

“Aplicación de Aceite Esencial de Canela (*cinnamomum verum*) y Clavo de Olor (*syzygium aromaticum*) en la cobertura comestible y tiempo de vida útil de la Fresa (*fragaria ananassa*)”

Ing. Carlos Alberto Villanueva Trujillo
arlos_villanueva_sc@hotmail.com

Ing. Rosmery Vilca Aguirre
rosmeryvilcaaguirre@gmail.com

Dr. Italo Wile Alejos Patiño
ialejos@unheval.edu.pe
Docente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco

Dr. Guillermo Gomer Cotrina Cabello
guicoca64@gmail.com
Docente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco

Mtra. Lida Leny Tello Evangelista
lenyhelinatell@gmail.com
Docente de la Universidad nacional Hermilio Valdizan de Huánuco

RESUMEN

El objetivo fue Evaluar el recubrimiento comestible con aceites esenciales en la conservación de la fresa. (0.025 y 0.05%) y clavo de olor (0.025% y 0.05%) en la cobertura comestible de la fresa (*Fragaria ananassa*) en base de polímeros constituido por almidón, gelatina y glicerina, obteniéndose como tratamientos (C1, C2, C3 y C4) prolongar la vida útil de fresa a temperaturas de refrigeración (2°C), ambientes por 0, 3, 6, 10, 12 y 14 días. Metodología el estudio involucro la extracción de aceites esenciales mediante destilación arrastre con vapor, evaluación fisicoquímica (°Brix, pH, acidez, humedad, textura, ceniza), sensorial (color, sabor y olor) y microbiológica (recuento de mohos y levaduras). Resultados la concentración de cobertura comestible en fresas fue tratamiento C4, menor porcentaje en pérdida de peso (30.71%) a 14 días a 2°C. El análisis fisicoquímico reportó en fresas un contenido de sólidos solubles (9.02°Brix), pH (3.43), acidez (1.21g/100ml), humedad (84.48%), textura (137g), ceniza (96.16%). En sensorial (color, sabor y olor) el tratamiento C4, tuvo atributo agradable de resultados microbiológicos resultaron negativo con (0.00*10³ ufc/g). Conclusión, el resultado de vida útil de la fresa mediante una cobertura comestible con aceites esenciales de canela, clavo de olor reportó variaciones mínimas, parámetros de maduración.

Palabra clave: aceites esenciales de Fresas, canela, clavo de olor, cobertura comestible.

"Application of Essential Oil of Cinnamon (*cinnamomum verum*) and Clove (*syzygium aromaticum*) in the edible coverage and shelf life of the Strawberry (*fragaria ananassa*)"

ABSTRACT

The objective was To Evaluate the edible coating with essential oils in the conservation of the strawberry. (0,025 and 0,05 %) and smell nail (0,025 % and 0,05 %) in the edible coverage of the strawberry (*Fragaria ananassa*) in base of polymers constituted by starch, gelatine and glycerine, obteniéndose like treatments (C1, C2, C3 and C4) extending the service life of strawberry to temperatures of refrigeration (2 C), environments for 0, 3, 6, 10, 12 and 14 days. Methodology the study involucra the extraction of essential intervening oils, distillation drag along with vapor, physicochemical (Brix, pH, acidity, humidity, texture, ash), sensorial (color, taste and smell) and microbiological evaluation (score of molds and yeasts). Results the concentration of edible coverage in strawberries was treatment C4, minor percentage weight loss (30, 71 %) to 14 days to 2 C. The physicochemical analysis yielded in strawberries a contents of soluble solids (9,02 Brix), pH (3,43), acidity (1.21g/100ml), humidity (84,48 %), texture (137g), ash (96,16 %). In sensorial (color, taste and smell) the treatment C4, you had pleasant attribute of microbiological results they proved to be minus sign with (0, 00 *10³ ufc g). Conclusion, the result of service life of the intervening strawberry an edible coverage with essential oils of cinnamon, smell nail yielded minimum variations, parameters of maturation.

Key word: Essential oils of Fresas, cinnamon, smell nail, edible coverage.

Artículo recibido: 15 marzo 2021

Aceptado para publicación: 19 abril 2021

Correspondencia: arlos_villanueva_sc@hotmail.com

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

INTRODUCCION.

La fresa fruta con contenido al 90% de agua, por lo tanto, es perecible por consiguiente requiere manejo especial para evitar su deterioro especial por hongos (Santos & Silipú, 2008). La recolección de fresa se hace después de la maduración siendo necesario alargar la vida de anaquel mediante la aplicación de recubrimientos comestibles que no contaminan el medio ambiente, una buena barrera física actúa como defensa a daños en transporte y/o almacenamiento de la fresa (Fernández et al., 2015). El mecanismo a estas películas y coberturas conservan la calidad de frutas y vegetales, debido a que crean una barrera a los gases, produciendo una atmósfera modificada alrededor del producto. La atmósfera reduce la disponibilidad de O₂, incrementa la concentración de CO₂. De tal forma, se reduce la tasa de respiración, pérdida de agua, aumentando así la vida de anaquel (Castillo et al., 2012).

