



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL  
Y COMERCIO EXTERIOR**

**Efecto de la adición de aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) a un recubrimiento comestible sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas de fresas (*Fragaria vesca* L.) almacenadas en refrigeración**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR**

**AUTORA:**

Bach. UCEDA GONZALES, ELLIANE LOVELY

(<https://orcid.org/0000-0001-8636-0354>)

**ASESORA:**

Ing. PAGADOR FLORES, SANDRA ELIZABETH

(<https://orcid.org/0000-0001-6371-7138>)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Procesos Agroindustriales

**TRUJILLO – PERÚ**

**2019**

## **Página del Jurado**

---

Ing. Leslie Cristina Lescano Bocanegra

**Presidente**

---

Ing. Antis Cruz Escobedo

**Secretario**

---

Ing. Sandra Elizabeth Pagador Flores

**Vocal**

## **Dedicatoria**

A mi abuela, que, gracias a su crianza, poseo los valores inculcados, en el cuál soy todo lo que soy, hoy en día. Donde más allá de su partida, siempre estará el profundo amor. Es por ello, te hago mención especial en este párrafo de mi dedicación.

Rosa Elena Meléndez Solano.

A mi madre, por concederme la vida, amarme mucho y porque siempre me ha apoyado en cada paso que he venido dando; Por ser mi imagen de lucha constante y perseverancia, a pesar de los obstáculos, para poder seguir adelante.

Elizabeth Gonzales Vigo.

A mi padre, por haberme dado una buena imagen paterna y apoyo incondicional, por ser mi soporte y motivo de salir adelante, por haber sido parte de toda mi base de estudios y siempre ser exigente, porque por eso, pude mantenerme en la línea recta del buen camino de la vida.

Jorge Juan Uceda Meléndez.

## **Agradecimiento**

A nuestro Señor todopoderoso, por concederme la oportunidad de alcanzar este logro tan importante de mi vida, así mismo, por brindarme salud para poder alcanzar mis metas y siempre estar acompañándome, por reconfortar mi corazón, alumbrar mi mente y en haberme bendecido con personas que han sido mi apoyo en todo este tiempo de estudios.

A mis padres y abuela por ser mi base primordial y apoyo absoluto, a pesar de los obstáculos e impedimentos que se suscitaron e infinitas gracias por darme una carrera profesional, todo esto se los debo a ustedes.

Agradezco a todos nuestros docentes universitarios, en especial a mi asesora que, con su paciencia, sabiduría y apoyo, me enseñaron a desenvolverme como persona y profesional en la Universidad César Vallejo por todos estos años de formación académica.

## **Declaración de autenticidad**

Yo, ELLIANE LOVELY UCEDA GONZALES con D.N.I. N° 76767045, a efecto de acatar las disposiciones vigentes establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, declaro bajo juramento que la investigación y toda la documentación que acompaña es veraz y autentica.

Así mismo, declaro bajo juramento y me hago responsable ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión, en lo que concierne a documentos e información aportada.

Por lo cual, me someto a lo estipulado en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, 02 de Diciembre del 2019

-----  
Elliane Lovely Uceda Gonzales  
DNI: 76767045

## Índice

<b>Página de Jurado.....</b>	<b>i</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>ii</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>iii</b>
<b>Declaración de autenticidad.....</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MÉTODO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. 1 Tipo y Diseño de investigación: .....</b>	<b>10</b>
<b>2. 2 Operacionalización de variables: .....</b>	<b>12</b>
<b>2. 3 Población, muestra y muestreo: .....</b>	<b>14</b>
<b>2. 4 Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad: .....</b>	<b>14</b>
<b>2. 5 Procedimiento: .....</b>	<b>16</b>
<b>2. 6 Método de análisis de datos: .....</b>	<b>17</b>
<b>2. 7 Aspectos éticos: .....</b>	<b>17</b>
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>18</b>
<b>IV. DISCUSIONES.....</b>	<b>25</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>28</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>29</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>29</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>40</b>

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo Evaluar el efecto de la adición de aceite esencial de orégano (*origanum vulgare*) a un *recubrimiento* comestible sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas de fresas (*fragaria vesca l.*) almacenadas en refrigeración” al (1.5%, 2.0% y 2.5%) por 9 días. Se empleó fresas, sin cambios físicos, el diseño experimental que se trabajó (concentraciones de aceite esencial y tiempo de almacenamiento) siendo analizadas (0, 3, 6, 9 días).

Se determinó diferencia significativa mediante ANOVA, reportó como mejor recubrimiento al 2%, dando un valor significativo en cuanto a las concentraciones y el tiempo de almacenamiento en cuanto a las características físicas como son pH, pérdida de peso, acidez titulable, °Brix; al igual mostro una diferencia significativa en la parte microbiológica, el 2% de aceite de orégano ayudo a no incrementar la presencia de mohos y levaduras en la fresa, siendo lo contrario en el control que hubo crecimiento de microorganismo.

**Palabras clave:** aceite esencial de orégano (*origanum vulgare*), recubrimiento comestible, características fisicoquímicas, índice de oxidación, contaminación de mohos y levaduras.

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of the addition of oregano essential oil (*origanum vulgare*) to an edible coating on the physicochemical and microbiological characteristics of strawberries (*fragaria vesca* L.) Stored in refrigeration "al (1.5%, 2.0% and 2.5%) for 9 days. Strawberries were used, without physical changes, the experimental design that was worked (concentrations of essential oil and storage time) being analyzed (0, 3, 6, 9 days).

A significant difference was determined by ANOVA, reported as the best coating at 2%, giving a significant value in terms of the concentrations and storage time in terms of physical characteristics such as pH, weight loss, titratable acidity, ° Brix; Likewise, it showed a significant difference in the microbiological part, 2% of oregano oil helped to not increase the presence of molds and yeasts in the strawberry, being the opposite in the control that there was growth of microorganism.

**Key words: oregano essential oil (*origanum vulgare*), edible coating, physicochemical characteristics, oxidation index, contamination of molds and yeasts.**



## I. INTRODUCCIÓN

Basados en estudios de los últimos años, se analizó cuáles son las causas de las pérdidas post cosecha; entre ellas tenemos como: su recepción inadecuada en la fase de maduración, problemas climatológicos, contaminantes microbianos y deterioros físicos que causan la reducción del valor en el producto, cuyas estimaciones se sitúan entre el 15% y el 50% en la producción de los países con pleno auge económico.

Las frutas y hortalizas frescas, así como las mínimamente procesadas prácticamente son tejidos vivos cortados, los cuales perciben un ablandamiento y pardeamiento en la superficie (Famá, Rojas, Goyanes, & Gerschenson., 2003; Ohlsson & Winter, 2003).

Uno de los grandes desafíos de la fruticultura es garantizar la calidad de las materias primas, reduciendo las pérdidas pre y postcosecha, con políticas medio ambientales sostenibles y desarrollando métodos alternativos a los actualmente aplicados (Hosseini et al., 2015).

Los recubrimientos a base polisacáridos o proteínas con aceites esenciales, que han demostrado poseer un efecto antibacteriano y antifúngico (Atarés y Chiralt et al., 2016) están considerados como una alternativa prometedora para conservar tanto las frutas como los vegetales. Los aceites esenciales, o sus componentes, presentan una alta volatilidad, y su aplicación directa se dificulta, además, por sus potenciales efectos citotóxicos y difícil dosificación.

Su encapsulación en matrices poliméricas biodegradables supone una alternativa para mejorar la eficiencia y eficacia de su aplicación con efectos antimicrobianos, permitiendo el ajuste de la dosificación y la disminución de costos (Yang et al., 2000). Además, los recubrimientos con matrices biopoliméricas tienen la capacidad de prolongar más la vida útil de las frutas o vegetales, reduciendo su tasa de respiración, transpiración, retardando la senescencia. De esta forma, ralentizan el deterioro rápido asociado a las pérdidas

de peso, diferencias de color, pérdidas en la textura de las frutas en condiciones de post-cosecha. Una de las causas más relevantes de deterioro está asociada también al ataque fúngico, principalmente generado por hongos de la especie.

Se considera que la fresa posee una duración de vida muy temporal, ya que es una fruta que no puede seguir su proceso de maduración luego de ser recolectada y tiene una piel muy fina y delicada, en donde ocasiona daños mecánicos durante la cosecha y almacenamiento. Sin embargo, lo que ocasiona una pérdida en postcosecha es debido a la infección por *Botrytis cinérea*, y en lo cual causa daños como en el color, sabor y firmeza que reducen la vida útil del fruto (Thompson, 2003).

Se indica que los problemas radican en la pérdida después que la fruta es cosechada, llegando hasta un 50% de producción que por lo general es causado por microorganismos y en donde puede llegar a deteriorarse a temperatura ambiente al 80% en el transcurso de las 8 horas (Barquero, J. 2007).

Para poder conservar la calidad y alargar la duración de vida en la fruta pueden manejarse procedimientos como la aplicación de atmósferas modificadas, mediante el empaquetado en recubrimientos plásticos, procesamientos superficiales (ceras y parafinas), la refrigeración y RC a base de diferentes materiales.

En esta fruta han sido empleado RC a base quitosano teniendo buenos resultados en alargar la duración del fruto, como también, en pocos casos de ha tenido resultados en consecuencias no aceptadas en los estándares de la calidad (El Ghaouth et al., 2005).

El empleo de los recubrimientos comestibles en temperaturas bajas es una opción que permite disminuir la aceleración en el deterioro de las cualidades en la calidad de los frutos en su almacenamiento según lo afirman (Fraire et al., 2003) la preservación en frío disminuye el índice de respiración y retarda el incremento

de microorganismos de acuerdo a lo expuesto por (Robertson,1993) y (Mitcham,2004).

El concepto de recubrimientos comestibles es que están hechas de capas muy finas, formadas mediante biopolímeros (proteína o polisacárido), y en lo cual son aplicadas encima de la superficie de la fruta fresca (Banker, 1996).

Se cuenta con estudios anteriores tales como la de (Isabel Jima, 2015), quién aplicó recubrimientos comestibles tomando como variante el porcentaje de glucosa y el tiempo de inmersión, utilizando una solución base de 0.25% ácido cítrico, 1% glicerol, 0.6% tween y 3% de gelatina aplicados sobre las fresas (*Fragaria ananassa*) variedad Albión las cuales después de su estudio resultaron apropiados como alternativas para prolongar el tiempo de vida útil de las mismas donde se hizo los correspondientes estudios en las medidas físicas, químicas y microbiológicas, de acuerdo a los resultados que se obtuvo las fresas no presentaron diferencia en cuanto a la acidez y el pH, mientras que, en lo que respecta a los sólidos solubles se ve una mejora ya que al aplicar la glucosa en diferentes concentraciones esta también aumentó en el contenido de sólidos solubles en la fresa proporcionando un mejor sabor y por ende dulzor a la fresa dando cambios de 8,4 en fresas sin tratamiento hasta llegar a obtener 10,47 °Brix aplicando los recubrimientos comestibles, en cuanto al contenido de vitamina C se puede decir que se mantiene, y en algunos casos aumenta. La tecnología del recubrimiento comestible en donde se aplicó a las fresas, si logra prolongar su tiempo en la duración de vida en la fruta, obteniendo así una reducción de microorganismos, se realizó una comparación con un control y se tiene que en lo que se refiere a mesófilos totales tuvo un tiempo de duración de 16 días como máximo en fresas con recubrimiento comestible, en mohos y levaduras presentó un tiempo de duración de 16 días en lo que se refiere a coliformes alcanzan un máximo de 15 días; mientras que las fresas control analizadas para una comparación obtuvieron un máximo de 9 días (Isabel Jima, 2015).

