

**Evaluación de la estabilidad oxidativa y las propiedades fisicoquímicas de un aderezo de quinua (*Chenopodium quinoa*. Willd) con vegetales producido en Cundinamarca.**

**Karol Daniela Rojas Triana**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD**

**ECBTI- Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería**

**Ingeniería de Alimentos**

**Bogotá**

**2021**

**Evaluación de la estabilidad oxidativa y las propiedades fisicoquímicas de un aderezo de quinua (*Chenopodium quinoa*. Willd) con vegetales producido en Cundinamarca.**

**Karol Daniela Rojas Triana**

**Proyecto de Investigación Presentado como Requisito para Obtener el Título de:**

**Ingeniera de Alimentos**

**Director (A)**

**Ibeth Rodríguez González**

**Msc. Ciencia y Tecnología de Alimentos**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD**

**ECBTI- Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería**

**Ingeniería de Alimentos**

**Bogotá**

**2021**

## Dedicatoria

A mi familia.

Por nunca dejar de viajar.

«No soy la misma después de haber visto la luna brillar en el otro lado del mundo». Mary

Anne Radmacher

## **Agradecimientos**

A mi directora, la ingeniera Ibeth Rodríguez por el tiempo, paciencia, comprensión y conocimientos impartidos a lo largo de este proyecto.

Al grupo de investigación GIEPRONAL y al semillero de investigación CITECAL, por permitirme hacer parte del proyecto.

A la señora Soledad Rueda, propietaria de Quality Q, por brindarme su conocimiento, apoyo y tiempo.

A Faiber, por los permisos laborales dados y sus alientos cuando me siento perdida.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por abrirme las puertas.

A Luis, por su tiempo, por estar pendiente y siempre dispuesto.

A Lina, Ana y Bernardo, por su tiempo en los laboratorios.

A Yeison, Marlon, Paola y Erika futuros colegas.

Al laboratorio NULAB.

## RESUMEN

En la búsqueda de nuevos productos alimenticios, el desarrollo y la innovación juegan un papel importante. En el mercado se encuentra una gran variedad de soluciones alimenticias que compiten, mostrando su diferencia o valor agregado. Con las nuevas tendencias alimenticias saludables, la quinua presenta gran participación en la oferta, presentándose una mayor inclusión de esta semilla en la mejora de productos por su aporte nutricional. En el presente trabajo, se evaluó la estabilidad de un aderezo de quinua con vegetales desarrollado por la empresa Quality Q ubicada en Cundinamarca.

Se hizo una evaluación de los parámetros de calidad del aderezo, a través, de un estudio de vida útil acelerada para poder estimar la estabilidad del producto con respecto a sus características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales. El producto se sometió a diferentes temperaturas,  $16\pm 5^{\circ}\text{C}$ ,  $37^{\circ}\text{C}$  y  $47^{\circ}\text{C}$ , durante 120 días, 48 días y 28 días respectivamente.

El comportamiento de los peróxidos fue decreciente a través del tiempo, consecuente al proceso de oxidación lipídica, posiblemente se obtuvieron productos secundarios de oxidación como hidroperóxidos, cetonas, entre otros. En condiciones aceleradas los peróxidos no son confiables, presentan un comportamiento tipo campana de autooxidación en cuatro fases: inducción, propagación, descomposición y terminación.

Los resultados microbiológicos estuvieron dentro de los parámetros establecidos por la norma NTC 4305. El análisis sensorial no demostró generación de sabores y olores no característicos del producto, por cual fue aceptado por los panelistas a lo largo del estudio, pero se logró evidenciar un cambio de color en el producto, por el panel. El factor  $L^*$  de luminosidad presentó una disminución significativa, tomándose como límite crítico para estimar la vida útil

del producto, para determinar la variación se empleó un colorímetro. El pH del producto estuvo en parámetros cercanos a la Norma NTC 4305 con un valor de 4,13 en promedio, la sinéresis aumento posiblemente por la retrogradación del almidón de la quinua y la estimación de vida útil se da mediante la reacción de Arrhenius y el factor Q10.

Palabras claves: Peróxidos, Aderezo, Quinua, oxidación lipídica, vida útil.

## ABSTRACT

In the research of new alimentary products, the development and the innovation play an important paper. In the market finds a big variety of alimentary solutions, that compete, showing his difference or aggregated value. With the new alimentary tendencies healthy, the quinoa presents big participation in the offer, presenting a greater inclusion of this seed in the improvement of products by his nutritional contribution. In the present work, evaluated the stability of a prepare of quinoa with vegetables developed by the company Quality Q situated in Cundinamarca.

It did an evaluation of the parameters of quality of the prepare, of a study of useful life accelerated to be able to estimate the stability of the product regarding his characteristic physical chemistries, microbiological and sensory. The product subjected to different temperatures,  $21\pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $37^{\circ}\text{C}$  and  $47^{\circ}\text{C}$ , for 120 days, 48 days and 28 days respectively.

The behavior of the peroxides was declining through the time, consistent to the process of oxidation lipidic, possibly obtained secondary products of oxidation like hydroperoxides, ketones, among others. In conditions of accelerated the peroxides are not reliable, present a compartment bell of autoxidation in four phases: induction, propagation, decomposition and termination.

The microbiological results were inside the parameters established by the norm NTC 4305. The sensory analysis did not show generation of flavors and smells no characteristic of the product, but attained evidence a change of color in the product, the factor L of luminosity present a significant decrease, taking like critical limit to estimate the useful life of the product. The pH of the product was in near parameters to the Norm NTC 4305 with a value of 4,13 average, the

syneresis increase possibly by the retrogradation of the starch of the quinoa and the estimate of useful life gives by means of the reaction of Arrhenius and the factor Q10.

Keywords: Peroxides, Dressing, Quinoa, Lipid oxidation, shelf life.



## CONTENIDO

Introducción	14
Objetivos	17
Objetivo General	17
Capítulo I – Revisión Bibliográfica	18
Aderezos.	18
Quinoa	19
Vida útil o vida anaquel	20
Modelo Arrhenius	23
Factor Q10	24
Color	24
Pasteurización	25
Lípidos	26
Oxidación lipídica	26
Estabilidad oxidativa de los lípidos	27
Proceso de oxidación	27
Compuestos primarios de oxidación	28
Compuestos secundarios de oxidación	29
Peróxidos	29
Hidroperóxidos	29

Capítulo 2 – Evaluación de la estabilidad de aderezo de quinua	30
Metodología	30
Materiales	30
Composición nutricional de Quinoa Tunkahuán	30
Rendimiento	31
Estimación de vida útil	31
Determinación de orden de reacción	32
Determinación de constantes de reacción a diferentes temperaturas	32
Índice de valor de peróxidos (IP)	33
Análisis sensorial	33
Sinéresis	34
pH.	35
Acidez.	35
Color	35
Análisis estadístico	35
Resultados y análisis de resultados	36
Estandarización del producto de acuerdo con el cumplimiento de los parámetros establecidos en la NTC 4305	36
Evaluación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el producto de acuerdo con la norma NTC 4305	38

Parámetros fisicoquímicos	38
Parámetros microbiológicos	40
Estabilidad fisicoquímica del aderezo en el tiempo	41
Estabilidad oxidativa del aderezo	41
Estabilidad de pH en el tiempo.	44
Sinéresis	45
Evaluación sensorial del aderezo a través del tiempo	46
Estimación de vida útil	53
Método de integración	54
Estimación de acuerdo con el cambio de color	54
Estimación de acuerdo con la luminosidad	56
Aplicación del modelo de Arrhenius	58
Estimación del factor Q10	62
Conclusiones	64
Recomendaciones.	65
Bibliografía	66
Anexos	76

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional de quinua Tunkahuán	30
Tabla 2. Diseño experimental	32
Tabla 3. Escala de percepción de evaluación sensorial	34
Tabla 4. pH del aderezo de quinua con vegetales.	38
Tabla 5. Caracterización nutricional del aderezo de quinua con vegetales	39
Tabla 6. Caracterización microbiológica del aderezo de quinua y vegetales.	40
Tabla 7. Seguimiento índice medición de peróxidos	41
Tabla 8. Medición del pH	44
Tabla 9. Medianas y significancia mediante Friedman evaluación sensorial color	49
Tabla 10. Medianas y significancia mediante Friedman evaluación sensorial Olor	50
Tabla 11. Medianas y significancia mediante Friedman evaluación sensorial Sabor	51
Tabla 12. Resultados L*, a* y b* en el aderezo durante su almacenamiento.	52
Tabla 13. Constante de cambio de color orden 0	55
Tabla 14. Constante de cambio de Luminosidad orden 0	57
Tabla 15. Energía de activación para cambio de color ( $\Delta E$ )	60
Tabla 16. Energía de activación para cambio de luminosidad	60
Tabla 17. Estimación de vida útil por cambio de color	61
Tabla 18. Estimación de vida útil por cambio de luminosidad	61
Tabla 19. Factor Q10 de cambio de color y luminosidad	62

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo elaboración del aderezo	36
Figura 2. Sinéresis en aderezo de Quinoa con vegetales	45
Figura 3 Evaluación sensorial del aderezo	47
Figura 4. Gráfica de $\Delta E$ cambio de color orden 0	55
Figura 5. Gráfica de luminosidad orden 0	56
Figura 6. Gráfica de Arrhenius para $\Delta E$ cambio de color	59
Figura 7. Gráfica de Arrhenius para cambio de luminosidad	59

## Introducción

En los últimos años, los procesos de conservación de los alimentos han ido cambiando y se han adquirido nuevas tecnologías; el desarrollo de productos tipo conserva o aderezo tiene el objetivo de prolongar la vida útil de sus ingredientes y mejorar su aceptación sensorial, además contribuye a nuevas alternativas de aprovechamiento de alimentos y al desarrollo de nuevos productos (Laiton & Gonzalez. 2020). Los aderezos, preparados en aceite, generalmente son usados como acompañamientos alimenticios.

El desarrollo de conservas o aderezos de quinua genera un aprovechamiento del grano, mejora su aceptación sensorial y además genera beneficios nutricionales ya que es un pseudocereal con aportes significativos de proteína, fibra, aminoácidos esenciales como la lisina, ácidos grasos esenciales, vitaminas y minerales (Jager, 2015).

La quinua ha sido impulsada a nivel mundial por la FAO como un alimento importante en la seguridad y soberanía alimentaria (FAO, 2011) y por eso se declaró el año 2013 como el año internacional de la quinua. La generación de productos derivados de la quinua en Colombia presenta gran potencial en la industria alimentaria y en el comercio de exportación. Actualmente se producen 4781 toneladas de quinua, principalmente en los departamentos del Cauca, Cundinamarca, Boyacá y Nariño (Minagricultura, 2016). El crecimiento del mercado vegano y vegetariano exige que haya alternativas de consumo con el desarrollo de productos funcionales y de gran valor nutricional, donde la quinua afronta un gran reto de participación en la elaboración y producción en esta línea (Villacrés et al. 2011).

Se realizó un estudio de estabilidad fisicoquímica, sensorial y microbiológica a un aderezo de quinua y vegetales conservado en aceite, aplicando un estudio de vida útil mediante pruebas aceleradas, se evaluaron parámetros de calidad significativos en el producto como el

índice de peróxidos, análisis de calidad microbiológica, pH y Acidez, Sinéresis, aceptación sensorial y color del producto.

El desarrollo de un producto implica el análisis de todas las variables que influyen en su tiempo de vida útil, como son las condiciones de almacenamiento, la formulación, características fisicoquímicas y microbiológicas. Los parámetros de calidad que se deben evaluar dependen del producto; en el caso de un aderezo, el aceite como ingrediente de conservación, conlleva a evaluar la estabilidad del mismo; los lípidos tienden a procesos de auto oxidación como consecuencia de diversos factores (nivel de oxígeno, temperatura, sólidos, etc.), lo que genera una diversidad de compuestos tóxicos como peróxidos, aldehídos, cetonas, productos secundarios de la oxidación con consecuencias significativas en la salud (Frankel, 2005).

Otros parámetros de calidad a evaluar en un aderezo son los parámetros microbiológicos, la inocuidad es uno de los pilares de la calidad en alimentos, según la norma NTC 4305 los requisitos a nivel microbiológico son: recuento de Mesófilos entre 1000-5000, coliformes <10 *lactobacillus*, *Bacillus Cereus*, *Staphylococcus*, mohos y levaduras < 100 (Icontec, 2008). Por otro lado, el pH y la acidez son indicadores de cambios debidos al crecimiento microbiano o degradación (Smith & Stratton, 2007). También es importante evaluar aquellos cambios en el producto que generan rechazo por parte de los consumidores, en donde el producto se debe evaluar en aspectos sensoriales, empleando pruebas con paneles sensoriales, análisis sensoriales instrumentales y algunos análisis físicos como la sinéresis (Badui, 1996).

Se han desarrollado diferentes estudios sobre evaluación de vida útil en productos tipo conservas o aderezos como: Evaluación fisicoquímica, microbiológica, sensorial y licopeno presente de una formulación de un aderezo a base de tomate y aceite de oliva, (Martínez, 2009); estabilidad oxidativa de los aderezos para ensaladas de aceite de oliva y jugo de limón

estabilizado con polisacáridos (Paraskevopoulou et al. 2005); evaluación de la oxidación lipídica de una salsa a base de espinaca (*Spinacia oleracea*), albahaca (*Ocimum basilicum*), utilizando dos tipos de aceites vegetales: soya (*Glycine max*) y aceite de oliva (*Olea europea*) (Terán, 2019); evaluación de los parámetros fisicoquímicos, reológicos y sensoriales de salsa elaborada a partir de rocoto (*Capsicum pubescens*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) variedad Pasankalla (Llanos, 2017).

Durante el desarrollo del presente proyecto, se estandarizó el producto desarrollado por una microempresa de productos a base de quinua de Cundinamarca, bajo todos los parámetros establecidos por la norma técnica colombiana NTC 4305, para garantizar la calidad y los métodos de conservación, obteniendo un producto conforme a nivel fisicoquímico, microbiológico y sensorial, para apoyar el desarrollo de productos a nivel regional y aportar a las metas del plan de desarrollo de Cundinamarca (2020-2024) en el programa: *Productividad, un camino de desarrollo*, donde se encuentra la meta de aumentar la competitividad a nivel de proyectos agroindustriales y el programa: *Cundinamarca científica e innovadora*, con la meta incorporar ciencia, tecnología e innovación en empresas.



## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Evaluar la estabilidad oxidativa y las propiedades fisicoquímicas de un aderezo de quinua (*Chenopodium quinoa. willd*) con vegetales producido en Cundinamarca.

### **Objetivos Específicos**

Estudiar parámetros fisicoquímicos en el proceso de elaboración de aderezos de quinua y vegetales para el cumplimiento de la normatividad vigente.

Evaluar la estabilidad del aderezo de vegetales mediante análisis de oxidación, acidez y sensoriales en el tiempo como requisito para su comercialización.

## **Capítulo I – Revisión Bibliográfica**

### **Aderezos.**

Un aderezo es una alternativa a la hora de comer, ya que puede ser empleado en diferentes preparaciones culinarias. Gracias a su contenido de aceite, caracterización de olor y sabor se puede usar como base o acompañante.