Las películas y coberturas preparadas a partir de materiales biodegradables están siendo cada vez más utilizadas en la industria de alimentos envasados. Varias alternativas se han usado para minimizar el impacto ambiental de los polímeros convencionales, incluyendo el uso de polímeros biodegradables (Camacho et al., 2011).

A pesar de la información disponible para la elaboración de coberturas comestibles es amplia, no es universal para todos los productos, lo que implica un reto para el desarrollo de recubrimientos y películas específicas para cada alimento. La incorporación de aceites esenciales provenientes de especias, en las coberturas comestibles, está siendo ampliamente estudiada por su actividad antimicrobiana en una amplia variedad de microorganismos (Hernandez, 2014).

La aplicación de agentes antimicrobianos podría prevenir o retrasar el deterioro microbiano de los alimentos, dentro de los agentes antimicrobianos pueden considerarse a los aceites esenciales (Rodríguez, 2013).

Las propiedades antimicrobianas de aceites esenciales que las plantas contienen como productos de su metabolismo secundario han sido reconocidas científicamente durante siglos (Vélez et al., 2014). Los aceites esenciales de plantas se han mostrado eficaces en el control del crecimiento de microorganismos, incluyendo hongos filamentosos, levaduras y bacterias. Se han sugerido usos prácticos en humanos y animales, así como en la industria de alimentos (Castillo et al., 2012).

MATERIALES Y METODOS

Lugar de ejecución

Se realizó en los laboratorios de: físico-químico, análisis por instrumentación, sensorial y de microbiología general; de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad

Nacional Hermilio Valdizán

Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada

Nivel de investigación

El nivel de investigación es experimental

Población, muestra y unidad de análisis

Población: Para la ejecución del proyecto se tomó como población las fresas cultivadas en la provincia de Ambo, investigación que se realizó en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Muestra: se trabajó con 50 unidades de fresa por tratamiento. Estas fueron provenientes del centro poblado de Huandobamba, distrito y provincia de Ambo, región Huánuco.

Unidad de Análisis: las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales a los tratamientos de fresas aplicadas con aceite esencial de canela y clavo de olor en la cobertura comestible

TRATAMIENTO EN ESTUDIO.

Los tratamientos comprendieron las siguientes concentraciones que se muestran en la tabla 3

MUESTRA	X11	X21	X31	X41	X51
CONCENTRACIÓN	Sin cobertura comestible	Cobertura comestible	0.05% de aceite esencialde canela y	0.05% de aceite esencial canela y	0.025% de aceite esencialde canela y
			0.025% de clavode olor.	0.05% de clavode olor.	0.05% de clavode olor.

La siguiente etapa de mejor concentración analizada, tiempos y temperaturas que se muestra en la siguiente tabla 4.

Tabla 4. Tratamiento en estudio.

Muestra	Tratamiento	Tiempo (Días)	Temperatura (°T)
Xnm	C1	0	T° ambiente
		3	
		6	
		10	
		12	
	C2	14	T° ambiente
		0	
		3	
		6	
		10	
	C3	12	2°C
		14	
		0	
		3	
		6	
	C4	10	2°C
12			
14			
0			
3			

PRUEBA DE HIPÓTESIS

En la evaluación de la cobertura comestible con la concentración de aceites de canela y clavo de olor

Ho: En todos los tratamientos se encontró la misma concentración. Ho: $X_{11} = X_{21} = X_{31} = X_{41} = X_{51} = 0$

H1: Al menos en un tratamiento se encontró diferentes concentraciones.

H1: Al menos un $X_{ij} \neq 0$

En la evaluación del tiempo de vida útil de la fresa, con cobertura comestible de aceites esenciales aceptables para el consumidor.

Ho: El tiempo y temperatura de vida útil de la fresa con la mejor concentración de aceites esenciales sería el mismo que sin esta concentración.

Ho: $X_{11} = X_{21} = X_{31} = X_{41} = X_{51} = 0$

H1: El tiempo y temperatura de vida útil de la fresa con la mejor concentración de aceites esenciales

será diferente que sin esta concentración.