En el empleo de tres replicas para cada tratamiento, y para la metodología en los resultados se hizo mediante el estudio de ANOVA. Los factores en estudio fueron, concentración de gelatina(A) y concentración de ácido cítrico(B), ambos

factores con dos niveles 2.5% y 3.5% para el primer factor y en cuanto al segundo factor se usó 0.45% y 0.55% y al aplicar el recubrimiento comestible en las soluciones con diferentes concentraciones de gelatina y ácido cítrico se determinó que con el tratamiento A2B2 se logró mayor preservación de la vida útil de las fresas. Habiendo determinado el mejor tratamiento se procedió a realizar a este un análisis s de aceptación organoléptica con el que se pudo definir de acuerdo a la interpretación de la evaluación de 30 jueces no entrenado, que dicho tratamiento tuvo una calidad sensorial aceptable (Vélez Bravo, 2015).

En las evaluaciones de efecto en 3 diferentes RC con pectina, gelatina y cera de abeja para preservar la post cosecha del fruto en la variedad Oso Grande a temperatura ambiente y en refrigeración. Estableciendo que el empleo de recubrimientos comestibles perjudico estadísticamente en los aspectos físicos – químicos y microbiológicos en la fruta, siendo el recubrimiento de gelatina en el cual se obtuvo mejores condiciones. Los efectos encontrados muestran el poder de los RC en la duración de tiempo útil en la fruta conservando sus aspectos físico–químicos y microbiológicos (Falconi en el 2016).

Se han elaborado películas comestibles mediante el uso del *casting*, en donde se identificó mediante los análisis térmicas, mecánicas y morfológicas. En las formulaciones que poseían proteínas se visualizó alta elasticidad, también eventos térmicos a bajas temperaturas en una superficie más estandarizada, accediendo en el avance de solo algunos de las propiedades en la fruta por el tiempo de su almacenaje como en la migración de su peso (Saavedra – Algecira, 2010).

Se han realizo estudios para las consecuencias de las películas comestibles de quitosano al 1 - 2% teniendo o no el AEC al 0,03, 0,07 y 0,1% en las variaciones de la aceptabilidad y la presencia de incremento microbiano en la fruta. Los frutos tratados se almacenaron quincenalmente a 5°C y se estudiaron ciertos cambios en su apariencia en cada 3 días. Todos los procesos disminuyeron significativamente en el crecimiento microbiano en relación al control. La investigación fue presentada durante los ocho días de vida de anaquel; todas las muestras mostraron una mayor aceptación. Estos resultados indican que las

películas comestibles de (Q) adicionado con (AC) pueden alargar la duración de la vida útil de anaquel de fresas quincenalmente a 5°C (López Mata et al., 2012).

Para las elaboraciones de un RC a base de gelatina con respecto a su calidad de la fruta misma, fresa (*Fragaria vesca L.*) almacenada en enfriamiento. Esta investigación tiene como objetivo conseguir determinar su efecto en el uso de un RC conteniendo la gelatina en la calidad y vida útil la fruta (fresa) en la variedad de 'Camarosa' ya preparadas para su consumo y conservadas en enfriamiento. Los frutos se han seleccionado de forma, tamaño y color. La fruta fue distribuida en lotes de 70 unidades de fresas, en el cual se han lavado, desinfectado y se le puso el RC conteniendo la gelatina, glicerol, tween y ácido acético. Se valoraron distintas concentraciones de gelatina entre el 1, 2 y 3% y en los tiempos de inmersión durante los minutos de 1, 5 y 10 y se tuvo como resultados frutas ya preparadas para el consumo, puestas en refrigeración. Se determinó que el RC no perjudico en las características fisicoquímicos en la fruta ya preparadas para su consumo. Se consiguió una pérdida mínima de textura (79%), migración del peso (54%) con relación a las fresas sin la película comestible para prolongar la duración de la vida útil hasta el 50% (Trejo-Márquez et al.,2007).

La fresa (*Fragaria ananassa*) ha generado una posibilidad al acceder que en ciertas áreas pequeñas puedan generar empleos constantes durante su época de cosecha, en todo este ciclo de oferta se ha ido aumentando en todo el transcurso del año; en donde el cuál se ha accedido que, muchos productores puedan dedicarse a sus cultivos (MINAG, 2008).

El tiempo de vida útil que una fresa puede durar a una conservación de 4°C al máximo de los 5 días en los mejores resultados (Vargas *et al.*, 2006). Gracias a los estados fisiológicos resulto que es muy accesible a una migración de humedad y a la presencia de microorganismos (*Botrytis cinerea*), en donde genera muchas pérdidas en su transporte y comercialización ya que baja en sus cualidades; perjudicando sus atributos comerciales para la venta del consumo humano (Restrepo y Aristizábal, 2010).

Para incrementar el periodo de post cosecha se utilizan diferentes técnicas de enfriamiento. Entre ello tenemos el uso de RC, atrasando la pérdida de humedad, reduciendo el consumo de O y retrasando variaciones texturales (Atress *et al.*, 2010). Los componentes usados en los RC comúnmente contienen glicerol que trabajan en modo de ablandadores optimizando así las cualidades mecánicas (Vargas *et al.*, 2006).

La goma de tara es un producto natural que muestra diferentes funciones como espesante, emulsificante, etc. No obstante, hasta el momento no se ha hecho ningún tipo de evaluación sobre su aplicación en la elaboración de cubiertas comestibles en los frutos (Goycochea, 2010).

Debido a la microflora que presenta la fresa, esta puede cambiar su prolongación de vida útil, el hongo *Botrytis cinerea* es el más severo de los ataques que presentan las fresas (Ponluisa, 2010).

Las levaduras y los mohos se aumentan de manera lenta en comparación con las bacterias presentes en los alimentos no ácidos que mantienen la humedad y por ello, mínimas veces pueden llegar a determinar problemas en ciertos alimentos. (Caiza, 2007). Las micotoxinas son componentes contraproducentes en el ser humano, causadas por el desarrollo del reino fungí que contagian a los alimentos, la existencia de estas toxinas manifiesta ciertas posibilidades en la presencia de otras causado por un hongo que en lo cual produce muchas variedades de micotoxinas (Tortajada *et al.*, 2001),

Para Vanderzant y Splittstoesser (1992), se unen en 2 condiciones resaltantes: *Bacillus* y *Sporolactobacillus* causantes de endoesporas. Todos los géneros que se han encontrado en los alimentos son en su mayoría amplios y no tienen un medio definido y por lo general no causan afecciones para la persona.

Los coliformes no generan un daño en la salubridad, su detección se utiliza en poder detectar y/o saber si existe presencia de otras bacterias. Su existencia revela que los suministros alimenticios pueden estar contagiados con heces fecales humanas y también de animales. Los microorganismos en lo cual son

causantes de enfermedades (patógenos) y que están situados en las deposiciones originan: retortijones, diarrea, náuseas u otras dolencias (EPA, 2002).

La gelatina según (Johnston, 1990) se puede obtener mediante la base del colágeno, a través de hidrólisis ácida, Bigi *et al* (2002), detallan que el colágeno es siempre la proteína principal estructural de varios tejidos como la piel, tendones y huesos.

El colágeno son las proteínas de origen animal que es considerablemente usada como elemento en la preparación de grandes cantidades de productos, incluyendo varios que se constituyen como alimentos (Johnston, 1990),

Los aspectos más destacables de la gelatina es la alta solubilidad en agua y la habilidad que tiene para formar geles termorreversibles (Sobral y Habitante 2001).

La gelatina tiene diversos procesos, pero su uso está dado principalmente en la elaboración de fármacos, también de alimentos por sus atributos químicos y físicos; posee la capacidad de formar geles reversibles térmicas, según lo mencionan Saxena, Tripathi, y Shahi (2009), por lo tanto, puede ser empleada de acuerdo con Simón *et al* (2002) como agente para emulsificar o para perfeccionar algunos aspectos como textura y capacidad de detención de agua.

La efectividad de la gelatina como agente gelante se deriva de su estructura de aminoácidos única. Las moléculas de gel contienen considerables proporciones de tres agrupaciones de aminoácidos. Aproximadamente la tercera parte de los sobrantes de aminoácidos glicina o alanina, casi la cuarta parte corresponde a prolina o hidroxiprolina. La elevada proporción de residuos polares atribuye a las moléculas de gelatina una gran afinidad por el agua, debido a la notable proporción de residuos de prolina e hidroxiprolina, las moléculas de gelatina no pueden envolverse en forma helicoidal que caracteriza a muchas proteínas. En vez de ello, son largas y delgadas, dando características ventajosas para la formación del gel (Cengel 2006).

Las propiedades funcionales de la gelatina, en la conducta fisicoquímica de acuerdo de la gelatina determinada por la secuencia aminoácido de la molécula y de la estructura, y por las exigencias del entorno como valor pH, fuerza iónica y la interacción con otras moléculas se percibe que con la gelatina se pueden dar solución a varias áreas problemáticas como: Creación de geles termorreversibles con naturaleza elástica, ligación del agua, formación de textura, aglomeramiento, formación de emulsiones y estabilización, formación de espuma y estabilización, formación de membranas, adhesión / Cohesión (Cengel, 2006).

El concepto del aceite esencial según Yam, L. (2012), el aceite en lo cual proviene del orégano, reduce el desarrollo microbiano de productos como los recubrimientos, entre los constituyentes activos, principalmente tenemos el timol, carvacrol,  $\alpha$ -pineno, p- cimenol.

Para Albado, el aceite de orégano tiene cualidades contra las bacterias. El aceite volátil es altamente activo hacia la de bacterias patógenas como *Salmonella typhimurium*, *Escheria coli*, etc. Constan de investigaciones con respecto al efecto antimutagenico y anticarcinogenico que tiene el orégano, apuntando en la representación de una opción altamente potencial en el uso de procesos y prevenciones de trastornos crónicos.

Ante lo expuesto anteriormente, se propuso la siguiente problemática: ¿Cuál es el efecto de la adición de aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) a un recubrimiento comestible sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas de fresas (*Fragaria vesca l.*) almacenadas en refrigeración”?

En el transcurso del estudio de esta investigación, un requisito previo para la máxima importancia de conservar la calidad de los productos, consiste en evitar lesiones mecánicas después de la cosecha, estas lesiones provocan una alteración estructural y fisiológica de los tejidos que facilitan la entrada de los microorganismos que producen deterioros. Entre los diversos métodos para poder alargar la duración que tienen los alimentos es en la aplicación de atmósferas modificadas en lo cual consiste en envasar dichos alimentos en



recubrimientos plásticos; aplicación de enfriamiento; tratamientos superficiales (ceras y parafinas) y películas elaborados con materiales orgánicos comestibles. (Álvarez, 2012).

La utilización de recubrimientos orgánicos como gelatina formada a partir de biopolímeros (proteínas, polisacáridos), genera la pérdida de humedad de alimentos, modificación de la textura, turgencia; retardo de cambios químicos como: color, aroma o valor nutricional del alimento; vitaminas y pigmentos (Debeaufort, 1998).

Estos films se han venido desarrollando con el fin de poder alargar la duración de consumo en los alimentos procesados. Se puede utilizar como antioxidantes o nutrientes como vitaminas y minerales, como conductores de otros aditivos o para enlentecer la pérdida de humedad y lípidos. Ellos deben contener atributos mecánicos que puedan asegurar la adecuada adherencia en los alimentos (Fonseca, 2005).

En el siguiente trabajo se desarrollará un recubrimiento comestible adicionado con aceite esencial de orégano, teniendo la finalidad de prolongar más la vida útil de la fruta y a la vez, que esté garantizada para la salud del consumidor mediante el uso de fresas de buena calidad sanitaria.

La concentración del 2% del estudio de investigación del recubrimiento comestible con la adición del aceite esencial de orégano, se conseguirá prolongar y lograr una mayor conservación en la vida útil aplicadas en las fresas almacenadas en refrigeración.