Un aderezo es considerado un producto de característica semisólida o fluida que puede estar emulsionado o no, es elaborado con ingredientes que el Codex Alimentarius permite, (NTC 4305 de 2008). Es una emulsión en aceite que se pueden realizar con diferentes productos, compuesta entre un 10% y 80% del lípido (Williams et al. 2016).

La norma técnica colombiana que regula la elaboración de aderezos es la NTC 4305, establece, cuáles son los lineamientos de comercialización y aceptación, mediante estudios fisicoquímicos y microbiológicos que se realizan al producto, para poder ser declarado salsa o aderezo.

Actualmente en la industria de los alimentos se encuentra una amplia gama de aderezos con diferentes sabores y aromas, enfocados a la parte institucional y de consumo en el hogar, ideales para preparaciones de carnes, comidas rápidas, ensaladas y pastas, gracias a la versatilidad de uso.

### **Estandarización de proceso**

Un procedimiento estándar para la producción hace que el proceso sea más eficiente y deja espacio para una mayor innovación en el desarrollo de los productos y, además, asegura una calidad óptima de productos que ayuda a lograr la satisfacción de los consumidores. “De acuerdo con la ISO que define un estándar como “acuerdos documentados que contienen especificaciones

técnicas u otros criterios precisos para ser usados consistentemente como reglas, guías o definiciones de características para asegurar que los materiales, productos, procesos y servicios cumplan con su propósito” por lo tanto un estándar es un conjunto de normas y recomendaciones. Queda bien claro que los estándares deberán estar documentados, es decir escritos en papel, con objeto que sean difundidos y aceptados de igual manera por las entidades o personas que los vayan a utilizar” (Muñoz, 2006).

## **Quinoa**

La quinoa es un pseudocereal con un alto contenido de nutrientes, de tamaño pequeño y redondo. Tiene un alto porcentaje de proteína y aminoácidos esenciales, hace que se considere como un súper alimento altamente nutricional en forma de semilla. Contiene fibra, grasas, minerales y vitaminas, que requiere nuestro organismo para un buen desarrollo funcional (FAO, 2011). Se conocen varias bondades del cultivo de quinoa gracias a su alto valor nutricional.

De acuerdo con las variedades de quinoa encontradas en el mercado, su porcentaje de proteína puede estar entre 13,81 y 21,9%. Cuenta con un alto contenido de aminoácidos esenciales, siendo considerada como un alimento que tiene todos los aminoácidos esenciales necesarios en una dieta balanceada (FAO, 2011).

Este cereal es cultivado en la zona andina principalmente en Bolivia y Perú, presenta una gran acogida en la zona andina de Colombia, especialmente en el departamento de Cauca; gracias al clima que tiene esta región, este producto crece fácilmente y no requiere adaptabilidad de condiciones especiales y climatológicas como otros cultivos (Jäger, 2015).

La quinoa está compuesta por el germen y el endospermo que rodea la perisperma, considerada como un pseudocereal rico en almidón (Apaza et al, 2013). Es una alternativa de

consumo para personas celiacas ya que no contiene gluten y su fácil uso en la cocina hace que muchas personas lo consuman y estén buscando alternativas de compra mediante el desarrollo de nuevos productos a base de este cereal. Contiene saponinas una sustancia protectora, que se debe retirar del grano mediante diferentes técnicas de lavado debido a que puede amargar las preparaciones y sus usos en industriales (Prado, 2018).

Actualmente en Colombia se cuenta con 2550 hectáreas sembradas de Quinoa estimando una producción de 4781 toneladas por año de acuerdo con el ministerio de agricultura (Minagricultura, 2016) considerando a los cultivos de quinoa un alto potencial de crecimiento y desarrollo en la región de Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Cauca.

### **Vida útil o vida anaquel**

La vida útil de un alimento se puede definir como el período de tiempo desde la preparación o producción del producto hasta el momento máximo en que se puede consumir. Al disminuir la vida útil del producto se genera un deterioro presente en los cambios físicos, químicos y microbiológicos, que sufre el alimento (Giraldo, 1999).

Las condiciones de procesamiento y almacenamiento pueden acortar la vida útil del producto, actualmente la estimación de la vida útil se da desde la elección del modelo cinético de reacción y los análisis de datos obtenidos en los estudios de deterioro a altas temperaturas, acelerando la degradación del producto (Corradini, 2018).

Luego de evaluar la degradación del producto e identificar los límites críticos, se pueden definir las condiciones de tiempo de almacenamiento específicas bajo el cual el alimento todavía está apto para el consumo humano en términos de seguridad alimentaria, propiedades nutricionales y propiedades sensoriales (Corradini, 2018).

Existen diferentes modelos y métodos de estudio de vida útil o anaquel, luego de hacer la caracterización del producto, se puede definir cuál es el más adecuado para realizar la estimación de la degradación del producto.

### **Estudios de vida útil acelerada**

Para investigaciones de vida útil acelerada, es necesario planificar el diseño experimental incluyendo las variables a evaluar y el control de las variables a no evaluar, para no interferir con los resultados de la medición (Labuza, 1984). Es importante establecer estas variables clave y tener un método de cuantificación rápido y confiable. Los estudios de vida útil acelerada incluyen la incubación de alimentos en condiciones controladas y a diferentes temperaturas. Estas temperaturas deben ser superiores a la temperatura de almacenamiento y comercialización para acelerar la reacción de degradación en menor tiempo (Rodríguez, 2004).

Para poder definir la vida útil de un producto se pueden establecer diferentes métodos de medición, siendo el estudio de vida útil acelerada un principal estimador, puesto que el producto es sometido a diferentes tipos de temperatura, luz y humedad para determinar la estabilidad en poco tiempo (Anzueto, 2012).

La vida útil de los productos se evalúa de acuerdo con los parámetros de calidad del producto, para productos ricos en grasas o que usan aceite como conservante, se debe evaluar la estabilidad oxidativa del aceite.

Existen diferentes tipos de productos alimenticios, a los cuales se les puede realizar un estudio de vida útil acelerada similar, entre ellos encontramos:

- Productos perecederos: son aquellos que cuentan con 15 días de vida útil y a los cuales se les debe de realizar análisis concurrentes que garanticen la calidad del

producto.

- Productos Intermedios: son productos que cuentan con una vida útil de 3 a 6 meses a los cuales se les debe de realizar estudios de vida útil acelerada en escala para así garantizar la calidad del producto.
- Productos estables: Son productos que cuenta con una vida útil más larga de 6 meses a los cuales se deben someter a un análisis más completo y con estudios de vida útil acelerada en planta piloto (Giraldo, 1999).

La teoría de cinética de degradación o cambios de parámetros de calidad se puede demostrar mediante la ecuación 1:

Ecuación 1: 
$$\frac{dA}{dt} = -kA^n$$

Dónde:

A = Factor de calidad.

k = constante de variación del factor A.

n = orden de la reacción

t = tiempo

De acuerdo con Jiménez, (2018) el orden de reacción cinético para la degradación de un producto puede presentar un comportamiento cinético de Orden 0 (n=0), Orden uno (n=1), Orden dos (n=2) u orden diferente a 1 (n≠1), siendo la oxidación de lípidos de orden cero (n=0).

Linealización de ecuaciones

Ecuación 2:  $n=0 \quad A_0 - A_t = k t$

Ecuación 3:  $n=1 \quad \ln \frac{A_0}{A_t} = k t$

Ecuación 4:  $n=2 \quad \frac{1}{A_t} - \frac{1}{A_0} = k t$

donde:

$A_0$  = Valor inicial del factor de calidad

$A_t$  = Valor mínimo aceptable del factor de calidad

$k$  = Constante de velocidad de reacción

$t$  = Tiempo (Días)

### **Modelo Arrhenius**

La relación de Arrhenius representa la pérdida de calidad de un producto mediante la influencia de la temperatura en la reacción de deterioro, la cual se puede interpretar con la siguiente ecuación 5 acorde a Chica y Osorio (2003).

Ecuación 5:  $K = K_0 \frac{-E_a}{RT}$

Donde:

$K$  = Constante de reacción

$K_0$  = Constante de reacción a la temperatura de referencia

$E_a$  = Energía de activación

R = Constante de gases

T = Temperatura absoluta

### **Factor Q10**

Es un factor sobre la relación de deterioro generada en el producto, permite medir la sensibilidad que presenta el producto sometido a la variación de temperatura. Este método nos da la relación de velocidad del deterioro que sufrió el producto definiendo así su vida útil (Rondón, Pacheco, y Ortega, 2004).

De acuerdo con Jiménez, (2018), la ecuación 6 establece la fórmula de para hallar el factor Q10:

$$\text{Ecuación 6:} \quad Q_{10} = \frac{\text{Vida útil } (T+10)}{\text{Vida útil } T} = Q_{10} = \frac{T_s(T)}{T_s(T+10)}$$

### **Color**

El mundo está lleno de colores y muchas características de los alimentos se determinan en base a esto. El color es el primer contacto entre el consumidor y el producto se juzga por su textura, sabor, etc. El color es un atributo directamente relacionado con el espectro de luz, por lo que se puede medir físicamente en función de su energía o intensidad radiante y su longitud de onda. Cualquier cambio puede provocar el rechazo del producto (Badui, 1996).

El color en los alimentos es causado por diferentes compuestos (principalmente compuestos orgánicos), algunos se producen durante el procesamiento y acondicionamiento del producto, mientras que otros colores se dan de forma sintética (Martínez, 2009).

Un sistema colorimétrico para determinar el color de los alimentos es el sistema Hunter. Este sistema también se llama color uniforme y se basa en la teoría del color que es lo opuesto a



la visión del color. La escala Hunter Lab es una de las más utilizadas. Utiliza los tres parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , donde " $L^*$ " mide el tono de blanco (100) a negro (0), " $a^*$ " mide el tono de rojo (+) a verde (-) y " $b^*$ " mide el tono de amarillo (+) a azul (-). Los tratamientos térmicos pueden generar cambios de tonalidades, esto se da mediante la reacción de Maillard y la caramelización (DeMan, 1999).

El cambio total de color se determina utilizando la ecuación 7. La diferencia de color entre las muestras se calcula utilizando los parámetros " $L^*$ " (intensidad o brillo) " $a^*$ " (verde o rojo), y " $b^*$ " (azul o amarillo) (Martínez, 2009).

Ecuación 7: 
$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Donde:

$$\Delta a = a - a_0 \quad a = \text{color final} \quad y \quad a_0 = \text{Color inicial}$$

$$\Delta b = b - b_0 \quad b = \text{color final} \quad y \quad b_0 = \text{Color inicial}$$

$$\Delta L = L - L_0 \quad L = \text{color final} \quad y \quad L_0 = \text{Color inicial}$$

### **Pasteurización**

Según Fellows (1994), la pasteurización es un tratamiento térmico que se utiliza para extender la vida útil de los alimentos por varios meses. Este método puede inactivar bacterias, levaduras y mohos, lo que produce cambios en el valor nutricional y las propiedades sensoriales de los alimentos. La temperatura del tratamiento térmico y la extensión de su vida útil dependen principalmente del valor de pH del alimento; dado que, si el valor de pH del alimento es menor a 4,5, inactiva los microorganismos. El tratamiento térmico desnaturará la proteína y destruirá

la actividad enzimática y metabólica de los microorganismos, logrando así una larga vida útil (Terán, 2019).

## **Lípidos**

Los lípidos están conformados por diferentes mezclas de triglicéridos (tres ácidos grasos + glicerol) conformados por carbono, hidrógeno y oxígeno, compuestos insolubles en agua (Hoyos, 2014). Los ácidos grasos se pueden caracterizar por saturados (sólidos a temperatura ambiente) e insaturados (Líquidos a temperatura ambiente); esta caracterización se da por la cantidad de carbonos que tenga en su cadena (Valenzuela, 2008).

Los lípidos se pueden obtener de grasas y aceites vegetales o de mantecas y aceites animales. Por normatividad y salud, en la industria alimentaria se usan aceites de origen vegetal, ya que el contenido de grasas saturadas es pequeño y se pueden obtener de diversas semillas, el abastecimiento es continuo y pueden generar las respectivas trazabilidades de acuerdo con la Resolución 2451 de 2012.

Los Lípidos son necesarios en nuestra dieta, ya que son fuente de energía y calorías para el cuerpo, contienen Omega 9 y ácidos grasos esenciales Omegas 3 y 6 (nutrientes que nuestro cuerpo no puede fabricar por sí mismo), vehículo para la absorción de las vitaminas liposolubles A, D, E y K, dan sabor a las comidas y conservan los alimentos (Hoyos, 2014).

## **Oxidación lipídica**

Los lípidos sufren una reacción de oxidación, que afecta las características y vida útil de los alimentos. Los alimentos ricos en lípidos o aceites al degradarse generan compuestos tóxicos primarios y secundarios, produciendo una pérdida en el valor nutricional del alimento (Hidalgo, 2018).

La oxidación de grasas es el principal proceso de degradación de alimentos. Este proceso se da por la exposición a temperatura, luz, la disponibilidad de oxígeno, la presencia de antioxidantes y la insaturación, acelerando el desarrollo de la oxidación (Frankel, 2005).

Los radicales hidroperóxidos reaccionan con los ácidos grasos y generan peróxidos los cuales, al alcanzar su valor máximo, se convierten en aldehídos, cetonas y ácidos grasos de cadena corta, formando un típico aroma y sabor rancio, denominándose productos secundarios de oxidación lipídica (Ancco, 2018).

### **Estabilidad oxidativa de los lípidos**

La estabilidad oxidativa es la resistencia de las grasas a oxidarse, generan peróxidos o aumentan la acidez, lo cual es transmitido al producto en un determinado tiempo (Piedrahita, 2015). Los análisis de estabilidad oxidativa nos indica el deterioro del producto que contiene grasas y varía de acuerdo con la fuente, por ejemplo, Girasol, Canola, Oliva, etc. y a sus perfiles lipídicos (Cerviño et al, 2016).

La estabilidad oxidativa va alineada con la vida útil del producto rico en grasa, cuando se degrada un aceite usado como medio de conservación del producto, este le confiere acidez, genera un sabor de rancidez y lo contamina con subproductos de la oxidación que son tóxicos y disminuye así su vida útil. La oxidación se puede presentar por variación de temperaturas, exposición al aire y contaminación (Cerviño et al. 2016).

### **Proceso de oxidación**

El proceso de oxidación lipídica es la alteración más importante en la calidad del alimento, afecta la conservación y vida útil del producto, a medida que aumenta la degradación,

aparecen sabores y olores no característicos del producto, pierde valor nutricional y se desarrollan compuestos tóxicos que afectan la salud (Frankel, 1998).

La auto oxidación es el principal mecanismo de oxidación en los lípidos, es un proceso de reacción en cadena, que se produce a través de la formación de radicales libres y consta de cuatro etapas: iniciación, propagación, ramificación o auto oxidación y terminación, formando compuestos primarios y secundarios de oxidación (Frankel, 2005).