H1: Al menos un $X_{ij} \neq 0$

DISEÑO DE INVESTIGACION

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar DCA para lo siguiente:

Evaluar la cobertura comestible con la concentración de aceite esencial de canela y clavo de olor

Modelo aditivo Lineal

$$E_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + E_{ijk}$$

donde

Y_{ij} : contenido de característica microbiológica y sensorial de la fresa sometido al afecto del i -ésimo a la concentración de aceite esencial de canela y clavo de olor

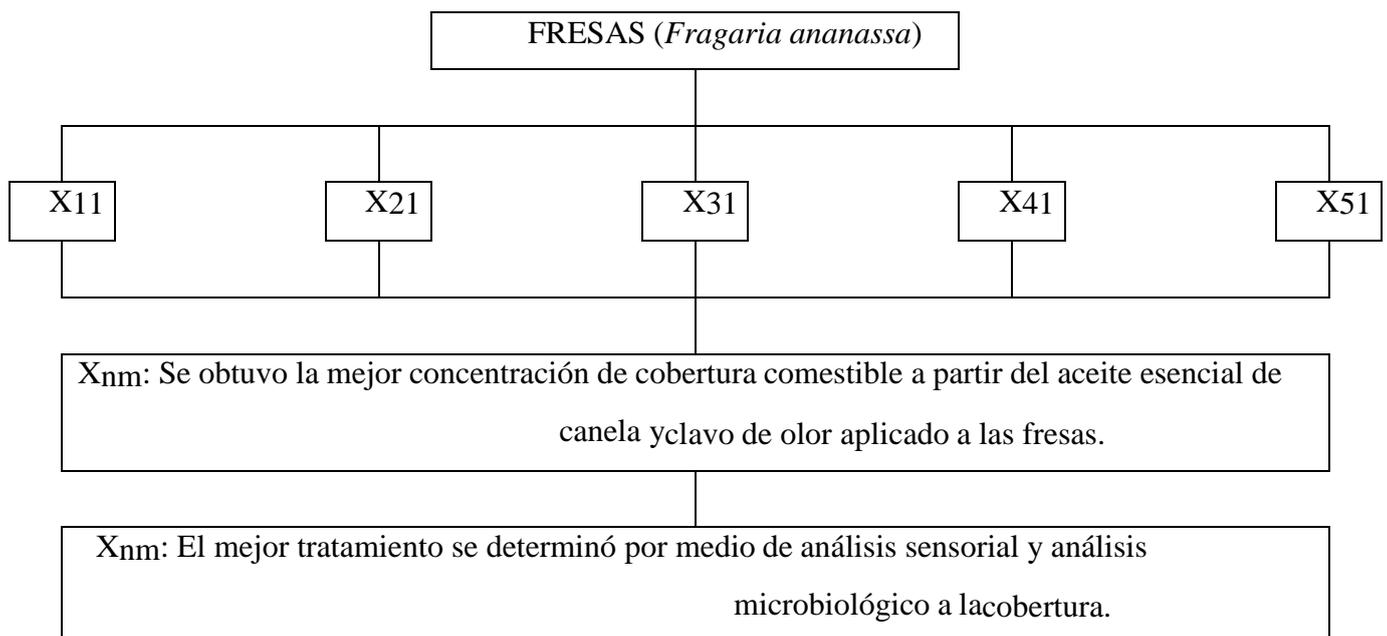
μ : efecto de la media general

β_j : efecto del j - ésimo tratamiento

r_i : efecto del i - ésimo concentración de aceite esencial

E_{ij} : efecto del error experimental.

ESQUEMA EXPERIMENTAL



Leyenda:

X11: fresa sin cobertura comestible.

X21: fresa con cobertura comestible.

X₃₁: cobertura comestible con aceite esencial de canela al 0.05 % y clavo de olor al 0.025 %.

X₄₁: cobertura comestible con aceite esencial de canela al 0.05 % y clavo de olor al 0.05 %.

X₅₁: cobertura comestible con aceite esencial de canela al 0.025 % y clavo de olor al 0.05 %.

X_{nm}: mejor tratamiento de cobertura comestible aplicada.

DATOS A REGISTRAR

Los datos que se registraron en la investigación fueron la concentración adecuada de aceites esenciales de canela y de clavo de olor, tiempo de vida útil, temperatura óptima, características organolépticas, características fisicoquímicas y características microbiológicas en los diferentes tratamientos de la fresa (*Fragaria ananassa*).

Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información

Análisis documental: nos permitió realizar el análisis del material a estudio y precisarlo desde un punto de vista formal y luego desde su contenido.

Análisis de contenido: estudio y análisis de una manera objetiva y sistemática el documento leído.