Este estudio de investigación tuvo como objetivo general: Evaluar el efecto de la adición de aceite esencial de orégano (*origanum vulgare*) a un *recubrimiento* comestible sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas de fresas (*fragaria vesca l.*) almacenadas en refrigeración” y como objetivos específicos: Identificar las variaciones de los parámetros fisicoquímicos (pH, peso, acidez titulable, grados brix) de fresas conservadas con recubrimiento comestible adicionado con aceite esencial de orégano (1.5%,2%,2.5%) durante su

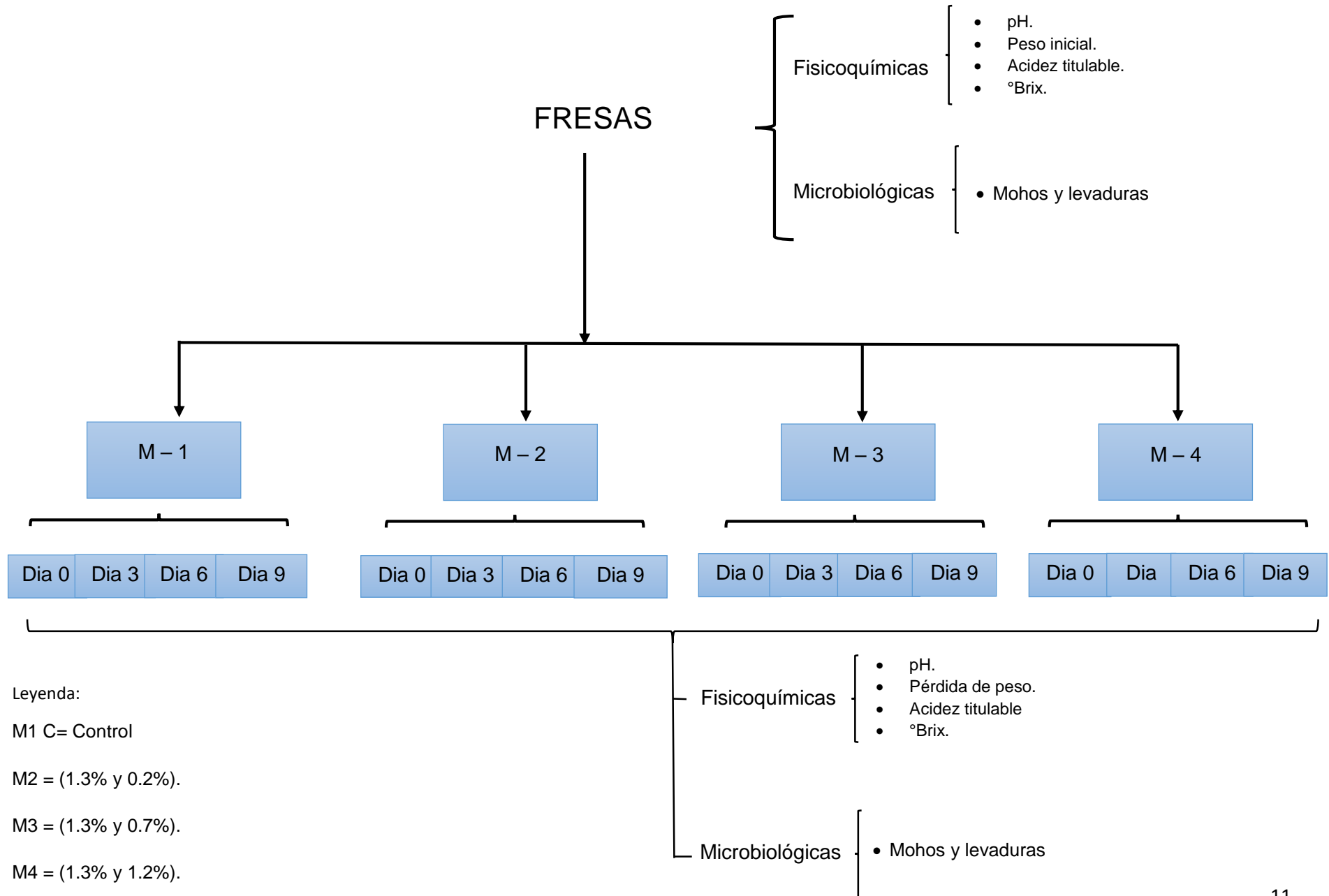
almacenamiento; Analizar la estabilidad microbiológica (mohos y levaduras) de los tratamientos durante su almacenamiento; Reducir el porcentaje de pérdida de peso para así prolongar la vida útil de la fruta.

## **II. MÉTODO**

### **2.1 Tipo y Diseño de investigación**

Se empleó un diseño experimental con el cual la variable independiente será usada para investigar las variables dependientes (características fisicoquímicas y microbiológicas).

Fig N° 1. Esquema experimental



## **Descripción del método experimental**

En la parte experimental se procedió de la siguiente manera:

1. Fisicoquímicas: Para cada concentración se contó con 4 muestras por día de evaluación, se obtuvieron los valores de pH, peso, acidez titulable y grados brix, de esa manera se completó la recolección de datos, los cuales fueron comparados y se discutieron.
2. Microbiológicas: Desde el día cero se realizó la siembra de mohos y levaduras, las colonias formadoras fueron contabilizadas; y se comprobó que el mejor tratamiento fue la concentración 2.5%.

### 2.2 Operacionalización de variables

**Tabla 1.** Operacionalización de variables

Variables		Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición	
Variable Independiente	Adición de aceite esencial de orégano	Mezclas complejas de hasta 45 componentes diferentes como actividad antimicrobiana.	Concentraciones 1.5%,2%,2.5%.	Concentraciones	Cuantitativa de razón	
Variables Dependientes	Características Fisicoquímicas y Microbiológicas	pH	Medir del grado de acidez y alcalinidad de un elemento, en nuestro caso alimentos.	pH-metro BOECO mod.PT-370 (0-15 pH, +/- 0.0005) (AOAC 981.12)	Escalas de pH	Intervalo
		Perdida de peso	Reducción de masa de un cuerpo.	Mediante la pérdida de peso durante los días evaluados.	%PP	Cuantitativa de razón
		Acidez titulable	Constituye a los ácidos orgánicos que están librados y medidos, contrarrestando los jugos con una base fuerte.	Procedimiento 942.15/90(AOAC, 2002)	% Acidez	
		Grados brix	Es el %SS que están presentes en algunas sustancias. En las frutas, este valor señala la cantidad de azúcar, es decir la sacarosa situada en la fruta.	Utilizando el método 932.12 (AOAC, 2002) con la ayuda de un refractómetro.	°Bx	

	Mohos y levaduras	Son las sustancias nocivas que atentan constantemente la salubridad, causadas por los hongos que estropean los productos alimenticios.	Se determinará mediante INVIMA.	UFC/ml	Cuantitativa
--	-------------------	--	---------------------------------	--------	--------------

### 2.3 Población, muestra y muestreo

Las fresas (*Fragaria Vesca L.*), fueron expandidas en el supermercado Tottus, ubicada en Trujillo, La Libertad. La muestra que se utilizó es de 2 kilogramos y se empleó un muestreo proporcional, teniendo en cuenta el peso.

### 2.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad.

#### Técnicas

**Determinación de pH:** Mediante la utilización de un pH-metro OHAUS mod.PT-370 (0-15 pH, +/- 0,0.005) (AOAC 981.12.). Ver Anexo 1.

**Determinación de Peso:** Las fresas fueron pesadas desde el día inicial con y sin recubrimiento. Ver Anexo 2.

**Determinación de acidez titulable:** Método potenciométrica donde se midió la acidez titulable, expresada en gramos de ácido cítrico. Ver Anexo 3.

**Determinación de °Brix:** Se utilizó un refractómetro para la determinación de la cantidad de sólidos solubles totales de las muestras (AOAC 932.12). Ver Anexo 4.

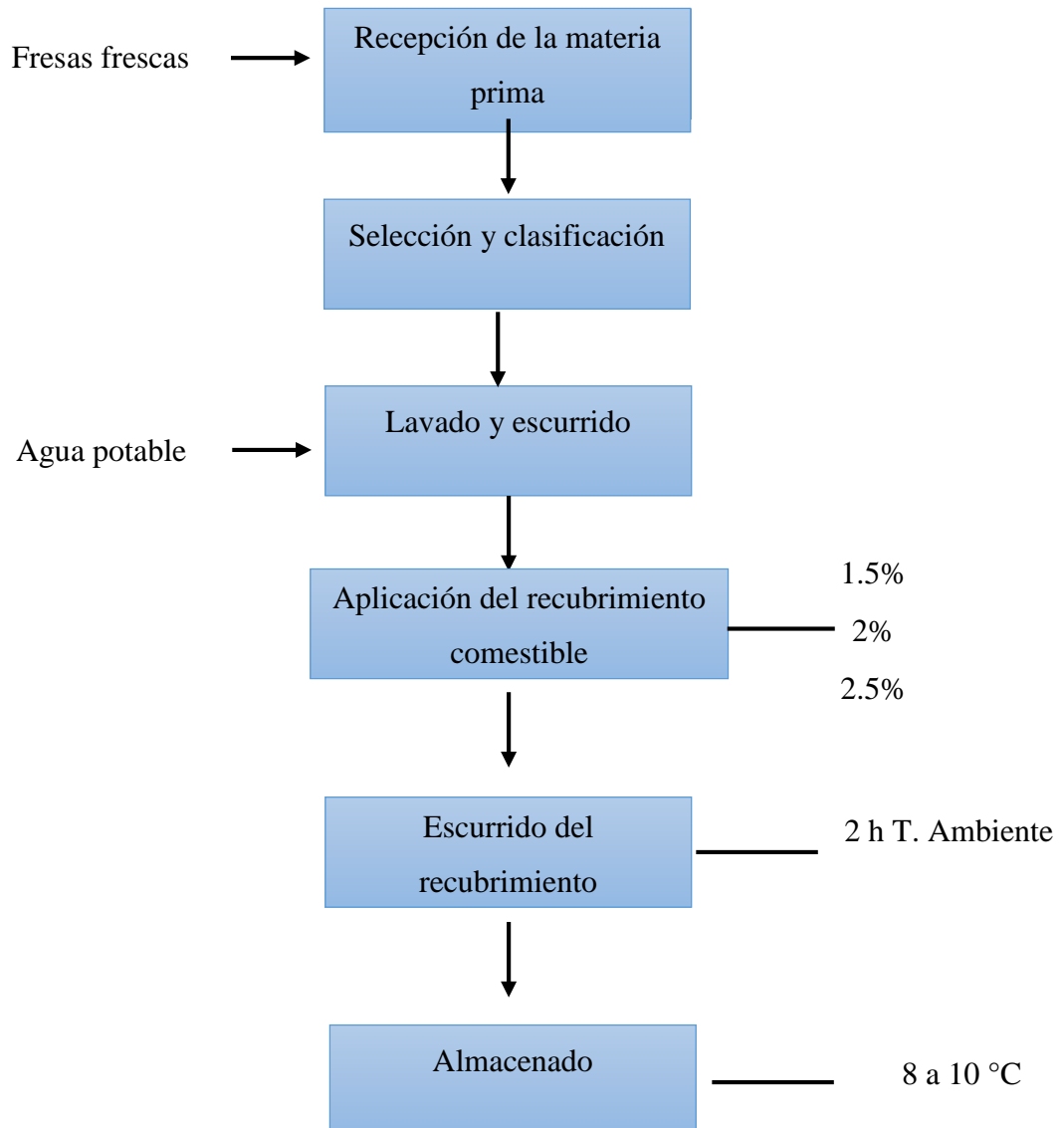
**Determinación de presencias microbianas:** Se determinó mediante el control por siembra en placas en Agar OGA UFC/g, recomendado por ICMSF. Ver Anexo 5.

Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Con respecto a la determinación de pH, pérdida de peso, °Brix, acidez titulable y recuento de mohos y levaduras, se han empleado figuras, tablas y cuadros. Ver Anexos 6, 7, 8, 9 y 14 respectivamente.