Durante el proceso de iniciación, se forman radicales libres en presencia de prooxidantes (luz, calor, iones metálicos, etc.). La etapa de propagación se caracteriza generar cadenas de reacciones. En la primera etapa, el oxígeno reacciona con los radicales alquilo libres ( $R \cdot$ ) rápidamente, genera radicales de peróxidos ( $R'COO \cdot$ ) los cuales reaccionan con moléculas de lípidos para formar hidroperóxidos ( $R'OOH$ ) y luego la descomposición de los hidroperóxidos puede causar un aumento geométrico de radicales libres (León, 2013).

### **Compuestos primarios de oxidación**

Son compuestos inestables, formados por reacciones de propagación y terminación que se descomponen fácilmente en radicales libres alcoxil e hidroxil, genera subproductos de oxidación. En presencia de baja y media temperatura, constituyen una parte muy importante de los compuestos oxidantes. La formación y descomposición de hidroperóxidos ocurren simultáneamente, pero en la primera etapa del proceso y hasta el final del período de inducción oxidativa, la formación de hidrógeno es mayor y aumentan los hidroperóxidos (García, 2018).

## **Compuestos secundarios de oxidación**

Están formados por diferentes tipos de reacciones de hidroperóxidos. Según el rango de peso molecular de los compuestos obtenidos, se pueden dividir en tres categorías: monómeros oxidados, volátiles, compuestos diméricos y poliméricos (García, 2018).

La descomposición de los hidroperóxidos, generan compuestos de oxidación secundarios como cetonas, aldehídos, alcoholes, epóxidos, y compuestos carbonílicos, los cuales hacen variar el sabor, olor y color de los alimentos (Tomas, 1988).

## **Peróxidos**

Los peróxidos son un producto de la oxidación de los lípidos. De acuerdo con la resolución 2154 de 2012, el contenido de peróxidos en aceites de oliva no debe de superar los 20 meqO<sub>2</sub>/kg (miliequivalentes de oxígeno activo / kg de aceite) en 100% extra-virgen prensado en frío. En aceites refinados o con mezclas vegetales este no puede ser mayor a 5 meqO<sub>2</sub>/kg.

## **Hidroperóxidos**

Los hidroperóxidos son productos de la reacción primaria de oxidación de grasas y aceites, esto se da por exposición a temperatura, luz entre otros, desarrolla un radical lipídico, junto con ácidos grasos y oxígeno, expresado en ROOH (Rojano, 1997).

El método químico empleado para medir Hidroperóxidos se conoce como TBARS (Especies reactivas al ácido tiobarbitúrico) donde se evalúan los niveles de oxidación por condiciones extremas en el producto (Sánchez, 2012).

## Capítulo 2 – Evaluación de la estabilidad de aderezo de quinua

### Metodología

El trabajo se desarrolló en la planta piloto y laboratorio de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, en la ciudad de Bogotá sede José Celestino Mutis con apoyo del laboratorio NULAB.

### Materiales

Quinua denominada Tunkahuán, caracterizada en trabajos anteriores y cultivada en Subachoque Cundinamarca, los vegetales frescos, especias y aceites de girasol y oliva extra virgen fueron adquiridos en un supermercado local.

### Composición nutricional de Quinua Tunkahuán

**Tabla 1.** Composición nutricional de quinua Tunkahuán

Componente	(g/100g)	NTA *
Cenizas	2.01	3.5% Máx.
Fibra Cruda	1.77	3% Mín.
Grasa Cruda	4.15	4.0% Mín.
Humedad	12.97	13.5% Máx.
Proteína Cruda	16.89	10% Mín.

Datos presentados como promedio

\*Normas técnicas Andinas NTA0032:2015

**Fuente:** Grupo de investigación - Proyecto PS – 19- 2018 Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

## **Rendimiento**

El rendimiento se da con la formula expresada en la ecuación 8:

$$\text{Ecuación 8: } \% \text{ de rendimiento} = \frac{\text{peso producto final}}{\text{peso producto inicial}} * 100$$

$$\% \text{ de rendimiento} = \frac{13500g}{16570g} * 100$$

$$\% \text{ de rendimiento} = 81,47\%$$

## **Estimación de vida útil**

Se almacenaron 45 muestras de 300g de aderezo a tres temperaturas,  $16 \pm 5^\circ\text{C}$ ,  $37^\circ\text{C}$  y  $47^\circ\text{C}$ , durante tiempos diferentes 120 días a temperatura ambiente, 41 días a temperatura de  $37^\circ\text{C}$  y 28 días a  $47^\circ\text{C}$ . Se establecieron los días de muestreo para evaluar características fisicoquímicas, microbiológicas, y sensoriales con el fin de identificar el parámetro de deterioro para estimar la vida útil del producto.

Se empleo un diseño experimental de dos factores, en el cual se aprecian los cambios a través del tiempo (días), para las variables no controladas como peróxidos, pH, cambio de color, análisis microbiológico y sensorial, respecto a la variable controlada de temperatura, la interpretación se da por análisis de anovas de acuerdo con Pardo et al., (2007).

En la tabla 2, se muestra el diseño experimental adaptado para el análisis y seguimiento del producto.

**Tabla 2.** Diseño experimental

Día	°C	Peróxidos	pH	Color L*a*b*	Microbiología	Sensorial
0	16±5	z	a	x	v	o
7	47	z	a	x	v	o
14	47	z	a	x	v	o
14	37	z	a	x	v	o
18	16±5	z	a	x	v	o
28	47	z	a	x	v	o
28	37	z	a	x	v	o
41	37	z	a	x	v	o
120	16±5	z	a	x	v	o

**Fuente:** autoría propia

### **Determinación de orden de reacción**

Una vez evaluado el producto en el tiempo, las variables analizadas fueron graficadas con respecto al tiempo de acuerdo con la ecuación de cinética de degradación. El orden de reacción y tiempo estimado de vida útil fue evaluado mediante regresión lineal con las ecuaciones de orden cero y uno (Labuza, 1984).

### **Determinación de constantes de reacción a diferentes temperaturas**

Una vez conocida la velocidad de reacción para las tres temperaturas, se graficaron las variables Ln de K (donde k es la velocidad de reacción) versus 1/temperatura absoluta, de acuerdo con el modelo de Arrhenius, para calcular la energía de activación y el K<sub>0</sub> (velocidad de reacción a la temperatura de referencia) que permitirá estimar la vida útil a diferentes temperaturas de acuerdo con la ecuación 5 (Labuza, 1984).



Ecuación 5: 
$$K = K_0 \frac{-Ea}{RT}$$

### **Índice de valor de peróxidos (IP)**

Se realizó de acuerdo con la AOAC 965.33 (Horwitz & Latimer, 2005). Para poder medir este valor se realiza una titulación con tiosulfato,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , la cual, presenta una reacción de iones con yoduro, formando yodo, expresado en la ecuación 9 (Sánchez, 2012):

Ecuación 9: 
$$VP = \frac{(S-B)*N*1000}{WM}$$

Donde:

B = mL de tiosulfato requeridos para el blanco

S = mL de tiosulfato requeridos para la muestra

N = concentración del tiosulfato empleado

WM = peso de la muestra en gramos

### **Análisis sensorial**

Se conformó un panel sensorial de 5 panelistas no entrenados, donde se aplicó una prueba de aceptación sensorial mediante escala hedónica. Cada muestra de acuerdo con el diseño experimental fue evaluada bajo los atributos de Color, Sabor, y Olor de acuerdo con la norma GTC 292 (ICONTEC, 2018).

En la tabla 3 se describe la escala de percepción, con puntuaciones de 1 a 8 siendo 1 me disgusta mucho y 8 me gusta muchísimo.

**Tabla 3.** Escala de percepción de evaluación sensorial

Descripción	Puntuación
Me gusta muchísimo	8
Me gusta mucho	7
Me gusta moderadamente	6
Me gusta un poco	5
Me es indiferente	4
Me disgusta un poco	3
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta mucho	1

**Fuente:** Autoría propia

### **Sinéresis**

Se tomaron 10g de muestra y se llevaron a centrifugar durante 15 minutos a 3000 RPM, la medición del porcentaje de liberación de agua se da aplicando la ecuación 10, se realizó por triplicado y los datos se presentan como promedio (Downey, 2003).

Ecuación 10: 
$$\%S = \frac{P_f}{P_o} * 100$$

Donde:

P<sub>f</sub>= Peso de agua liberada

P<sub>o</sub>= Peso de la muestra

S= Sinéresis

### **pH.**

Se realizó de acuerdo con la AOAC 981.12 (Horwitz & Latimer, 2005). Se tomaron 5g de muestra, se diluyeron en agua destilada en un vaso precipitado. Se usó un pH-metro digital Marca Hanna para tomar las medidas. Las lecturas se realizaron por triplicado y los valores se presentan como promedio.

### **Acidez.**

Se pesaron 5g de aderezo, y se realizó titulación con NaOH, de acuerdo con el método AOAC 942.15 (Horwitz & Latimer, 2005).

### **Color**

Para determinar el color, se utilizó un colorímetro Color Quest XE HunterLab (Virginia, U.S) con el software Easy Match QC ver. 4.6, con iluminador D65, ángulo 10 y escala CIE  $L^*a^*b^*$ , el cambio total de color ( $\Delta E$ ) fue calculado de acuerdo con la ecuación 7. Se realizaron 5 mediciones y los datos son presentados como promedio.

### **Análisis estadístico**

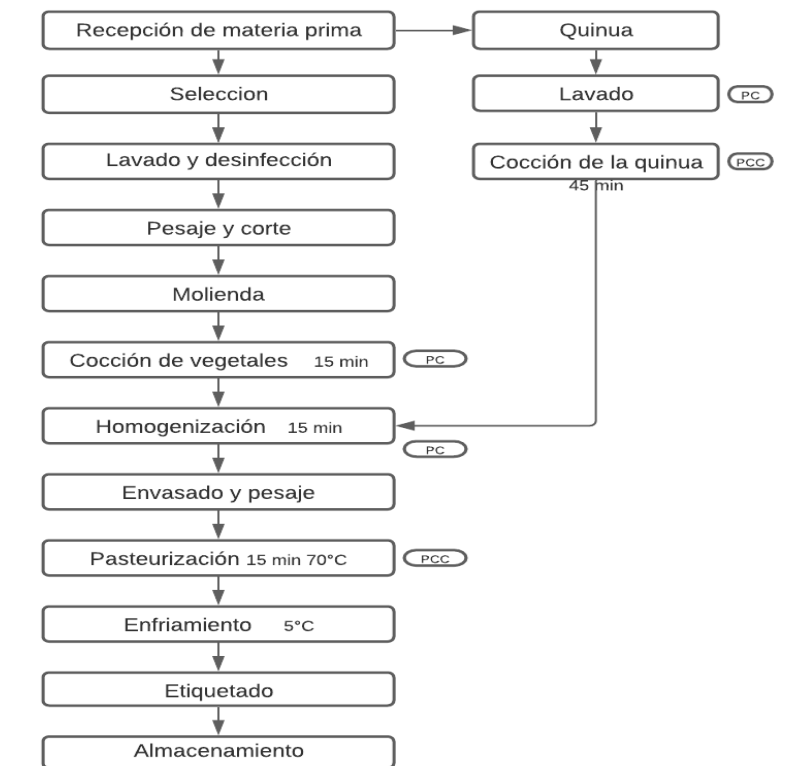
Se aplicó un diseño con dos factores completamente al azar, se realizó un análisis ANOVA simple para evaluar diferencias significativas del producto a cada temperatura evaluada con un nivel de confianza del 95%. Se aplicó la prueba de Tukey para comparaciones múltiples. El paquete estadístico utilizado fue STATGRAPHICS XVII, 2015.

## Resultados y análisis de resultados

### Estandarización del producto de acuerdo con el cumplimiento de los parámetros establecidos en la NTC 4305

El aderezo de quinua con vegetales se realizó en la planta piloto de la Universidad Nacional abierta y a Distancia, en base a información proporcionada por la empresa Quality Q, transformadora de productos a base de Quinua.

Se realizaron modificaciones en la formulación de acuerdo con los parámetros analizados, para cumplir con los requerimientos exigidos en la norma NTC 4305, se llevó a cabo la aplicación de controles de variables del proceso, y BPM (buenas prácticas de manufactura), para identificar los puntos de control (PC) y puntos críticos de control (PCC), junto con las oportunidades de mejora. Las operaciones, y el diagrama de flujo se describen en la figura 1:



**Figura 1.** Diagrama de flujo elaboración del aderezo

**Fuente:** Autoría propia

Los puntos de control establecidos se definieron de acuerdo con un análisis de riesgos biológicos, físicos y químicos en cada etapa.

La cocción es el tratamiento principal en la conservación del producto, donde se hace necesario controlar las variables tiempo y temperatura (Aguilar et al., 1999), por esta razón fue definido como punto crítico de control.

El lavado de Quinua se establece como punto crítico de control (PCC) debido al contenido de saponinas del grano, se debe probar y garantizar que no contenga residuos de saponinas después del lavado que puedan afectar la calidad del aderezo.

La pasteurización es el tratamiento al producto terminado que asegura su estabilidad microbiológica, este método puede inactivar bacterias, levaduras y mohos, entre más corto sea el proceso, se pueden asegurar las características y propiedades organolépticas del alimento (Chapoñan et al., 2014); para controlar las variables de la pasteurización y asegurar el tratamiento térmico del producto se estableció como punto crítico de control.

Se ajustaron el pH para cumplir con la norma NTC 4305, mediante modificaciones en la formulación con los ingredientes, limón y vinagre.

El producto se clasificó bajo en grasa respecto a la norma NTC 4305 debido a que su contenido de aceite no supera el 20%.

**Evaluación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el producto de acuerdo con la norma NTC 4305**

**Parámetros fisicoquímicos**

***pH***

El pH obtenido cumple la norma NTC 4305 para Industrias Alimentarias. Salsa aderezo para ensaladas (Max 4,0). Smith y Stratton (2007) señalaron que un valor por debajo de 4,6 es seguro ya que puede inhibir el crecimiento de *Clostridium botulinum* y la formación de toxina botulínica en aderezos y salsas, los resultados se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4.** pH del aderezo de quinua con vegetales.

<b>pH a 16±5 °C</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>
	4,13	0,08

**Fuente:** autoría propia.

**Composición nutricional**

Se realizaron análisis nutricionales del aderezo de quinua y vegetales, los resultados son presentados en la Tabla 5

**Tabla 5.** Caracterización nutricional del aderezo de quinua con vegetales

Análisis	(g/100g)
Cenizas	1,46
Fibra Cruda	1,79
Grasa Total	13,06
Humedad	71,71
carbohidratos	9,91
Proteína	2,07

Datos presentados como promedio

**Fuente:** autoría propia

Los resultados cumplen con la normatividad establecida en la NTC 4305 con respecto al porcentaje de grasa del aderezo. Simanca et al., (2006) en la selección de la mejor formulación de aderezos de berenjena en el departamento de Córdoba, establece que el porcentaje de grasa más adecuado para su formulación por el aporte de grasa debe ser <20%, considerándose bajo en grasa como parámetro para la comercialización del aderezo. Muchos países controlan el contenido de grasas con semáforos nutricionales, incrementado el desarrollo de productos reducidos en grasa (Freire, Waters, & Rivas, 2017).