Fichaje: sirvió para registrar aspectos esenciales de los materiales leídos y que ordenadas sistemáticamente nos sirvió como una valiosa fuente para elaborar el marco teórico. Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados por computadora utilizando el programa de acuerdo al diseño de investigación propuesto. La presentación de los resultados es en cuadros utilizando el programa Excel, y minitab

Materiales Experimentales

Aceite esencial de canela (*Cinnamomum verum*), aceite esencial de clavo de olor (*Syzygium aromaticum*), almidón (maizena), gelatina (fleischmann), glicerina (fratello), agua, alcohol, vaso de precipitación, pipetas, gotero ámbar, bagueta, probeta graduada, placas petri, pinzas, crisol de porcelana, bandejas de poliestireno, cuchillos, algodón, papel film, papel de aluminio, papel toalla, papel tizu, tapabocas, guantes de látex, tubos de ensayo, matraz erlenmeyer, micropipeta, tips, campana secadora

Equipos

Cocina eléctrica, campana extractora, termómetro, balanza analítica, microscopio, estufa, mufla, incubadora, equipo de arrastre por vapor, agitador magnético, ventiladora, cámara flujo laminar, autoclave, Texturómetro, pH-metro, °Brix-acidez, licuadora, colorímetro, vernier digital, ABBE tipo refractómetro.

CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Para llevar a cabo la conducción de la investigación se realizaron en las siguientes etapas, lo cual se muestra en la figura 6.

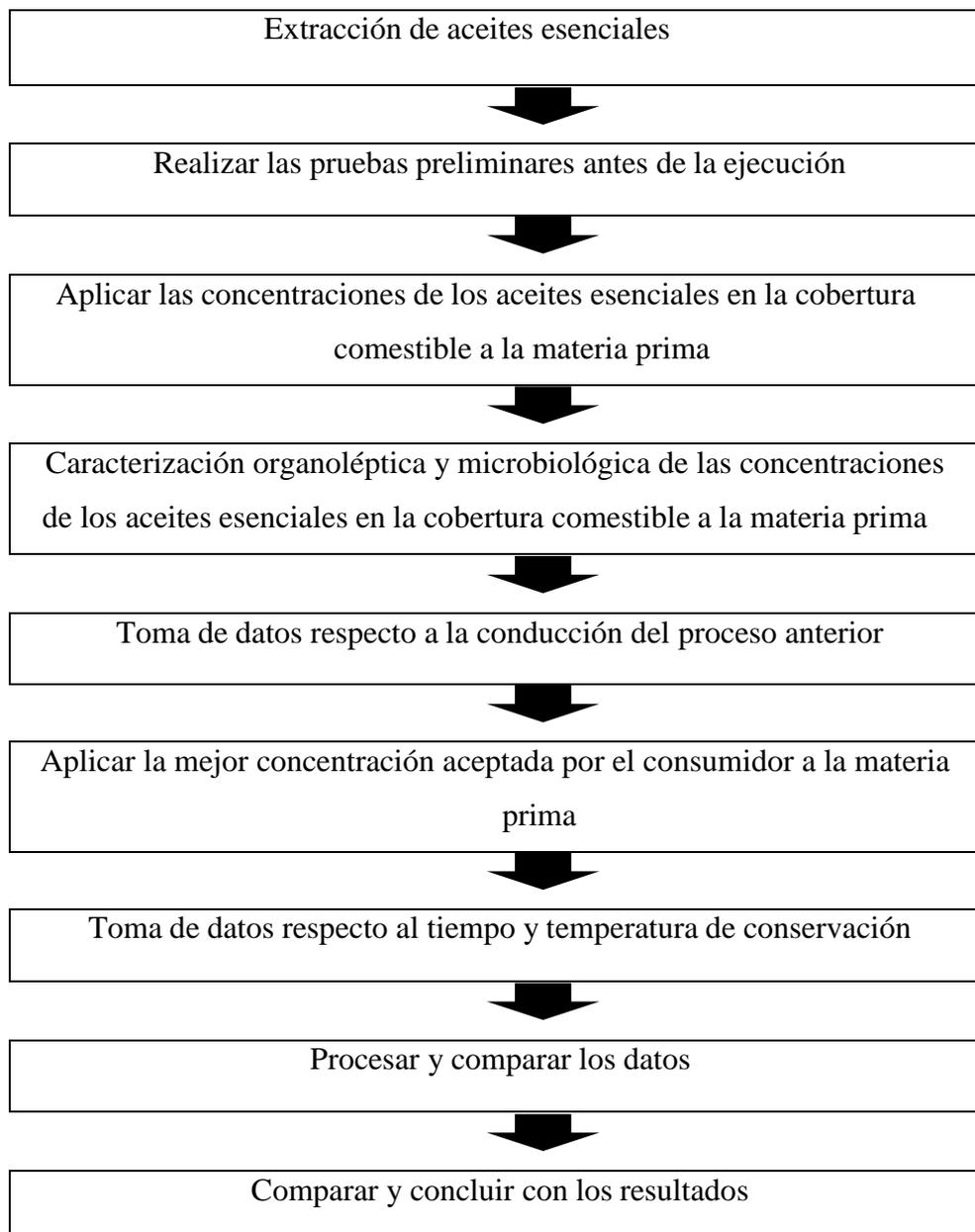


Figura 6. Conducción de la investigación

EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES

Se siguió las recomendaciones de Peredo et al. (2009), para la extracción de los aceites esenciales de canela y clavo de olor. Se utilizó la destilación por arrastre con vapor, la metodología se muestra en el Anexo 1.

