Vargas, 2016; Vázquez-Carrillo et al., 2013).

2.2.1.4.1 Color. Según Pedreschi (2009), el color (de la fritura) está determinado por la presencia de azúcares reductores como la D-glucosa, que al unirse con algún aminoácido libre como la asparragina genera colores pardos por la reacción de Maillard (Vázquez-Carrillo et al., 2013), también influye la temperatura y el tiempo de freído. El color pardo no es considerado un atributo deseable, ya que el color de fritura más atrayente al consumidor es generalmente el más claro, específicamente color amarillo oro pálido (Nuñez Vargas, 2016). Este atributo se evalúa con una escala del 1 al 5, donde 1 es un color amarillo aceptable y 5 es un color amarillo muy oscuro o marrón ¹.

La forma más usada para la determinación del color en frituras es la escala CIELAB, ya que mediante ella identificamos los cambios de color de una forma similar en la que la capta el ojo humano. En esta escala de color se miden los valores L*a*b para expresar la diferencia de color entre muestras, siendo la dimensión L la claridad, la dimensión a las matices rojas – verdes y b las matices azul – amarillo (Lucas A. et al., 2011).

Dado que en esta investigación se usó la misma temperatura y tiempo de freído en cada muestra, los resultados se atribuyen al contenido de azúcares reductores, estos fueron medidos mediante la escala CIELAB.

¹ Según la carta de color recomendada por el Centro Internacional de la Papa (CIP) (Vázquez-Carrillo et al., 2013)

2.2.1.4.2 Textura. “La textura, es un conjunto de propiedades que depende de la estructura del alimento, sensorialmente se compone de propiedades mecánicas, geométricas y de la humedad, relacionándose con la deformación, desintegración y flujo del alimento sometido a una fuerza y son medidos en función de la masa, el tiempo y la distancia” (Lucas A. et al., 2011). Según Kita (2002) la textura está relacionada con el contenido de sólidos totales, este atributo es de suma importancia para la aceptabilidad de la papa frita. Las papas con un contenido de sólidos muy bajo y con alto contenido graso son poco crujientes y más pegajosas (Vázquez-Carrillo et al., 2013).

“En general, para productos fritos, se prefieren papas con un alto contenido de materia seca (gravedad específica >1080, contenido de almidón >14%) ya que resultan en productos con mejor textura, mayor rendimiento y menor absorción de aceite” (Cocio Pulgar, 2006, p. 5).

“El grado de crujencia se determina mediante la fracturabilidad, que es la fuerza necesaria para que el material se fracture, y aplica para productos con altos valores de fuerza y baja cohesividad” (Szczesniak, 2002, como se citó en Hasbún et al., 2009). Esta investigación se desarrolló durante el cierre de los laboratorios de la universidad por la pandemia, y los laboratorios del INIA no contaban con el equipo necesario para realizar esta medición.

2.2.1.4.3 Rendimiento. Según Sonnewald (2001) la ocurrencia de pérdidas por brotación de tubérculos durante el almacenamiento provocan pérdida de agua, removilización de almidón y proteínas y encogimiento de tubérculos perdiendo su calidad (Sonnewald, 2001, Shukla et al., 2019) lo que reduce su materia aprovechable.

El rendimiento de la fritura se calcula con la siguiente fórmula (Vázquez-Carrillo et al., 2013):

$$\text{Rendimiento (\%)} = (\text{peso de la fritura/peso inicial del tubérculo}) \times 100$$

2.2.1.5 Características del clon de papa CIP 308478.59. El clon de papa denominado CIP 308478.59 procedente del Centro Internacional de la Papa (CIP), cultivado por el INIA - EE Baños del Inca, en la localidad de Chaquilpampa, distrito de Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca. Este clon posee características físicas que lo hacen apto para ser procesado como su forma ovalada con ojos superficiales y pulpa y piel de color crema, entre otras características resumidas en la Tabla 5.

Tabla 4

Caracterización del clon de papa

Característica		Descripción
Nombre		CIP 308478.59
Género		<i>Solanum</i>
Especies		Hyb
Pedigree	Madre	395096.2
	Padre	396264.14
País de origen		Perú
Características	Color de piel	Crema
	Color de pulpa	Crema
	Forma de tubérculo	Ovalado
	Ojos	Superficiales
Resistencia		Tizón tardío

Nota. Adaptado de CIP 308478.59, por Genebank, consultado el 21-02-2021, <https://genebank.cipotato.org/gringlobal/AccessionDetail.aspx?id=46077> y Evaluación del rendimiento de veinte clones de papa (*Solanum tuberosum L.*) en la localidad de Santa Rosa de Chaquil (La Encañada, Cajamarca), por A. Valencia Rumay, 2019.

2.3 Definición de términos

2.3.1 *Tiempo de almacenamiento*

Tiempo del inicio de los tratamientos hasta el final del almacenamiento (Ñahui Gala, 2018).

2.3.2 *Dormancia*

Se refiere a todo el periodo, durante el cual las yemas son incapaces de brotar debido a causas endógenas o exógenas (Ñahui Gala, 2018).

2.3.3 *Post-cosecha*

Debería empezar en el momento y en el lugar de la cosecha y terminar en la mesa del consumidor. De un extremo al otro, debería asegurarse una renta máxima a todos los que intervienen, minimizando a la vez las pérdidas y maximizando los beneficios (Ñahui Gala, 2018).

2.3.4 *Inhibidor*

Sustancias que bloquean los procesos metabólicos y hormonales del tubérculo permitiendo disminuir el crecimiento activo de los brotes y alargar el proceso de dormancia (Velástegui Espín et al., 2018).

2.3.5 *Termonebulización*

Es la aplicación de una sustancia diluida en un excipiente líquido generalmente oleoso, utilizando gas caliente para calentarla, de manera que se reduce la viscosidad del excipiente oleoso y se vaporiza. Al salir de la boquilla, el vapor choca con el aire más frío y se condensa para formar una nube densa blanca de niebla (20 µm) (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2003).

2.3.6 *Brote apical*

Yema terminal (0.1 – 1.0 mm) de una planta que consta de meristemo apical (0.05 – 0.1mm), el primordio foliar que lo rodea y el tejido contiguo del tallo (Diccionario Glosbe, 2022).

2.3.7 *Azúcares reductores*

Es un tipo de carbohidrato o azúcar natural que contiene un grupo aldehído o cetona libre que puede reaccionar con otros compuestos como aminoácidos para cambiar el color o el sabor de la comida (Vargas, 2011).

2.3.8 *Espacio de color CIE L*A*B**

Escala de color que permite determinar los cambios de color en la misma forma que lo hace el ojo humano.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación de la investigación

3.1.1 *Cultivo del clon CIP 308478.59*

Se ubicó en la localidad de Chaquilpampa (7°08'00.2"S 78°21'12.2"W), distrito de Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca (Figura 1).

Figura 1

Parcela de cultivo de clon de papa CIP 308478.59



3.1.2 *Laboratorio de la Estación Experimental Agraria (INIA)*

Ubicado en el Jr. Wiracocha S/N distrito de Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca, se llevará a cabo las fases de almacenamiento y fritura.

3.2 Materiales

3.2.1 *Materiales experimentales*

3.2.1.1 Materiales

- Clon de papa 308478.59: El clon de papa (*Solanum tuberosum L.*) CIP 308478.59 fue proporcionado por la Estación Experimental Agraria INIA.

Figura 2

Clon de papa CIP 308478.59 (izq.) cultivada en Chaquilpampa (der.)



- Aceite esencial de menta (*Mentha piperita*): marca Derma Rose, 100% extracto natural.
- Aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*): marca TG Natural, 100% natural.
- Dimetilsulfóxido (DMSO): Se usó como disolvente orgánico industrial, en una proporción de 1:1 con el aceite esencial.
- Aceite de origen vegetal marca Cil.

3.2.1.2 Equipos

- Freidora eléctrica marca RECCO, modelo RFR-FRYER301 con capacidad máxima de 3L.
- Balanza analítica marca SARTORIUS modelo TE 412 con capacidad de 410 g x 0.01 g.
- Aire acondicionado MIDEA, modelo MUB-24CR, temperatura de operación de 17°C a 30°C.
- Termómetro digital con rango de temperatura de -50°C a 300°C (genérico).
- Termohigrómetro HTC-2 con rango de temperatura: Interior de -10°C a 50°C y exterior de -50°C a 70°C; rango de humedad: Interior de 20% a 99% H.R.
- Cámara digital marca Nikon modelo D5100

3.2.1.3 Instrumentos

- Tabla de picar
- Cuchillo
- Cortadora de papa
- Lámpara de escritorio
- Bombilla de luz blanca
- Trípode de cámara
- Recipiente de aluminio
- Recipiente de plástico
- Termo
- Pipetas desechables
- Aspersores
- Bolsas negras

- Cajas de cartón
- Papel Absorbente

3.2.2 *Otros materiales experimentales*

3.2.2.1 Equipo de Protección Personal (EPP)

- Guantes para calor
- Mandil de laboratorio
- Lentes protectores
- Protector facial
- Malla cubre cabello
- Extintor PQS

3.2.2.2 Materiales de Oficina

- Tablero
- Papelería
- Lapiceros
- Cartulinas
- Cinta masking tape
- Cinta de embalaje
- Resaltador
- Laptop
- USB
- Impresiones
- CD
- Engrapador

3.3 Metodología

3.3.1 Factores, variables y niveles de investigación.

Tabla 5

Variables de investigación

	Variable	Aplicación
Independientes	<ul style="list-style-type: none">• Tiempo de almacenamiento (30, 60 y 90 días desde el inicio de la brotación).	Aplicado a la papa en el inicio de la brotación
	<ul style="list-style-type: none">• Tipo de inhibidor (aceite esencial de menta, aceite esencial de muña).	
	<ul style="list-style-type: none">• Concentración de inhibidor (3 y 5 mL.kg⁻¹).	
Dependientes	<ul style="list-style-type: none">• Rendimiento de fritura	Aplicado a la fritura de papa
	<ul style="list-style-type: none">• Color	

Las **variables independientes** para esta investigación como se observa en la tabla 5 son: (1) tipo y concentración de inhibidor aplicado a clon de papa CIP 308478.59 y (2) tiempo que la papa tratada con inhibidor es almacenada antes de ser procesada en fritura. Éstas fueron extraídas de estudios previos, entre ellos destaca el estudio sobre los efectos del inhibidor CIPC sobre las condiciones de brotación de las papas (Velásquez et al., 2013), en este estudio se ensayaron periodos de almacenamiento de 30, 60, 90 y 120 días de entre las que se evaluaron las mejores condiciones de almacenamiento, llegando a concluirse que la mejor temperatura estaba entre los 12 y 15 °C a una humedad relativa de 80%.

Por otra parte, en la tesis titulada “Efecto de la aplicación de aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*) en el brotamiento de tubérculo de papa nativa amarilla tumbay (*Solanum goniocalyx*) en condiciones de almacén Acobamba - Huancavelica” se utilizaron periodos de almacenamiento de 30, 60 y 90 días y se identificó que las mejores condiciones se encontraban en un ambiente de entre 8 y 12°C con una HR de 85% (Ñahui Gala, 2018). La temperatura de 12°C resulta del límite superior de ensayo del aceite esencial de muña (Ñahui Gala, 2018) y el límite inferior de la temperatura optima usada en los ensayos con CIPC (Velásquez et al., 2013). Se efectúa el mismo análisis para definir la humedad relativa del punto de almacenamiento.

Bajo condiciones de almacenamiento la temperatura y la humedad relativa son dos factores ambientales críticos que se controlan para garantizar un almacenamiento adecuado a largo plazo de los tubérculos de papa (Gómez-Castillo et al., 2013).

Así también, la concentración del inhibidor aceite esencial de muña fue de 3 y 5 ml/kg aplicado periódicamente (cada 30 días) como se menciona en el estudio del efecto del aceite esencial de muña como inhibidor (Ñahui Gala, 2018), y la concentración del aceite esencial de menta fue de 3 y 5 ml/Kg basándonos en los mismos criterios de la investigación mencionada.

Las **variables dependientes** de esta investigación son rendimiento y color, estas variables resultaron identificadas en la revisión de estudios anteriores.

El rendimiento medible del proceso de fritura está dado por el cociente del peso final dividido entre el peso inicial de la muestra analizada, este cociente puede ser expresado en porcentaje de rendimiento multiplicando el resultado por el factor cien (100).

$$\text{Rendimiento (\%)} = (\text{peso de la fritura/peso inicial del tubérculo}) \times 100$$

Para las pruebas desarrolladas por Losada Romero (2011) este rendimiento se sitúa entre el 50 y 60%, y se mantiene hasta su quinta fritura en el mismo aceite, decayendo en su rendimiento hasta su novena fritura, a partir de la cual se restablece (Losada Romero, 2011). Asimismo para Núñez, las mejores condiciones para fritura se encuentran en contenidos altos en materia seca, almidón mayor a 14%, que promueven productos con mejor textura, mayor rendimiento y menos absorción de aceite (Núñez, como se citó en Garcia Torres, 2018).

Color, es uno de los principales atributos para determinar la calidad de la papa frita, por ello se han desarrollado diversos métodos que permiten determinar el color de una manera precisa, uno de ellos basado en la determinación de colores $L^*a^*b^*$ con colorímetro Minolta, y el otro mediante el procesamiento digital de imágenes; ambos procedimientos determinan las características de luminosidad-Claridad, matices Rojo-Verde y matices azul-amarillos, de manera objetiva sobre todo para determinar los diferenciales entre distintas muestras (Lucas A. et al., 2011). En la presente investigación se utilizó el procesamiento digital de imágenes mediante la utilización de una cámara digital y un software editor de imágenes, ya que debido al cierre de los laboratorios en pandemia no se accedió al colorímetro. Toda esta información se encuentra resumida en la Tabla 6.