## 2.5 Procedimiento

### Flujograma para la elaboración de recubrimiento comestible de gelatina y aceite esencial de orégano en fresa



- 1. Recepción de materia prima:** Se recibió las fresas (*Fragaria Vesca L.*), con las características adecuadas que fueron compradas en el supermercado de Metro.
- 2. Selección y clasificación:** Para esta operación se seleccionó las fresas más frescas sin problemas físicos ni alteraciones, es decir en óptimas condiciones para poder ser analizadas.



**3. Lavado y escurrido:** Se lavaron las fresas con agua destilada y fueron escurridas en una fuente de acero inoxidable.

**4. Recubrimiento comestible:** En esta operación se realizó en 3 concentraciones de 1.5%,2%,2.5% para la aplicación del RC esencial de orégano en las fresas, con la ayuda de un pincel de cerdas finas y así poder impedir el estrés de la fruta misma por un daño mecánico, donde el método de barnizado garantizó que el RC fuese uniforme en la toda la superficie de la fresa.

**5. Escurrido:** Luego de ser aplicado el recubrimiento en las fresas, fueron escurridas por un periodo de 2 horas

## 2. 6 Método de análisis de datos

Análisis descriptivos: Debido a las variables en escala, se hará una tabulación de contingencias de los datos, calculando su promedio.

Análisis ligados a la hipótesis: El método estadístico corresponde a un diseño bifactorial (gelatina-aceite esencial de orégano y el tiempo de almacenamiento). Para las variables de las características fisicoquímicas y microbiológicas se realizarán análisis de varianza (ANOVA), y al existir diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). Los análisis estadísticos se realizarán con un límite de confianza al 95%. Se utilizará el software especializado Minitab versión 18.0.

## 2. 7 Aspectos éticos

En la siguiente investigación se garantiza la información y autores con propiedad intelectual, así mismo el compromiso y responsabilidad social por el beneficio de la sociedad.

### III. RESULTADOS

**Tabla 2.** Características fisicoquímicas de la fresa.

<b>pH</b>	<b>MUESTRA CONTROL</b>		<b>1.5 %</b>		<b>2 %</b>		<b>2.5 %</b>	
	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S
<i>DIA 0</i>	3.46	0.193	3.22	0.154	3.40	0.035	3.40	0.096
<i>DIA 3</i>	3.68	0.134	3.45	0.053	3.47	0.052	3.49	0.017
<i>DIA 6</i>	3.72	0.062	3.55	0.044	3.52	0.027	3.55	0.041
<i>DIA 9</i>	3.83	0.140	3.54	0.035	3.53	0.041	3.65	0.142
<b>Peso</b>	<b>MUESTRA CONTROL</b>		<b>1.5 %</b>		<b>2 %</b>		<b>2.5 %</b>	
	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S
<i>DIA 0</i>	8.18	0.746	9.02	0.837	12.45	0.758	10.64	0.419
<i>DIA 3</i>	7.59	0.663	8.04	0.370	12.40	0.488	9.47	0.262
<i>DIA 6</i>	7.55	0.341	7.87	0.561	10.24	0.362	9.31	0.297
<i>DIA 9</i>	6.77	0.261	7.58	0.335	9.92	0.133	8.58	0.513
<b>Acidez Titulable</b>	<b>MUESTRA CONTROL</b>		<b>1.5 %</b>		<b>2 %</b>		<b>2.5 %</b>	
	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S
<i>DIA 0</i>	0.94	0.053	0.98	0.073	1.04	0.028	1.06	0.102
<i>DIA 3</i>	0.88	0.029	1.06	0.051	0.98	0.016	0.95	0.094
<i>DIA 6</i>	0.85	0.055	0.98	0.081	0.96	0.014	0.95	0.084
<i>DIA 9</i>	0.93	0.046	1.05	0.050	0.93	0.028	0.99	0.082
<b>°Brix</b>	<b>MUESTRA CONTROL</b>		<b>1.5 %</b>		<b>2 %</b>		<b>2.5 %</b>	
	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S
<i>DIA 0</i>	7.69	1.072	9.40	0.363	9.04	0.108	9.47	0.270
<i>DIA 3</i>	8.61	1.006	9.33	0.369	9.02	0.099	8.96	0.305
<i>DIA 6</i>	8.10	1.436	9.24	0.392	9.02	0.101	9.04	0.384
<i>DIA 9</i>	8.42	1.207	8.97	0.512	8.92	0.086	8.35	0.456

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 2 se muestra los resultados obtenidos sobre las características fisicoquímicas que se fueron anotando cada 3 días durante los 9 días de almacenamiento con los diferentes tratamientos. Ver Anexos 6, 7, 8 y 9 respectivamente.

**Tabla 3.** pH y análisis de varianza en el experimento.

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Aceite: A	3	134.033	44.678	16.040	0.000
Tiempo: T	3	5.861	1.954	0.700	0.555
A*T	9	23.627	2.625	0.940	0.496
Bloque	4	47.788	11.947	4.290	0.004
Error	60	167.077	2.785		
Total	79	378.386			

Fuente: software R 3.2.5

En la tabla 3 podemos observar como el análisis de varianza indica que la concentración de aceite presento un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre el pH. También se evidencia la diferencia entre bloques ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 4.** Comparaciones múltiples TUKEY para pH.

Tiempo (días)	Aceite esencial de orégano (%)	pH	Agrupación			
0	1.5	7.50	A			
3	1.5	7.44	A	B		
0	0.0	7.40	A	B		
6	2.5	7.34	A	B	C	
9	0.0	6.95	A	B	C	D
3	2.5	6.74	A	B	C	D
3	0.0	6.33	A	B	C	D
0	2.5	6.13	A	B	C	D
6	0.0	6.07	A	B	C	D
6	1.5	5.96	A	B	C	D
9	1.5	5.64	A	B	C	D
9	2.5	5.47	A	B	C	D
9	2.0	3.69		B	C	D
6	2.0	3.61			C	D
3	2.0	3.60			C	D
0	2.0	3.50				D

Fuente: software R 3.2.5

Podemos observar durante los 9 días de almacenamiento que los valores de pH del 2% tuvieron una menor influencia en cuanto a la disminución.

**Tabla 5.** Análisis de varianza para la pérdida de peso

<b>Fuente</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
Aceite: A	3	73.710	24.570	7.460	0.000
Tiempo: T	3	1654.380	551.461	167.330	0.000
A*T	9	36.690	4.077	1.240	0.290
Bloque	4	24.970	6.243	1.890	0.123
Error	60	197.740	3.296		
Total	79	1987.490			

Fuente: software R 3.2.5

En esta tabla 5 podemos apreciar que el análisis de varianza no se evidencia diferencia entre bloques ( $p > 0.05$ ).

**Tabla 6.** Comparaciones medio TUKEY para pérdida de peso

<b>Tiempo (días)</b>	<b>Aceite esencial de orégano (%)</b>	<b>Pérdida de peso (%)</b>	<b>Agrupación</b>	
6	0.0	12.93	A	
3	0.0	11.94	A	B
9	0.0	11.56	A	B
9	1.5	11.30	A	B
3	1.5	11.18	A	B
9	2.5	10.75	A	B
6	2.5	10.50	A	B
6	1.5	10.38	A	B
3	2.5	9.64	A	B
6	2.0	8.89	A	B
3	2.0	8.85	A	B
9	2.0	8.07		B
0	1.5	0.00		C
0	2.0	0.00		C
0	0.0	0.00		C
0	2.5	0.00		C

Fuente: software R 3.2.5

La prueba de Tukey indica que al día 9 de almacenamiento refrigerado, los menores valores de pérdida de peso fueron para las fresas tratadas con aceite esencial de orégano al 0.0%, (control), 1.5, 2.0 y 2.5% (11.56, 11.30, 8.07 y 10.75%, respectivamente), siendo estadísticamente iguales al presentar la misma letra (B).

**Tabla 7.** Análisis de varianza de acidez titulable.

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Aceite: A	3	1.872	0.624	4.890	0.004
Tiempo: T	3	0.197	0.066	0.520	0.674
A*T	9	0.264	0.029	0.230	0.989
Bloque	4	2.123	0.531	4.160	0.005
Error	60	7.658	0.128		
Total	79	12.114			

Fuente: software R 3.2.5

El análisis de varianza indica presentó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre el la acidez titulable. Se evidencia diferencia entre bloques ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 8.** Comparaciones medio TUKEY para acidez titulable.

Tiempo (días)	Aceite esencial de orégano (%)	Acidez titulable (%)	Agrupación		
9	0.0	1.60	A		
0	0.0	1.50	A	B	
9	1.5	1.42	A	B	C
0	1.5	1.40	A	B	C
3	0.0	1.40	A	B	C
6	1.5	1.35	A	B	C
9	2.5	1.33	A	B	C
6	0.0	1.30	A	B	C
3	2.5	1.25	A	B	C
6	2.5	1.24	A	B	C
3	1.5	1.20	A	B	C
0	2.5	1.18	A	B	C
6	2.0	1.05		B	C
9	2.0	1.04			C
3	2.0	1.03			C
0	2.0	1.02			C

Fuente: software R 3.2.5

La prueba de Tukey indica que al día 9 de almacenamiento refrigerado, los menores valores de acidez titulable fueron para las fresas tratadas con aceite esencial de orégano al 1.5, 2.0 y 2.5% (1.42, 1.04 y 1.33%, respectivamente), siendo estadísticamente iguales al presentar la misma letra (C).

**Tabla 9.** Análisis de varianza de la concentración del aceite esencial en almacenamiento °Brix.

<b>Fuente</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
Aceite: A	3	11.752	3.917	1.230	0.306
Tiempo: T	3	3.929	1.310	0.410	0.745
A*T	9	21.382	2.376	0.750	0.665
Bloque	4	12.433	3.108	0.980	0.427
Error	60	190.905	3.182		
Total	79	240.401			

Fuente: software R 3.2.5

El análisis de varianza indica que la concentración de aceite esencial, tiempo e interacción aceite-tiempo no presentaron efecto ( $p > 0.05$ ) sobre los °Brix. No se evidencia diferencia entre bloques ( $p > 0.05$ )

**Tabla 10.** Análisis de varianza de la concentración del aceite esencial en almacenamiento en mohos y levaduras.

<b>Fuente</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
Aceite: A	3	45.205	15.068	63.400	0.000
Tiempo: T	3	58.701	19.567	82.330	0.000
A*T	9	16.032	1.781	7.490	0.000
Bloque	4	5.445	1.361	5.730	0.001
Error	60	14.260	0.238		
Total	79	139.643			

Fuente: software R 3.2.5

El análisis de varianza indica que la concentración de aceite esencial, tiempo e interacción aceite-tiempo presentaron efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre el recuento de mohos y levaduras. Se evidencia diferencia entre bloques ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 11.** Comparaciones medio TUKEY para el recuento de mohos y levaduras en almacenamiento.

Tiempo (días)	Aceite esencial de orégano (%)	Recuento de mohos y levaduras (ufc/g)	Agrupación						
9	0.0	1.4E+07	A						
9	2.5	5.3E+05	A						
9	1.5	3.4E+04		B					
6	2.5	1.5E+04		B	C				
6	1.5	9.1E+03		B	C	D			
3	1.5	8.4E+03		B	C	D			
0	1.5	4.5E+03			C	D	E		
6	0.0	3.0E+03				D	E		
9	2.0	2.6E+03					E		
3	0.0	1.7E+03					E		
3	2.5	1.2E+03					E	F	
0	2.5	8.4E+02						F	G
0	0.0	4.3E+02							G
6	2.0	6.9E+01							H
3	2.0	4.8E+01							H
0	2.0	3.8E+01							H

Fuente: software R 3.2.5

La prueba de Tukey indica que al día 9 de almacenamiento refrigerado, el menor recuento de mohos y levaduras fue para las fresas tratadas con aceite esencial de orégano al 2.0% ( $2.6 \times 10^3$  ufc/g).



#### IV. DISCUSIONES

En la tabla 3, se presentan valores de pH, con concentraciones diferentes como lo son el 1.5%, 2.0% y 2.5%; reportan valores entre 3.50 a 3.69 y se obtiene como mejor tratamiento a la concentración del 2%.