REALIZAR LAS PRUEBAS PRELIMINARES ANTES DE LA EJECUCION

Para confirmar los parámetros establecidos por Gamarra (2017), se aplicó concentraciones de polímeros biodegradables para obtener una consistencia firme de la cobertura en la materia prima, siendo la formulación adecuada que se muestra en la tabla 5

Tabla 5. *Formulación para la elaboración de cobertura comestible con aceite esencial de canela y clavo de olor en base a 1 L de agua.*

INSUMOS	PARÁMETROS
Gelatina	15 g
Almidón	5 g
Glicerina comestible	270 g

Las fotografías del Proceso de elaboración las coberturas comestibles se observan en el Anexo 4.

Aplicar las concentraciones de los aceites esenciales en la cobertura comestible a la materia prima

En la Figura 7 se presenta el diagrama de flujo para la elaboración de cobertura comestible con aceite esencial de canela y clavo de olor en la fresa.

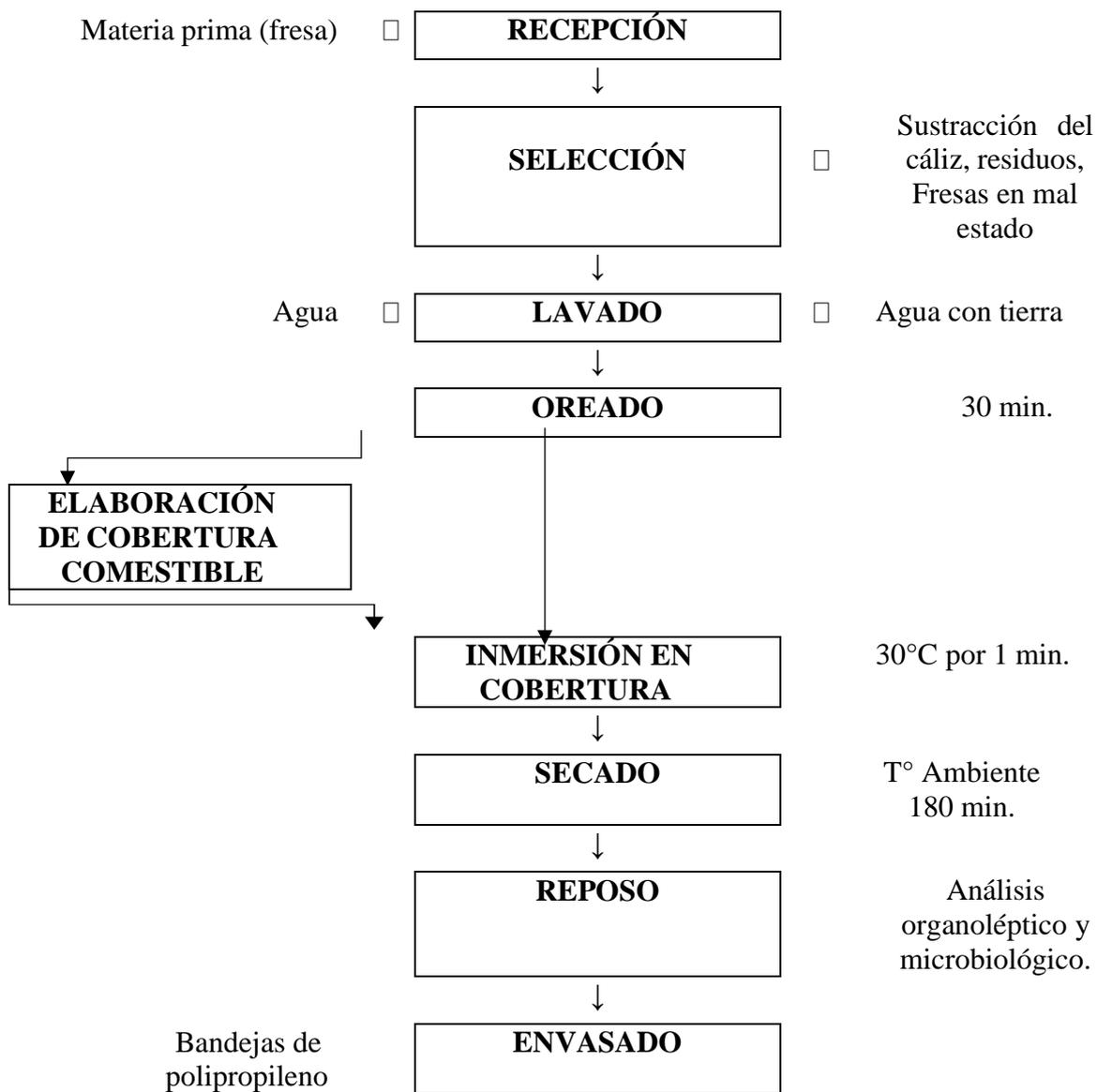


Figura 7. Flujograma de la elaboración de cobertura comestible con/ aceite esencial de canela y clavo de olor en la fresa.

Elaboración de cobertura comestible: en la tabla 6 se muestra la formulación para la elaboración de la cobertura comestible, esta cobertura se dejó enfriar hasta 30 °C para ser aplicadas en la fruta fresca.

Tabla 6. Formulación de cobertura comestible en base a 1 L de agua.

INGREDIENTES	PORCENTAJE	CANTIDAD
Gelatina	15%	150 g
Almidón	5%	50 g
Glicerina	27%	270 g
Aceite esencial de canela	0.05%	0.5 ml
Aceite esencial de clavo de olor	0.025%	0.25 ml

Inmersión: las fresas fueron sumergidas en la cobertura a base de gelatina-almidón de maíz, adicionado con el aceite esencial de canela y clavo de olor, a 30°C por 1 minuto, de acuerdo al esquema experimental.

Secado: se usó aire impulsado con un ventilador a temperatura ambiente por 180 minutos con la finalidad de formar la cobertura comestible.

Reposo: esta operación consistió en realizar las evaluaciones correspondientes a la fresa (organoléptico, físico-químico y microbiológico)

Envasado: las fresas se envasaron en bandejas de poliestireno recubiertas

RESULTADOS

Evaluación de la cobertura comestible con la concentración de aceites esencial de canela y clavo de olor