Tabla 6*Operacionalización de variables de investigación*

Variables	Definiciones		Dimensión	Indicador
	Conceptual	Operacional		
Independientes				
Tiempo de almacenamiento	Inhibidor CIPC Tiempo de almacenamiento: 30, 60, 90 y 120 días Temperatura: 12 a 15 °C y Humedad: HR 80% (Velásquez et al. 2013). Aceite esencial de Muña Tiempo de almacenamiento: 30, 60, 90 días. Temperatura: 8 a 12 °C Humedad: HR 85% (Ñahui Gala 2018).	El tiempo de almacenamiento utilizado corresponde a periodos de 30, 60 y 90 días, a una temperatura de 12 °C y HR de 85%	Días contables desde 30 días después de la cosecha terminando la dormancia y en el inicio de la brotación, hasta el inicio del procesamiento para fritura de cada muestra	Días

Variables	Definiciones		Dimensión	Indicador
	Conceptual	Operacional		
Aplicación de inhibidores	<p>Concentración de aceite esencial de muña: 3 y 5 ml/kg.</p> <p>Se replicaron los datos de Ñahui (2018).</p> <p>Concentración de aceite esencial de muña: 3, 5 y 7 ml/kg (Ñahui Gala 2018).</p>	<p>Los aceites esenciales se aplicaron periódicamente (cada 30 días) en concentraciones de 3 y 5 mL/Kg de papa por cada inhibidor.</p>	<p>Aceite esencial de muña: 3 y 5 mL/Kg</p> <p>Aceite esencial de muña: 3 y 5 mL/Kg</p>	<p>Tipo y concentración de inhibidor</p>
Dependientes				
Rendimiento	<p>Rendimiento promedio de fritura de papa: 50 y 60%, (Losada Romero 2011).</p> <p>Mejores condiciones para fritura contenidos altos en materia seca, almidón mayor a 14% (García Torres 2018).</p>	<p>El rendimiento se midió en cada una de las muestras antes y después del proceso de fritura escurriendo la muestra frita en papel absorbente, se desarrolló este procedimiento en cada uno de los subgrupos, generando un promedio de rendimiento para cada grupo.</p>	(Pf /Pi)100	% de rendimiento

Variables	Definiciones		Dimensión	Indicador
	Conceptual	Operacional		
Color	Determinación de colores L*a*b* con procedimiento de fotografía digital, determinando las características de luminosidad-Claridad, matices Rojo-Verde y matices azul-amarillos, mediante procesamiento digital (Padrón Pereira, 2009).	Se aplicó la determinación de color L*a*b* a cada subgrupo sometido a fritura, y se desarrolló un esquema comparativo para determinar los diferenciales de color L*a*b* por cada parámetro y el diferencial total de las muestras.	$(\Delta L^*2 + \Delta a^*2 + \Delta b^*2)^{1/2}$	ΔE^*

3.3.1.1 Tratamientos y muestras. Las características de los grupos a los que se sometió cada tratamiento permitieron un manejo adecuado en el laboratorio, es decir de un volumen reducido, pero sin ser tan pequeñas como para que sean poco significativas; por ejemplo en la investigación sobre inhibición con CIPC, cada grupo de análisis y grupo de control estaba compuesto por 500 g de papa de cada una de las variedades y concentraciones experimentadas (Velásquez et al., 2013), en el presente estudio se realizaron tres ensayos por cada grupo analizado, lo que implica que el uso de 300g como peso de la muestra permitió la división en tres ensayos de 100g cada uno.

La temperatura y la humedad de almacenamiento son factores que se mantuvieron estables mediante el uso de aire acondicionado (12°C) y bandejas con agua para aumentar la humedad del ambiente (hasta 85% HR), como se detalla en la Tabla 7.

Tabla 7

Condiciones de almacenamiento para la papa

Condición de almacenamiento	Descripción
Tamaño de cada grupo (g)	300g
Temperatura de almacenamiento (°C)	12 °C
Humedad del almacén (%)	85% Hr
Concentración de inhibidor A (ml/kg)	3 ml/Kg, 5 ml/kg
Concentración de inhibidor B (ml/kg)	3 ml/kg, 5 ml/kg

Para fines del tratamiento estadístico, las muestras que fueron sometidas a tratamiento estarán organizadas según el tipo de inhibidor y concentración; y, el tiempo de almacenamiento al que fueron sometidos como se observa en la Tabla 8.

Tabla 8

Tratamientos y muestras de 4 niveles de inhibidores y 3 tiempos de almacenamiento en un diseño completamente al azar

	Grupos	Tratamientos	Niveles	Combinación inhibidor con tiempo almacenamiento	Muestras		
					n1	n2	n3
Grupo Control		T _{0,0}	a ₀ b ₀	0 mg kg ⁻¹ y 0 días			
		T _{0,1}	a ₀ b ₁	0 mg kg ⁻¹ y 30 días			
		T _{0,2}	a ₀ b ₂	0 mg kg ⁻¹ y 60 días			
		T _{0,3}	a ₀ b ₃	0 mg kg ⁻¹ y 90 días			
Grupo Muña		T ₁	a ₁ b ₁	3 mL kg ⁻¹ y 30 días			
		T ₂	a ₁ b ₂	3 mL kg ⁻¹ y 60 días			
		T ₃	a ₁ b ₃	3 mL kg ⁻¹ y 90 días			
		T ₄	a ₂ b ₁	5 mL kg ⁻¹ y 30 días			
		T ₅	a ₂ b ₂	5 mL kg ⁻¹ y 60 días			
		T ₆	a ₂ b ₃	5 mL kg ⁻¹ y 90 días			
Grupo Menta		T ₇	a ₃ b ₁	3 ml Kg ⁻¹ y 30 días			
		T ₈	a ₃ b ₂	3 ml Kg ⁻¹ y 60 días			
		T ₉	a ₃ b ₃	3 ml Kg ⁻¹ y 90 días			
		T ₁₀	a ₄ b ₁	5 mg kg ⁻¹ y 30 días			
		T ₁₁	a ₄ b ₂	5 mg kg ⁻¹ y 60 días			
		T ₁₂	a ₄ b ₃	5 mg kg ⁻¹ y 90 días			

Nota. Inhibidor (A): a₀= Control, 0 mL Kg⁻¹; a₁= Muña, 3 mL Kg⁻¹; a₂= Muña, 5 mL Kg⁻¹; a₃ = Menta, 3 mL Kg⁻¹; a₄= Menta, 5 mL Kg⁻¹. Tiempo de almacenamiento (B): b₁= 30 días; b₂= 60 días; b₃= 90 días.

Para el desarrollo de la presente investigación se consideró la utilización de dos tipos diferentes de inhibidores de brotación de papas, el aceite esencial de menta y el aceite esencial de muña, toda prueba aplicada a una muestra que haya sido tratada con estos inhibidores fue acompañada por una muestra testigo o muestra de control, que fue sometido a las mismas pruebas y en las mismas condiciones a excepción de haberse tratado con el inhibidor.

Estos grupos correspondieron a grupos signados como Grupo Menta (usando como inhibidor el aceite esencial de menta), Grupo Muña (usando como inhibidor el aceite esencial de muña) y el Grupo Control (compuesto por el grupo de control o testigo).

Complementariamente a la división en grupos por el tipo de inhibidor usado, el conjunto de la muestra fue identificado por el tiempo en el que se desarrolla la prueba de fritura, de ese modo tendremos un Tiempo-0 (el material procesado 30 días después de la recepción y al inicio de la brotación que corresponderá solo al grupo de control o testigo), Tiempo-1 (materiales procesados después de los primeros 30 días después de la aplicación del inhibidor, incluyen al grupo de control y a los dos grupos de inhibidores), Tiempo-2 (material procesado 60 días después de la aplicación del inhibidor, incluye grupo de control y a los dos grupos de inhibidores), Tiempo-3 (procesado tras 90 días después de la aplicación del inhibidor, también incluye al grupo de control y a los dos grupos de inhibidores). Tomando el cruce de esas dos categorías, el conjunto de la muestra fue dividido en dieciséis (16) porciones para su tratamiento, como se muestra en la Tabla 9. El peso que tuvo cada uno de esas porciones dependió de la conveniencia y disponibilidad de la papa, y se procuró un peso uniforme.

Tabla 9

Tratamientos y muestras de papa según inhibidor, concentración y tiempo de almacenamiento

Tiempo/ Tratamiento	Inhibidor A (Menta)		Inhibidor B (Muña)		Grupo Control
	3 mL/kg	5 mL/Kg	3 mL/kg	5 mL/kg	
Cosecha (fresco)					T _{0,0}
30 días	T ₇	T ₁₀	T ₁	T ₄	T _{0,1}
60 días	T ₈	T ₁₁	T ₂	T ₅	T _{0,2}
90 días	T ₉	T ₁₂	T ₃	T ₆	T _{0,3}

3.3.2 *Diseño experimental y arreglo de los tratamientos*

3.3.2.1 Diseño experimental. El experimento corresponde a un Factorial 4A x 3B en un diseño completamente al azar, donde el factor A: tipo y concentración de inhibidor está compuesto de 4 niveles y el factor B: tiempo de almacenamiento está compuesto por 3 niveles con 3 réplicas cada uno, por lo que se trabajaron 36 tratamientos.

Modelo estadístico lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$$i = 1, \dots, a=4; j = 1, \dots, b = 3; k=1, \dots, n=3$$

donde,

μ = efecto verdadero medio

α_i = efecto verdadero del i-ésimo nivel del factor A (Inhibidor)

β_j = efecto verdadero del j-ésimo nivel del factor B (tiempo de almacenamiento)

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto verdadero de la interacción

ε_{ijk} = error experimental

Tabla 10*Análisis de varianza generalizado del factorial 4A x 3B*

Fuente de variación	Grado de libertad	SC	CM	Fc
Tratamientos	(t-1): 11			
A	(a-1): 3			
B	(b-1): 2			
AxB	(a-1)(b-1): 6			
Error	ab(n-1): 24			
Total	(abn-1): 35			

3.3.2.2 Arreglo de los tratamientos. En este experimento se consideraron dieciséis porciones para la realización de las pruebas de calidad de papa y fritura; pero si a esa condición sumamos la posibilidad de que alguno de esos grupos sufra daños que impidan su análisis entonces es necesario que se incrementen los grupos en al menos uno por cada inhibidor y grupo de control como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11*Distribución de muestras de clon de papa para la investigación*

Tiempo	Inhibidor A				Inhibidor B				Grupo de control	
	3 ml/kg		5 ml/Kg		3 ml/kg		5 ml/kg		Prueba	Almacén
	Prueba	Almacén	Prueba	Almacén	Prueba	Almacén	Prueba	Almacén		
Recepción		4		4		4		4		5
1er prueba (fresca)	n/a	4	n/a	4	n/a	4	n/a	4	1	4
2da prueba (30 días)	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
3ra prueba (60 día)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
4ta prueba (90 días)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Contingencias		1		1		1		1		1

3.3.3 Evaluaciones realizadas

3.3.3.1 Rendimiento. Si bien el análisis del rendimiento en calidad de fritura se concentra en la relación entre los materiales analizados antes y después de ser fritos, en el presente estudio se desarrolló un seguimiento sistemático de las variaciones de peso experimentadas por los distintos grupos en los que ha sido dividido el material a lo largo de las distintas fases de almacenamiento y procesamiento. La Tabla 12 fue organizada para recoger los datos de peso de las muestras en los que fue dividido cada grupo, es decir que si una muestra correspondiente al Inhibidor Menta, con 30 días de almacenamiento pesó 500g, ésta se dividió hasta en cinco submuestras (n_1, n_2, n_3, \dots) cuyos pesos fueron anotados en el recuadro correspondiente, estos datos también fueron sumados para obtener un rendimiento válido para todo el conjunto de esta muestra.

Tabla 12

Registro de pesos parciales por muestra

Nombre del grupo	Peso del grupo al inicio de almacenamiento (x)			Totales
	Peso del grupo al momento del ser procesado (y)			
	Cociente de variación de peso (y/x) *100			
Muestra	n1	n2	n3	
Peso de subgrupo				
Merma				
Peso listo para fritura (a)				
Peso de fritura (b)				
Cocientes de rendimiento (b/a)*100				

En la Tabla 13, se recogieron los datos de los grupos organizados en función del tiempo de almacenamiento y el tipo de inhibidor que ha sido utilizado.

Tabla 13

Registro de rendimiento de los grupos

Concentración	Inhibidor A		Inhibidor B		Grupo de control
	3 ml/kg	5 ml/kg	3 ml/kg	5 ml/kg	
1er prueba (fresca)					
2da prueba (30 días)					
3ra prueba (60 día)					
4ta prueba (90 días)					

3.3.3.2 Color. Se aplicó el método $L^*a^*b^*$ basado en el análisis de coordenadas cromáticas que se desplazan entre niveles de luminosidad, tendencia entre rojo y verde y tendencia entre amarillo y azul. Esta forma de identificación del color trata de excluir las valoraciones subjetivas del color llevándolas a un nivel en que pueden compararse de manera objetiva.

L^* =luminosidad

a^* = coordenadas rojo/verde (+a indica rojo, -a indica verde)

b^* = coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo, -b indica azul)

Para llevar a cabo este análisis, se utilizó el método de procesamiento digital de imágenes, mediante el uso de fotografías de la papa frita resultante de cada tratamiento, que fueron segmentadas y promediadas en coordenadas CIE- $L^*a^*b^*$. Para esto se usó una cámara digital con sensor CCD y se establecieron condiciones para la captación de imágenes. Las imágenes obtenidas poseen valores RGB que mediante el procesamiento digital se

transforman en valores triestímulo CIE-XYZ y posteriormente a valores CIE-L*a*b* (Valencia, 2007, como se citó en Padrón Pereira, 2009); este procedimiento se realiza mediante el uso de versiones de software editor de imágenes (Padrón Pereira, 2009).

Los datos recolectados en función de los componentes L*a*b* se concentran en una magnitud denominada Diferencial total de color, que está determinado en por la ecuación:

$$\{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2\}^{0.5} = \Delta E^*$$

3.3.3.2.1 Registro del color por sub grupo. Al igual que los registros de rendimiento, el registro de color fue aplicado a cada una de las porciones en que se divide un grupo, esto lleva hasta un numero de 3 ensayos por cada grupo de los que se extraen los promedios que fueron usados como el color de la muestra del grupo como se muestra en la Tabla 14. De igual manera los datos de todos los grupos fueron recogidos en una tabla de registro (Tabla 15).