En el estudio Barrios y Candela (2014) formulación de un aderezo a base de zapallo loche (*Curcubita moschata*) utilizando criterios de conservación y aceptación sensorial, el contenido de proteínas fue del 1,53g/100g, mientras que el aporte de proteína del aderezo de quinua con vegetales es de 2,07g/100g, en comparación con aderezos similares, esto evidencia un aporte

interesante de proteínas, posiblemente este aporte se deba al contenido de quinua presente en el producto.

### Parámetros microbiológicos

Se realizaron análisis microbiológicos para verificar la inocuidad del producto con respecto a la norma NTC 4305, en la Tabla 6 se presentan los resultados.

**Tabla 6.** Caracterización microbiológica del aderezo de quinua y vegetales.

Descripción	NTC 4305	Resultados
Recuento Mesófilos aerobios UFC/g/mL	1000-5000	3100
Recuento Coliformes Totales NMP/g/mL	<10	<3
Recuento Mohos UFC/g/mL	100-200	<100
Recuento Levaduras UFC/g/mL	100-200	<100
Recuento <i>Staphylococcus Aureus</i>	<100	<100
Coagulasa positivo UFC/g/mL		

Datos presentados como promedio

**Fuente:** autoría propia

De acuerdo con los análisis realizados y los parámetros establecidos por la NTC 4305 el producto cumple con las condiciones microbiológicas para su comercialización y consumo, lo que indica que la pasteurización fue efectiva.

Champoñan y Medina (2014) pasteurizaron a 85 °C una salsa de pimiento y tomate de árbol (con el fin de estabilizar el producto y darle una vida útil adecuada), se necesitaron 25



minutos para inactivar los microorganismos que afectaban la estabilidad microbiológica del producto y obtuvieron un producto con características generales aceptables y una larga vida útil.

### Estabilidad fisicoquímica del aderezo en el tiempo

#### Estabilidad oxidativa del aderezo

El comportamiento del índice de peróxidos fue decreciente como se puede evidenciar en la tabla 7. Los valores de índice de peróxidos presentaron diferencias significativas con respecto al tiempo (P valor < 0,05).

**Tabla 7.** Seguimiento índice medición de peróxidos

Temperatura	Día	Peróxidos meqO <sub>2</sub> /kg
16±5°C	0	4,34 ± 0,11 <sup>a</sup>
	18	1,41 ± 1,50 <sup>b</sup>
	120	1,37 ± 0,02 <sup>b</sup>
37°C	14	3,27 ± 0,21 <sup>a</sup>
	28	0,94 ± 0,30 <sup>c</sup>
	41	0,73 ± 0,18 <sup>c</sup>
47°C	7	3,71 ± 2,11 <sup>a</sup>
	14	1,41 ± 0,51 <sup>b</sup>
	28	0,88 ± 0,40 <sup>c</sup>

Valores presentados como promedio  $\pm$  la desviación estándar, las letras diferentes indican diferencias significativas

**Fuente:** autoría propia

En la mayoría de estudios de estimación de vida útil de matrices ricas en aceite o seguimiento de estabilidad oxidativa de aceites sometidos a altas temperaturas, se presenta un aumento en el índice de peróxidos, en estudios realizados por Terán (2019) con dos aceites en la “Evaluación de la oxidación lipídica de una salsa a base de espinaca (*spinacia oleracea*), albahaca (*ocimum basilicum*), utilizando dos tipos de aceites vegetales: soya (*glycine Max*) y aceite de oliva (*olea europea*)” ambos presentaron un crecimiento lineal de peróxidos, otro estudio que corrobora el crecimiento de peróxidos en el tiempo es el de Martinez (2009) “Formulación de un aderezo a base de tomate y aceite de Oliva, evaluación fisicoquímica, microbiológica, sensorial y Licopeno presente” el comportamiento posiblemente se deba a que fácilmente a temperaturas más altas (40 a 60 ° C) se están generando peróxidos hasta una degradación de los mismos. De acuerdo con la curva de autooxidación del aceite, se genera un periodo de inducción acelerado (formación de peróxidos) y posteriormente se descomponen y forman productos secundarios que causan rancidez (Frankel, 2005).

El método de seguimiento de índice de peróxidos es útil, simple y económico para evaluar la oxidación primaria, pero su principal limitación es que proporciona información errónea en muestras con estados de oxidación avanzados, en las que los hidroperóxidos y peróxidos se han descompuesto en subproductos de oxidación (Dobarganes & Velasco, 2002); posiblemente el descenso de los peróxidos con respecto al tiempo se debe a la generación de productos secundarios de la oxidación puesto que los peróxidos solo indican el periodo de inducción de la auto oxidación (Frankel, 2005).

El valor de peróxidos (VP) está relacionado con la formación de hidroperóxidos; un primer producto formado por oxidación de lípidos, y se utiliza para determinar la tasa de degradación inicial (Kishk & Elsheshetawy, 2013). Es probable que el método de índice de peróxidos no haya sido suficiente para evaluar la estabilidad oxidativa del producto, de hecho, se ha mencionado que el índice de peróxidos no es una medición real de la oxidación sino una estimación de los precursores de la rancidez (Badui, 1996), sin embargo, en los análisis realizados no se detectaron altos valores de índice de peróxidos. En la mayoría de los estudios, el valor crítico de la oxidación de aceites esta entre 10 y 20 meq O<sub>2</sub>/kg. Sin embargo, es difícil determinar el punto de oxidación máxima o el valor crítico de oxidación debido a que cuando se detecta sabor rancio en el alimento evaluado ya hay una alta oxidación del producto (Frankel, 1998).

Por otro lado, el producto contiene una mezcla de aceites de origen vegetal, Girasol y Oliva, cada aceite presentó inicialmente un valor de índice de peróxidos por debajo de 3 meq O<sub>2</sub>/kg, y fue mayor para el aceite de oliva. 2,85 meq O<sub>2</sub>/kg para el aceite de oliva y <0,002 meq O<sub>2</sub>/kg para el aceite de girasol (en anexos se encuentran los certificados de calidad de los aceites empleados), en algunos estudios se ha demostrado que la mezcla de aceites acelera la generación de peróxidos, especialmente en los procesos de freído (Arango, 2011).

En matrices complejas como los alimentos, se ha mencionado que se generan interacciones de sus componentes como la humedad y la proteína con los hidroperóxidos, generando estabilidad de estos (Frankel, 1998).

También se ha detectado mucha varianza y falta de precisión en la medición de índice de peróxidos especialmente para los aceites poliinsaturados, debido a la importante descomposición de los hidroperóxidos. Por lo tanto, es importante comprender la procedencia del aceite para

interpretar mejor la importancia de la medición de la cantidad de peróxido (Frankel, 2005). En el estudio de Vidoni (2013) “aceites saborizados con ajo (aderezos): calidad bromatológica, color y perfil de compuestos bioactivos” seleccionaron con el aceite de girasol, canola y oliva, testigos para evaluar el comportamiento de índice de peróxidos, el aceite de oliva presentó el mayor IP, mientras que el de girasol estuvo más bajo.

### **Estabilidad de pH en el tiempo.**

El comportamiento del pH a lo largo del seguimiento estuvo estable, se obtuvo un valor cercano al establecido en la norma NTC 4305 respecto a las temperaturas evaluadas, los resultados se presentan en la tabla 8 y no presentan diferencias significativas.

**Tabla 8.** Medición del pH

Temperatura	Día	pH
16±5°C	0	4,13 ± 0,01 <sup>a</sup>
	18	4,11 ± 0,08 <sup>a</sup>
	120	4,26 ± 0,16 <sup>a</sup>
37°C	14	3,99 ± 0,03 <sup>b</sup>
	28	4,12 ± 0,06 <sup>a</sup>
	41	4,02 ± 0,15 <sup>a</sup>
47°C	7	4,03 ± 0,06 <sup>a</sup>
	14	4,19 ± 0,16 <sup>a</sup>
	28	4,22 ± 0,22 <sup>a</sup>

Valores presentados como promedio ± la desviación estándar, letras diferentes indican diferencias significativas

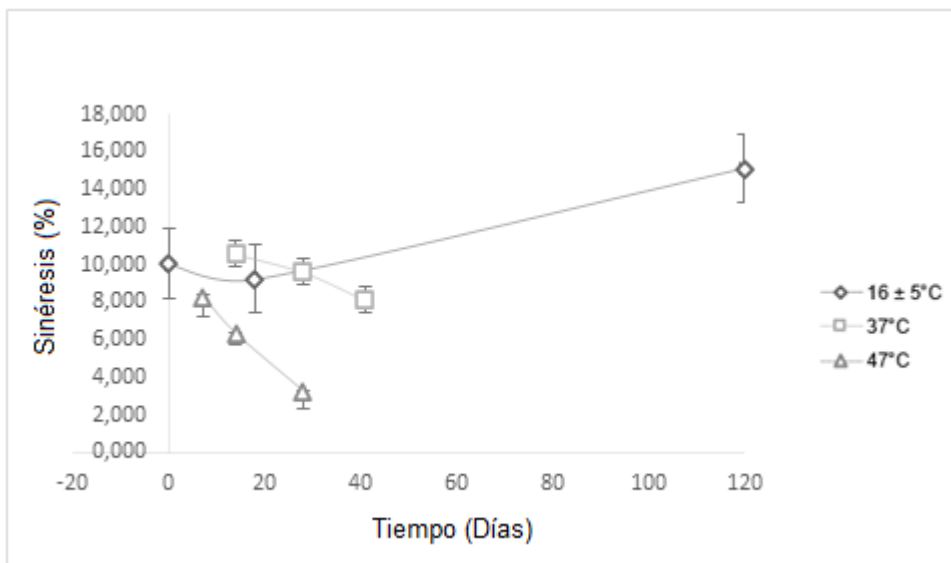
**Fuente:** autoría propia

La FDA (2016) mencionó que después de la pasteurización, los alimentos con pH menor a 4,6 pueden almacenarse a temperatura ambiente y la vida útil dependen principalmente del valor de pH del alimento. El valor de pH del alimento es menor a 4,5, le apuesta a eliminar los microorganismos, porque el ambiente ácido inhibe el crecimiento de microorganismos patógenos que pueden resistir el tratamiento térmico (Silva & Gibbs, 2004).

En el proceso de elaboración del producto, se adiciono mayor contenido de limón y vinagre para bajar el pH, en la formulación original se reportaron valores  $>5.0$ , valor por fuera de la norma NTC 4305.

### Sinéresis

La medición de la sinéresis refleja el porcentaje de agua liberado en el aderezo de quinua con vegetales. En la figura 2 se aprecia la relación entre las diferentes temperaturas, presentándose una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ).



**Figura 2.** Sinéresis en aderezo de Quinua con vegetales

Valores presentados como promedio  $\pm$  la desviación estándar (n=3)

**Fuente:** autoría propia

La sinéresis o capacidad de liberación de agua varía según el tipo de alimento. Un factor que afecta el aumento de la sinéresis es la generación de alta acidez y la agitación, la aparición de sinéresis en una salsa o aderezo hace que se separe de la fase acuosa y representa un aspecto negativo para su calidad (Tamine y Robinson, 1991). Sin embargo, en el presente estudio, se observa que la sinéresis disminuye a temperaturas altas y aumenta a temperatura ambiente.

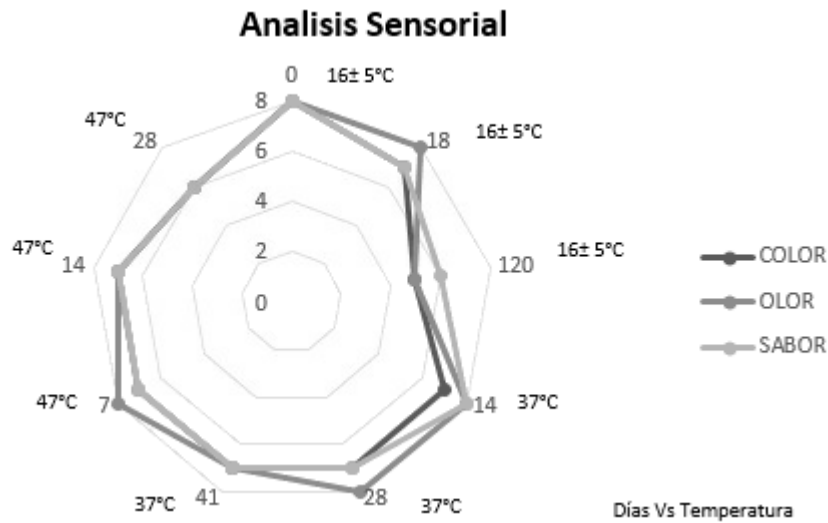
La sinéresis en este producto posiblemente se debe a la retrogradación del almidón ya que es el principal componente de la quinua (Zárate, 2019). La sinéresis puede ser causada por las verduras mezcladas con líquidos, aceites y azúcares, la pérdida de calidad durante el almacenamiento pudo deberse a hidrólisis gradual de los componentes de los vegetales en el aderezo (Ranken, 1993), para los autores Won et al. (2017) la retrogradación es importante en el uso del almidón como aditivo alimentario durante el procesamiento y la conservación, porque la textura y propiedades físicas de los alimentos disminuirán con el tiempo.

El grado de retrogradación depende de varios factores, como el tipo de almidón y su concentración y temperatura de almacenamiento, según Raymundo & Romaní (2016).

### **Evaluación sensorial del aderezo a través del tiempo**

Se realizó una prueba hedónica con un panel de 5 personas no entrenadas, el producto fue aceptado a lo largo del seguimiento. De acuerdo con los criterios establecidos no se detectó rechazo debido a características de color, olor y sabor. Los resultados de las pruebas a diferentes temperaturas son descritos en la figura 3.

Debido al contenido alto de aceites vegetales en el producto, se esperaba un cambio en algunos atributos sensoriales. Diferentes estudios han detectado la generación de compuestos durante la oxidación de lípidos en alimentos, que generan cambios en el olor y sabor (Frankel,2005; Braverman,1980), sin embargo, se requieren estudios más profundos y paneles entrenados para detectar estos cambios. Posiblemente el panel no entrenado, no alcanzó a detectar cambios en estos atributos o el producto no alcanzó un grado de oxidación que generará un rechazo al consumidor. Se ve una disminución en el puntaje de aceptación del aderezo a los 28 días de almacenamiento a 47°C, 120 días a 16±5°C y 41 días a 37°C.



**Figura 3** Evaluación sensorial del aderezo

Valores presentados como mediana del puntaje en escala hedónica (n=5)

**Fuente:** autoría propia

En el estudio de Paraskevopoulou et al., (2005) sobre estabilidad oxidativa de los aderezos para ensaladas de aceite de oliva y jugo de limón estabilizado con polisacáridos: buscaron correlaciones entre análisis instrumental y sensorial, la oxidación no fue detectada por

el panel, pero mediante análisis instrumentales, los niveles de oxidación arrojaron valores de media aceptabilidad. Los panelistas solo informaron un sabor rancio débil después de 21 semanas ( $2,00 \pm 0,93$  y  $1,63 \pm 0,75 - 2,25 \pm 1,28$ , respectivamente). Finalmente, entre los aderezos para ensaladas no se encontraron diferencias significativas entre ellos (Paraskevopoulou, et al, 2005).