En esta investigación con las concentraciones de aceite hubo una diferencia significativa indica que la concentración de aceite esencial de orégano presentó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre el pH. Se evidencia diferencia entre bloques ( $p < 0.05$ ).

Los recubrimientos a base de gelatina, mantiene estable el pH de la fresa, reportando un valor de 3,69; ya que la gelatina forma una capa protectora evitando la entrada de oxígeno frenando la actividad de los hongos y bacterias, lo que mantiene estable el pH en la fruta. Los tratamientos con cera de abeja presentaron buenos resultados dentro de este parámetro, arrojando un valor de 3,68; ya que la presencia del polisacárido (CMC) en el recubrimiento evita el paso del oxígeno, por lo que los microorganismos no pueden ejercer su acción destructora sobre la fruta, impidiendo de esta manera un aumento de pH. (Ruiz, M., 2015).

Con respecto a la tabla 5. Observamos que se presenta una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) sobre la pérdida de peso. No se evidencia diferencia entre bloques ( $p > 0.05$ ). Los tratamientos durante los días de estudio mostraron una menor disminución de peso en la concentración del 2.0% siendo mejor proporción. Los recubrimientos a base de proteínas y plastificadas con glicerol son excelentes barreras al O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, pero son altamente hidrofílicas y por lo tanto no son buenas barreras al vapor de agua. (Galietta, G., et. al., 2004).

Para el análisis de la variable pérdida de peso, estudios referenciales como los realizados por (Robinson, J., et.al., 1975), reportan que el máximo porcentaje de pérdida de peso para la comercialización de la fresa es del 6%; en la presente investigación estos valores se encuentran dentro del parámetro establecido hasta el tercer y cuarto día que corresponden a los tratamientos en refrigeración de cera de abeja y gelatina respectivamente; los demás tratamientos se encuentran fuera del parámetro establecido a partir del tercer día. El tratamiento con gelatina

es el que presentó mejores características en este parámetro ya que su porcentaje de pérdida de peso tiene un valor de 5,26; esto es debido a que la gelatina es una sustancia hidrocoloide (gelificante), lo que le confiere al recubrimiento propiedades espesantes que no permiten que la fruta pierda la cantidad de agua que tiene en su composición ya que se forma una buena barrera a la transferencia de gases y vapor de agua. (Trejo, M., et. al., 2007). Los recubrimientos con cera de abeja presentan un porcentaje de pérdida de peso de 5, esta sustancia es un producto graso que tiene la capacidad de reducir la respiración y deshidratación, además mejora el brillo de los frutos. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria (ELIKA, 2010). Esto se debe a que después de que las frutas son cosechadas, ocurren cambios fisiológicos como la transpiración y ya que las frutas están constituidas principalmente por agua (72-95%) se produce una gran deshidratación o marchitamiento, lo cual se controla mediante refrigeración evitando la pérdida de agua que se produce por evaporación. (Pelayo C. & Castillo, D., 2002). Tomando en cuenta el factor de temperatura podemos establecer que el efecto de la refrigeración que generalmente tiene un rango de 0-5°C, presenta mejores condiciones de almacenamiento en relación a todos los tratamientos a temperatura ambiente; puesto que la temperatura es un factor que afecta de manera directa en la conservación de los alimentos ya que ralentiza los procesos de deshidratación. Instituto Superior Experimental de Tecnología Alimentaria (ISETA, sf.).

En la tabla 7. Se observa que al transcurrir los días la acidez titulable presentó tendencia a aumentar, el tratamiento con aceite esencial de orégano al 2.0% presentó menor cambio en el rango de 1.02 a 1.05%; con referencia a los demás tratamientos la acidez se encontró entre 1.18 a 1.60%.

En cuanto a la variable acidez titulable, investigaciones como la de (Chicaiza, J., 2015), indican que la fresa fresca debe tener un porcentaje mínimo de 0,69 y un máximo de 0,89g de ácido cítrico/100 g de producto. En la presente investigación estos valores se encuentran dentro de lo establecido hasta el noveno día que corresponde a todos los tratamientos en refrigeración de gelatina, pectina, cera de abeja con porcentajes de 0,73; 0,71; 0,69 respectivamente, el testigo hasta el octavo día con valor de 0,74g de ácido cítrico/100 g de producto; los demás tratamientos se encuentran fuera de estos valores a partir del quinto

día; esto se debe al efecto de conservación que proporcionan las bajas temperaturas como los recubrimientos que crean una capa protectora en el fruto que retiene compuestos volátiles y ralentiza su proceso de senescencia, estabilizando los ácidos orgánicos por más tiempo. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria (ELIKA, 2010).

Tabla 9. El análisis de varianza indica que la concentración de aceite esencial, tiempo e interacción aceite-tiempo no presentaron efecto ( $p>0.05$ ) sobre los °Brix. No se evidencia diferencia entre bloques ( $p>0.05$ ).

Los sólidos solubles disueltos (°Brix) representan la cantidad de sacarosa diluida en un líquido, para la frutilla la mínima cantidad es 7 y la máxima es 13, este valor cambia según la variedad de la frutilla y la temperatura de almacenamiento (López, G., 2003). En el cuadro 10, se presentan los porcentajes de sólidos solubles obtenidos en la investigación. En cuanto a la variable sólidos solubles, existen investigaciones referenciales para la variedad oso grande como la de (Chicaiza, J., 2015), en donde manifiesta que debe tener un valor mínimo de 6,91°Brix, por otro lado (Reyes, M. & Zschau, B., 2012), mencionan un valor máximo de 8,2°Brix para que la fresa sea de aceptable.

Se observa que al transcurrir los días el recuento de mohos y levaduras presentó tendencia a aumentar, el tratamiento con aceite esencial de orégano al 2.0% presentó menor incremento en el rango de  $3.8 \times 10^1$  a  $3.0 \times 10^3$  ufc/g; con referencia a los demás tratamientos el recuento estuvo entre  $4.3 \times 10^2$  a  $1.4 \times 10^7$  ufc/g.

En lo que respecta al parámetro mohos y levaduras, estudios referenciales como los realizados por (Frazier, W. & Westhoff, D., 2003), reportan que para que una fruta fresca pueda ser consumida sin causar ningún riesgo a la salud, debe tener un rango aceptable que oscile entre 1000 UFC/ml y 10000 UFC/ml; en la presente investigación estos valores permanecen hasta el noveno día en los tratamientos con recubrimientos en refrigeración, los demás tratamientos se encuentran fuera del parámetro establecido a partir del tercer día. El incorporar lípidos como los aceites esenciales en un recubrimiento comestible es un método eficaz para resolver algunos de estos problemas, así como en el control de

enfermedades fúngicas de la fruta mediante la reducción de los procesos de difusión y el mantenimiento de altas concentraciones de moléculas activas en la superficie de la fruta. (Shao, X. et. al., 2015); el aceite esencial de clavo de olor ha demostrado ser muy eficaz frente a *Penicillium. digitatum* (Hall-Fernández, 2004), *Penicillium italicum* (Anjum & Akhtar, 2012) y la *Botrytis cinerea* (Vesaltalab et al, 2012); el eugenol es el componente químico principal del aceite de clavo que ha mostrado su eficacia contra varios patógenos (Chaieb et al., 2007); el eugenol (4-alil-2-metoxifenol) presenta propiedades antimicrobianas, antioxidantes, anti fúngicas y actividad antiviral; estas pueden contribuir a grandes alteraciones en la morfología hifal, la alteración de la membrana celular y la liberación del material celular de diversos hongos; dando como resultado la muerte de estos microorganismos. (Shao, X. et. al., 2015).

Los recubrimientos de gelatina presentaron la menor carga microbiana con un valor de 45 UFC/ml, debido a que, al combinarse una proteína, un polisacárido y un lípido, esto ayuda a minimizar las desventajas de los componentes individuales, haciendo sinergia de sus propiedades funcionales y físicas. (Pascal, M. & Lin, S., 2013).

## V. CONCLUSIONES

- Se concluye que, la concentración de 2% de aceite en las fresas por 9 días de almacenamiento presentó mejores resultados; en cuanto a la pérdida de peso, el porcentaje presentó menor pérdida en el rango de 8.07 a 8.89%; con respecto a los demás tratamientos, la pérdida de peso con aceite esencial de orégano al 2.0%, mantuvo el pH en el rango de 3.50 a 3.69; con referencia a los demás.
- Se determinó que el 2.0% presentó menor cambio en el rango de 1.02 a 1.05%; con referencia a los demás tratamientos la acidez se encontró entre 1.18 a 1.60%.
- Así mismo se preparó recubrimientos con diferentes concentraciones en donde °Brix presentaron ligera tendencia a aumentar, encontrándose en el rango de 7.16 a 10.21 °Brix.

- El 2.0% presentó menor incremento en el rango de  $3.8 \times 10^1$  a  $3.0 \times 10^3$  ufc/g; con referencia a los demás tratamientos el recuento estuvo entre  $4.3 \times 10^2$  a  $1.4 \times 10^7$  ufc/g.

## VI. RECOMENDACIONES

- Incrementar los días de evaluación en la fresa recubierta, con la finalidad de ampliar la investigación, y poder obtener un intervalo de 5 días.
- Contar con equipos y materiales de alta calidad, con la finalidad de no perjudicar los días de evaluaciones
- Hacer una comparación entre tipo de aceites esenciales, y observar los cambios en la fruta.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Atares Lorena., Chiralt Amparo.** *Aceites esenciales como aditivos en películas y recubrimientos biodegradables para el envasado activo de alimentos.* Tendencias en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. [En línea] 2016: [ Fecha de consulta: 19 de agosto de 2018].

Disponible en:

<https://translate.google.com/translate?hl=es-419&sl=en&u=https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-4bc92f6d-c9de-3195-8f57-2404f6b22c69&prev=search>

**Atress A., El – Mogy M., Aboul H., Isanius B.** *Improving strawberry fruit storability by edible coating as a carrier of thymol or calcium chloride.* *Journal of Horticultural.* Science ornamental plants. [En línea] 2010: [ Fecha de consulta: 19 de agosto de 2018].

Disponible en:

[https://idosi.org/jhsop/2\(3\)10/2.pdf](https://idosi.org/jhsop/2(3)10/2.pdf).

**Almenar Eva.** *Envasado activo de fresas silvestres.* [En línea] 2005: [ Fecha de consulta: 19 de agosto de 2018].

Disponible en:

<http://roderic.uv.es/handle/10550/15630>

**Álvarez R.** *Formulación de un recubrimiento comestible para frutas cítricas, estudio de su impacto mediante aproximación metabólica y evaluación de la calidad postcosecha.* Tesis (Química Farmacéutica). Universidad de Antioquia, Colombia, 2012.

**Barquero J.** *Agrocadena de fresa.* [En línea] 2007: [ Fecha de consulta: 19 de agosto de 2018]. Disponible en:

<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-9555.pdf>

**Bourtoom T.** *Edible films and coatings: characteristics and properties.* International Food Research Journal. [En línea] Vol.15, 2008a: [ Fecha de consulta: 16 de agosto de 2018].

Disponible en:

[http://www.ifrj.upm.edu.my/15%20\(3\)%202008/01.%20Bourtoom,%20T.pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/15%20(3)%202008/01.%20Bourtoom,%20T.pdf)

**Bigi A., Cojazzi S., Panzavolta., Roveri., K Rubini.** *Stabilization of gelatin films by cross linking with genipin.* *Biomaterials.* [En línea] 2002: [ Fecha de consulta: 30 de agosto de 2018].

Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12361622>

**Caiza K.** *Determinación del Potencial Nutritivo y Nutracéutico de Ají (capsicum chimense Jacq) deshidratado.* Tesis (Bioquímico Farmacéutico). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador,2007.

**Castillo S., Navarro D., Zapata P., Guillen F., Valero D., Serrano M., Martínez-Romero.** *Antifungal efficacy of Aloe vera in vitro and its use as a preharvest treatment to maintain postharvest table grape quality.* Postharvest Biology and Technology [En línea] abril,2010: [Fecha de consulta: 15 de agosto de 2018].