Tabla 14

Registro de color parcial por grupo

Nombre del grupo	Código de color		
	L	a	b
	n1		
Ensayo	n2		
	n3		
Color para el grupo			

Tabla 15*Registro de color para los grupos del estudio*

	Inhibidor A			Inhibidor B			Grupo de control
	3 mg/kg	5 mg/kg		3 mg/kg	5 ml/kg		
	L a b	L a b		L a b	L a b	L a b	
Primera prueba (fresca)							
Segunda Prueba (30 días)							
Tercera prueba (60 día)							
Cuarta prueba (90 días)							

Un elemento importante en el análisis de color $L^*a^*b^*$ es el de las diferencias absolutas, estas diferencias se analizan en función de las diferencias parciales de sus componentes L^* a^* o b^* , la matriz donde se descargan los datos para ejecutar una comparación objetiva es una matriz de doble entrada como la que se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16

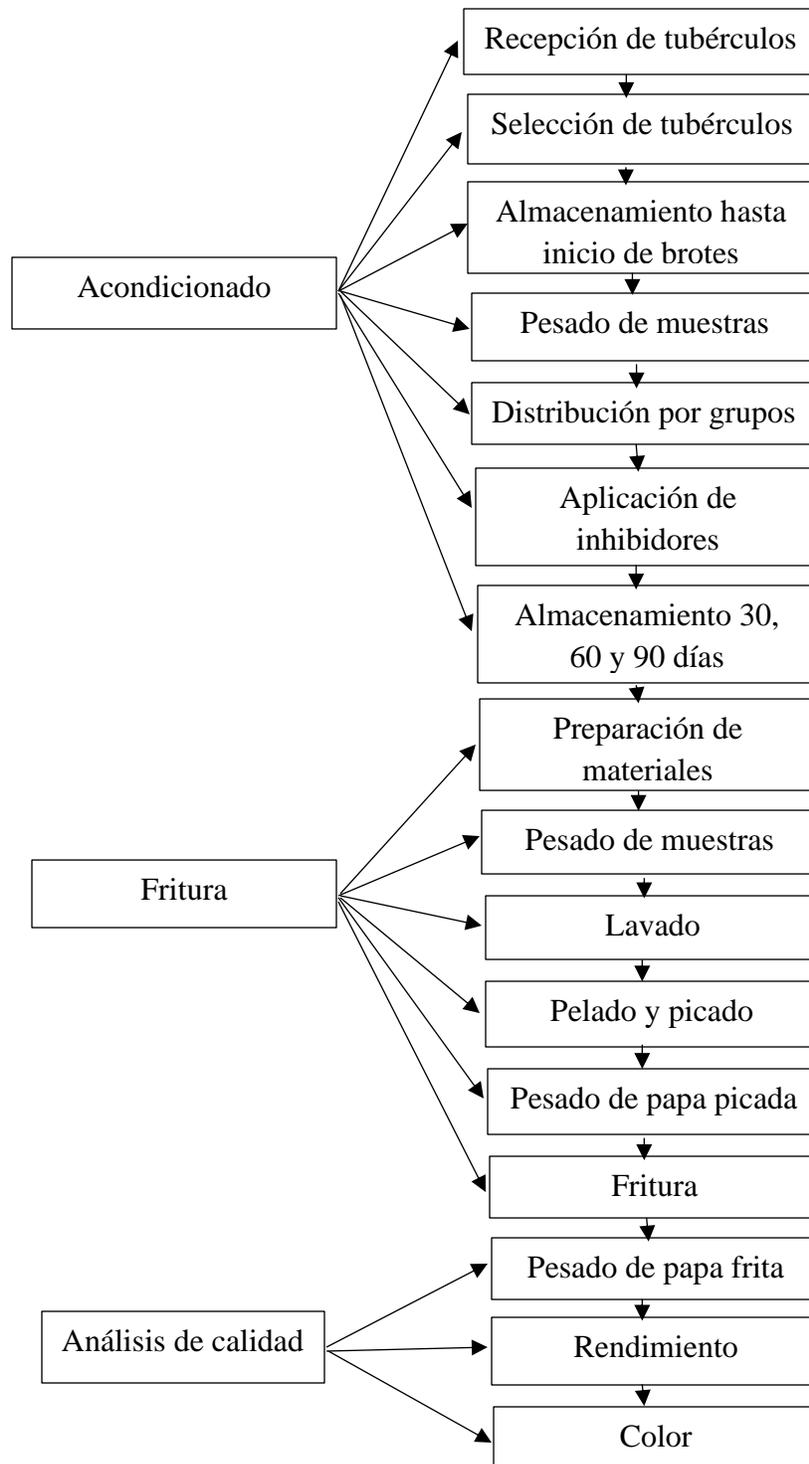
Diferencial de color entre los grupos de la muestra

ΔE^*	Grupos															
	T _{0,0}	T _{0,1}	T _{0,2}	T _{0,3}	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂
T _{0,0}	■															
T _{0,1}		■														
T _{0,2}			■													
T _{0,3}				■												
T ₁					■											
T ₂						■										
T ₃							■									
T ₄								■								
T ₅									■							
T ₆										■						
T ₇											■					
T ₈												■				
T ₉													■			
T ₁₀														■		
T ₁₁															■	
T ₁₂																■

3.3.4 Croquis del experimento

Figura 3

Croquis del experimento



En la Figura 15 se esquematiza las operaciones realizadas en el experimento.

3.3.5 Procedimiento

3.3.5.1 Acondicionado

3.3.5.1.1 Recepción de tubérculos. El clon de papa fue trasladado en bolsas de papel número 10 desde el área de cosecha situado en Chaquilpampa distrito de Baños del Inca hacia la Estación Experimental del INIA el día 04 de mayo del año 2021.

Figura 4

Recepción de tubérculos



3.3.5.1.2 Selección de tubérculos. El material fue seleccionado asegurándose el máximo de uniformidad de las unidades de papa, los criterios de forma, textura y tamaño deben considerarse (Vázquez-Carrillo et al., 2013). Las papas fueron limpiadas superficialmente para evitar su contacto directo con el agua y posteriormente realizar el pesado.

Figura 5

Selección de tubérculos



3.3.5.1.3 Almacenamiento hasta inicio de brotes. Las papas seleccionadas fueron distribuidas uniformemente sobre mesas de madera en un cuarto cerrado, donde se les dio las condiciones ambientales necesarias como temperatura 17°C y Hr 85%, siguiendo un control semanal regular hasta el inicio de la brotación.

Figura 6

Almacenamiento hasta inicio de brotes



3.3.5.1.4 Pesado de muestras. Tras los primeros brotes se pesaron las papas en una balanza analítica para luego ser agrupadas, conforme al tratamiento correspondiente, en grupos homogéneos

3.3.5.1.5 Distribución por grupos. Las papas fueron divididas en grupos correspondientes a los tipos de inhibidor o grupo de control que se analizaron asegurando la provisión necesaria para cubrir los requerimientos de la prueba inicial (solo grupo de control), pruebas a 30, 60 y 90 días (grupos con tratamiento de inhibidores y grupo de control) además de contener una reserva de materiales que fueron usados en caso necesario (merma o contingencia), como se observa en la Tabla 17.

Tabla 17

Peso de muestras distribuidas según tratamiento

Tiempo / Inhibidor	Inhibidor Menta (g)		Inhibidor Muña (g)		Control (g)
	3 mL/kg	5 mL/kg	3 mL/kg	5 mL/kg	
0 días					385.63
30 días	374.82	365.32	361.37	355.14	347.86
60 días	384.87	369.85	364.05	417.04	351.98
90 días	489.92	378.99	366.87	403.19	355.92
Respaldo	570.57	595.61	490.48	499.19	500.77
Total	1820.18	1709.77	1582.77	1674.56	1942.16

Figura 7

Distribución por grupos



3.3.5.1.6 Aplicación de inhibidores. Cada uno de los 16 grupos iniciales estuvieron contenidos en un recipiente individual donde se les aplicó el inhibidor a unos previamente mezclado con el disolvente orgánico dimetilsulfóxido en proporción 1:1 y se conservó como muestra de control a otros, identificándolos con una etiqueta. La Tabla 18 muestra la cantidad de inhibidor aplicada por cada tratamiento.

Tabla 18

Cantidad de inhibidor aplicado según tratamiento (mL)

Tiempo / Inhibidor	Inhibidor Menta (mL)		Inhibidor Muña (mL)	
	3 mL/kg	5 mL/kg	3 mL/kg	5 mL/kg
1era aplicación (0 días)	5.46	8.55	4.75	8.37
2da aplicación (30 días)	4.34	6.72	3.66	6.60
3era aplicación (60 días)	3.18	1.89	2.57	4.51

Figura 8

Aplicación de inhibidores



3.3.5.1.7 Almacenamiento 30, 60 y 90 días. *Los grupos tratados con un mismo tipo de inhibidor o grupo de control fueron almacenados en cajas individuales pero un mismo ambiente y bajo las mismas condiciones.*

Figura 9

Ambiente de almacenamiento de muestras



3.3.5.2 Fritura

3.3.5.2.1 Preparación de utensilios. Los instrumentos, equipos y materiales diversos deben ser revisados y su uso debe ser ensayado antes de iniciado el experimento.

3.3.5.2.2 Pesaje de muestras. Las papas que se utilizaran deben ser pesadas y registradas antes del inicio de su procesamiento.

3.3.5.2.3 Lavado. Se realizó la limpieza con paño seco para no adulterar el peso final.

3.3.5.2.4 Pelado y picado. La papa limpia, fue pelada y picada en bastones con un cortador de papa de grilla de una dimensión de 8 x 8 mm.

3.3.5.2.5 Pesado de papa picada cruda. La papa picada es pesada en una balanza analítica.

3.3.5.2.6 Fritura. Las tiras se frieron en aceite vegetal en una freidora eléctrica a 180°C durante 3min, una vez terminado el proceso de fritura las muestras fueron envueltas en papel absorbente durante 1 minuto ante de ser pesadas.

3.3.5.2.7 Pesado de papa frita. Las papas fritas se pesaron en una balanza analítica y los resultados obtenidos se apuntaron en el cuadro correspondiente.

3.3.5.3 Análisis de calidad

3.3.5.3.1 Rendimiento de fritura. Los datos obtenidos en el pesaje de las muestras de papa antes y después de la fritura fueron apuntados en los cuadros guía (Tabla 12), para posteriormente hallar su rendimiento.

$$\text{Rendimiento (\%)} = (\text{peso de la fritura/peso inicial del tubérculo}) \times 100$$

3.3.5.3.2 Color. Para el análisis de calidad del color de las muestras de papa frita, se llevaron a cabo dos procedimientos: Toma de muestra y procesamiento de imagen.

Para la toma de muestra, se monta un escenario sobre un soporte iluminado por una lámpara provista de una bombilla de luz blanca marca LigthTech, 165-265V, 50-60Hz, 26w, con temperatura de color $T_c=6500$ °K (D65) a una distancia de 13 cm de la muestra. La muestra se colocó sobre papel bond de 120 g.m-2, liso, de alta blancura y mate. La cámara digital fue ubicada sobre un soporte a una distancia de 22 cm y la geometría de las direcciones de iluminación/observación fue de $45^\circ/0^\circ$, esta secuencia de pasos fue extraída y adaptada del artículo “Determinación del color en epicarpio de tomates (*Lycopersicum esculentum* Mill.) con sistema de visión computarizada durante la maduración” (Padrón Pereira et al., 2012).

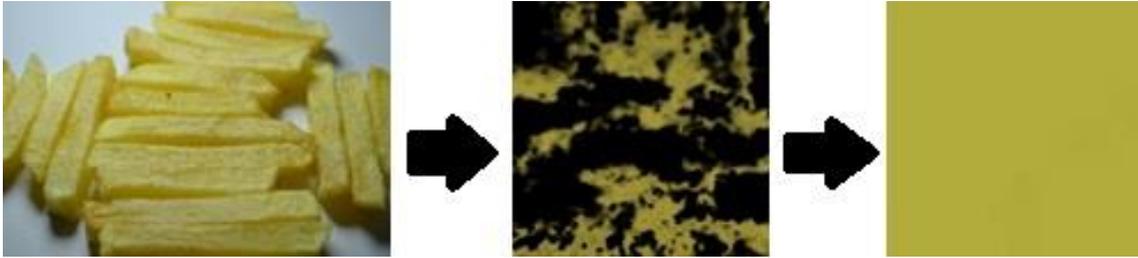
Para el procesamiento de imagen (Figura 29), se descargaron las fotos tomadas en un espacio de color RGB a una computadora portátil que contenía el programa Adobe Photoshop versión CS6 para cambiarlo al espacio de color $L^*a^*b^*$, a través del siguiente procedimiento:

- Procedimiento para segmentación
 - a) Se abrió la imagen en el programa Adobe Photoshop CS6 Extended convirtiendo los colores al espacio de trabajo con coordenadas RGB.
 - b) En la paleta de color se cambiaron los reguladores RGB por los reguladores $L^*a^*b^*$.
 - c) Se recorta una porción de imagen a criterio del evaluador con resolución de 300 ppp (píxeles por pulgada) o píxeles/pulgada 2×2 .

- d) En el menú selección se abrió la ventana gama de colores, se seleccionó la opción muestreados y previsualización con máscara rápida, lo que permite diferenciar las zonas con sombra o manchas más oscuras o con brillo.
- e) Con la herramienta cuentagotas se tomó una muestra a criterio de tamaño un punto de la zona de interés.
- f) Se incrementó la tolerancia a criterio, esta acción seleccionó las áreas de interés y excluyó las áreas sombreadas, manchadas y con brillo para el promedio de los píxeles.
- g) En el menú filtro, submenú desenfocar, opción promediar, automáticamente se realizó la sumatoria de todos los píxeles de las imágenes menos las sombras, manchas o brillantez seleccionadas.
- h) La herramienta cuentagotas se tomó una muestra del color promediado cuyas coordenadas CIE $L^* a^* b^*$ quedaron reflejadas en la paleta de colores.
- i) Luego en el menú selección se seleccionó la opción invertir.
- j) En el menú edición, opción rellenar, se escogió el color que dio el mejor contraste (blanco o negro) con fusión en modo normal y opacidad 100% para rellenar el contenido de las áreas seleccionadas.
- k) Se deseleccionaron las áreas con sombras, manchas o brillo y se guardaron las imágenes dándoles otro nombre a los archivos y en formato JPEG, pero se mantuvieron activas (sin cerrarlas).
- l) Finalmente, con la herramienta bote de pintura se rellenaron repetidamente las imágenes con el color frontal, que es el promediado con antelación de las coordenadas CIE- $L^*a^*b^*$ en la paleta de colores y se guardaron las imágenes con otro nombre en formato JPEG.

Figura 10

Procesamiento de imágenes



Nota: (1) Imagen abierta en programa Adobe Photoshop CS6 Extended. (2) Segmentación. (3) Color resultante en coordenadas L*a*b*.