Las muestras evaluadas del día 120 a temperatura ambiente ( $16 \pm 5^\circ\text{C}$ ), día 28 a  $47^\circ\text{C}$  y día 41 a  $37^\circ\text{C}$  presentaron la valoración más baja en el atributo de color; mientras que los menores puntajes para el atributo de olor y sabor fueron asignados a las muestras del día 120 ( $16 \pm 5^\circ\text{C}$ ) y día 28 ( $47^\circ\text{C}$ ), lo que demuestra que el panel no detectó diferencias en la muestra día 41 ( $37^\circ\text{C}$ ). Los resultados demuestran que el cambio más perceptible por los panelistas es el cambio de color y que las altas temperaturas ( $47^\circ\text{C}$ ) degradan el producto 4,2 veces más rápido (28 días).

Al efectuar el análisis estadístico de los puntajes de los panelistas, mediante el análisis de varianza no paramétrico de Friedman, se obtuvieron diferencias significativas (p valor  $< 0,05$ ) para los atributos de color, olor y sabor presentadas en las Tablas 9, 10 y 11.



**Tabla 9.** Medianas y significancia mediante Friedman evaluación sensorial color

COLOR						
Temperatura	Día	n	Rango Promedio	Mediana	Mínimo - Máximo	p-valor
16±5°C	0	5	7,9	8	7-8	0,00013
	18	5	6,1	7	7-8	
	120	5	1,1	5	4-5	
37°C	14	5	6,7	7	7-8	
	28	5	6,1	7	7-8	
	41	5	4,3	7	6-7	
47°C	7	5	6,1	7	7-8	
	14	5	4,5	7	6-7	
	28	5	2,2	6	5-6	

**Tabla 10.** Medianas y significancia mediante Friedman evaluación sensorial Olor

OLOR						
Temperatura	Día	n	Rango Promedio	Mediana	Mínimo - Máximo	p-valor
16±5°C	0	5	6,2	8	7-8	0,00186
	18	5	6,2	8	7-8	
	120	5	1,2	5	4-5	
37°C	14	5	6,2	8	7-8	
	28	5	6,2	8	7-8	
	41	5	5,5	7	7-8	
47°C	7	5	6,2	8	7-8	
	14	5	5,5	7	7-8	
	28	5	1,8	6	5-6	

**Tabla 11.** Medianas y significancia mediante Friedman evaluación sensorial Sabor

SABOR						
Temperatura	Día	n	Rango Promedio	Mediana	Mínimo - Máximo	p-valor
16±5°C	0	5	7,3	8	7-8	0,00010
	18	5	5,2	7	7-8	
	120	5	1,6	6	5-5	
37°C	14	5	7,3	8	7-8	
	28	5	5,2	7	7-8	
	41	5	5,9	7	7-8	
47°C	7	5	5,2	7	7-8	
	14	5	5,9	7	7-8	
	28	5	1,4	6	5-6	

Con respecto a la estabilidad oxidativa de productos ricos en grasas, el análisis sensorial puede detectar olores y sabores que no son detectados por ningún método instrumental; sin embargo, la capacidad de rechazar o aceptar el producto conforme a los resultados es muy baja, por lo que se recomienda utilizar métodos complementarios entre métodos químicos e instrumentales (Frankel, 2005).

## Color

Los resultados de color se pueden observar en la tabla 12, encontrándose un cambio significativo en los parámetros luminosidad ( $L^*$ ), verde ( $a^*$ ) y amarillo ( $b^*$ ). Los resultados presentaron diferencias significativas ( $p$  valor  $< 0,05$ ).

**Tabla 12.** Resultados  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  en el aderezo durante su almacenamiento.

Temperatura	Tiempo (Días)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$\Delta E$
	0	$63,39 \pm 6,03^a$	$-8,72 \pm 0,65^a$	$57,96 \pm 5,65^a$	$0,00^a$
16±5°C	18	$60,86 \pm 0,75^a$	$-7,63 \pm 0,50^a$	$54,52 \pm 2,58^a$	$5,79^a$
	120	$31,26 \pm 1,44^c$	$-2,92 \pm 0,76^c$	$36,50 \pm 3,11^c$	$40,73^c$
37°C	14	$60,53 \pm 0,88^a$	$-7,15 \pm 0,64^a$	$53,45 \pm 1,73^a$	$6,81^a$
	28	$55,27 \pm 0,80^b$	$-5,29 \pm 0,47^b$	$49,44 \pm 0,73^a$	$13,67^a$
	41	$49,99 \pm 0,88^c$	$-3,70 \pm 0,27^c$	$44,59 \pm 0,78^b$	$21,00^b$
47°C	7	$61,96 \pm 4,40^a$	$-7,50 \pm 0,57^a$	$53,44 \pm 4,09^a$	$5,80^a$
	14	$57,13 \pm 2,67^a$	$-6,19 \pm 0,51^a$	$51,78 \pm 3,92^a$	$10,16^a$
	28	$51,32 \pm 1,71^b$	$-4,37 \pm 0,22^b$	$47,50 \pm 3,71^b$	$18,06^b$

Valores presentados como promedio  $\pm$  la desviación estándar

**Fuente:** autoría propia

En la tabla 12 se puede apreciar cambios significativos para los tres parámetros,  $L^*$  disminuye, lo que revela que el producto es más opaco y pierde brillo, el parámetro  $a^*$  representativo de verde por dar negativo en la lectura, se va acercando más al 0, caracterizando un oscurecimiento del producto y en el resultado de  $b^*$  se evidencia una pérdida del color amarillo.

Los cambios de color pueden indicar pérdida de compuestos nutricionales u oxidación del producto. En el estudio de Martínez, (2009) se evaluó el cambio de color de un aderezo a base de tomate y aceite de oliva almacenado a diferentes temperaturas (20°C y 40°C) para evidenciar la pérdida de licopeno, antioxidante de gran importancia en la salud. Desde el principio, el contenido de licopeno disminuyó gradualmente durante el almacenamiento, presentándose cambio de color, ( $\Delta E$ ).

### **Estimación de vida útil**

Para la estimación del tiempo de vida útil se aplicó el método de integración con las variables que presentaron cambios significativos en el tiempo, resultados por fuera de la normatividad o que afectan la calidad e inocuidad del producto establecida en la NTC 4305.

La vida útil de un alimento se define como el tiempo limitado después de la producción en condiciones de almacenamiento controladas, durante el cual perderá sus propiedades sensoriales, físicas y químicas y cambiará sus características microbiológicas (Carrillo & Reyes, 2013).

Los resultados de pH, sinéresis, análisis microbiológico, índice de peróxidos y análisis sensorial, no fueron seleccionados para estimar la vida útil de producto, ya que los valores obtenidos no evidencian deterioro del producto, el pH fue estable durante el tiempo de

almacenamiento, la sinéresis disminuyó a altas temperaturas, el análisis microbiológico revela inocuidad del producto durante el tiempo evaluado y cumplimiento con la norma NTC 4305 y el análisis sensorial no revela cambios significativos en la aceptación del producto. Con respecto a la evaluación de la estabilidad oxidativa mediante el índice de peróxidos, los resultados no evidencian claridad en la oxidación del producto ya que los peróxidos solo indican el periodo de inducción de la autooxidación y el estudio no es sensible, puesto que, el punto final requiere un nivel alto de oxidación (Frankel, 2005), y en los resultados obtenidos los peróxidos presentaron una disminución significativa, por lo que no se llega a estimar esta reacción de deterioro.

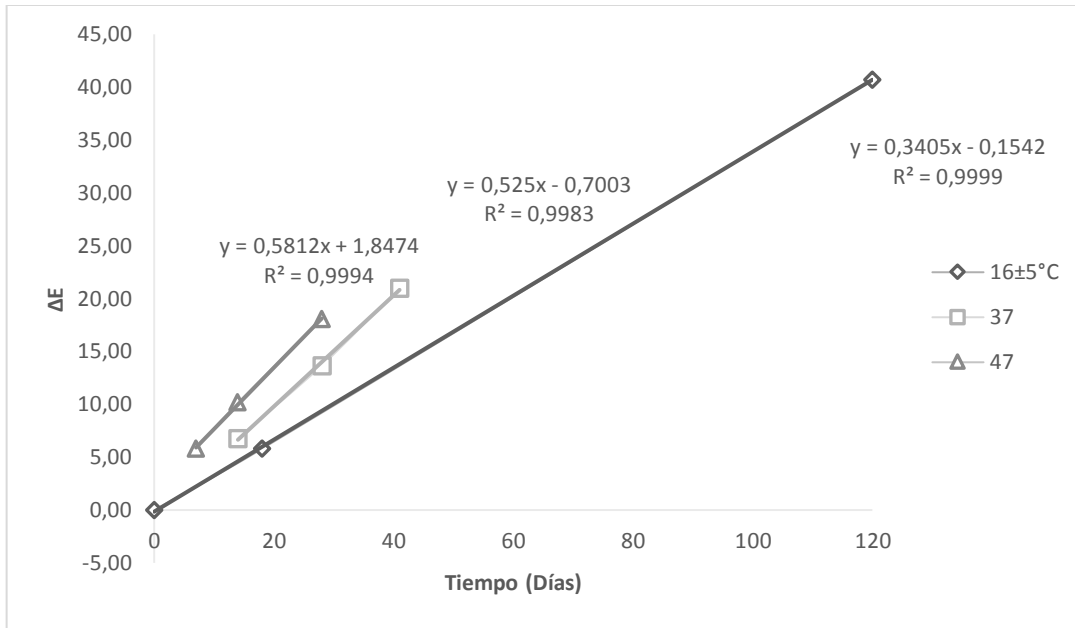
### **Método de integración**

Estos estudios tienen como objetivo determinar los parámetros cinéticos del proceso de degradación y/o predecir la vida útil en condiciones de almacenamiento reales o naturales (Ancco, 2008).

### **Estimación de acuerdo con el cambio de color**

En la figura 4 se muestra el gráfico para estimar la velocidad y orden de reacción de la variable cambio de color  $\Delta E$

Se puede suponer que el cambio de color total corresponde a una reacción no enzimática (orden de reacción 0) o destrucción de pigmentos naturales (orden de reacción 1), sin embargo, los alimentos empiezan a ser inaceptables con un cambio de 20 a 30% (Labuza & Schmidl, 1985). El valor crítico seleccionado es un cambio del 30%, en el cambio total de color del producto, en la tabla 13 se describe la velocidad de reacción y el coeficiente de determinación para el orden de reacción cero.



**Figura 4.** Gráfica de  $\Delta E$  cambio de color orden 0

Datos presentados como promedio

**Fuente:** autoría propia

**Tabla 13.** Constante de cambio de color orden 0

Temperatura	Constante de velocidad (k)	R <sup>2</sup>	Vida útil (Días)
16±5°C	0,3405	0,9999	88
37°C	0,5250	0,9983	57
47°C	0,5812	0,9994	51

**Fuente:** autoría propia

Los consumidores tienden a asociar el color con el aroma, la seguridad, el tiempo de almacenamiento, la nutrición y la satisfacción, porque está íntimamente relacionado con la evaluación física, química y sensorial de la calidad de los alimentos (Gökmen & Sügüt, 2007).

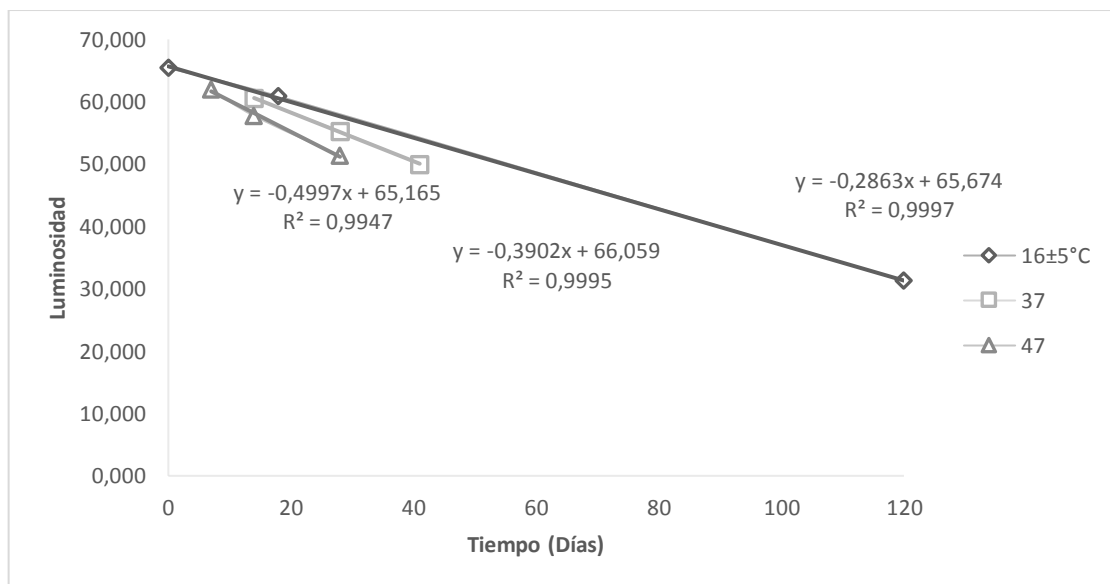
Se presenta un elevado coeficiente de determinación, las altas temperaturas provocan un mayor oscurecimiento en el producto, porque la reacción de oscurecimiento no enzimático depende en gran medida de la temperatura (Pedreschi et al., 2007).

En el estudio de Mathias y Ah-Hen (2014) “el color en los alimentos un criterio de calidad medible”, menciona que el color se ve afectado por muchos factores, como la iluminación, el observador, el espectro, la presencia de pigmentos o las características de la superficie, el tamaño, la textura y el brillo de la muestra que se analiza.

La luminosidad del producto, tanto  $a^*$  y  $b^*$  (coordenadas de cromaticidad) determinan el color final, siendo muy importante para la medición de calidad de los productos frescos o los cambios que se producen durante el proceso natural de degradación (Martínez, 2017).

### Estimación de acuerdo con la luminosidad

En la figura 5 se muestra el gráfico para estimar la velocidad y orden de reacción 0 de la variable luminosidad ( $L^*$ ).



**Figura 5.** Gráfica de luminosidad orden 0



Datos presentados como promedio (n=5)

**Fuente:** autoría propia

En la figura 5 se puede apreciar un descenso significativo en el parámetro de luminosidad, se revela que el producto se opaca y pierde brillo, durante los días de almacenamiento, el orden de reacción fue 0 y el parámetro crítico estimado fue la pérdida de 30% de luminosidad, de acuerdo con el cambio percibido por los consumidores (Labuza & Schmidl,1985).