Evaluación de la cobertura comestible con la concentración de canela y clavo de olor.

Recuerdo de mohos y levaduras

En la tabla 7 y el anexo 6, se realizó la medida de promedios del análisis microbiológico, utilizando la prueba de Tukey al 5%, los resultados están expresadas en una categoría "a". Por lo tanto, en la evaluación no se aprecia diferencia significativa entre los tratamientos estudiados.

TRATAMIENTOS	Recuento de Mohos y Levaduras (ufc/g)
X11	3.33E+03 ± 3.34 ^a
X31	0.00E+03 ± 0.00 ^a
X41	0.00E+03 ± 0.00 ^a
X51	0.00E+03 ± 0.00 ^a

Cada valor representa la media de tres repeticiones ± la desviación estándar. Medias con diferentes letras son significativa, entre diferente ($p < 0.05$). Las medidas del superíndice se leen de manera horizontal.

Se observa que los tratamientos con cobertura comestible con aceite esencial de canela al (0.05%, 0.05% y 0.025) y clavo de olor al (0.025%, 0.05%, 0.05%), siendo X31, X41 y X51,

respectivamente; fueron los tratamientos que no obtuvieron carga en recuento de mohos y levaduras, esto debido a que los aceites son antifúngicos, dándole esto una capa protectora para evitar el ingreso de microorganismos; el tratamiento control (X11) presentó un mayor recuento de mohos y levaduras con 3.33×10^3 ufc/g.

Características Sensoriales

En la tabla 8, se realizó la medida de los promedios de las características sensoriales, utilizando la prueba de Tukey al 5% el cual nos hace ver que existe diferentes categorías, y con eso se puede decir que existe diferencia significativa entre los tratamientos estudiados

Tabla 8. *Característica sensorial*

TRATAMIENTOS	Color	Olor	Sabor
X11	3.76 ± 0.05 ^a	3.76 ± 0.06 ^a	3.75 ± 0.05 ^a
X21	3.42 ± 0.03 ^c	3.62 ± 0.06 ^b	3.42 ± 0.03 ^b
X31	3.56 ± 0.02 ^b	3.80 ± 0.02 ^a	3.56 ± 0.02 ^a
X41	3.20 ± 0.05 ^d	3.82 ± 0.07 ^a	3.20 ± 0.05 ^b
X51	3.36 ± 0.04 ^c	3.52 ± 0.03 ^b	3.36 ± 0.04 ^c

Cada valor representa la media de 25 panelistas en base a 14 días de almacenamiento \pm la desviación estándar.

Medias con diferente letra son significativamente diferentes ($p < 0.05$). Las medias del superíndice se leen de manera horizontal.