3.3.6 Tratamientos y análisis de datos

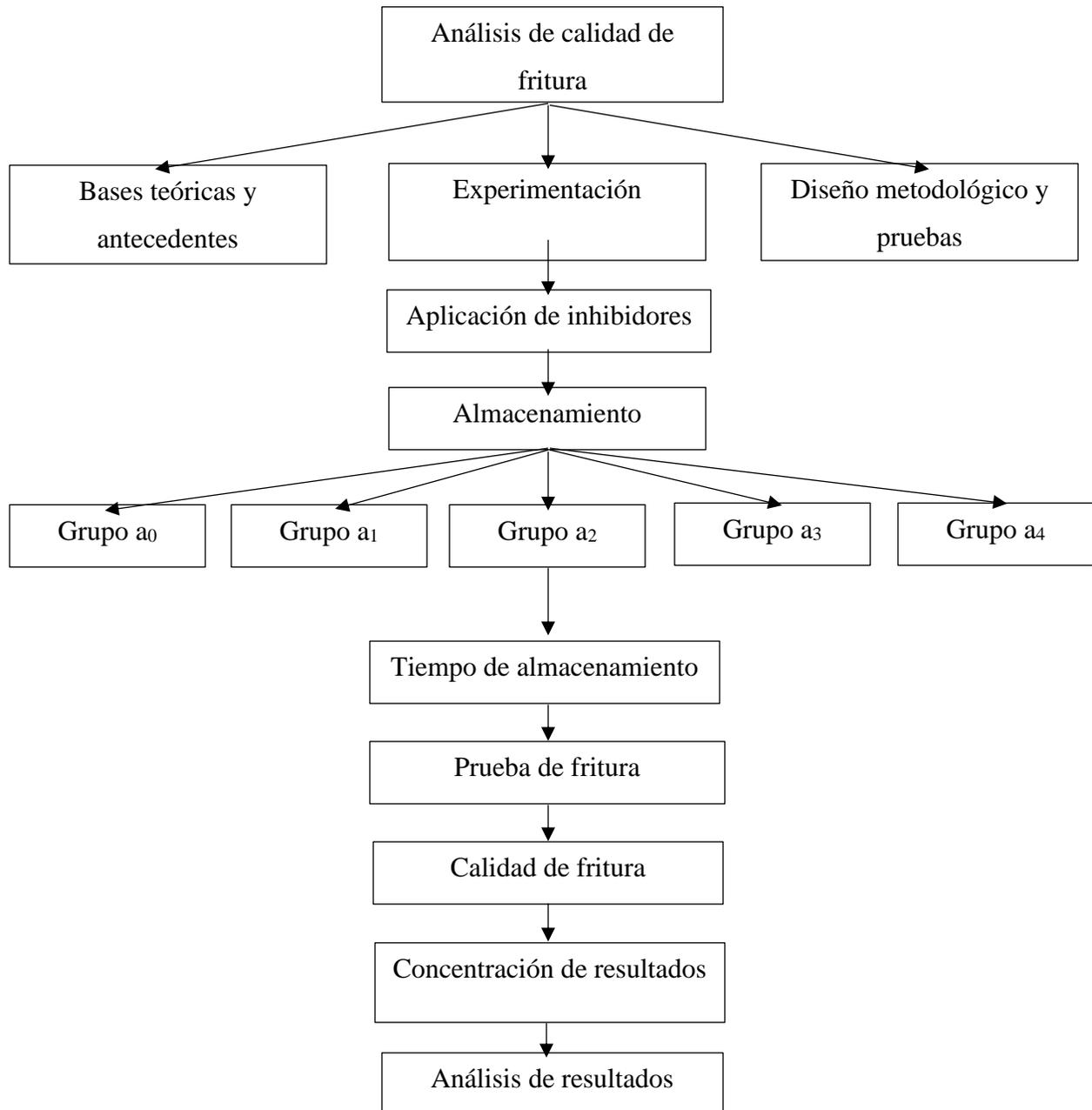
Se aplicó el diseño de análisis de varianza (ANOVA), con arreglo factorial de 4A x 3B en un diseño completamente al azar.

3.3.7 Presentación de la información

Toda la investigación se desarrolló en distintas etapas desde la fase de diseño teórico de la investigación, revisión de antecedentes y procesos metodológicos, pasando por la fase experimental de laboratorio, hasta la evaluación de resultados y redacción de conclusiones, proceso detallado en la Figura 30.

Figura 11

Esquema de desarrollo de la investigación



3.3.8 Matriz del experimento

Como se observa en la Tabla 19 los resultados obtenidos en cada uno de los 36 ensayos realizados se distribuyeron en una matriz de tiempo de almacenamiento versus tipo de inhibidor.

Tabla 19

Matriz del experimento 4A x 3B

Factor A	A														
	a1			a2			a3			a4			a5		
Factor B	b1	b2	b3												
n1	Y_{111}	Y_{121}	Y_{131}	Y_{211}	Y_{221}	Y_{231}	Y_{311}	Y_{321}	Y_{331}	Y_{411}	Y_{421}	Y_{431}	Y_{411}	Y_{421}	Y_{431}
n2	Y_{112}	Y_{122}	Y_{132}	Y_{212}	Y_{222}	Y_{232}	Y_{312}	Y_{322}	Y_{332}	Y_{412}	Y_{422}	Y_{432}	Y_{412}	Y_{422}	Y_{432}
n3	Y_{113}	Y_{123}	Y_{133}	Y_{213}	Y_{223}	Y_{233}	Y_{313}	Y_{323}	Y_{333}	Y_{413}	Y_{423}	Y_{433}	Y_{413}	Y_{423}	Y_{433}
Total	$Y_{11.}$	$Y_{12.}$	$Y_{13.}$	$Y_{21.}$	$Y_{22.}$	$Y_{23.}$	$Y_{31.}$	$Y_{32.}$	$Y_{33.}$	$Y_{41.}$	$Y_{42.}$	$Y_{43.}$	$Y_{41.}$	$Y_{42.}$	$Y_{43.}$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las muestras recolectadas para la presente investigación fueron sometidas a diferentes condiciones experimentales, tales como tipo y concentración de inhibidor, así también diferente tiempo de almacenamiento. Estas muestras se distribuyeron de la siguiente manera: grupo control sometida a 0, 30, 60 y 90 días de almacenamiento sin aplicación de ningún tipo de inhibidor, grupo muña (3 y 5 ml/kg de inhibidor) donde cada concentración fue sometida a 30, 60 y 90 días de almacenamiento y grupo menta (3 y 5 ml/kg de inhibidor) donde cada concentración fue sometida a 30, 60 y 90 días de almacenamiento; los 16 tratamientos mencionados estuvieron compuestos por 3 repeticiones cada uno para asegurar la precisión de los resultados.

Los resultados fueron distribuidos de la siguiente manera:

4.1 Resultados de rendimiento

4.1.1 Influencia del tipo de inhibidor y concentración en rendimiento de clon de papa CIP

308478.59

Tabla 20

Resultados de rendimiento de los tratamientos evaluados

Grupos	Tratamientos	Niveles	Combinación inhibidor con tiempo almacenamiento	Muestras (%)		
				n ₁	n ₂	n ₃
Grupo Control	T _{0,0}	a ₀ b ₀	0 mg kg ⁻¹ y 0 días	67.20	64.02	65.89
	T _{0,1}	a ₀ b ₁	0 mg kg ⁻¹ y 30 días	67.36	67.07	67.60
	T _{0,2}	a ₀ b ₂	0 mg kg ⁻¹ y 60 días	73.05	71.89	70.43
	T _{0,3}	a ₀ b ₃	0 mg kg ⁻¹ y 90 días	69.28	69.08	71.48
Grupo Muña	T ₁	a ₁ b ₁	3 mL kg ⁻¹ y 30 días	66.41	69.05	66.48
	T ₂	a ₁ b ₂	3 mL kg ⁻¹ y 60 días	69.25	63.99	69.59
	T ₃	a ₁ b ₃	3 mL kg ⁻¹ y 90 días	65.11	65.36	67.00
	T ₄	a ₂ b ₁	5 mL kg ⁻¹ y 30 días	68.11	65.66	65.65
	T ₅	a ₂ b ₂	5 mL kg ⁻¹ y 60 días	70.66	75.24	63.43
	T ₆	a ₂ b ₃	5 mL kg ⁻¹ y 90 días	70.23	0	63.56
Grupo Menta	T ₇	a ₃ b ₁	3 ml Kg ⁻¹ y 30 días	79.31	65.86	69.37
	T ₈	a ₃ b ₂	3 ml Kg ⁻¹ y 60 días	71.24	73.34	67.97

Grupos	Tratamientos	Niveles	Combinación		Muestras (%)		
			inhibidor con tiempo	almacenamiento	n1	n2	n3
T ₉		a ₃ b ₃	3 ml Kg ⁻¹	y 90 días	67.15	67.69	69.19
T ₁₀		a ₄ b ₁	5 mg kg ⁻¹	y 30 días	68.22	68.03	69.39
T ₁₁		a ₄ b ₂	5 mg kg ⁻¹	y 60 días	72.21	68.67	70.65
T ₁₂		a ₄ b ₃	5 mg kg ⁻¹	y 90 días	71.80	0	69.17

Nota. Inhibidor (A): a₀= Control, 0 mL Kg⁻¹; a₁= Muña, 3 mL Kg⁻¹; a₂= Muña, 5 mL Kg⁻¹; a₃= Menta, 3 mL Kg⁻¹; a₄= Menta, 5 mL Kg⁻¹. Tiempo de almacenamiento (B): b₁= 30 días; b₂= 60 días; b₃= 90 días.

En la tabla 20 se resumen los resultados obtenidos expresados en porcentaje de rendimiento por muestra evaluada. Mediante los resultados obtenidos para las variables respuesta, se realizó el análisis de la normalidad con la prueba Shapiro Wilk, y de homogeneidad con la prueba de Bartlett. El análisis de varianza (ANOVA) para cada uno de estos, usando para ello programa SAS V9.2.

El test estadístico Shapiro-Wilk está diseñado para la detección de anomalías o la falta de normalidad en una muestra que se pretende analizar, ya que después de obtener los resultados se está en la condición de asegurar que los datos provienen de una población con distribución normal, una vez pasada esta prueba la aplicación de análisis estadísticos es completamente válida (Melo et al., 2020).

Tabla 21

Resultados de prueba de normalidad Shapiro-Wilk

Datos: residuos	Prueba de Normalidad
W = 0.9420	p-valor = 0.061

Según el test estadístico de Shapiro-Wilk de normalidad se puede decir que se acepta la H_0 : los errores se distribuyen normalmente, puesto que el p-valor 0.061 es superior a un nivel de significancia de 0.05, resumido en la Tabla 21.

La prueba de homogeneidad de Bartlett, indica que se cumple el supuesto de que hay homogeneidad de varianzas, puesto que, $X^2_c = 19.12 < X^2_{0.05}(11)$, $11 \text{ gl} = 19.70$.

Mediante esta prueba se identifica la homogeneidad de la varianza, y mediante ella comprobar que la muestra procede de una población normal.

Habiéndose cumplido los supuestos de normalidad y homogeneidad de los errores, se ha procedido a efectuar el análisis de varianza.

El análisis de varianza, como una herramienta clave en el análisis estadístico de ensayos experimentales se usó en el presente estudio para lograr la detección y estimación de relaciones entre las medias de subconjuntos de objetos del universo considerado (Melo et al., 2020), en este caso los subconjuntos correspondieron a las diversas combinaciones de tipo y concentración del inhibidor y su tiempo de almacenamiento.

Tabla 22

ANOVA del rendimiento para el experimento de estudio de dos inhibidores y tres tiempos en un

Diseño Completamente al Azar

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F₀	F crítica	Valor p
A	548.86	3	182.95	0.67	3.01	0.58
B	1303.22	2	651.61	2.39	3.40	0.11
AB	868.33	6	144.72	0.53	2.51	0.78
Error	6543.97	24	272.67			
Total	9264.37	35				

$R^2 = 0.32$

CV = 2.31 %

Promedio = 68.54

El análisis de varianza realizado a los resultados de rendimiento (tabla 22) muestra que no hay diferencias estadísticas para la fuente de variación tratamientos (valor-p > $\alpha = 0.05$), lo que nos indica que no hay diferencias reales en los tratamientos.

El coeficiente de determinación (R^2) es 0.32, indicando que el 32% de la respuesta en el presente trabajo se debe al efecto de los dos inhibidores y tres tiempos y el 68% depende de factores aleatorios. El coeficiente de variación es de 2.31% un valor que indica que el experimento ha sido conducido eficientemente. Todas las características mencionadas se encuentran en la Tabla 22.

Tabla 23*Rendimiento en porcentaje de los 12 tratamientos evaluados en el presente experimento*

Tratamientos	Inhibidor	Niveles	Rendimiento promedio (%)
T ₇	Menta	3 mL Kg ⁻¹ y 30 días	71.5133 a
T ₈	Menta	3 mL Kg ⁻¹ y 60 días	70.8500 a
T ₁₁	Menta	5 mg kg ⁻¹ y 60 días	70.5100 a
T ₁₂	Menta	5 mg kg ⁻¹ y 90 días	70.4900 a
T ₅	Muña	5 mL kg ⁻¹ y 60 días	69.7767 a
T ₁₀	Menta	5 mg kg ⁻¹ y 30 días	68.8516 a
T ₉	Menta	3 ml Kg ⁻¹ y 90 días	68.0100 a
T ₂	Muña	3 mL kg ⁻¹ y 60 días	67.6100 a
T ₁	Muña	3 mL kg ⁻¹ y 30 días	67.3133 a
T ₆	Muña	5 mL kg ⁻¹ y 90 días	66.8067 a
T ₄	Muña	5 mL kg ⁻¹ y 30 días	66.4733 a
T ₃	Muña	3 mL kg ⁻¹ y 90 días	65.8233 a
Testigo		a0b0: 0 mg kg ⁻¹ y 0 días	65.7000 b

Según la Tabla 23, el tratamiento 7 con el inhibidor Menta a la concentración de 3 ml kg⁻¹ y el tiempo de 30 días ocupó el primer lugar con un rendimiento de 71.5133 %; le siguen en orden de mérito los tratamientos, T8 que tienen el inhibidor menta (3 ml Kg⁻¹ y 60 días), T11 y T12 con el inhibidor Menta y el tiempo de 60 y 90 días con rendimientos que van de 70.85%, 70.51%, y 70.49 % respectivamente.

Los tratamientos restantes alcanzaron rendimientos que varía de 65.8233% a 69.7767% respectivamente, superando al tratamiento testigo cuyo promedio es de 65.70%.

Una aplicación de aceite de menta, según la temperatura y variedad, puede retardar la brotación entre 2 a 5 semanas (Daniels Lake et al., 2013) es por ello que solo con la primera aplicación y una concentración de 3 mL/kg bastó para mejorar los resultados en rendimiento treinta días después con respecto a la muestra testigo que fue tomada a los cero días, confirmándose que los ácidos grasos volátiles del aceite de muña en bajas concentraciones inhiben la hormona como las giberelinas y citoquininas en el brotamiento de tubérculos de papa (Ñahui Gala, 2018).

Estos resultados se deben a que el principio activo de cada inhibidor utilizado, prolonga el proceso de dormancia, además las condiciones ambientales dadas a las muestras evaluadas como humedad relativa y temperatura, evitaron que la papa continúe con su metabolismo y se deshidrate a causa de su proceso de transpiración, lo que genera pérdida de peso y finalmente un bajo rendimiento en la papa procesada.