Disponible en:

[https://www.academia.edu/13793435/Antifungal\\_efficacy\\_of\\_Aloe\\_vera\\_in\\_vit](https://www.academia.edu/13793435/Antifungal_efficacy_of_Aloe_vera_in_vit)

[ro and its use as a preharvest treatment to maintain postharvest table grape quality](#)

**Cengel A.** *Mecánica de Fluidos, fundamentos y aplicaciones*. [En línea] 2006: [ Fecha de consulta: 22 de octubre de 2018].

Disponible en:

[https://www.academia.edu/8536926/Mec%C3%A1nica\\_de\\_fluidos.\\_Fundamentos\\_y\\_Aplicaciones\\_Cengel\\_1ra](https://www.academia.edu/8536926/Mec%C3%A1nica_de_fluidos._Fundamentos_y_Aplicaciones_Cengel_1ra)

**Debeaufort F., Quezada J., Voilley G.** *Edible films and coatings: tomorrow's packagings a review*. *Crit. Rev. Food Sci.* [En línea] 1998: [ Fecha de consulta: 22 de octubre de 2018].

Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9626488>

**Del Valle V., Hernández Muñoz P., Guarda A., Galotto MJ.** *Desarrollo de un recubrimiento comestible de cactus-mucílago (*Opuntia ficus indica*) y su aplicación para extender la vida útil de la fresa (*Fragaria ananassa*)*. [En línea] 2005: [ Fecha de consulta: 22 de agosto de 2018].

Disponible en:

<https://translate.google.com/translate?hl=es-419&sl=en&u=https://eurekamag.com/research/004/102/004102637.php&prev=search>

**Durango Alba, Soares Nilda, Arteaga Margarita.** *Filmes y revestimientos comestibles como empaques activos biodegradables en la conservación de alimentos*. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* [En línea] Vol.9,2011: [ Fecha de consulta: 22 de agosto de 2018].

Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v9n1/v9n1a14.pdf>

**El Ghaouth A., Ponmampalam R., Arul J., Boulet M.** *Chitosan Coating Effect on Storability and Quality of Fresh Strawberries*. Journal of Food Science. [En línea] 1991: [ Fecha de consulta: 22 de agosto de 2018].

Disponible en:

<https://docplayer.es/40179010-Efecto-de-la-aplicacion-de-un-recubrimiento-comestible-a-base-de-gelatina-sobre-la-calidad-de-fresa-fragaria-vesca-l-almacenada-en-refrigeracion.html>

**EPA.** *United States Environmental Protection Agency (Agencia de protección del medio ambiente de los Estados Unidos)*. [En línea] 2002: [ Fecha de consulta: 11 de agosto de 2018].

Disponible en:

<https://www.linkedin.com/pulse/protocolo-de-desinfecci%C3%B3n-en-almacen-septico-roperia-sa-de-cv>

**FAO.** Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. [En línea] 2006. [Citado el: 10 de agosto de 2018.]

<http://www.fao.org/ag/esp/revista/0606sp2.htm>.

**Falconi Novillo, José Francisco.** *Empleo de recubrimiento comestibles en la conservación de fragaria x ananassa (fresa)*. Tesis (Ingeniería en Industrias Pecuarias). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo de Riobamba, Ecuador, 2016.

**Famá Lucia., Rojas Ana M., Goyanes Silvia, Gerschenson Lía.** *Películas comestibles de aplicación industrial*. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la Republica Argentina. [En línea] 2003: [ Fecha de consulta: 15 de agosto de 2018].

Disponible en:

[https://www.academia.edu/20069293/Peliculas\\_comestibles\\_de\\_aplicacion\\_industrial\\_M](https://www.academia.edu/20069293/Peliculas_comestibles_de_aplicacion_industrial_M)

**FDA.** *Food additives permitted for direct addition to food for human consumption*. Subpart C: Coatings, Films and Related Substances [En línea]



Vol.3,2006. Code of Federal Regulations: [ Fecha de consulta: 11 de agosto de 2018].

Disponible en:

<http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfCFR/CFRSearch.cfm?CFRPart=172>

**Fraire Cordero M., Morales Yáñez., Nieto Ángel, Gálvez Vázquez.** *Hongos patógenos en fruto de fresa (Fragaria x ananassa duch.) en postcosecha* [En línea] Vol.3,2003. Revista Mexicana de Fitopatología en postcosecha: [ Fecha de consulta: 19 de agosto de 2018].

Disponible en:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61221307>

**Fonseca M.** *Efectos del Recubrimiento y la Refrigeración en la vida útil del Rábano (Raphanus sativus L.) Almacenado.*

**García A., Martino N., Zaritzky N.** *Starch-Based Coatings: Effect on Refrigerated Strawberry (Fragaria ananassa).* [En línea] 2003: [ Fecha de consulta: 15 de agosto de 2018].

Disponible en:

[https://translate.google.com/translate?hl=es-419&sl=en&u=https://www.researchgate.net/publication/260409265\\_Effect\\_of\\_Antimicrobial\\_Starch\\_Edible\\_Coating\\_on\\_Shelf-Life\\_of\\_Fresh\\_Strawberries&prev=search](https://translate.google.com/translate?hl=es-419&sl=en&u=https://www.researchgate.net/publication/260409265_Effect_of_Antimicrobial_Starch_Edible_Coating_on_Shelf-Life_of_Fresh_Strawberries&prev=search)

**Goycochea, R.** *Evaluación de taninos y goma del fruto de la tara Caesalpinia spinosa (Molina) Kuntze provenientes de las lomas de Atiquipa, Arequipa – Perú.* [En línea] 2010: [ Fecha de consulta: 15 de agosto de 2018].

Disponible en:

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/419>

**Hosseini Seyed., Rezaei Masoud., Zandi Mojgan., Farahmandghavi Farhid.** *Bio-based composite edible films containing Origanum vulgare L.*

*essential oil*. Industrial Crops and Products. [En línea] mayo,2015: [ Fecha de consulta: 20 de agosto de 2018]. Disponible en:

[https://scholar.google.com/citations?user=XUCqudgAAAAJ&hl=en#d=gs\\_md\\_cita-d&p=&u=%2Fcitations%3Fview\\_op%3Dview\\_citation%26hl%3Den%26user%3DXUCqudgAAAAJ%26citation\\_for\\_view%3DXUCqudgAAAAJ%3A3fE2CSJrI8C%26tzom%3D300](https://scholar.google.com/citations?user=XUCqudgAAAAJ&hl=en#d=gs_md_cita-d&p=&u=%2Fcitations%3Fview_op%3Dview_citation%26hl%3Den%26user%3DXUCqudgAAAAJ%26citation_for_view%3DXUCqudgAAAAJ%3A3fE2CSJrI8C%26tzom%3D300)

**Johnston Banks F.** *Gelatin In P. Harris, Food Gels*. [En línea] 1990: [ Fecha de consulta: 15 de agosto de 2018].

Disponible en:

<http://www.vitaliskft.com/docs/G-3Gelatin.pdf>

**López Mata, Marco., Ornelas Paz, María., Rodrigo García, Joaquín.** *Efecto de recubrimientos comestibles de quitosano en la reducción microbiana y conservación de la calidad de fresas*. Tesis (Ingeniería en Alimentos). Universidad de Sonora, Ciudad Juárez, Mexico,2012.

**Magdalena Jima, Isabel.** *Aplicación de recubrimientos comestibles (gelatina, glicerol, tween, ácido cítrico y glucosa) y su efecto en el tiempo de vida útil de fresa (fragaria ananassa) variedad Albión*. Tesis (Ingeniería en Alimentos). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, 2015.

**Martínez-Romero D., Albuquerque N., Valverde J., Guillen F., Castillo S., Valero D., Serrano M.** *Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: A new edible coating*. Postharvest Biology and Technology. [En línea] junio,2006: [ Fecha de consulta: 15 de agosto de 2018].

Disponible en:

<https://translate.google.com/translate?hl=es-419&sl=en&u=http://agris.fao.org/agris-search/search.do%3FrecordID%3DUS201301061126&prev=search>

ISSN: 0925-5214

**Marcelo S.** *Cultivo de fresa INIA. Dirección General de Investigación Agraria*. Programa Nacional de Investigación de Hortalizas. Estación

Experimental D'onoso. Serie Folleto. Lima [En línea] abril,199: [ Fecha de consulta: 15 de octubre de 2018].

Disponible en:

[http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/estudio\\_fresa.pdf](http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/estudio_fresa.pdf)

**Mitcham E.** *Strawberry. In: The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks.* [En línea] 2004: [ Fecha de consulta: 19 de agosto de 2018].

Disponible en:

<http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/130strawberry.pdf>

**MINAG.** *Estudio de la fresa en el Perú y el mundo.* [En línea] 2008: [ Fecha de consulta: 19 de agosto de 2018].

Disponible en:

[http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/estudio\\_fresa.pdf](http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/estudio_fresa.pdf)

**Navarro María.** *Efecto de la composición de recubrimientos comestibles a base de hidroxipropilmetilcelulosa y cera de abeja en la calidad de ciruelas, naranjas y mandarinas.* [En línea] 2007: [ Fecha de consulta: 19 de agosto de 2018].

Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/50837303\\_Efecto\\_de\\_la\\_composicion\\_de\\_recubrimientos\\_comestibles\\_a\\_base\\_de\\_hidroxipropilmetilcelulosa\\_y\\_cera\\_de\\_abeja\\_en\\_la\\_calidad\\_de\\_ciruelas\\_naranjas\\_y\\_mandarinas](https://www.researchgate.net/publication/50837303_Efecto_de_la_composicion_de_recubrimientos_comestibles_a_base_de_hidroxipropilmetilcelulosa_y_cera_de_abeja_en_la_calidad_de_ciruelas_naranjas_y_mandarinas)

**Olivera S.** *El cultivo de la fresa en el Perú INIA. Dirección General de Investigación Agraria. Programa Nacional de Investigación en frutales y Hortalizas.* [ En línea] enero,2003: [ Fecha de consulta: 19 de octubre de 2018].

Disponible en:

[http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/estudio\\_fresa.pdf](http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/estudio_fresa.pdf)

**Pastor Clara.** *Recubrimientos comestibles a base de hidroxipropilmetilcelulosa: caracterización y aplicación.* [En línea] 2010: [Fecha de consulta: 28 de agosto de 2018].

Disponible en:

<https://riunet.upv.es/handle/10251/8534>

**Perzanese M.** *Tecnología para la industria alimentaria Películas y recubrimientos comestibles.* [En línea] 2004: [Fecha de consulta: 28 de agosto de 2018].

Disponible en:

[http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha\\_07\\_PeliculaComestible.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_07_PeliculaComestible.pdf)

**Ponluisa Quispe.** *Efecto de la aplicación de tratamientos de desinfección utilizando tsunami 100 y Vitalin, en la calidad microbiológica de fresa (fragaria ananassa) variedades albión y diamante producidas en el cantón Cevallos.* Ambato, Ecuador,2010.

**Pelczar M., Reid R.** *Microbiología. Trad. L. Hontañón.* [En línea] 1996: [Fecha de consulta: 19 de agosto de 2018].

Disponible en:

<https://www.iberlibro.com/buscarlibro/titulo/microbiologia/autor/pelczar-reid-chan/>

**Restrepo Jorge., Aristizábal Iván.** *Conservación de fresa (fragaria x ananassa duch cv. Camarosa) mediante la aplicación de recubrimientos comestibles de gel mucilaginoso de penca sábila (aloe barbadensis miller) y cera de carnaúba.* Tesis (Ingeniería Agrícola y de Alimentos). Universidad Nacional de Colombia,2010.

**Robertson, GL.** *Envasado de Alimentos: principios y práctica.*

[En línea] 1993: [Fecha de consulta: 19 de agosto de 2018].