La evaluación sensorial mediante la aplicación de una escalahedónica de 5 puntos, anclada con “muy desagradable” y “muy agradable” en los tratamientos se evaluó en función a percepción global de los atributos: color, olor y sabor; donde se muestra las medias de las calificaciones sensoriales en función a los tratamientos; se puede observar una disminución en las medias de las calificaciones en la cobertura comestible a medida del porcentaje de concentración de aceite esencial de canela y clavo de olor que se añadió a los tratamientos. Se observó que el tratamiento control presentó un mayor promedio en los atributos; mientras que la cobertura comestible con aceite esencial de canela (0.05%) y clavo de olor al (0.025%) en el tratamiento X31 presentó una media cercana de característica sensorial respecto al tratamiento control (X11).

Evaluaciones biométricas en la cobertura comestible con aceite esencial de canela y clavo de olor en las fresas

Tabla 9. Características biométricas

TRATAMIENTOS	Peso (g)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)
C1	12.33±3.96 ^a	37.72±5.30 ^a	23.87±5.69 ^a
C2	12.19±4.31 ^a	39.53±3.25 ^a	24.28±5.01 ^a
C3	12.50±3.74 ^a	38.22±4.40 ^a	24.13±4.31 ^a
C4	13.36±3.17 ^a	38.80±3.58 ^a	24.91±3.55 ^a

Cada valor representa la media de tres repeticiones ± la desviación estándar. Medias con diferente letra son significativamente diferentes ($p < 0.05$). Las medias del superíndice se leen de manera horizontal.

En la tabla 10 y el anexo 19, se muestra la prueba de Tukey al 5%, los resultados están expresadas en una categoría “a”. Por lo tanto, durante los días de evaluación se aprecia que no hay diferencia significativa entre los tratamientos

Tabla 10. Características en medición del calor

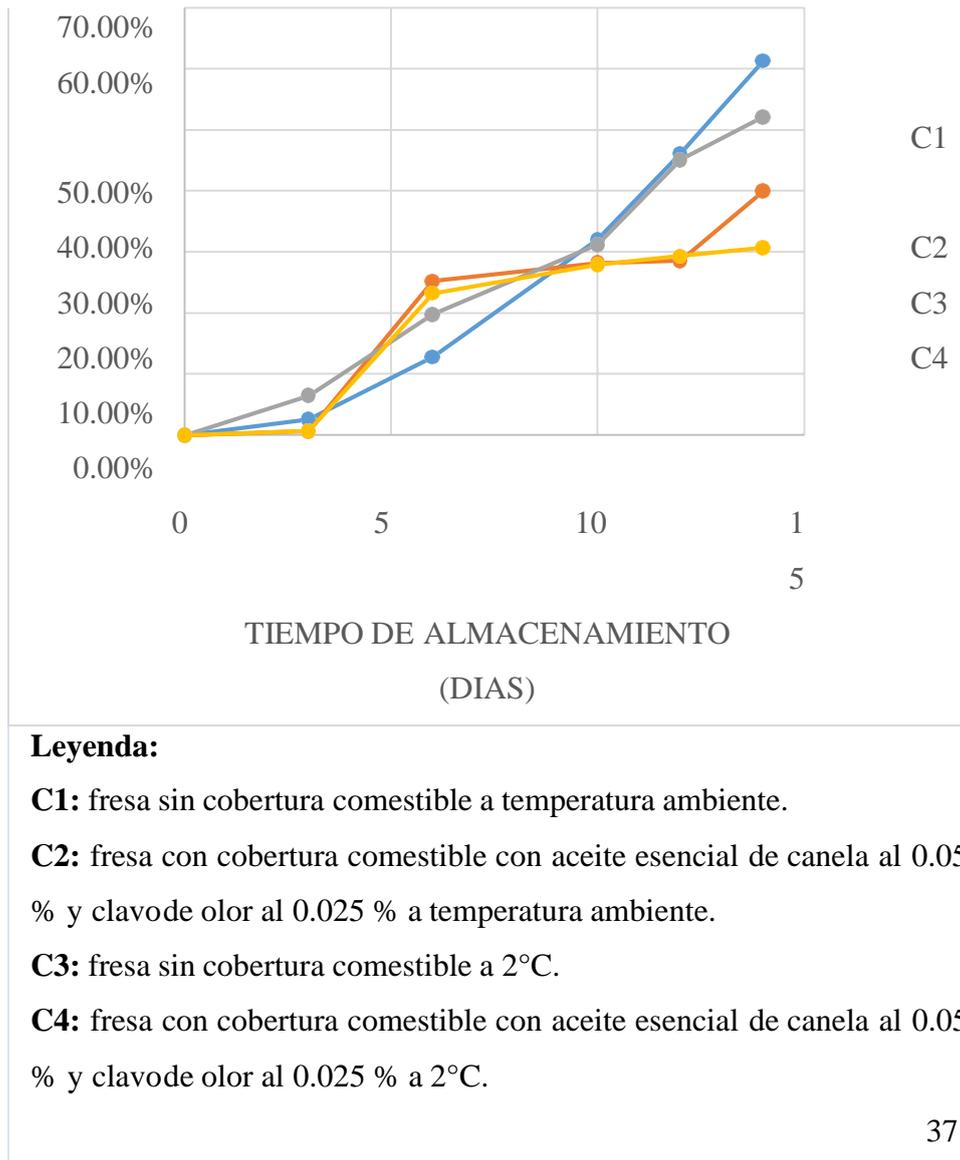
TRATAMIENTOS	L*	a*	b*
C1	26.40±1.62 ^a	23.75±5.53 ^a	11.71±4.20 ^a
C2	28.31±2.28 ^a	26.15±5.40 ^a	13.65±4.24 ^a
C3	26.06±1.76 ^a	22.72±6.06 ^a	11.30±3.85 ^a
C4	27.06±1.78 ^a	27.81±4.07 ^a	13.55±3.31 ^a