En cuanto a la fritura de papa sabanera tipo francesa, en condiciones de laboratorio; el porcentaje de rendimiento que se reportó según datos, fue de 55.161% en promedio; en cuanto al comportamiento de rendimiento en cada una de las doce frituras realizadas, se observó que al principio hasta la quinta fritura se mantiene en el promedio, pero a partir de esta, disminuyó el porcentaje hasta la novena fritura donde se vio un aumento en el rendimiento; sin embargo los datos no se encontraron lejanos del promedio debido a que el porcentaje de rendimiento se mantuvo entre 50 y 60% (Losada Romero, 2011). En la presente investigación los resultados obtenidos fueron para la muestra control 65.7 y para las muestras sometidas a tratamiento con inhibidor 65.82 a 71.51 %, estos resultados superan

ampliamente los obtenidos respecto a la fritura de papa sabanera, en donde el aceite de menta presentó rendimiento por sobre el 68.01% lo que comprueba su efectividad en el control del metabolismo de la papa.

4.1.2 *Influencia del tiempo de almacenamiento en el rendimiento del peso del clon de papa CIP 308478.59*

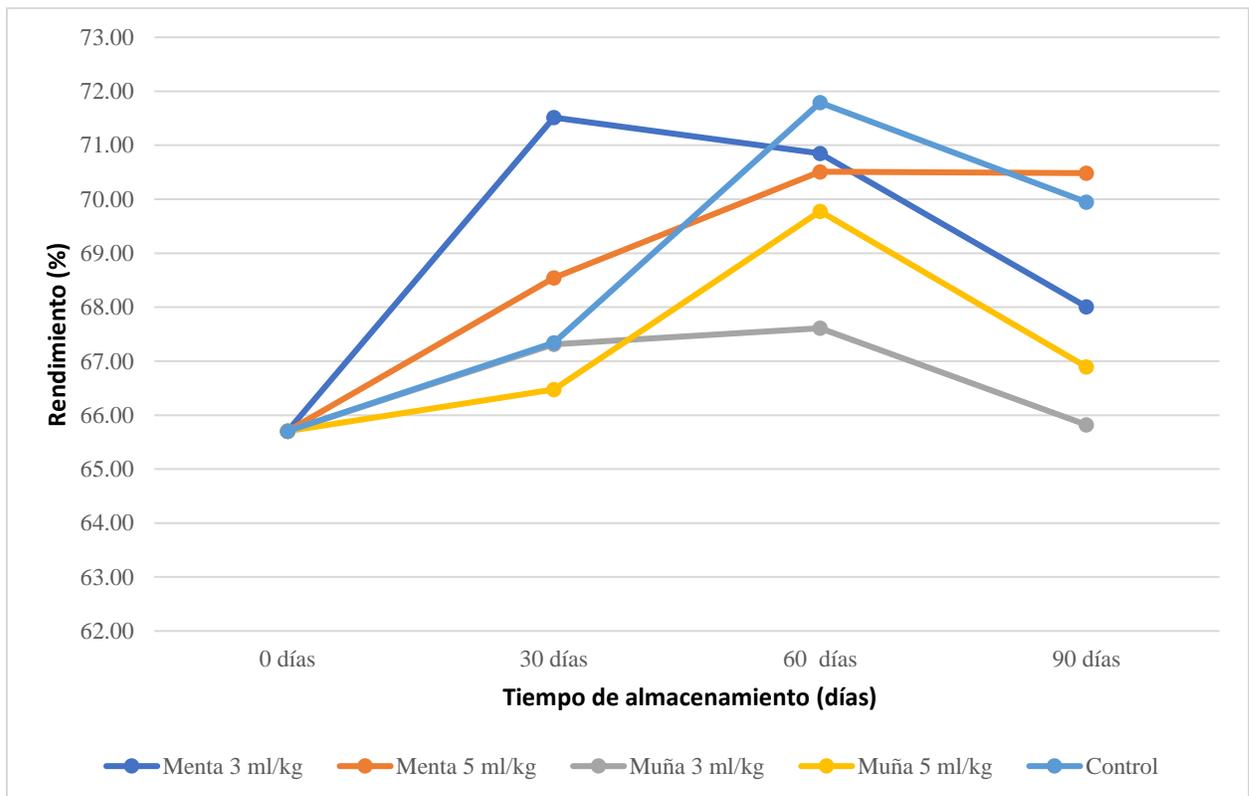
Según la tabla 23, los resultados obtenidos de las muestras a las que se le aplicó inhibidor y fueron sometidas a tiempos de almacenamiento de 30, 60 y 90 días superaron en porcentaje de rendimiento a la muestra control (0 días). Como se puede observar en la tabla 20, recién a los 90 días se lograron observar papas podridas que posteriormente fueron descartadas para su procesamiento, estos resultados permiten afirmar que el uso de inhibidores de brotación prolonga eficientemente el periodo de vida útil del clon de papa 308478.59, no concordando con los resultados obtenidos en la investigación “Effects of essential oils on sprout suppression and quality of potato cultivars” (Gómez-Castillo et al., 2013), donde el cultivar Kennebec experimentó tubérculos podridos en papas tratadas con aceites esenciales de alcaravea y cilantro durante los 10 días de tratamiento visualizándose en forma de podredumbre blanda y acuosa con un fuerte olor a podrido posiblemente debido a la descomposición bacteriana (Gómez-Castillo et al., 2013).

Tabla 24*Resumen de resultados promedio de rendimiento en peso*

Tiempo de almacenamiento	Menta (%)		Muña (%)		Control (%)
	3 ml/kg	5 ml/kg	3 ml/kg	5 ml/kg	
0 días					65.70
30 días	71.51	68.55	67.31	66.47	67.34
60 días	70.85	70.51	67.61	69.78	71.79
90 días	68.01	70.49	65.82	66.90	69.95

Figura 12

Resultados promedio de rendimiento en peso (%)



En la tabla 24 se resumen los resultados promedio de rendimiento en peso con respecto a su tiempo de almacenamiento, graficándose en la figura 13 para una fácil interpretación, cada punto del grafico representa el valor promedio de rendimiento en peso resultante del uso de diferente concentración y tipo de inhibidor con respecto a diferentes tiempos de almacenamiento.

Como se puede observar, a los 30 días el rendimiento más alto corresponde al inhibidor menta con una concentración de 3 ml/kg, mientras que a los 60 días la muestra control presenta el mejor rendimiento, seguido de la muestra correspondiente al inhibidor menta 3 ml/kg, esto podría deberse a la humedad que generó la aplicación de inhibidores en la papas tratadas, ya que en un producto frito un importante indicador de calidad es el contenido de humedad, de este dependen otros factores como la textura, el color, entre otros; además, un bajo contenido de este proporciona la estabilidad a las alteraciones microbianas, ya que la pérdida de agua suspende o retarda las actividades metabólicas de los microorganismos causantes de la descomposición microbiana (Lucas A. et al., 2011). Finalmente, a los 90 días se observa claramente un descenso en el rendimiento en la mayoría de los tratamientos con excepción de la muestra sometida al inhibidor menta con una concentración de 5 ml/kg.

4.2 Resultados de color

4.2.1 Influencia del tipo de inhibidor y concentración en color del clon de papa CIP

308478.59

Tabla 25

Resultados de la prueba de color

Grupos	Tratamientos	Niveles	Combinación inhibidor con tiempo almacenamiento	Muestras		
				L*	a*	b*
Grupo Control	T _{0,0}	a ₀ b ₀	0 mg kg ⁻¹ y 0 días	65.00	-4.00	58.00
	T _{0,1}	a ₀ b ₁	0 mg kg ⁻¹ y 30 días	79.67	1.33	65.67
	T _{0,2}	a ₀ b ₂	0 mg kg ⁻¹ y 60 días	79.33	-4.33	62.33
	T _{0,3}	a ₀ b ₃	0 mg kg ⁻¹ y 90 días	81.33	3.33	67.00
Grupo Muña	T ₁	a ₁ b ₁	3 mL kg ⁻¹ y 30 días	80.33	2.33	66.67
	T ₂	a ₁ b ₂	3 mL kg ⁻¹ y 60 días	75.67	-0.33	61.33
	T ₃	a ₁ b ₃	3 mL kg ⁻¹ y 90 días	81.00	4.00	67.00
	T ₄	a ₂ b ₁	5 mL kg ⁻¹ y 30 días	74.67	8.33	65.67
	T ₅	a ₂ b ₂	5 mL kg ⁻¹ y 60 días	75.33	1.00	53.33
	T ₆	a ₂ b ₃	5 mL kg ⁻¹ y 90 días	81.50	5.00	67.50
Grupo Menta	T ₇	a ₃ b ₁	3 ml Kg ⁻¹ y 30 días	82.67	0.00	65.67
	T ₈	a ₃ b ₂	3 ml Kg ⁻¹ y 60 días	73.33	-0.67	62.33

T ₉	a ₃ b ₃	3 ml Kg ⁻¹ y 90 días	83.33	4.00	68.33
T ₁₀	a ₄ b ₁	5 mg kg ⁻¹ y 30 días	81.67	-0.67	65.67
T ₁₁	a ₄ b ₂	5 mg kg ⁻¹ y 60 días	75.67	-2.00	62.67
T ₁₂	a ₄ b ₃	5 mg kg ⁻¹ y 90 días	82.50	3.50	67.00

Nota. Inhibidor (A): a₀= Control, 0 mL Kg⁻¹; a₁= Muña, 3 mL Kg⁻¹; a₂= Muña, 5 mL Kg⁻¹; a₃= Menta, 3 mL Kg⁻¹; a₄= Menta, 5 mL Kg⁻¹. Tiempo de almacenamiento (B): b₁= 30 días; b₂= 60 días; b₃= 90 días.

a) Para L*

Se realizó el ANOVA de cada factor L*a*b* para determinar si había o no diferencias entre tratamientos.

Tabla 26

ANOVA de L para el experimento de estudio de dos inhibidores y tres tiempos en un Diseño Completamente al Azar*

Fuente de variación	SC	Grados de libertad	Cuadrado medio	F ₀	F crítica	Valor p
A: Tipo y concentración	924.75	3	308.25	0.80	3.01	0.50
B: Tiempo almacenamiento	788.17	2	394.08	1.03	3.40	0.37
AB	1479.17	6	246.53	0.64	2.51	0.70
Error	9206.67	24	383.61			
Total	12398.75	35				

R² = 0.7492

CV = 4.17%

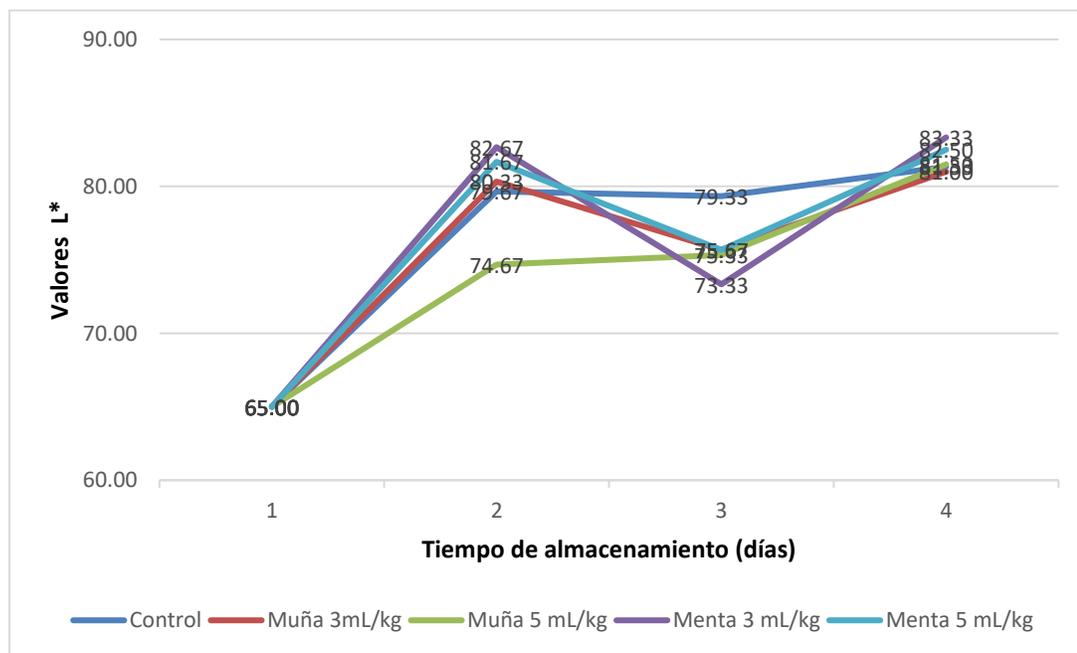
Promedio = 78.25

El análisis de varianza indica que hay significación estadística al 1% de probabilidades para la fuente de variación tratamientos, indicando que hay diferencias entre los promedios de los tratamientos, por lo que se puede afirmar que el factor L* si influye en la calidad de fritura del clon de papa CIP 308478.59.

El coeficiente de variación es de 4.17%, un valor bajo, que indica la buena precisión del experimento.

Figura 13

Valores promedio L según tratamiento*



El parámetro que se utiliza para la evaluación del color L* indica el grado de luminosidad, a medida que el valor aumenta se tiene un producto más claro, mientras que un L* = 0 representa el color negro (Papadakis, como se citó en Alva et al., 2015). En el presente experimento los resultados en L* oscilaron entre 65.00 – 83.33. Como se observa en la figura 14 el tratamiento de menta 3 mL/kg presenta valores más altos, siendo dichos tratamientos

el T11 con 82.67 y T13 con 83.33 correspondientes al inhibidor menta 3 mL/Kg de 30 y 90 días respectivamente.

b) Para a*

Tabla 27

ANOVA del factor a para el experimento de estudio de dos inhibidores y tres tiempos en un Diseño Completamente al Azar*

Fuente de variación	SC	Grados de libertad	Cuadrado medio	F₀	F crítica	Valor p
A: Tipo y concentración	90.31	3	30.10	2.07	3.01	0.13
B: Tiempo almacenamiento	100.72	2	50.36	3.47	3.40	0.05
AB	79.94	6	13.32	0.92	2.51	0.50
Error	348.67	24	14.53			
Total	619.64	35				

R² = 0.7239

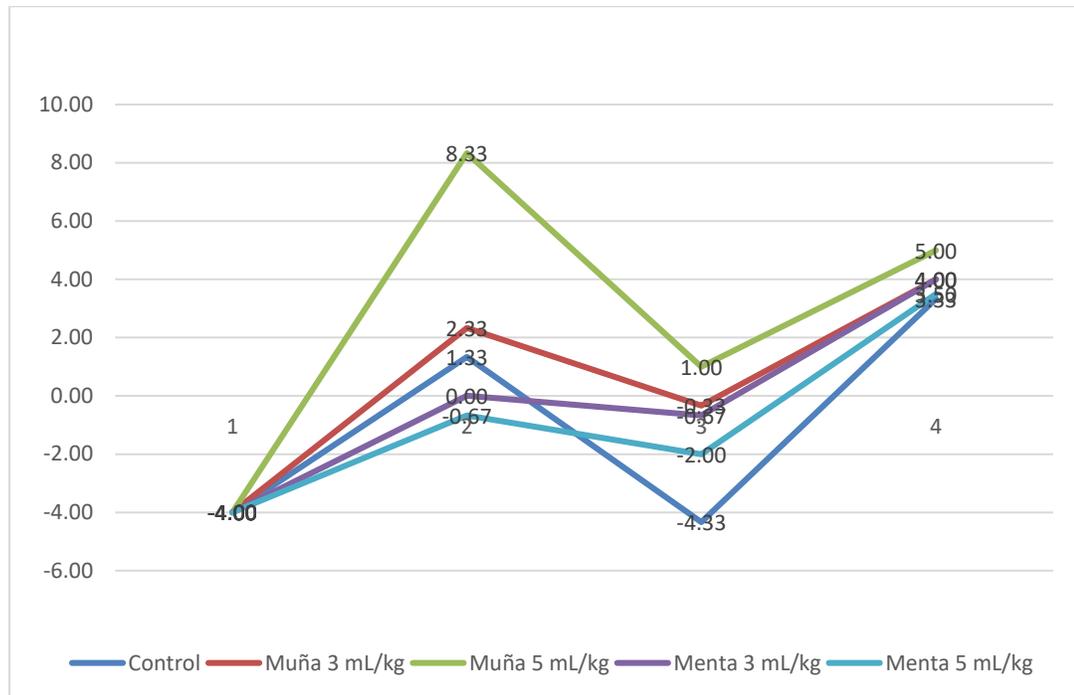
CV = 1.84 %

Promedio = 1.4782

La tabla 27 muestra el análisis de varianza para el factor a*. En dicha tabla se observa que hay significación estadística al 1% de probabilidades para el factor A y B, indicando que hay diferencias entre los niveles del factor A y el Factor B. Se encontró significación estadística al 5% de probabilidades para la interacción A*B, indicando que hay dependencia de ambos factores para la variable color.