**Tabla 14.** Constante de cambio de Luminosidad orden 0

Temperatura	Constante de velocidad (k)	R <sup>2</sup>	Vida útil (Días)
16±5°C	0,2863	0,9997	71
37°C	0,3902	0,9995	52
47°C	0,4997	0,9947	41

**Fuente:** autoría propia

En el estudio de Rondón, Pacheco y Ortega (2004) “Estimación de la vida útil de un análogo comercial de mayonesa utilizando el factor de aceleración Q10”, se evidenció en los tratamientos a 55°C, 45°C y 35°C respectivamente un oscurecimiento en relación con el tiempo en las muestras incubadas a diferentes temperaturas. El color de los alimentos y otros aspectos de su apariencia dan a las personas una primera impresión y ayudan a los consumidores a decidir si aceptan los alimentos. Cuando el color o la apariencia se desvían demasiado de las expectativas, los consumidores los rechazarán (Rondón, Pacheco y Ortega. 2004).

El oscurecimiento no fue percibido por el panel sensorial en el transcurso del tiempo, sin embargo, en el último día del seguimiento de los aderezos a diferentes temperaturas se puede apreciar un leve cambio, para poder contrarrestar esta evidencia, se deben de emplear otros métodos de análisis, por esto se realizó la medición con el colorímetro, debido a cambios significativos de oscurecimiento o pérdida de luminosidad al aumentar los días, la velocidad (k) es mayor a altas temperaturas.

### **Aplicación del modelo de Arrhenius**

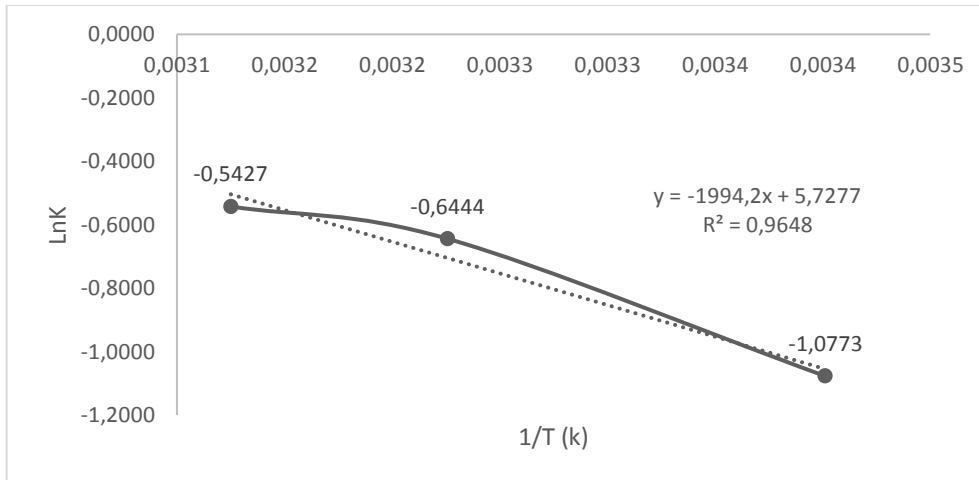
El modelo de Arrhenius describe la relación entre la constante de velocidad de reacción y la temperatura, se utilizan las constantes de orden 0 de reacción (Chica & Osorio, 2003).

Con las tres constantes obtenidas de la reacción de oscurecimiento, representadas por las pendientes de las ecuaciones para las tres temperaturas estudiadas, se aplicó el modelo de Arrhenius.

La ecuación utilizada para aplicar la regresión lineal es la ecuación 11.

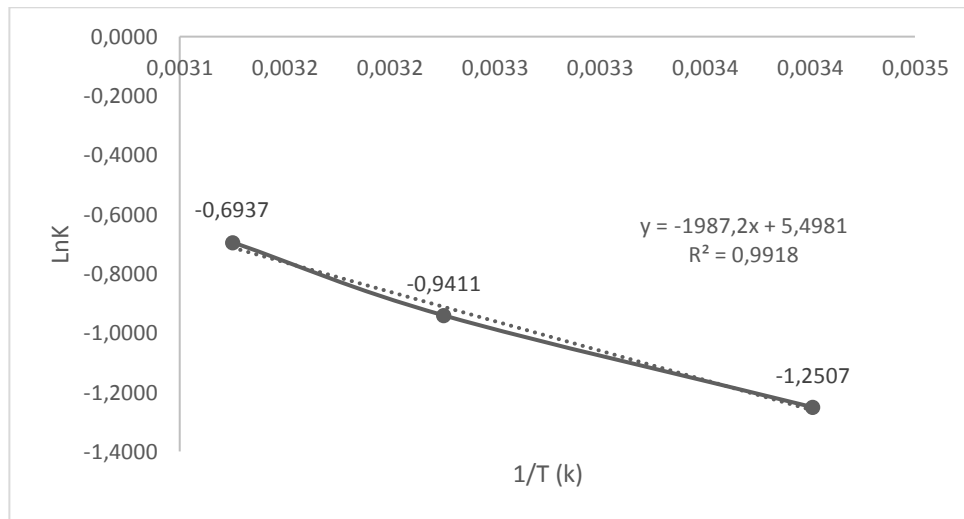
Ecuación 11 
$$\ln k = \ln K_0 - \left(\frac{E_a}{R}\right)\left(\frac{1}{T}\right)$$

En la figura 6 se aprecia la gráfica de aplicación del modelo de Arrhenius con la reacción de cambio de color donde se obtienen los datos de la pendiente para hallar la energía de activación y así poder estimar la vida útil a diferentes temperaturas, y en la figura 7 se muestra la aplicación del modelo de Arrhenius para la reacción de pérdida de luminosidad.



**Figura 6.** Gráfica de Arrhenius para  $\Delta E$  cambio de color

**Fuente:** autoría propia



**Figura 7.** Gráfica de Arrhenius para cambio de luminosidad

**Fuente:** autoría propia

La energía de activación ( $E_a$ ) fue 16579,78 J/mol para cambio de color y 16521,58 J/mol para cambio de luminosidad. En los Métodos de estudio de vida de anaquel de los alimentos de

Giraldo (1999), la  $E_a$  es de 10.000 a 25.000 J/mol, para estimar la durabilidad del producto con respecto a las energías de activación típicas para la oxidación de lípidos.

**Tabla 15.** Energía de activación para cambio de color ( $\Delta E$ )

Temperatura	$E_a$	LnK	1/T
16±5°C	16579,78 J/mol	-1,0773	0,0034
37°C		-0,6444	0,0032
47°C		-0,5427	0,0031

**Fuente:** autoría propia

**Tabla 16.** Energía de activación para cambio de luminosidad

Temperatura	$E_a$	LnK	1/T
16±5°C	16521,58 J/mol	-1,2507	0,0034
37°C		-0,9411	0,0032
47°C		-0,6937	0,0031

**Fuente:** autoría propia

En la tabla 17 se aprecia la velocidad de reacción inicial y se estima la vida útil a 4 temperaturas de almacenamiento según el modelo de cinética de cambio de color.

**Tabla 17.** Estimación de vida útil por cambio de color

Temperatura	$K_0$	Vida útil (Días)
4°C	0,2295	130
16±5°C	0,3405	86
37°C	0,5250	61
47°C	0,5812	50

**Fuente:** autoría propia

En la tabla 18 se expresan los días de vida útil respecto a luminosidad, factor que disminuye notablemente en el producto y nos sirve como estimador.

**Tabla 18.** Estimación de vida útil por cambio de luminosidad

Temperatura	$K_0$	Vida útil (Días)
4°C	0,1871	109
16±5°C	0,2833	72
37°C	0,4016	51
47°C	0,4907	41

**Fuente:** autoría propia

Se puede apreciar que el parámetro más afectado en la vida útil del producto con respecto a los cambios de color es el factor de luminosidad ya que con los puntos críticos establecidos del 30% se puede apreciar que la vida útil del producto baja de 130 días a 109 días a una temperatura de 4°C, esta es una reducción del 16%.

### Estimación del factor Q10

Se determinó el factor Q10 para el cambio de color y pérdida de luminosidad. Los resultados son presentados en la tabla 19. Este factor permitió determinar la vida útil del aderezo a temperaturas  $\pm 10^\circ$  con respecto al tiempo de vida útil ya determinado a otra temperatura, se obtuvo a partir de los resultados del seguimiento a 37°C y 47°C.

El factor es un método práctico y confiable para predecir el impacto de los cambios de temperatura de almacenamiento de alimentos y representa el número de cambios en la velocidad de reacción de deterioro cuando la temperatura cambia 10°C (Toroky, & King. 1991). En el estudio de Rondón et al., (2004) los investigadores determinaron que este factor se puede utilizar para describir la velocidad a la que proceden las reacciones, mediante el análisis físico, químico y sensorial realizado a lo largo del proceso de investigación.

**Tabla 19.** Factor Q10 de cambio de color y luminosidad

Parámetro	Q10
$\Delta E$ cambio de color	1,1070
Cambio de luminosidad	1,2806

**Fuente:** Autoría propia

En el estudio de Teran (2019) sobre “Evaluación de la oxidación lipídica de una salsa a base de espinaca (*Spinacia Oleracea*), Albahaca (*Ocimum Basilicum*), utilizando dos tipos de aceites vegetales: Soya (*Glycine Max*) y aceite de oliva (*Olea Europea*)”, se obtuvo un Q10 de 1,23 para la salsa de soya, y 1,18 para la salsa con oliva, valores muy similares a los obtenidos en el estudio.

De acuerdo con los resultados, este valor indica que la velocidad de deterioro expresada como cambio de color  $\Delta E$  se acelera 1.10 veces en el aderezo de quinua y vegetales por cada  $10^{\circ}\text{C}$  y 1,28 veces por cada  $10^{\circ}\text{C}$  expresado como cambio de luminosidad.

## Conclusiones

El aderezo fue evaluado de acuerdo con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos establecidos en la NTC 4305, los resultados indicaron cumplimiento de la norma gracias a la estandarización del proceso y el ajuste de la formulación.

El estudio de composición nutricional clasifica el producto como un aderezo bajo en grasa, y se evidenció un contenido de proteína más alto en comparación a otros aderezos de vegetales.

El comportamiento del índice de peróxidos presentó una disminución con respecto al tiempo a las tres temperaturas evaluadas, posiblemente derivado de la falta de precisión del método o la generación de precursores de la rancidez del producto.

El análisis sensorial demostró la aceptación del producto y posiblemente falta de identificación de los cambios de sabor y color debido a la rancidez y oscurecimiento.

La estabilidad microbiológica del producto a lo largo del estudio se mantuvo en los parámetros establecidos por la NTC 4305, resultados acordes con el método de conservación y las condiciones fisicoquímicas, el recuento de mohos <100 ufc/g, recuento de levaduras <100 ufc/g, recuento de coliformes <3 ufc/g.

La energía de activación fue 16579,78 J/mol para cambio de color y 16521,58 J/mol para cambio de luminosidad.

La vida útil del aderezo por estimación de cambio de color a 4°C es de 130 días, a temperatura ambiente (16±5 °C) 86 días, a 37°C 61 días y a 47°C 50 días. Estos días de conservación se establecieron de acuerdo con el 20% de cambio color percibido por el ojo humano como límite crítico en la calidad del producto.



### **Recomendaciones.**

En futuros estudios, se recomienda el estudio de otros métodos de conservación alternos a la pasteurización del aderezo para evaluar si es un precursor de la oxidación del aceite en el aderezo de vegetales y quinua.

Como recomendación al transformador de quinua, el aceite como medio de conservación en el aderezo de vegetales y quinua debe cubrir la totalidad del producto para evitar exposición de parte del producto al oxígeno y posterior contaminación.

Para futuros estudios, se requiere un panel sensorial entrenado para evaluar cambios sensoriales en el producto, principalmente sabor y color ya que los análisis realizados por el panel no entrenado no fueron precisos en los cambios de estos atributos.

En futuros estudios se recomienda establecer otros métodos de medición de deterioro por oxidación en el aderezo, debido a las limitantes del método de índice de peróxidos, y la curva de autooxidación.

Como recomendación en futuros estudios realizar el Recuento de *Bacillus Cereus* debido a que es una conserva y es un parámetro exigido por la normatividad vigente para su comercialización.

## Bibliografía

- Aida (2013), XV Jornadas sobre Producción Animal, Tomo II, 700-702 <https://www.aidaitea.org/index.php/jornadas-aida/comunicaciones?idJor=5>
- Ancco, T. (2018). Determinación de vida en anaquel de galletas enriquecidas con kanihua (*chenopodium pallidicaule sp*) por pruebas aceleradas de almacenamiento [Tesis Magíster Scientiae, Universidad Nacional Del Altiplano - Puno].  
<http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/627/EPG232-00222-01.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Anzueto, C. (2012). Modelos matemáticos para estimación de vida útil de alimentos. San salvador.  
<https://docplayer.es/15179369-Modelos-matematicos-para-estimacion-de-vida-util-de-alimentos.html>
- Arango, N. (2011) Análisis de la calidad del aceite de mezclas vegetales utilizado en doce frituras sucesivas empleado para freír papa sabanera tipo francesa. [Trabajo Pregrado - Pontificia universidad Javeriana] <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/8794>
- Apaza, V.; Cáceres, G.; Estrada, R.; & Pinedo, R. (2013). Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Lima: [Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación] FAO, 79 p.  
[http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/76/1/Apaza-Catalogo\\_de\\_variedades...quinua.pdf](http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/76/1/Apaza-Catalogo_de_variedades...quinua.pdf)
- Badui, S. (1996). Química de los alimentos. Ed. Longman. México, D.F. pp. 380-384.  
[http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Libro-Badui2006\\_26571.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Libro-Badui2006_26571.pdf)

- Barrios, A. & Candela, M (2014) formulación de un aderezo a base de zapallo loche (curcubita moschata) utilizando criterios de conservación y aceptación sensorial. Universidad San Ignacio de Loyola <https://revistas.usil.edu.pe/index.php/syh/article/download/17/18>
- Braverman, J. (1980). Introducción a la Bioquímica de los Alimentos. Ed. El Manual Moderno, México. <https://www.worldcat.org/title/introduccion-a-la-bioquimica-de-los-alimentos-de-j-b-s-braverman/oclc/991736460>
- Carrillo, M & Reyes, A (2013) Vida útil de los alimentos Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias ISSN 2007-9990 <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5063620.pdf>
- Cerviño, V. Sosa, M. Herrera, L. Vergara, & Sgroppo. (2016). Efecto de diferentes compuestos lipídicos sobre la oxidación de un aderezo vegetal durante el almacenamiento. <https://ria.utn.edu.ar/handle/20.500.12272/1082>
- Chapoñán, A. & Medina, J. (2014). Determinación del tiempo de vida útil de una salsa picante a partir de rocoto (*capsicum pubescens*) y tomate de árbol (*solanum betaceum*). Universidad Nacional Del Santa. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/1947>
- Chica, B. & Osorio, S (2003). “Determinación de la vida de anaquel del chocolate de mesa sin azúcar en una película de polipropileno biorientado.” Universidad nacional de Colombia, Manizales. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/3100>
- Corradini, M. (2018) Shelf Life of Food Products: From Open Labeling to Real Time Measurements Department of Food Science, University of Massachusetts Amherst, Amherst, MA 01003 [https://www.researchgate.net/profile/Maria-Corradini/publication/322459362\\_Shelf\\_Life\\_of\\_Food\\_Products\\_From\\_Open\\_Labeling\\_to\\_Rea](https://www.researchgate.net/profile/Maria-Corradini/publication/322459362_Shelf_Life_of_Food_Products_From_Open_Labeling_to_Rea)

l-Time\_Measurements/links/5a626801a6fdccb61c527989/Shelf-Life-of-Food-Products-From-Open-Labeling-to-Real-Time-Measurements.pdf