Disponible en:

<https://translate.google.com/translate?hl=es-419&sl=en&u=http://www.worldcat.org/title/food-packaging-principles->

[and-](#)

[practice/oclc/44959011/editions%3Fstart\\_edition%3D1%26sd%3Dasc%26referer%3Ddi%26se%3Dyr%26qt%3Dsort\\_yr\\_asc%26editionsView%3Dtrue%26fq%3D&prev=search](https://www.researchgate.net/publication/230554948_Minimizing_the_process_time_for_ultrafiltrationdiafiltration_under_gel_polarization_conditions)

**Saavedra Nataly., Algecira Néstor.** *Evaluación de películas comestibles de almidón de yuca y proteína aislada de soya en la conservación de fresas.* Tesis (Ingeniería Química). Universidad Nacional de Colombia, 2010.

**Saxena Kumar., Shahi V.** *Membrane Based Techniques for the Separation and Purification of Proteins.* [En línea] 2009: [ Fecha de consulta: 19 de agosto de 2018].

Disponible en:

[http://www.ifrj.upm.edu.my/24%20\(04\)%202017/\(45\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/24%20(04)%202017/(45).pdf)

**Simon A., Vandanjon L., Levesque G., Bourseau P.** *Concentration and Desalination of Fish Gelatin by Ultrafiltration and Continuous Diafiltration Processes.* [ En línea] 2002: [ Fecha de consulta: 19 de setiembre de 2018].

Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/230554948\\_Minimizing\\_the\\_process\\_time\\_for\\_ultrafiltrationdiafiltration\\_under\\_gel\\_polarization\\_conditions](https://www.researchgate.net/publication/230554948_Minimizing_the_process_time_for_ultrafiltrationdiafiltration_under_gel_polarization_conditions)

**Sobral P., Habitante A.** *Phase transitions of pigskin gelatin.* *Food Hydrocolloids.* [En línea] 2001: [ Fecha de consulta: 19 de agosto de 2018].

Disponible en:

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612011000200015](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612011000200015)

**Thompson Keith A.** *Almacenamiento en Atmósferas Controladas de frutas y Hortalizas.* [En línea] 2003: [ Fecha de consulta: 19 de agosto de 2018].

Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books/about/Almacenamiento\\_en\\_atm%C3%B3sferas\\_controlada.html?id=nrg1AAAACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.pe/books/about/Almacenamiento_en_atm%C3%B3sferas_controlada.html?id=nrg1AAAACAAJ&redir_esc=y)

**Tortajada F., Castell G., Tornero B., Gimeno C.** *Micotoxinas y cáncer pediátrico (en línea)*. Valencia, España. [En línea] 2001: [ Fecha de consulta: 11 de agosto de 2018].

Disponible en:

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26202/1/Tesis.pdf>

**Trejo Márquez, Andrea., Ramos López, Karen., Perez Guillen Carla.** *Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de gelatina sobre la calidad de fresa (Fragaria Vesca L.) almacenada en refrigeración*. Tesis (Ingeniería en Alimentos). Universidad Nacional Autónoma de Mexico,2007.

**Vargas M., Pastor C., Chiralt A., McClements J., González Ch.** *Recent Advances in Edible Coatings for Fresh and Minimally Processed Fruits*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. [En línea] 2008: [ Fecha de consulta: 11 de agosto de 2018].

Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18568856>

**Vargas M., Albors A., Chiralt A., González Martínez.** *Quality of cold - stored strawberries as affected by chitosan – oleic acid edible coating*. Postharvest Biology and Technology. [En línea] 2006: [ Fecha de consulta: 17 de agosto de 2018].

Disponible en:

[https://www.academia.edu/21909703/Quality\\_of\\_cold-stored\\_strawberries\\_as\\_affected\\_by\\_chitosan\\_oleic\\_acid\\_edible\\_coatings](https://www.academia.edu/21909703/Quality_of_cold-stored_strawberries_as_affected_by_chitosan_oleic_acid_edible_coatings)

**Vanderzant y Splittstoesser.** *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Food*. Public Health Association Inc. [En línea] 1992: [ Fecha de consulta: 17 de agosto de 2018].

Disponible en:

<https://secure.apha.org/imis/ItemDetail?iProductCode=0-87553-175-X&Category=BK&WebsiteKey=0b8c9ed4-d1c5-4381-9c20-fa84b9f2e4a0>

**Vélez Bravo, Karina Cecibel.** *Efecto de la aplicación de un recubrimiento a base de gelatina y ácido cítrico en la vida útil de las fresas (Fragaria Vesca L.).* Tesis (Ingeniería Agroindustrial). Universidad Laica Eloy Alfaro Manabí, Ecuador, 2015.

**Yam L., Lee D.** *Emerging food packaging technologies.* [En línea] 2012: [Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2018].

Disponible en:

<https://www.amazon.es/Emerging-Food-PackagingTechnologies-Principles/dp/1845698096>

# **Anexos**



#### **Anexo 1.** Determinación de pH

- Se pesaron 20 g de fresa
- Se homogenizó en 200 mL de agua destilada en un vaso precipitado.
- Se colocó en el electrodo y se anotó los datos obtenidos.

#### **Anexo 2.** Determinación de pérdida de peso

- Para la determinación de pérdida de peso de la muestra se utilizó mediante la fórmula

$$\frac{P_i - P_t}{P_i} \times 100$$

#### **Anexo 3.** Determinación acidez titulable

- Se pesaron 20 g de muestra.
- Se diluyó con agua destilada en un vaso precipitado.
- Se agregó 0,3 ml de solución de fenolftaleína.
- Se tituló con hidróxido de sodio 0,1 N.

#### **Anexo 4.** Determinación °Brix

- Se pesaron 10 g de muestra.
- Se trituró totalmente.
- Se colocó en el prisma del refractómetro.

#### **Anexo 5.** Mohos y levaduras

Para evaluar el comportamiento microbiológico de las muestras de MMP con recubrimientos durante los 9 días de almacenamiento se utilizó los procedimientos de la Norma NTE INEN 1529-11 (1998).

- Se pesaron 15 g de muestra
- Se homogenizó en 150 ml de agua peptonada.
- Se sirvió en 45 g de Agar, agua peptona en polvo y se mezcló

en un agitador magnético.

- Se agregó 1.0 ml de la muestra.
- Se incubó a 37 °C durante 48 horas
- Se evaluó durante 7 días.

**Anexo 6.** Cuadro de resultados sobre la evaluación fisicoquímica – pH.

Días en refrigeración	N° de repeticiones	Muestra control	1.5%	2%	2.5%
Dia 0	1	3.30	3.35	3.40	3.39
	2	3.25	3.42	3.37	3.40
	3	3.56	3.21	3.40	3.23
	4	3.39	3.09	3.36	3.51
	5	3.78	3.01	3.46	3.47
Dia 3	1	3.56	3.40	3.49	3.49
	2	3.68	3.48	3.50	3.50
	3	3.50	3.50	3.40	3.46
	4	3.78	3.49	3.41	3.51
	5	3.86	3.37	3.53	3.49
Dia 6	1	3.64	3.53	3.50	3.50
	2	3.78	3.57	3.49	3.56
	3	3.80	3.48	3.50	3.60
	4	3.67	3.60	3.56	3.51
	5	3.70	3.59	3.54	3.59
Dia 9	1	3.89	3.60	3.59	3.50
	2	3.76	3.54	3.56	3.54
	3	3.90	3.50	3.49	3.60
	4	3.60	3.54	3.50	3.69
	5	4.01	3.51	3.49	3.90

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 7.** Evaluación fisicoquímica – peso

Días en refrigeración	N° de repeticiones	Muestra control	1.5%	2%	2.5%
Dia 0	1	8.90	8.98	11.61	9.90
	2	7.11	8.35	13.20	10.99
	3	7.60	10.10	11.45	11.09
	4	8.25	9.80	13.09	10.67
	5	9.06	7.89	12.89	10.56
Dia 3	1	8.79	8.65	11.90	9.09
	2	7.09	7.98	12.10	9.56
	3	7.50	7.57	12.98	9.76
	4	6.89	7.79	13.00	9.69
	5	7.70	8.20	12.01	9.23
Dia 6	1	7.56	7.90	10.90	9.09
	2	7.08	8.09	10.32	9.24
	3	8.10	8.78	10.09	9.85
	4	7.67	7.45	9.98	9.00
	5	7.34	7.15	9.89	9.35
Dia 9	1	6.60	7.53	10.00	9.00
	2	7.01	8.05	10.04	8.90
	3	6.34	7.65	9.99	8.76
	4	6.90	7.01	9.90	8.66
	5	7.00	7.67	9.67	7.58

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 8.** Evaluación fisicoquímica – acidez titulable

<b>Cuadro 4.</b> Evaluación fisicoquímica – acidez titulable					
Días en refrigeración	N° de repeticiones	Muestra control	1.5%	2%	2.5%
Dia 0	1	0.87	1.00	1.04	1.20
	2	0.93	0.90	1.02	1.10
	3	0.89	0.88	1.00	1.09
	4	0.98	1.04	1.06	0.90
	5	1.01	1.06	1.08	0.99
Dia 3	1	0.89	1.02	1.00	1.09
	2	0.86	0.98	0.98	1.04
	3	0.90	1.10	0.96	0.89
	4	0.92	1.12	0.99	0.88
	5	0.84	1.06	0.96	0.86
Dia 6	1	0.80	0.90	0.98	0.90
	2	0.78	0.98	0.97	0.86
	3	0.84	1.04	0.95	0.89
	4	0.90	0.89	0.96	0.99
	5	0.92	1.10	0.94	1.09
Dia 9	1	1.02	1.08	0.96	1.02
	2	0.90	1.10	0.95	0.90
	3	0.89	0.99	0.94	1.09
	4	0.94	0.98	0.89	0.88
	5	0.92	1.08	0.90	1.04

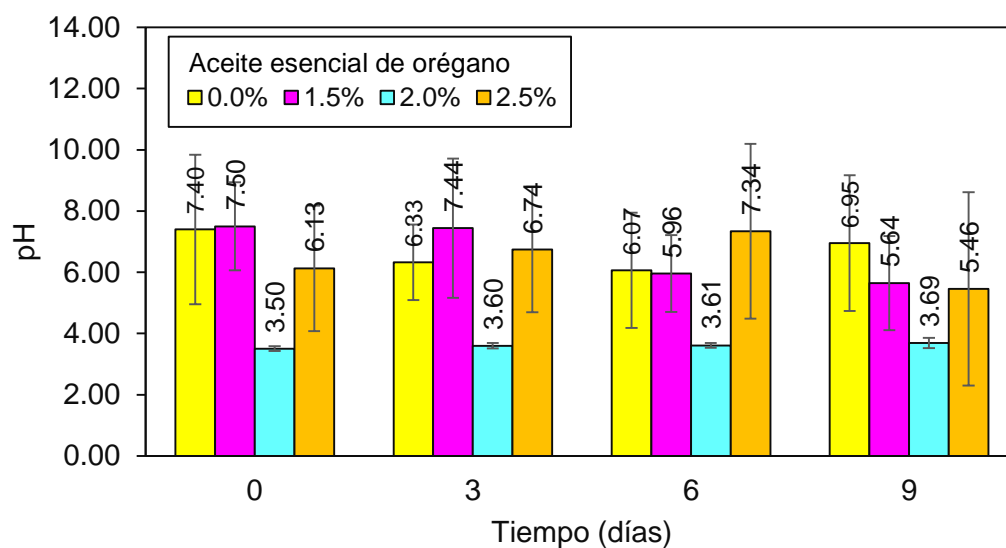
Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 9.** Evaluación fisicoquímica – °Brix

Días en refrigeración	N° de repeticiones	Muestra control	1.5%	2%	2.5%
Dia 0	1	5.68	9.09	9.02	9.12
	2	7.89	9.89	8.90	9.93
	3	8.90	9.67	8.96	9.51
	4	7.86	8.90	9.20	9.30
	5	8.10	9.43	9.12	9.48
Dia 3	1	7.32	9.03	8.98	8.40
	2	7.67	9.85	8.89	9.31
	3	8.78	9.61	8.96	9.12
	4	9.25	8.84	9.15	9.00
	5	10.05	9.32	9.12	8.98
Dia 6	1	9.34	9.00	8.96	9.26
	2	8.90	9.78	8.89	8.54
	3	6.89	9.56	8.96	9.20
	4	5.90	8.68	9.15	9.56
	5	9.45	9.19	9.12	8.66
Dia 9	1	9.64	8.86	8.90	7.77
	2	8.65	9.67	8.80	8.92
	3	9.56	9.20	8.88	8.02
	4	7.89	8.10	9.00	8.84
	5	6.38	9.00	9.04	8.18

Fuente: Elaboración propia.