Figura 14

Valores promedio a según tratamiento*



El factor a^* denota el valor rojo/verde; una medición de color en la dirección a^* muestra un desplazamiento hacia el rojo y para $-a^*$ el verde. Un alto valor de a^* representa un pardeamiento o una reacción de Maillard (Alva et al., 2015). En el presente experimento los resultados en a^* (figura 15) oscilaron entre -4.33 a 8.33. Como se observa en el gráfico el tratamiento de muña 5 mL/kg presenta valores más altos, siendo dichos tratamientos el T8 y T10, correspondientes al inhibidor muña 5 mL/Kg de 30 y 90 días respectivamente.

c) Para b*

Tabla 28

ANOVA de b para el experimento de estudio de dos inhibidores y tres tiempos en un Diseño Completamente al Azar*

Fuente de variación	SC	Grados de libertad	Cuadrado medio	F₀	F crítica	Valor p
A: Tipo y concentración	779.42	3	259.81	0.97	3.01	0.42
B: Tiempo almacenamiento	571.56	2	285.78	1.06	3.40	0.36
AB	966.00	6	161.00	0.60	2.51	0.73
Error	6450.67	24	268.78			
Total	8767.64	35				

R² = 0.5971

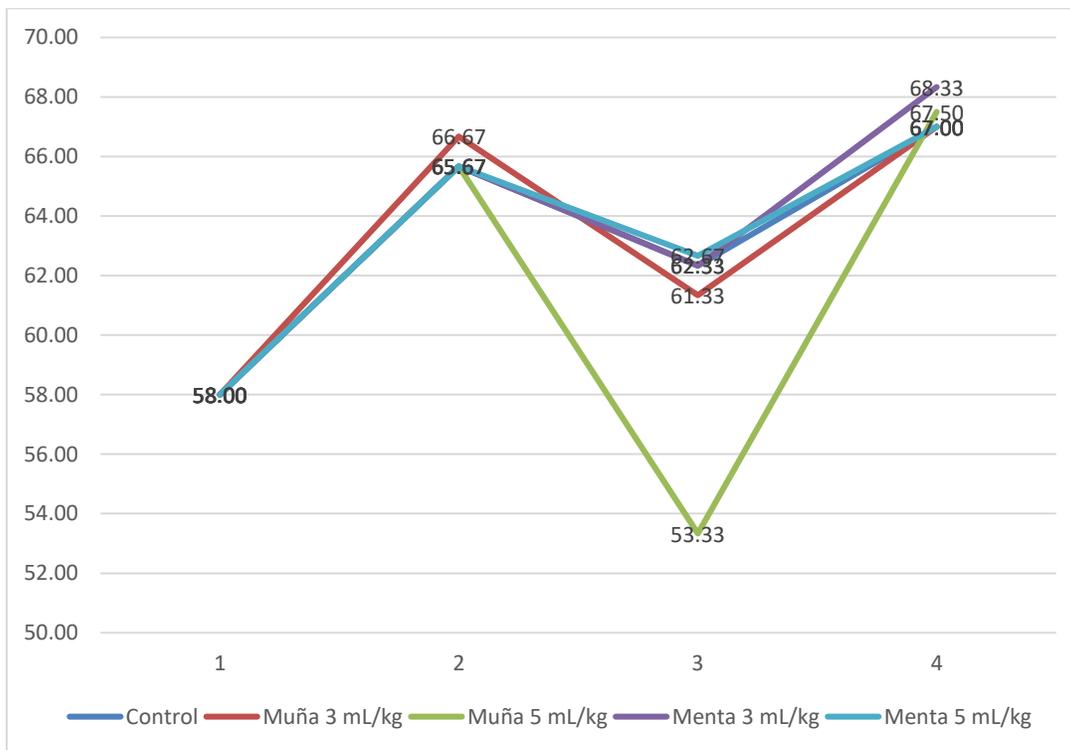
CV = 6.01%

Promedio = 64.08

El análisis de varianza indica que hay diferencias reales entre los tratamientos en estudio, por lo que se puede afirmar que el factor b* sí influye en la calidad de fritura del clon de papa CIP 308478.59.

Figura 15

Valores promedio b según tratamiento*



El factor b* indica un valor amarillo/azul, una medición de color en la dirección al eje +b* representa un cambio hacia el amarillo, por lo que un valor elevado de este indicaría un color más amarillo en las hojuelas (Alva et al., 2015). En el presente experimento los resultados en b* oscilaron entre 53.33 a 68.33. Como se observa en el gráfico el tratamiento de muña 3 mL/kg y menta 3 mL/kg presenta valores más altos, siendo dichos tratamientos el T5 y T13, correspondientes al inhibidor muña 3 mL/Kg de 30 días y menta 3 mL/ kg de 90 días.

De acuerdo al análisis de los gráficos realizados en base a los resultados obtenidos, se corrobora con la investigación de Gómez-Castillo et al (2013) que el inhibidor de menta mostró mejores resultados con un 14% y 5% del periodo de almacenamiento de la germinación debido al principio activo presente en el aceite esencial de menta (Gómez-

Castillo et al., 2013) alargando el periodo de dormancia de la papa a temperaturas entre 25°C sin necesidad de emplear temperaturas bajas (Shukla et al., 2019).

Durante el proceso de fritura el contenido de azúcares reductores (glucosa y fructosa) derivados del desdoblamiento del almidón está altamente relacionado con el color de las papas fritas, debido a que con las altas temperaturas utilizadas, aquellos se unen a aminoácidos formando colores pardos (compuestos marrón-oscuro) por la reacción de Maillard (Pedreschi. como se citó en Vázquez-Carrillo et al., 2013), lo que permite deducir que el tratamiento de menta con una concentración de 3 ml Kg⁻¹ presentó valores menores de azúcares reductores en comparación con los otros tratamientos, evidenciándose en los resultados obtenidos en el espacio de color CIE L*a*b*.

El Centro Internacional de la Papa (2010) cuenta con una cartilla estándar de colores, para hojuelas de papas fritas desde 170 - 190 °C, en una escala de 1 a 5, donde 1 es crema claro o amarillo y 5 es marrón oscuro, según ello las hojuelas de color claro son las preferidas y son generalmente aceptadas por la industria hasta el grado 3 de oscurecimiento (Alva et al., 2015), por lo que los valores resultantes correspondientes a la fritura a 180°C del tratamiento sometido a inhibidor menta con concentración de 3 ml kg⁻¹ se consideran aceptables para el consumidor ya que presenta tonalidades más cercanas al crema claro o amarillo.

El análisis sensorial revela no hay diferencia en apariencia y sabor entre patatas tratadas con aceites esenciales y tubérculos sin tratar (Gómez-Castillo et al., 2013). En el caso del presente estudio si hubo diferencia en sabor en papas tratadas con aceite esencial y sin tratar. Esto puede deberse a la concentración del aceite de menta, y al ambiente cerrado en el que estuvo almacenado.

4.2.2 Influencia del tiempo de almacenamiento en color del clon de papa CIP 308478.59

Resultados del diferencial de color según tratamiento

ΔE^*		Grupos															
	T _{0,0}	T _{0,1}	T _{0,2}	T _{0,3}	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	
Grupos	T _{0,0}		18.25	16.21	20.82	19.53	12.71	20.76	17.67	13.19	21.76	20.67	10.83	23.30	19.66	12.86	21.87
	T _{0,1}	18.25		6.58	2.92	1.56	6.13	3.27	8.60	13.08	4.49	3.28	7.43	5.26	2.83	6.01	3.81
	T _{0,2}	16.21	6.58		9.20	8.01	5.52	9.70	13.90	11.20	10.89	6.40	7.03	11.02	5.48	4.36	9.65
	T _{0,3}	20.82	2.92	9.20		1.45	8.81	0.75	8.44	15.11	1.75	3.83	10.09	2.49	4.23	8.91	1.18
	T ₁	19.53	1.56	8.01	1.45		7.57	1.83	8.31	14.30	3.03	3.45	8.76	3.82	3.43	7.52	2.48
	T ₂	12.71	6.13	5.52	8.81	7.57		8.91	9.74	8.12	10.02	8.24	2.56	11.25	7.41	2.13	9.67
	T ₃	20.76	3.27	9.70	0.75	1.83	8.91		7.79	15.10	1.22	4.53	10.12	2.69	4.90	9.12	1.58
	T ₄	17.67	8.60	13.90	8.44	8.31	9.74	7.79		14.36	7.82	11.55	9.69	10.05	10.61	10.81	9.30
	T ₅	13.19	13.08	11.20	15.11	14.30	8.12	15.10	14.36		15.96	14.38	9.37	17.26	13.96	9.81	15.63
	T ₆	21.76	4.49	10.89	1.75	3.03	10.02	1.22	7.82	15.96		5.45	11.20	2.25	5.96	10.31	1.87
	T ₇	20.67	3.28	6.40	3.83	3.45	8.24	4.53	11.55	14.38	5.45		9.93	4.85	1.20	7.87	3.75

ΔE^*	Grupos															
	T _{0,0}	T _{0,1}	T _{0,2}	T _{0,3}	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂
T ₈	10.83	7.43	7.03	10.09	8.76	2.56	10.12	9.69	9.37	11.20	9.93		12.56	8.76	2.71	11.10
T ₉	23.30	5.26	11.02	2.49	3.82	11.25	2.69	10.05	17.26	2.25	4.85	12.56		5.63	11.26	1.65
T ₁₀	19.66	2.83	5.48	4.23	3.43	7.41	4.90	10.61	13.96	5.96	1.20	8.76	5.63		6.84	4.45
T ₁₁	12.86	6.01	4.36	8.91	7.52	2.13	9.12	10.81	9.81	10.31	7.87	2.71	11.26	6.84		9.78
T ₁₂	21.87	3.81	9.65	1.18	2.48	9.67	1.58	9.30	15.63	1.87	3.75	11.10	1.65	4.45	9.78	

Nota: ■ Tiempo de almacenamiento 0 días (Control), ■ Tiempo de almacenamiento 30 días, ■ Tiempo de almacenamiento 60 días, ■ Tiempo de almacenamiento 90 días.

Tabla 29

Resultados de color por muestra de estudio

	Inhibidor A						Inhibidor B						Grupo de control				
	3 ml/kg			5 ml/kg			3 ml/kg			5 ml/kg			n ₁	n ₂	n ₃		
	n ₁	n ₂	n ₃	n ₁	n ₂	n ₃	n ₁	n ₂	n ₃	n ₁	n ₂	n ₃					
Primera prueba (fresca)																	
Segunda Prueba (30 días)																	
Tercera prueba (60 días)																	
Cuarta prueba (90 días)																	

En la tabla 25 se expresan los resultados del diferencial de color (ΔE^*) definida como la comparación numérica de una muestra con el estándar, esta indica las diferencias en coordenadas absolutas de color mas no cuán correcta es (Konica Minolta, n.d.). Los valores resaltados indican las muestras sometidas a diferente tiempo de almacenamiento. En la primera columna apreciamos el diferencial de color con respecto a la muestra control 0 días, basándonos en ello a los 30 días se mantiene un diferencial de color que va desde el 17.67 al 20.67, mientras que a los 60 días vemos una reducción en el diferencial de color que va desde 10.83 al 13.19 y finalmente a los 90 días los valores vuelven a incrementarse del 20.76 al 23.30. En la segunda, tercera y cuarta columna vemos las muestras sometidas a 30,60 y 90 días de almacenamiento, comparadas con su respectiva muestra control, en donde se observa claramente que a los 30 días el rango del diferencial va desde el 1.56 al 8.60, mientras que a los 60 días el diferencial de color aumenta en valores que van del 4.36 al 11.20, y a los noventa días nuevamente disminuye la diferencia de 0.75 a 2.49. Esto permite deducir que el tiempo de almacenamiento para la conservación del color ideal para la presente investigación es el de 60 días de almacenamiento ya que hasta este tiempo se observa un menor diferencial de color con respecto a la muestra control, esto se corrobora en el diferencial de las muestras a diferente tiempo de almacenamiento con respecto a su muestra control correspondiente, en donde el diferencial debería ir en aumento como se puede observar hasta los 60 días. En la investigación “Efecto de la aplicación de aceite esencial de muña (*Mithostachys mollis*) en el brotamiento de tubérculos de papa (*Solanum goniocalyx*) en condiciones de almacén” se encuentran resultados significativos hasta el día 60 de almacenamiento y a los 90 días ya no se encuentra significancia en los resultados, lo que se corrobora en esta investigación (Ñahui Gala, 2018).

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y su interpretación, se acepta la hipótesis formulada para la presente investigación y se concluye que:

- El inhibidor menta con una concentración de 3 mL.kg^{-1} a los 30 días demostró mejores resultados tanto en rendimiento en peso con un promedio de 71.5133%, pese a no encontrarse diferencias significativas.
- Los aceites esenciales de menta y muña a las concentraciones de 3 y 5 mL.kg^{-1} influyen positivamente en el color de la fritura del clon de papa CIP 308478.59, ya que se encontraron diferencias significativas entre para el espacio de color CIE $L^*a^*b^*$.
- El tiempo de almacenamiento (30,60 y 90 días) influye en el color fritura del clon de papa CIP 308478.59 ya que se encontraron diferencias significativas entre los factores y sus interacciones para el espacio de color CIE $L^*a^*b^*$, evidenciándose un descenso en la calidad a partir de los 60 días de almacenamiento.