DeMan J. M. (1999). Principles of Food Chemistry. Ed. Aspen Publishers Inc. New York, pp 229-309"  
<https://www.springer.com/gp/book/9783319636054>

Downey, G. (2003). Effects of cryoprotectant mixtures on physical properties of frozen and thawed pureed cooked potatoes: some introductory studies. International Journal of Food Science and Technology. 38, 857 – 868 <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1046/j.1365-2621.2003.00745.x>

FAO (2011) La Quinoa: Cultivo Milenario Para Contribuir a La Seguridad Alimentaria Mundial. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. <http://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/326239/>

FAO-ALADI. 2014. Tendencias y perspectivas del comercio internacional de quinua Documento Conjunto FAO-ALADI. Santiago de Cali <http://www.fao.org/3/i3583s/i3583s.pdf>

FDA (Food and Drug Administration, USA). (2016). Guidance for commercial processors of acidified and low-acid canned foods (en línea). Consultado 13 nov. 2019.  
<https://www.fda.gov/media/93770/download>

Fellows, P. (1994). Tecnología del procesado de alimentos: principios y prácticas. Zaragoza, España, Editorial Acribia. 549 p.  
<http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/download/5644/5641>

Frankel, E (1998). Lipid Oxidation. Bell & Bain Ltd., Great Britain. 303p  
<https://www.elsevier.com/books/lipid-oxidation/frankel/978-0-9531949-8-8>

Frankel, E. (1998). Methods to determine extent of oxidation, en “Lipid oxidation” Ed. E.N. Frankel, The Oily Press, Dundee, UK, pp. 79-98. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf800336p>

Frankel, E. (2005). Lipid Oxidation. Ed. The Oily Press, Bridgewater, UK  
<https://www.sciencedirect.com/book/9780953194988/lipid-oxidation>

Freire, W. Waters, W. & Rivas, G. (2017) Semáforo nutricional de alimentos procesados: estudio cualitativo sobre conocimientos, comprensión, actitudes y prácticas en el Ecuador. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública [online]. 2017, v. 34, n. 1 , pp. 11-18. Disponible en: <<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2017.341.2762>>. ISSN 1726-4642.  
<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2017.341.2762>.

García, M. (2018) oxidación lipídica en productos lácteos: influencia de la adición de ácidos grasos funcionales. [Tesis Doctoral - Universidad autónoma de Madrid]  
<https://repositorio.uam.es/handle/10486/686770>

Giraldo, G (1999) Métodos de estudio de vida útil de anaquel de los alimentos. Manizales.  
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/55806>

Gökmen V, & Sığut I. (2007) A non-contact computer vision-based analysis of color in foods. Int. J. Food Eng. 2007;3(5):1-13. [https://www.researchgate.net/publication/228500878\\_A\\_Non-Contact\\_Computer\\_Vision\\_Based\\_Analysis\\_of\\_Color\\_in\\_Foods](https://www.researchgate.net/publication/228500878_A_Non-Contact_Computer_Vision_Based_Analysis_of_Color_in_Foods)

Hidalgo, U. (2018). Cambios químicos de los aceites comestibles durante el proceso de fritura. Riesgos en la salud. <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icbi/n3/e3.html>

ICONTEC. (2008). “NTC 4305 Industrias Alimentarias, Salsa o Aderezo Para Ensaladas.”

<https://tienda.icontec.org/gp-industrias-alimentarias-salsa-o-aderezo-para-ensaladas-ntc4305-2008.html>

ICONTEC. (2018). “GTC 292 Análisis sensorial. Evaluación (Determinación y verificación) de la vida útil de los alimentos” <https://www.icontec.org/rules/analisis-sensorial-evaluacion-determinacion-y-verificacion-de-la-vida-util-de-los-alimentos/>

Jäger, M. (2015). El Cultivo de La Quinoa En Colombia y Sus Perspectivas Futuras.

[https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/71072/Memorias\\_Quinoa\\_Definitivo\\_01272016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/71072/Memorias_Quinoa_Definitivo_01272016.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Cali.

Jiménez, A. 2018. “Determinación Del Factor Q Para Establecer La Vida Útil de Un Concentrado de Fruto.” [Tesis Pregrado - Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/45497/K%2065562%20Jimenez%20Herrera%2C%20Alejandra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Kishk, Y. & Elsheshetawy, H. (2013) Effect of ginger powder on the mayonnaise oxidative stability, rheological measurements, and sensory characteristics. *Annals of Agricultural Sciences*, 58(2), pp. 213-220, 2013. DOI: 10.1016/j.aos.2013.07.016

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0570178313000389>

Labuza, T. & Schmidt, M. (1985). Accelerated shelf-life dating of foods. *Food Technology*, 39 (9), 57-134. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US8629267>

Labuza, T. (1984). Application of chemical kinetics to deterioration of foods. *Chemical Education*, 61(4), 348-358. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed061p348>

Laiton. L, Gonzalez. W. & Silva. G, (2020) Estudio sobre los mercados potenciales para los aderezos y salsas picantes. [Tesis Pregrado - Universitaria Agustiniiana. Colombia.

<http://repositorio.uniagustiniana.edu.co/handle/123456789/1295>

Martinez, M (2009) formulación de un aderezo a base de tomate y aceite de oliva, evaluación química, microbiológica, sensorial y licopeno presente. [Tesis Maestría - Universidad Veracruzana]

<https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/46798/MartinezMenesesMariadeJesus.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Minagricultura (2016) ¿Cómo va la producción de quinua en Colombia? Recuperado de:

<https://www.ccb.org.co/Clusters/Cluster-Lacteo-de-Bogota-Region/Noticias/2018/Agosto-2018/Como-va-la-produccion-de-quinua-en-Colombia>

Ministra de salud y protección social. (2012). “Resolución 2154 de 2012 Aceites y Margarinas.”

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2154-de-2012.pdf>

Martinez, C. (2017) “Efecto de la adición de concentrado de vegetal al puré de aguacate en congelación.

Instituto Tecnológico de Orizaba

<http://repositorios.orizaba.tecnm.mx:8080/xmlui/handle/123456789/301>

Muñoz, D. (2006) Estandarización de los procesos de producción de los productos elaborados para los puntos de venta de Yogen Früz. [Tesis Pregrado – Universidad La Salle]

[https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_alimentos/159/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/159/)

Muela, E. Sañudo, C. Alonso, V. Medel, I. & Beltrán, J. (2013) oxidación lipídica en carne de cordero ligero: relación entre las determinaciones instrumental y sensorial [https://www.aida-](https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/jornadas/2013/comunicaciones/2013_CdP_30.pdf)

[itea.org/aida-itea/files/jornadas/2013/comunicaciones/2013\\_CdP\\_30.pdf](https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/jornadas/2013/comunicaciones/2013_CdP_30.pdf)

Paraskevopoulou, D. Boskou, D. & Paraskevopoulou, A. (2005) Oxidative stability of olive oil–lemon juice salad dressings stabilized with polysaccharides. *Science direct. Food Chemistry* 101 (2007) 1197–1204

[https://www.researchgate.net/publication/223699494\\_Oxidative\\_stability\\_of\\_olive\\_oil-lemon\\_juice\\_salad\\_dressings\\_stabilized\\_with\\_polysaccharides/link/59fb20f8a6fdcca1f290f693/download](https://www.researchgate.net/publication/223699494_Oxidative_stability_of_olive_oil-lemon_juice_salad_dressings_stabilized_with_polysaccharides/link/59fb20f8a6fdcca1f290f693/download)

Pardo. A, Garrido. J, Ruiz. M, San Martin, F (2007) La interacción entre factores en el análisis de varianza: errores de interpretación *Psicothema*, vol. 19, núm. 2, 2007, pp. 343-349 Universidad de Oviedo <https://www.redalyc.org/pdf/727/72719224.pdf>

Pedreschi F, Bustos O, Mery D, Moyano P, Kaack K, Granby K. (2007) Color kinetics and acrylamide formation in NaCl soaked potato chips. *J. Food Eng.* 2007;79:989-97.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877406002871>

Piedrahita, A. (2015) ““estabilidad oxidativa y vida útil del aceite de choibá (*dipteryx oleifera benth*) suplementado con extracto de romero (*rosmarinus officinalis* l.).”” [Tesis Maestría - Universidad Nacional De Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/54895>

Prado, R. (2018). Evaluación de técnicas de extracción de saponinas de la quinua (*chenopodium quinoa willd*) como alternativa de mejoramiento para la cadena productiva en Cundinamarca. [Tesis especialización - Universidad Nacional Abierta Y A Distancia].

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/20646>

Ranken, M. (1993). *Manual de Industrias de los Alimentos*. Editorial Acribia. España.

<https://www.abebooks.com/Manual-industrias-alimentos-1993-RANKEN-M/6455140409/bd>



- Raymundo, T. & Romaní, J. (2016) Efecto de la temperatura de almacenamiento, humedad y permeabilidad del envase en la estabilidad de los parámetros de calidad sensorial, fisicoquímica y microbiológica del pan de camote (*ipomoea batata*). [Tesis pregrado - Universidad Nacional Del Centro Del Perú] <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1588>
- Rodríguez, M, Orrego, F & Rodríguez E. (2018) Optimization of guacamole formulation made with avocado powder and fresh avocado. Universidad Nacional de Colombia.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0012-73532019000200126&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532019000200126&lng=en&nrm=iso)
- Rodríguez, V. (2004). Estimación de la vida útil de la harina de pejibaye, obtenida por deshidratación. [Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica].  
<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2033/3/AL%20477.pdf>
- Rondón, Pacheco & Ortega. (2004). Estimación de La Vida Útil de Un Análogo Comercial de Mayonesa Utilizando El Factor de Aceleración Q10. Vol. 21. Caracas: 2000. Universidad del Zulia. [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-78182004000100007&script=sci\\_abstract](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-78182004000100007&script=sci_abstract)
- Sánchez (2012). Caracterización y cuantificación de los ácidos grasos omega 3 y omega 6 presentes en el aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L*) Retrieved from  
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/11657/3496371.2012.pdf?sequence=1>
- Silva, F & Gibbs, P. (2004). Target selection in designing pasteurization processes for shelf stable high-acid fruit products. *Critical reviews in food science and nutrition* 44(5):353- 360.  
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408690490489251>

- Simanca, M. Arteaga, M. De Paula, C. Mejía, M & Montoya, M. (2006) Selección de la mejor formulación de aderezos de berenjena (*solanum melongena* L.) con base en sus características fisicoquímicas y microbiológicas" <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/656/772>
- Smith D. & Stratton J. (2007). Comprendiendo las BPM para salsas y aderezos. <http://www.ianrpubs.unl.edu/epublic/pages/index.jsp>
- Tamine, A. & Robinson, R. (1991). Yogur: Ciencia y Tecnología. Primera Edición. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=96023>
- Terán, H. (2019) “Evaluación de la oxidación lipídica de una salsa a base de espinaca (*spinacia oleracea*), albahaca (*ocimum basilicum*), utilizando dos tipos de aceites vegetales: soya (*glycine max*) y aceite de oliva (*olea europea*). [Tesis pregrado - Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa] <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/11412>
- Valenzuela, A. (2008) ácidos grasos con isomería trans i. Su origen y los efectos en la salud humana. Revista chilena de nutrición. Scielo [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182008000300001](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182008000300001)
- Velasco, J. & Dobarganes, C. (2002). Oxidative stability of virgin olive oil. Eur. J. Lipid Sci. Technol. 104 (9-10): 661-676 [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/1438-9312\(200210\)104:9/10%3C661::AID-EJLT661%3E3.0.CO%3B2-D](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/1438-9312(200210)104:9/10%3C661::AID-EJLT661%3E3.0.CO%3B2-D)
- Villacrés, E. Peralta, L. & Nelson, M. (2011.) “Potencial agroindustrial de la quinua.” Boletín Divulgativo N° 146, April, 34. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/239/4/iniapscbd146.pdf>

Williams, A. Rodríguez, E. Muñoz, V. Ramírez, M. Pérez, L. (2016). Elaboración y caracterización de aderezo a base de mango. Vol. 1. Aguascalientes.

<http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/3/56.pdf>

Won, C. Kim M & otros seis autores. (2017) Rheological, Pasting, Thermal and Retrogradation Properties of Octenyl Succinic Anhydride Modified Potato Starch. Food Science and Technology, 37(2), 321-327 (2017)

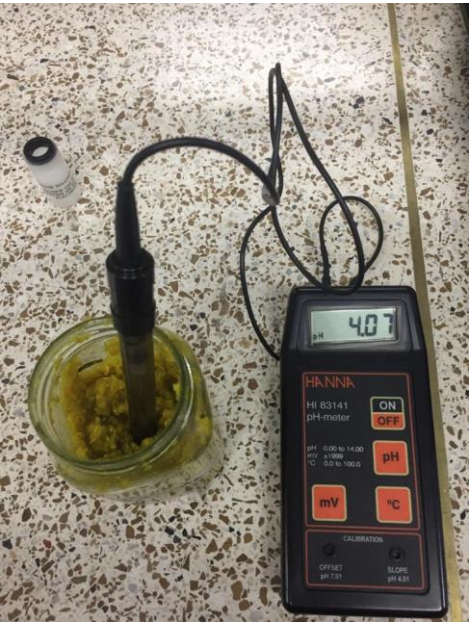
[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0101-20612017005001104&lng=es&nrm=iso](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0101-20612017005001104&lng=es&nrm=iso)

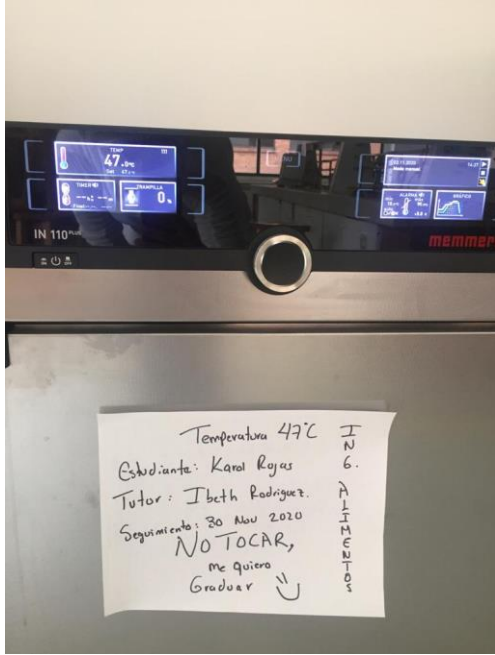
Zárate, M. (2019). Aplicación del almidón de quinua (*Chenopodium quinoa*) en la industria alimentaria de acuerdo a su potencial tecnológico [Tesis maestría – Universidad Nacional de Colombia]

<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/76596>


Anexos

Evidencia fotográfica





## Certificado de calidad aceite de oliva

	<b>CERTIFICADO DE CALIDAD PRODUCTOS GRASOS</b>	<b>CÓDIGO: BU-CAL-FO-119</b> <b>VERSION: 2</b> <b>VIGENCIA: 2018-05-09</b>
---	--	--

**Producto:** ACEITE MESTRE OLIVA

**Nombre del Cliente:**

**Lote:** GS060201

**Presentación:** CAJA 12 UN X 1000cc

**Fecha de Fabricacion:** 06-feb.-20

**Cantidad:**

**Fecha de Vencimiento:** 06-ago.-21

**Placa del Vehículo:**

**Orden y/o factura:**

**Número de sellos:**

PROPIEDADES FISICO-QUÍMICAS Y SENSORIALES	VALOR OBTENIDO	ESPECIFICACIÓN		MÉTODO
		MINIMO	MAXIMO	
Acidos Grasos Libres (% Oleico)	0,170		0,80	AOCS Ca 5a-40
Color Lovibond, 5.25" Amarillo	70,00		72,5	AOCS Cc 13e-92
Color Lovibond, 5.25" Rojo	1,50		3,40	AOCS Cc 13e-92
Humedad (%)	0,024		0,20	AOCS Ca 2b-38
Indice de Peróxidos (meq O2/kg)	2,85		20,00	AOCS Cd 8b-90
Sabor / Olor / Apariencia	8,00	8,00		AOCS Cg 2-83
Apariencia	Líquido amarillento	Líquido amarillento		AOCS Cg 2-83
Olor	Característico	Característico, exento de olores extraños o rancios		AOCS Cg 2-83
Sabor	Característico	Ligeramente graso, exento de sabores extraños o rancios		AOCS Cg 2-83
Consistencia	Líquido Oleoso	Líquido Oleoso		AOCS Cg 2-83

Elaborado en planta que tambien procesa soya.