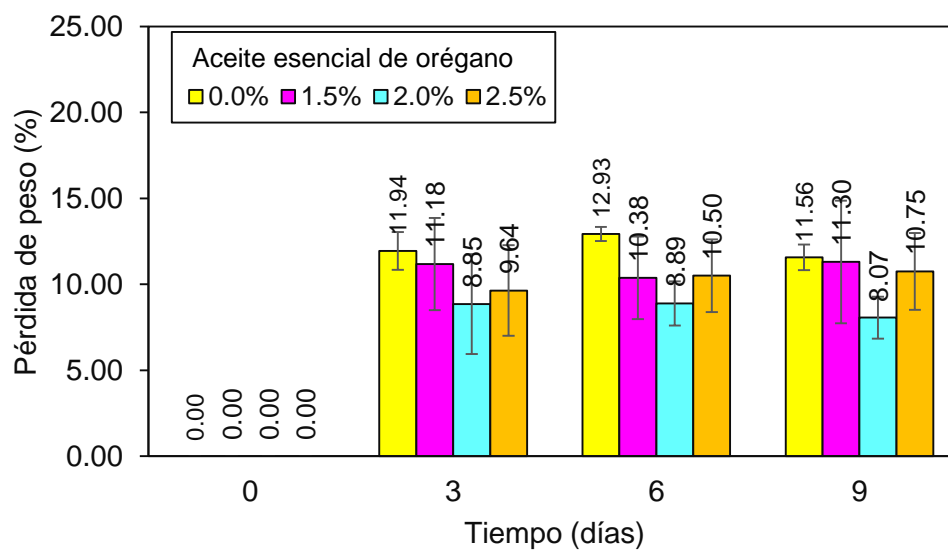
**Anexo 10.** Efecto tiempo en el almacenamiento de la concentración del A.E.O. sobre el pH.



Fuente: software R 3.2.5.

En la siguiente fig. 1 podemos observar cómo los valores de pH presentaron una tendencia a disminuir y la concentración 2.0% se mantuvo entre los rangos de 3.50 a 3.69 durante los 9 días de almacenamiento.

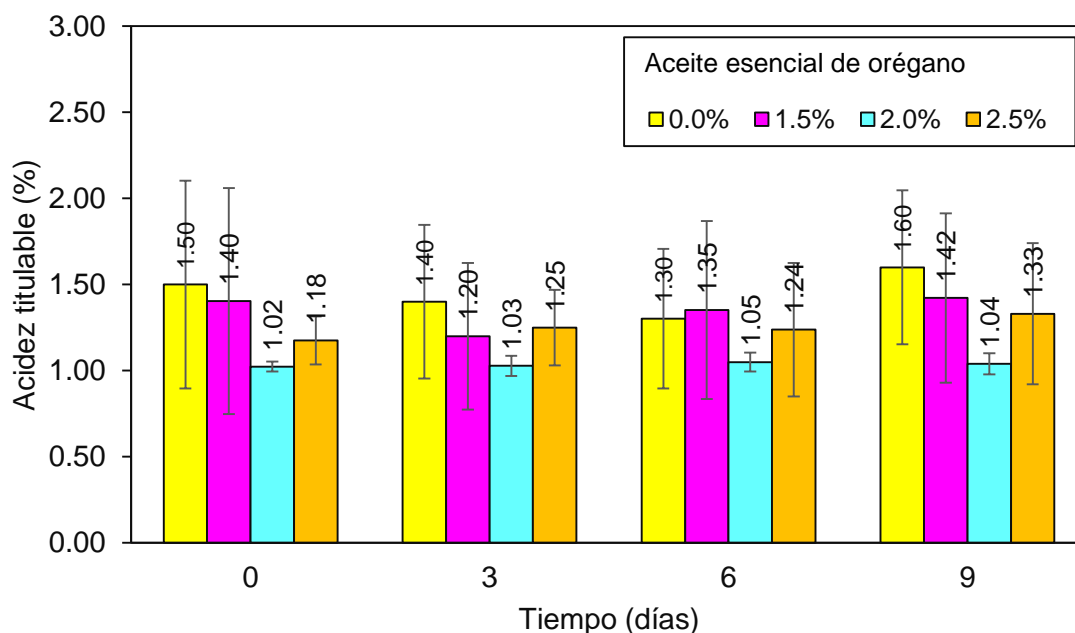
**Anexo 11.** Efecto tiempo de la concentración de A.E.O. sobre la pérdida de peso.



Fuente: software R 3.2.5

Se observa que al transcurrir los días la pérdida de peso presentó tendencia a aumentar, el tratamiento con aceite esencial de orégano al 2.0% presentó menor pérdida en el rango de 8.07 a 8.89%; con referencia a los demás tratamientos la pérdida de peso se encontró entre 9.64 a 12.93%.

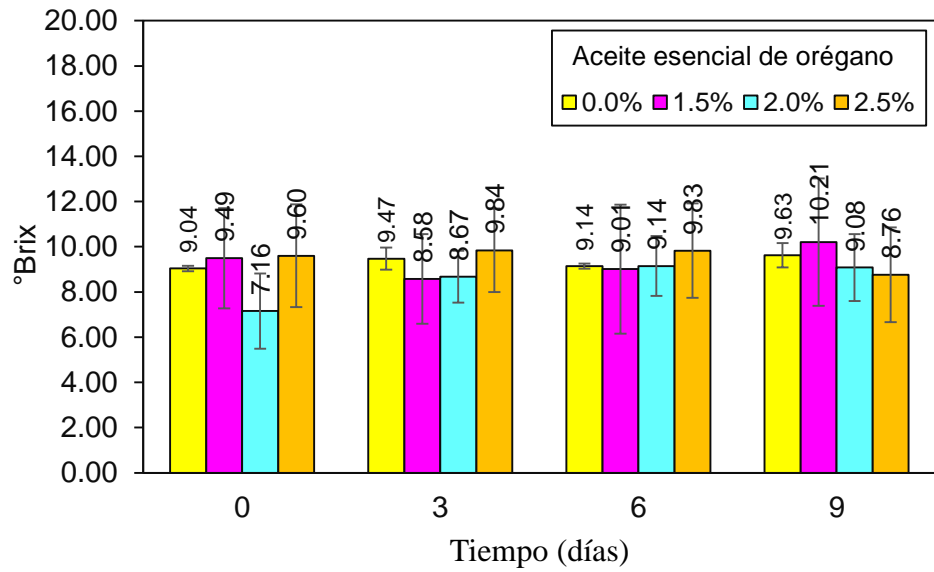
**Anexo 12.** Efecto tiempo de almacenamiento sobre acidez titulable.



Fuente: software R 3.2.5

Se observa que al transcurrir los días la acidez titulable presentó tendencia a aumentar, el tratamiento con aceite esencial de orégano al 2.0% presentó menor cambio en el rango de 1.02 a 1.05%; con referencia a los demás tratamientos la acidez se encontró entre 1.18 a 1.60%.

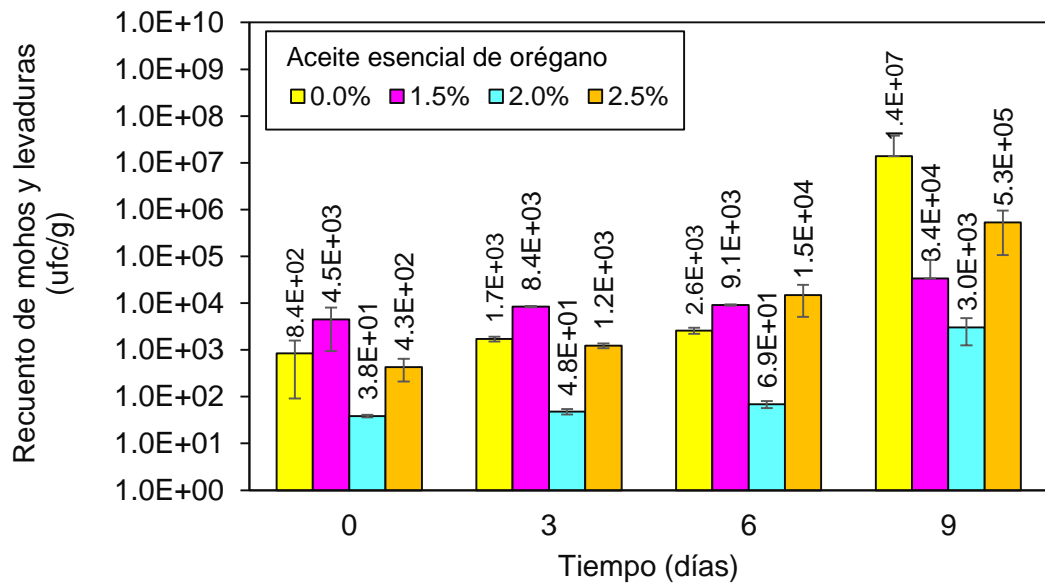
**Anexo 13.** Concentración de aceite durante el tiempo de almacenamiento °Brix



Fuente: software R 3.2.5

Se observa que al transcurrir los días los °Brix presentaron ligera tendencia a aumentar, encontrándose en el rango de 7.16 a 10.21 °Brix.

**Anexo 14.** Concentración de aceite durante el tiempo de almacenamiento mohos y levaduras.



Fuente: software R 3.2.5



Se observa que al transcurrir los días el recuento de mohos y levaduras presentó tendencia a aumentar, el tratamiento con aceite esencial de orégano al 2.0% presentó menor incremento en el rango de  $3.8 \times 10^1$  a  $3.0 \times 10^3$  ufc/g; con referencia a los demás tratamientos el recuento estuvo entre  $4.3 \times 10^2$  a  $1.4 \times 10^7$  ufc/g.

### Anexo 15



Imagen de la materia prima, gelatina y aceite esencial de orégano.

## Anexo 16



Imagen de preparación de la gelatina con el aceite esencial de orégano.

## Anexo 17



Imagen de fresas barnizadas con la gelatina y el aceite esencial de orégano.

### Anexo 18



Imagen de las fresas ya barnizadas de la muestra CONTROL en el día.

### Anexo 19



Imagen de las fresas ya barnizadas de la muestra al 1.5% en el día 0.



## Anexo 20



Imagen de las fresas ya barnizadas de la muestra al 2% en el día 0.

## Anexo 21



Imagen de las fresas ya barnizadas de la muestra al 2.5% en el día 0.

## Anexo 22



Imagen de las fresas en sus 3 concentraciones en el día 3.

## Anexo 23



Imagen de las fresas en sus 3 concentraciones en el día 6.



## Anexo 24



Imagen de las fresas en sus 3 concentraciones en el día 9.

## Anexo 25



Imagen de las fresas de la muestra CONTROL en el día 9

## Anexo 26



Imagen de las fresas en sus 3 concentraciones en el día 11 a más.

## Anexo 27



Imagen de la determinación de °Brix.

## Anexo 28



Imagen de la determinación de pH.

## Anexo 29



Imagen de los materiales para el cultivo microbiológico.



### Anexo 30



Imagen de siembra de cultivo de mohos y levaduras.

### Anexo 31



Imagen para determinar la acidez titulable.

## Anexo 32



Imagen de observación de la muestra (fresas) para la determinación fisicoquímica y microbiológica.