VI. RECOMENDACIONES

- Almacenar la papa tratada con diferentes inhibidores en ambientes distintos. Evitar el uso de cajas de cartón porque concentran humedad generando moho en algunas muestras, esto se evitaría en ambientes más espaciosos y con mayor circulación de aire.
- Para futuras investigaciones similares se debe comparar el aceite esencial de menta con el aceite esencial de palmorosa y el ajwain, ya que en el estudio de “Application of essential oils as a natural and alternate method for inhibiting and inducing the sprouting of potato tubers”, éstos fueron los que dieron mejores resultados en comparación a otros aceites estudiados (Shukla et al., 2019).

VII. Referencias Bibliográficas

- Alva, C., Ramírez, C., & Siche, R. (2015). Visión computacional en la evaluación del efecto de la temperatura y tiempo de fritura sobre el color de hojuelas de papa (*Solanum tuberosum*) nativa. *Agroindustrial Science*, 5(2), 153–160.
- Avalos Zavaleta, E. T. (2014). Influencia del secado previo y del tiempo de fritura en las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de rebanadas de papa (*Solanum tuberosum*) frita variedad Huevo Indio. In *Universidad Privada Antenor Orrego*.
<http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/852>
- Burgos, G., & de Hann, S. (2019). *Potencial nutricional de la papa*. <https://cipotato.org/wp-content/uploads/2019/08/CIP-PANAMERICANOS-LIMA-2019.pdf>
- Castro Mattos, M. A. (2012). *Comparación de los compuestos terpénicos del aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*) extraídos de las hojas frescas y secas*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Cocio Pulgar, C. E. (2006). Estudio de la distribución del aceite en rodajas de papa frita. [Universidad de Chile]. In *Facultad De Ciencias Químicas Y Farmacéuticas Departamento De Ciencia De Los Alimentos Y Tecnología Química*.
http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2006/cocio_c/sources/cocio_c.pdf
- Daniels Lake, B., Olsen, N., Lopez Delgado, H., & Zink, R. (2013). *CT 02 : Eficacia de los productos controladores de la brotación de papa*.
- Diccionario Glosbe. (2022). *Brote Apical*. [https://es.glosbe.com/es/es/brote apical](https://es.glosbe.com/es/es/brote%20apical)
- Earls, J. (2006). *La agricultura andina ante una globalización en desplome* (CISEPA-PUCP (ed.)).

- Esencias Martinez Lozano S.A. (n.d.). *Aceite Esencial de Menta Piperita*. Retrieved May 20, 2022, from <https://www.esenciaslozano.com/producto/17/esencia-de-menta-piperita-aceite-esencial-de-mentha-piperita>
- García Torres, S. M. (2018). *Optimización de la fritura de hojuelas de papa nativa (Solanum tuberosum sp.) aplicando el método de superficie de respuesta*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Garzón Molina, D. C. (2019). *Revisión de las características y propiedades antioxidantes de extractos del género Mentha* [Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. <https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/35619/1/dcgarzonmo.pdf>
- Gómez-Castillo, D., Cruz, E., Iguaz, A., Arroqui, C., & Vírveda, P. (2013). Effects of essential oils on sprout suppression and quality of potato cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, 82, 15–21. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.02.017>
- Hasbún, J., Esquivel, P., Brenes, A., & Alfaro, I. (2009). Propiedades físico-químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa. *Agronomía Costarricense*, 33(1), 77–89.
- Huari Guerrero, G. M. (2014). *Efecto antibacteriano in vitro del aceite esencial Minthostachys mollis (Muña) en Streptococcus mutans*.
- Inca Benites, N. R. (2015). *Tolerancia a heladas de clones y variedades de papa (Solanum sp.) en diferentes ambientes de la región Huancavelica* [Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/986>
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2012). *Valor nutritivo de la papa*. 5.

- Konica Minolta. (n.d.). *Entendiendo El Espacio de Color CIE L*A*B* - Konica Minolta Sensing*. Retrieved July 19, 2022, from <https://sensing.konicaminolta.us/mx/blog/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>
- Losada Romero, J. (2011). *Incidencia en la cantidad de grasa en la papa (solanum tuberosum) a la francesa freida en profundidad por el uso de aceite de mezclas vegetales reutilizado*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Lucas A., J. C., Quintero C., V. D., Vasco Leal, J. F., & Cuellar Nuñez, L. (2011). Evaluación de los parametros de calidad durante la fritura de rebanadas de Papa Criolla. *Scientia Et Technica*, XVI(48), 299–304. <https://doi.org/10.22517/23447214.1317>
- Melo, O. O., López, L. A., & Melo, S. E. (2020). Diseño de Experimentos Métodos y Aplicaciones. In *Diseño de Experimentos Métodos y Aplicaciones*. <https://doi.org/10.36385/fcbog-4-0>
- Méndez Pineda, J. E. (2004). *Evaluación sensorial y de fritura de tres cultivares de papa (Solanum tuberosum L.) sometidas al tratamiento del inhibidor de brotación Chlorpropham*. Universidad Austral de Chile.
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), Grupo Yanapai, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), & Centro Internacional de la Papa (CIP). (2017). *Catálogo de Variedades de Papa Nativa del Sureste del Departamento de Junín-Perú*. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/89110>
- Ñahui Gala, A. S. (2018). Efecto de la aplicación de aceite esencial de muña (*Mithostachys mollis*) en el brotamiento de tuberculos de papa (*Solanum goniocalyx*) en condiciones de almacen [Universidad Nacional de Huancavelica]. In *Repositorio Institucional - UNH*. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2117%0Ahttp://repositorio.untumbes.edu.pe/bitst>

ream/handle/UNITUMBES/1042/QUILICHE CABANILLAS%2C
IRMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Núñez Vargas, P. (2016). *Fuentes y dosis de fertilización potásica en el crecimiento, tuberización y calidad de fritura de la papa (Solanum tuberosum L.) variedad única* [Universidad Nacional Agraria La Molina].

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1979/F04-N864-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2003). Pulverización de insecticidas en el aire para la lucha contra los vectores y las plagas de la salud pública. *Control, Prevención y Erradicación de Las Enfermedades Transmisibles Plan de Evaluación de Plaguicidas de La OMS (WHOPES)*, 44.

Organización Mundial del Comercio. (2018). *Notificación* (Vol. 2018).

<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4903>

Padrón Pereira, C. A. (2009). Sistema De Visión Computarizada Y Herramientas De Diseño Gráfico Para La Obtención De Imágenes De Muestras De Alimentos Segmentadas Y Promediadas En Coordenadas Cie-L*a*B*. *Agronomía Costarricense: Revista de Ciencias Agrícolas*, 33(2), 283–301.

Padrón Pereira, C. A., Padrón León, G., Montes Hernández, A. I., & Oropeza González, R. A. (2012). Determinación del color en epicarpio de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) con sistema de visión computarizada durante la maduración. *Agronomía Costarricense*, 36(1), 97–111.

Patata de Siembra en España. (n.d.). *Prohibición de uno de los fungicidas más utilizados en el cultivo de la patata*. Retrieved June 4, 2021, from <https://patatadesiembra.es/prohibicion->

de-uno-de-los-fungicidas-mas-utilizados-en-el-cultivo-de-la-patata

- Robert, P., Masson, L., Romero, N., Dobarganes, M. C., Izaurieta, M., Ortíz, J., & Wittig, E. (2001). Fritura industrial de patatas crisps, influencia del grado de insaturación de la grasa de fritura sobre la estabilidad oxidativa durante el almacenamiento. *Grasas y Aceites*, 52(6), 389–396. <https://doi.org/10.3989/gya.2001.v52.i6.349>
- Rodríguez, L., & Moreno, L. (2010). Factores y mecanismos relacionados con la dormancia en tubérculos de papa . Una revisión Factors and mechanisms related to tuber dormancy in potato : an overview. *Agronomía Colombiana*, 28(2), 189–197.
- Ruiz Ciau, D. V. (2017). *Composición química y actividad antioxidante de aceites esenciales obtenidos de cinco especies de plantas cultivadas en Yucatán*. Instituto Tecnológico de Mérida.
- Shukla, S., Pandey, S. S., Chandra, M., Pandey, A., Bharti, N., Barnawal, D., Chanotiya, C. S., Tandon, S., Darokar, M. P., & Kalra, A. (2019). Application of essential oils as a natural and alternate method for inhibiting and inducing the sprouting of potato tubers. *Food Chemistry*, 284(January), 171–179. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.079>
- Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA). (2019). *Calendario de cosechas de papa*. <https://siea.midagri.gob.pe/portal/calendario/>
- Valdunciel Pérez, J. M. (2008). Método de valoración para las patatas. *INIA (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria)*, 13. <http://wwwsp.inia.es/Investigacion/OtrasUni/DTEVPF/Unidades/CentrosEnsayo/EstacionEnsayos/Documents/Métodospatata.pdf>
- Vargas, D. (2011). *Azúcares Reductores*. https://www.comintec.com.mx/images/boletines/mailingspdf/alimentos_sept17.pdf

- Vázquez-Carrillo, M. G., Santiago-Ramos, D., Ybarra-Moncada, M. C., Rubio-Covarrubias, O. Á., & Cadena-Hinojosa, M. A. (2013). Variables fisicoquímicas y calidad de fritura de clones de papa desarrollados para los Valles Altos de México. *Agrociencia*, 47(1), 47–59. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952013000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Velásquez, F., Mendoza, R., & Aliaga, I. (2013). Inhibition of sprouting of native potato tubers (*Solanum* sp) during storage. *Agroindustrial Science*, 3(1), 53–58. <http://www.revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/354>
- Velástegui Espín, G. P., Artieda Rojas, J. R., Mera Andrade, R. I., López Villacís, I. C., Pazmiño Miranda, N. del P., & Espinoza Vaca, J. S. (2018). Inhibición de la brotación del tubérculo de papa: una revisión de los métodos empleados. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 6(2), 55–64. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592018000200004&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Zuñiga Chila, S. J., Morales Espinoza, C., & Estrada Martinez, M. E. (2017). Cultivo de la papa y sus condiciones climáticas. *Gestión Ingenio y Sociedad*, 2(2), 140–152. <http://gis.unicafam.edu.co/index.php/gis/article/view/27/37%0Ahttp://gis.unicafam.edu.co/index.php/gis/article/view/27%0Ahttp://gis.unicafam.edu.co/index.php/gis/article/view/60>

VIII. Apéndice

Apéndice A. Imágenes del procedimiento para determinar la calidad del clon de papa

Reconocimiento de la zona de cultivo del clon de papa 308478.59



Reconocimiento del laboratorio de pruebas



Reconocimiento de equipos y materiales en laboratorio de INIA



Cosecha del clon de papa 308478.59



Limpeza y acondicionamiento



Pesado de muestras 05/05/2021



Aplicación de inhibidores



Fritura de muestras



Apéndice B. Variación de peso desde la recepción del clon de papa hasta antes de la aplicación del inhibidor

Combinación	Peso (g) 05/05/2021						Peso (g) 24/06/2021						ΔPeso (g)					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	ΔP1	ΔP2	ΔP3	ΔP4	ΔP5	ΔP6
C1	188.57	114.21	104.41	163.64	120.38	138.08	171.61	102.79		146.17	108.11	124.63	16.96	11.42	104.41	17.47	12.27	13.45
C2	122.36	156.50	140.90	124.94	115.70	118.00	102.51	141.14	127.31	112.55	102.94	105.28	19.85	15.36	13.59	12.39	12.76	12.72
C3	133.40	131.94	103.06	137.48	152.70	121.83	121.63	121.15	93.00	122.89	139.58	110.42	11.77	10.79	10.06	14.59	13.12	11.41
C4	150.12	140.45	100.95	131.60	128.37	120.73	138.95	128.75		119.49		108.43	11.17	11.70	100.95	12.11	128.37	12.30
C5	127.77	129.32	121.11	192.68	111.70	108.69	110.11	115.03		173.80	103.90	95.30	17.66	14.29	121.11	18.88	7.80	13.39
C6	92.02	101.49	116.67	144.70	121.05	110.54	83.32	92.27	106.48	131.63	109.71	100.10	8.70	9.22	10.19	13.07	11.34	10.44
C7	104.27	102.18	104.66	121.07	121.42	144.90	92.55	94.10	96.00	106.76	113.19		11.72	8.08	8.66	14.31	8.23	144.90
C8	113.42	140.55	120.26	111.75	107.87	156.54	103.94	128.73	110.38	103.19	94.51	140.45	9.48	11.82	9.88	8.56	13.36	16.09
C9	116.63	164.18	112.27	83.80	108.10	96.50	106.60	151.07	99.54	74.98	97.62	86.27	10.03	13.11	12.73	8.82	10.48	10.23
C10	138.30	155.35	183.02	109.49	128.73	140.89	121.95	143.79	169.68	100.78	117.83	126.88	16.35	11.56	13.34	8.71	10.90	14.01
C11	151.19	119.25	158.93	118.13	128.37	133.49	136.05		141.92	106.04	116.73	124.16	15.14	119.25	17.01	12.09	11.64	9.33
C12	124.18	98.50	132.62	118.53	161.07	118.48	111.84	87.84	119.56	102.43	150.70	104.08	12.34	10.66	13.06	16.10	10.37	14.40
C13	100.21	142.28	195.98	200.01	115.35	125.70	89.24		178.40	181.89	101.58	114.77	10.97	142.28	17.58	18.12	13.77	10.93
C14	119.77	200.06	121.94	118.82	158.44	206.81	113.14	182.04	105.52	105.72	141.80		6.63	18.02	16.42	13.10	16.64	206.81
C15	103.02	153.30	141.61	118.53	107.60	122.57	91.31	138.30		104.80	98.07	112.81	11.71	15.00	141.61	13.73	9.53	9.76
C16	152.17	106.82	96.96	222.76	100.41	131.96	134.41	97.96	86.71	206.03	91.63	118.60	17.76	8.86	10.25	16.73	8.78	13.36
C17	115.18	121.34	110.60	121.29	120.09	85.99	100.42	108.57	101.09	113.66	107.33	76.96	14.76	12.77	9.51	7.63	12.76	9.03
C18	129.58	199.57	142.45	163.10	194.51	122.72	117.22	181.96	128.44	146.71	171.76	113.66	12.36	17.61	14.01	16.39	22.75	9.06
C19	123.07	166.13	151.36	108.85	92.46	111.38	110.79	150.01	136.99	99.02	84.64	100.85	12.28	16.12	14.37	9.83	7.82	10.53
C20	133.82	159.97	97.57	169.78	105.57	135.01	117.97	144.39	86.10	152.12	94.70	120.87	15.85	15.58	11.47	17.66	10.87	14.14
C21	107.65	89.46	106.02	78.77	183.65	181.77	97.63	80.69	94.46	70.81	162.28	159.64	10.02	8.77	11.56	7.96	21.37	22.13
C22	100.69	102.70	108.09	126.61	165.58	88.48	90.13	91.65	94.29	112.98	151.63	81.90	10.56	11.05	13.80	13.63	13.95	6.58
C23	101.10	126.73	134.03	121.63	105.79	131.54	88.71	113.44	120.03	98.95	96.09	120.08	12.39	13.29	14.00	22.68	9.70	11.46
C24	138.69	168.07	125.96	121.86	115.53	143.95	127.79	151.59	111.80	108.93	104.06	130.99	10.90	16.48	14.16	12.93	11.47	12.96
C25	106.24	104.54	115.47	102.40	124.06	126.42	95.16	96.25		89.60	110.57	112.78	11.08	8.29	115.47	12.80	13.49	13.64
C26	205.54	177.18	238.62	117.31	92.09	111.89	184.94	158.33	219.86	105.33		102.34	20.60	18.85	18.76	11.98	92.09	9.55
C27	90.16	88.21	81.89	64.46	109.54		80.53	77.51		56.58			9.63	10.70	81.89	7.88	109.54	0.00