Fabricado por: Team Foods Colombia S.A. (Grasas S.A.) Calle 11 No 18-113 Guadalajara de Buga (Valle del Cauca).

Industria Colombiana.

Conservar el producto en su envase original, mantener en lugar fresco, seco y alejado de la luz directa.

**OBSERVACIONES**

N.R NO REQUIERE


Este certificado de análisis se genera electrónicamente.

Este producto es libre de grasas Trans de acuerdo a lo contemplado en la resolución resolución 333 de 2011 del Ministerio de Protección Social.





## Certificado de calidad aceite de girasol

	<b>CERTIFICADO DE CALIDAD PRODUCTOS GRASOS</b>	<b>CÓDIGO: BU-CAL-FO-119</b> <b>VERSION: 2</b> <b>VIGENCIA: 2018-05-09</b>
---	--	--

**Producto:** ACEITE GIRASOLI  
**Nombre del Cliente:** VENTAS INSTITUCIONALES  
**Presentación:** CAJA 6 UN X 3000 ml  
**Cantidad:**  
**Placa del Vehículo:**  
**Número de sellos:**

**Lote:** GS160201  
**Fecha de Fabricación:** 16-feb.-20  
**Fecha de Vencimiento:** 16-feb.-21  
**Orden y/o factura:**

PROPIEDADES FISICO-QUÍMICAS Y SENSORIALES	VALOR OBTENIDO	ESPECIFICACIÓN		MÉTODO
		MINIMO	MAXIMO	
Acidos Grasos Libres (% Oleico)	0,052		0,10	AOCS Ca 5a-40
Color Lovibond, 5.25" Amarillo	1,9		10,00	AOCS Cc 13e-92
Color Lovibond, 5.25" Rojo	0,3		1,00	AOCS Cc 13e-92
Humedad (%)	0,034		0,05	AOCS Ca 2b-38
Indice de Peróxidos (meq O2/kg)	<0,002		1,00	AOCS Cd 8b-90
Sabor / Olor / Apariencia	8,0	8,0		AOCS Cg 2-83
Apariencia	Líquido amarillento	Líquido amarillento		AOCS Cg 2-83
Olor	Característico	Característico, exento de olores extraños o rancios		AOCS Cg 2-83
Sabor	Característico	Ligeramente graso, exento de sabores extraños o rancios		AOCS Cg 2-83
Consistencia	Líquido Oleoso	Líquido Oleoso		AOCS Cg 2-83

Elaborado en planta que también procesa soya.

Fabricado por: Team Foods Colombia S.A. (Grasas S.A.) Calle 11 No 18-113 Guadalajara de Buga (Valle del Cauca).  
Industria Colombiana.

Conservar el producto en su envase original, mantener en lugar fresco, seco y alejado de la luz directa.

### OBSERVACIONES

Este certificado de análisis se genera electrónicamente.



## Análisis estadístico

### Peróxidos a temperatura ambiente

#### Normalidad

#### Pruebas de Normalidad para RESIDUOS

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,807746	0,0254461

#### Prueba de Kruskal-Wallis para peróxidos por día

<i>día</i>	<i>Tamaño Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
0	3	8,0
18	3	5,0
100	3	2,0

Estadístico = 7,2 Valor-P = 0,0273237



## Peróxidos a temperatura 37°C

Normalidad

### Pruebas de Normalidad para RESIDUOS

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,957239	0,690267

### Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	1,56296	0,272371

### Tabla ANOVA para peróxidos por día

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	28,2748	3	9,42492	1225,01	0,0000
Intra grupos	0,06155	8	0,00769375		
Total (Corr.)	28,3363	11			

### Pruebas de Múltiple Rangos para peróxidos por día

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>día</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
41	3	0,725	X
28	3	0,935	X
14	3	3,27	X
0	3	4,335	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
0 - 14	*	1,065	0,229265
0 - 28	*	3,4	0,229265
0 - 41	*	3,61	0,229265
14 - 28	*	2,335	0,229265
14 - 41	*	2,545	0,229265
28 - 41		0,21	0,229265

\* indica una diferencia significativa.

Peróxidos Temperatura 47°C

### Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0,824356	0,516355

### Pruebas de Normalidad para RESIDUOS

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,959394	0,720349

**Tabla ANOVA para peróxidos por día**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	25,8999	3	8,6333	808,74	0,0000
Intra grupos	0,0854	8	0,010675		
Total (Corr.)	25,9853	11			

**Pruebas de Múltiple Rangos para peróxidos por día**

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>día</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
28	3	0,875	X
14	3	1,405	X
7	3	3,705	X
0	3	4,335	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
0 - 7	*	0,63	0,270055
0 - 14	*	2,93	0,270055
0 - 28	*	3,46	0,270055
7 - 14	*	2,3	0,270055

pH temperatura ambiente

### Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	1,4381	0,308869

### Pruebas de Normalidad para RESIDUOS

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,956075	0,750291

### Tabla ANOVA para pH por día

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0,107089	2	0,0535444	20,00	0,0022
Intra grupos	0,0160667	6	0,00267778		

Total (Corr.)	0,123156	8			
------------------	----------	---	--	--	--

### Pruebas de Múltiple Rangos para pH por día

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>día</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
0	3	4,13	X
18	3	4,17333	X
120	3	4,38	X

pH 37°C

### Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
	Levene's	1,7098
		0,241788

### Pruebas de Normalidad para RESIDUOS

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,947521	0,55756

### Tabla ANOVA para pH por día

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0,148758	3	0,0495861	23,71	0,0002
Intra grupos	0,0167333	8	0,00209167		
Total (Corr.)	0,165492	11			

**El StatAdvisor**

**Pruebas de Múltiple Rangos para pH por día**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>día</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
14	3	3,98667	X
28	3	4,01667	X
0	3	4,13	X
41	3	4,27	X

pH 47°C

**Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0,583333	0,64249

**Pruebas de Normalidad para RESIDUOS**

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,985533	0,986181

**Tabla ANOVA para pH por día**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón -F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0,0879583	3	0,0293194	70,37	0,0000
Intra grupos	0,0033333	8	0,00041666		
Total (Corr.)	0,0912917	11			

**Pruebas de Múltiple Rangos para pH por día**

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>día</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
28	3	3,94333	X
7	3	4,07333	X
0	3	4,13	X
14	3	4,17	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>

%sinéresis ambiente

### Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	1,19962	0,364532

### Pruebas de Normalidad para RESIDUOS

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,944884	0,627607



**Tabla ANOVA para % sinéresis por día**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	60,4606	2	30,2303	4501,76	0,0000
Intra grupos	0,0402913	6	0,00671522		
Total (Corr.)	60,5009	8			

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>día</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
18	3	9,26667	X
0	3	10,058	X
120	3	15,1177	X

Sinéresis 37°C

**Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0,708335	0,573596

**Pruebas de Normalidad para RESIDUOS**

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,924583	0,307507

**Tabla ANOVA para % sinéresis por día**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1,37378	3	0,457925	79,26	0,0000
Intra grupos	0,0462207	8	0,00577758		
Total (Corr.)	1,42	11			

**Pruebas de Múltiple Rangos para % sinéresis por día**

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>día</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
28	3	9,62167	X
0	3	10,058	X
41	3	10,129	X
14	3	10,576	X

Sinéresis 47°C

### Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
	Levene's	0,271895
		0,844075

### Pruebas de Normalidad para RESIDUOS

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,967011	0,82338

### Tabla ANOVA para % sinéresis por día

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	76,7541	3	25,5847	6735,18	0,0000
Intra grupos	0,0303893	8	0,00379867		
Total (Corr.)	76,7845	11			

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>día</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
28	3	3,281	X
14	3	6,35567	X
7	3	8,41067	X
0	3	10,058	X

L\* ambiente

### Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	1,12221	0,357453

### Pruebas de Normalidad para RESIDUOS

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,918671	0,183524

**Tabla ANOVA para L\* por día**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	200,336	2	100,168	5,62	0,0190
Intra grupos	213,942	12	17,8285		
Total (Corr.)	414,277	14			

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>día</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
18	5	56,6178	X
120	5	59,4456	XX
0	5	65,3872	X

L\* 37°C

**Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0,652078	0,593152

<i>Comparación</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Valor</i>
--------------------	---------------	---------------	----------------	----------------

### Pruebas de Normalidad para RESIDUOS

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,935444	0,20693

### Tabla ANOVA para L\* por día

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	508,424	3	169,475	10,49	0,0005
Intra grupos	258,449	16	16,1531		
Total (Corr.)	766,873	19			

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>día</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
41	5	52,6306	X
28	5	59,4456	XX
14	5	64,3432	X
0	5	65,3872	X

L\* 47°C

### Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
	Levene's	0,5463
		0,657706

### Pruebas de Normalidad para RESIDUOS

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,969768	0,74145

### Tabla ANOVA para L\* por día

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	718,8	3	239,6	11,89	0,0002
Intra grupos	322,403	16	20,1502		
Total (Corr.)	1041,2	19			

### Pruebas de Múltiple Rangos para L\* por día

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>día</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
28	5	49,9192	X
14	5	55,1282	XX
7	5	61,96	XX
0	5	65,3872	X

a\* 21±1°C

### Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0,397952	0,680239

### Pruebas de Normalidad para RESIDUOS

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,947985	0,475365



**Tabla ANOVA para a por día**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	37,7648	2	18,8824	70,63	0,0000
Intra grupos	3,20821	12	0,267351		
Total (Corr.)	40,973	14			

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>día</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
0	5	-8,7172	X
18	5	-6,227	X
120	5	-4,8878	X

a\* 37°C

**Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0,419189	0,741698

**Pruebas de Normalidad para RESIDUOS**

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,950995	0,393709

**Tabla ANOVA para a por día**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	71,1763	3	23,7254	87,24	0,0000
Intra grupos	4,35143	16	0,271964		
Total (Corr.)	75,5278	19			

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>día</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
0	5	-8,7172	X
14	5	-7,1522	X
28	5	-4,8878	X
41	5	-3,9032	X

a\* 47°C

**Verificación de Varianza**

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0,508871	0,681765

### Pruebas de Normalidad para RESIDUOS

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,952029	0,409815

### Tabla ANOVA para a por día

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	51,9212	3	17,3071	65,31	0,0000
Intra grupos	4,23995	16	0,264997		
Total (Corr.)	56,1611	19			

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>día</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
0	5	-8,7172	X
7	5	-7,5038	X
14	5	-6,1876	X

28	5	-4,3748	X
----	---	---------	---

b\*ambiente

### Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
	Levene's	0,581494
		0,574064

<i>Comparación</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Valor</i>
--------------------	---------------	---------------	----------------	----------------

### Pruebas de Normalidad para RESIDUOS

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,936685	0,334922

### Tabla ANOVA para b por día

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	73,3557	2	36,6779	1,69	0,2252
Intra grupos	260,044	12	21,6704		
Total (Corr.)	333,4	14			

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>día</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
18	5	53,117	X
120	5	57,6406	X
0	5	57,9594	X

b\* 37

### Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	2,5253	0,0943148

### Pruebas de Normalidad para RESIDUOS

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,960541	0,558976

### Tabla ANOVA para b por día

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	180,734	3	60,2448	4,16	0,0235
Intra grupos	231,974	16	14,4984		
Total (Corr.)	412,708	19			

### Pruebas de Múltiple Rangos para b por día

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>día</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
14	5	50,6468	X
41	5	53,7892	XX
28	5	57,6406	X
0	5	57,9594	X

b\* 47°C

### Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0,536327	0,664057

<i>Comparación</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Valor</i>
--------------------	---------------	---------------	----------------	----------------

### Pruebas de Normalidad para RESIDUOS

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,931872	0,177168

### Tabla ANOVA para b por día

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	280,58	3	93,5265	4,81	0,0142
Intra grupos	311,014	16	19,4384		
Total (Corr.)	591,594	19			

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>día</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
28	5	47,4976	X
14	5	51,7824	XX
7	5	53,4424	XX
0	5	57,9594	X

## Prueba Friedman

### Color

#### Prueba de Friedman

	<i>Tamaño de Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
0-27	5	7,9
18-27	5	6,1
120-27	5	1,1
14-37	5	6,7
28-37	5	6,1
41-37	5	4,3
7-47	5	6,1
14-47	5	4,5
28-47	5	2,2

Estadístico = 31,0381 Valor-P = 0,000138328

### Sabor

#### Prueba de Friedman

	<i>Tamaño de Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
-27	5	7,3
8-27	5	5,2
20-27	5	1,6
4-37	5	7,3



8-37	5	5,2
1-37	5	5,9
-47	5	5,2
4-47	5	5,9
8-47	5	1,4

Estadístico = 31,8272 Valor-P = 0,000100017

## Olor

### Prueba de Friedman

	<i>Tamaño de Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
-27	5	6,2
8-27	5	6,2

20-27	5	1,2
4-37	5	6,2
8-37	5	6,2
1-37	5	5,5
-47	5	6,2
4-47	5	5,5
8-47	5	1,8

Estadístico = 24,5303 Valor-P = 0,0018664