Apéndice C. Resultados de pesos parciales por grupo

Nombre del grupo $T_{0,0}$	Peso del grupo al inicio de almacenamiento (x) (g)				385.63
	Peso del grupo al momento del ser procesado (y) (g)				377.67
	Variación de peso (y/x)*100 (%)				97.94
Muestra	n1	n2	n3	Totales	
Peso de subgrupo (g)	127.25	126.69	123.73	498.23	
Merma (g)	26.59	27.83	25.32	106.34	
Peso listo para fritura (a) (g)	100.66	98.86	98.41	391.89	
Peso de fritura (b) (g)	67.64	63.29	64.84	258.27	
Cocientes de rendimiento (%) (b/a)*100	67.20	64.02	65.89		

Nombre del grupo $T_{0,1}$	Peso del grupo al inicio de almacenamiento (x) (g)				347.86
	Peso del grupo al momento del ser procesado (y) (g)				299.63
	Variación de peso (y/x)*100 (%)				86.135227
Muestra	n ₁	n ₂	n ₃	Totales	
Peso de sub-grupo (g)	98.14	102.07	99.42	299.63	
Merma (g)	18.97	19.98	21.28	60.23	
Peso listo para fritura (a) (g)	79.17	82.09	78.14	239.4	
Peso de fritura (b) (g)	53.33	55.06	52.82	161.21	
Cocientes de rendimiento (%) (b/a)*100	67.36	67.07	67.60		

Nombre del grupo T _{0,2}	Peso del grupo al inicio de almacenamiento (x) (g)				351.98
	Peso del grupo al momento del ser procesado (y) (g)				288.37
	Variación de peso (y/x)*100				81.93
Muestra	n1	n2	n3	Totales	
Peso de sub-grupo (g)	97.58	94.13	96.66	288.37	
Merma (g)	24.59	21.63	25.04	71.26	
Peso listo para fritura (a) (g)	72.99	72.50	71.62	217.11	
Peso de fritura (b) (g)	53.32	52.12	50.44	155.88	
Cocientes de rendimiento (%) (b/a)*100	73.05	71.89	70.43		

Nombre del grupo T₁	Peso del grupo al inicio de almacenamiento (x) (g)			361.37
	Peso del grupo al momento del ser procesado (y) (g)			316.71
	Variación de peso (y/x)*100 (%)			87.64
Muestra	n₁	n₂	n₃	Totales
Peso de sub-grupo (g)	104.31	105.20	107.20	316.71
Merma (g)	18.33	20.93	22.11	61.37
Peso listo para fritura (a) (g)	85.98	84.27	85.09	255.34
Peso de fritura (b) (g)	57.10	58.19	56.57	171.86
Cocientes de rendimiento (%) (b/a)*100	66.41	69.05	66.48	

Nombre del grupo T₂	Peso del grupo al inicio de almacenamiento (x) (g)			364.05
	Peso del grupo al momento del ser procesado (y) (g)			315.51
	Variación de peso (y/x)*100 (%)			86.67
Muestra	n1	n2	n3	Totales
Peso de sub-grupo (g)	99.47	109.30	106.74	315.51
Merma (g)	22.03	22.13	24.26	68.42
Peso listo para fritura (a) (g)	77.44	87.17	82.48	247.09
Peso de fritura (b) (g)	53.63	55.78	57.40	166.81
Cocientes de rendimiento (%) (b/a)*100	69.25	63.99	69.59	

Nombre del grupo T₃	Peso del grupo al inicio de almacenamiento (x) (g)			366.87
	Peso del grupo al momento del ser procesado (y) (g)			350.50
	Variación de peso (y/x)*100 (%)			95.54
Muestra	n₁	n₂	n₃	Totales
Peso de sub-grupo (g)	102.25	155.06	93.19	350.50
Merma (g)	29.31	37.56	28.41	95.28
Peso listo para fritura (a) (g)	72.94	117.50	64.78	255.22
Peso de fritura (b) (g)	47.49	76.80	43.40	167.69
Cocientes de rendimiento (%) (b/a)*100	65.11	65.36	67.00	

Nombre del grupo T ₄	Peso del grupo al inicio de almacenamiento (x) (g)				355.14
	Peso del grupo al momento del ser procesado (y) (g)				199.21
	Variación de peso (y/x)*100 (%)				56.09
Muestra	n ₁	n ₂	n ₃	Totales	
Peso de sub-grupo (g)	98.28	100.93	0.00	199.21	
Merma (g)	20.16	26.32	-80.03	-33.55	
Peso listo para fritura (a) (g)	78.12	74.61	80.03	232.76	
Peso de fritura (b) (g)	53.21	48.99	52.54	154.74	
Cocientes de rendimiento (%) (b/a)*100	68.11	65.66	65.65		

Nombre del grupo T₅	Peso del grupo al inicio de almacenamiento (x) (g)			417.04
	Peso del grupo al momento del ser procesado (y) (g)			384.97
	Variación de peso (y/x)*100 (%)			92.31
Muestra	n₁	n₂	n₃	Totales
Peso de sub-grupo (g)	99.98	148.91	136.08	384.97
Merma (g)	22.20	30.62	85.54	138.36
Peso listo para fritura (a) (g)	77.78	118.29	50.54	246.61
Peso de fritura (b) (g)	54.96	89.00	32.06	176.02
Cocientes de rendimiento (%) (b/a)*100	70.66	75.24	63.43	

Nombre del grupo T₆	Peso del grupo al inicio de almacenamiento (x) (g)			403.19
	Peso del grupo al momento del ser procesado (y) (g)			199.19
	Variación de peso (y/x)*100 (%)			49.40
Muestra	n₁	n₂	n₃	Totales
Peso de sub-grupo (g)	91.22	Se descarta por pudrición	107.97	199.19
Merma (g)	27.26		22.91	50.17
Peso listo para fritura (a) (g)	63.96		85.06	149.02
Peso de fritura (b) (g)	44.92		54.06	98.98
Cocientes de rendimiento (%) (b/a)*100	70.23		63.56	

Nombre del grupo T₇	Peso del grupo al inicio de almacenamiento (x) (g)			374.82
	Peso del grupo al momento del ser procesado (y) (g)			323.07
	Variación de peso (y/x)*100 (%)			86.19
Muestra	n₁	n₂	n₃	Totales
Peso de sub-grupo (g)	106.51	109.51	107.05	323.07
Merma (g)	19.66	19.48	23.60	62.74
Peso listo para fritura (a) (g)	86.85	90.03	83.45	260.33
Peso de fritura (b) (g)	68.88	59.29	57.89	186.06
Cocientes de rendimiento (%) (b/a)*100	79.31	65.86	69.37	

Nombre del grupo T ₈	Peso del grupo al inicio de almacenamiento (x) (g)				384.87
	Peso del grupo al momento del ser procesado (y) (g)				349.79
	Variación de peso (y/x)*100 (%)				90.89
Muestra	n ₁	n ₂	n ₃	Totales	
Peso de sub-grupo (g)	104.42	100.62	144.75	349.79	
Merma (g)	24.07	33.17	28.78	86.02	
Peso listo para fritura (a) (g)	80.35	67.45	115.97	263.77	
Peso de fritura (b) (g)	57.24	49.47	78.83	185.54	
Cocientes de rendimiento (%) (b/a)*100	71.24	73.34	67.97		

Nombre del grupo T₉	Peso del grupo al inicio de almacenamiento (x) (g)				489.92
	Peso del grupo al momento del ser procesado (y) (g)				373.01
	Variación de peso (y/x)*100 (%)				76.14
Muestra	n₁	n₂	n₃	Totales	
Peso de sub-grupo (g)	123.82	129.09	120.10	373.01	
Merma (g)	34.83	42.62	38.15	115.60	
Peso listo para fritura (a) (g)	88.99	86.47	81.95	257.41	
Peso de fritura (b) (g)	59.76	58.53	56.70	174.99	
Cocientes de rendimiento (%) (b/a)*100	67.15	67.69	69.19		

Nombre del grupo T₁₀	Peso del grupo al inicio de almacenamiento (x) (g)			365.32
	Peso del grupo al momento del ser procesado (y) (g)			378.97
	Variación de peso (y/x)*100 (%)			103.74
Muestra	n₁	n₂	n₃	Totales
Peso de sub-grupo (g)	104.25	103.09	171.63	378.97
Merma (g)	20.53	19.08	34.39	74.00
Peso listo para fritura (a) (g)	83.72	84.01	137.24	304.97
Peso de fritura (b) (g)	57.11	57.15	95.23	209.49
Cocientes de rendimiento (%) (b/a)*100	68.22	68.03	69.39	

Nombre del grupo T11	Peso del grupo al inicio de almacenamiento (x) (g)			369.85
	Peso del grupo al momento del ser procesado (y) (g)			358.62
	Variación de peso (y/x)*100 (%)			96.96
Muestra	n1	n2	n3	Totales
Peso de sub-grupo (g)	101.81	96.88	159.93	358.62
Merma (g)	23.84	26.83	33.70	84.37
Peso listo para fritura (a) (g)	77.97	70.05	126.23	274.25
Peso de fritura (b) (g)	56.30	48.10	89.18	193.58
Cocientes de rendimiento (%) (b/a)*100	72.21	68.67	70.65	

Nombre del grupo T ₁₂	Peso del grupo al inicio de almacenamiento (x) (g)				378.99
	Peso del grupo al momento del ser procesado (y) (g)				224.71
	Variación de peso (y/x)*100 (%)				59.29
Muestra	n ₁	n ₂	n ₃	Totales	
Peso de sub-grupo (g)	135.30	Se descarta por pudrición	89.41	224.71	
Merma (g)	38.44		27.58	66.02	
Peso listo para fritura (a) (g)	96.86		61.83	158.69	
Peso de fritura (b) (g)	69.55		42.77	112.32	
Cocientes de rendimiento (%) (b/a)*100	71.80		69.17		

Apéndice D. Resultado de color parcial por grupo

Nombre del grupo:		Código de color		
T_{0,0}		L	a	b
	n₁	69	-8	56
Ensayo	n₂	62	-4	59
	n₃	64	0	59
Color para el grupo		65	-4	58

Nombre del grupo:		Código de color		
T_{0,1}		L	a	b
	n₁	81	0	63
Ensayo	n₂	79	2	70
	n₃	79	2	64
Color para el grupo		79.67	1.33	65.67

Nombre del grupo:		Código de color		
T_{0,2}		L	a	b
	n₁	78	-5	62
Ensayo	n₂	80	-4	61
	n₃	80	-4	64
Color para el grupo		79.33	-4.33	62.33

Nombre del grupo:		Código de color		
T_{0,3}		L	a	b
	n₁	85	2	68
Ensayo	n₂	75	5	64
	n₃	84	3	69
Color para el grupo		81.33	3.33	67.00

Nombre del grupo:		Código de color		
T ₁		L	a	b
	n ₁	78	6	66
Ensayo	n ₂	81	2	67
	n ₃	82	-1	67
Color para el grupo		80.33	2.33	66.67

Nombre del grupo:		Código de color		
T ₂		L	a	b
	n ₁	73	1	61
Ensayo	n ₂	74	1	60
	n ₃	80	-3	63
Color para el grupo		75.67	-0.33	61.33

Nombre del grupo:		Código de color		
T ₃		L	a	b
Ensayo	n ₁	78	7	67
	n ₂	83	1	68
	n ₃	82	4	66
Color para el grupo		81.00	4.00	67.00

Nombre del grupo:		Código de color		
T ₄		L	a	b
	n ₁	78	5	65
Ensayo	n ₂	72	10	66
	n ₃	74	10	66
Color para el grupo		74.67	8.33	65.67

Nombre del grupo:		Código de color		
T ₅		L	a	b
	n ₁	79	-5	60
Ensayo	n ₂	78	-3	62
	n ₃	69	11	38
Color para el grupo		75.33	1.00	53.33

Nombre del grupo:		Código de color		
T ₆		L	a	b
	n ₁	79	3	65
Ensayo	n ₂			
	n ₃	84	7	70
Color para el grupo		81.50	5.00	67.50

Nombre del grupo:		Código de color		
T ₇		L	a	b
	n ₁	85	-3	64
Ensayo	n ₂	80	5	68
	n ₃	83	-2	65
Color para el grupo		82.67	0.00	65.67

Nombre del grupo:		Código de color		
T ₈		L	a	b
	n ₁	79	-3	64
Ensayo	n ₂	74	-2	63
	n ₃	67	3	60
Color para el grupo		73.33	-0.67	62.33

Nombre del grupo:		Código de color		
T ₉		L	a	b
	n ₁	83	4	67
Ensayo	n ₂	83	3	68
	n ₃	84	5	70
Color para el grupo		83.33	4.00	68.33

Nombre del grupo:		Código de color		
T ₁₀		L	a	b
	n ₁	83	-3	64
Ensayo	n ₂	80	1	64
	n ₃	82	0	69
Color para el grupo		81.67	-0.67	65.67

Nombre del grupo:		Código de color		
T ₁₁		L	a	b
	n ₁	75	-2	63
Ensayo	n ₂	77	-2	64
	n ₃	75	-2	61
Color para el grupo		75.67	-2.00	62.67

Nombre del grupo:		Código de color		
T ₁₂		L	a	b
Ensayo	n ₁	84	0	66
	n ₂			
	n ₃	81	7	68
Color para el grupo		82.50	3.50	67.00