Cada valor representa la media de tres repeticiones ± la desviación estándar. Medias con diferente letra son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

Las medias del superíndice se leen de manera horizontal.

En la figura 9 y anexo 8, se muestra el porcentaje de pérdida de peso en función al tiempo de almacenamiento para los diferentes tratamientos. Se observa el incremento de la pérdida de peso en las fresas a medida que transcurrieron los días de almacenamiento.

Evaluaciones fisicoquímicas en la cobertura comestible con aceite esencial de canela y clavo de olor en las fresas



En la tabla 11, se realizó la medida de los promedios del análisis fisicoquímico, utilizando la prueba de Tukey al 5% el cual nos hace ver que existen dos categorías “a-b” y con eso se

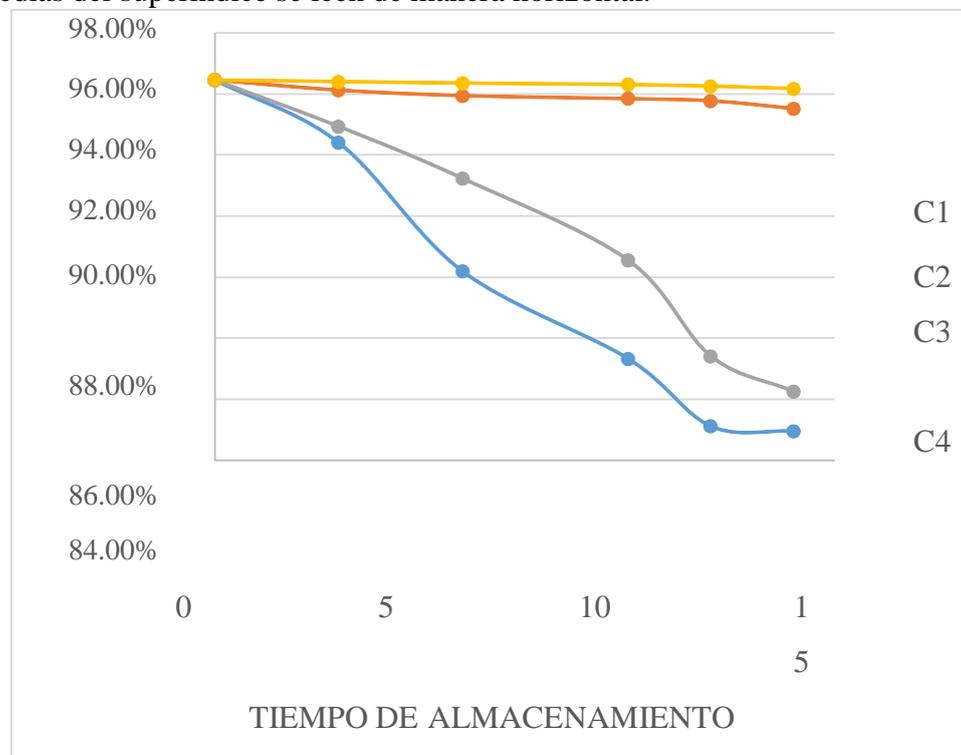
puede decir que no existe diferencia altamente significativa entre todos los tratamientos estudiados durante los 14 días de almacenamiento.

Tabla 11. Análisis fisicoquímicos en las fresas
SOLIDOS SOLUBLES (°BRIX)

TRATAMIENTOS	Solidos Solubles (°Brix)	pH	Acidez (g/100 ml)	Humedad (%)	Textura (g)	Ceniza (%)
C1	9.65±1.33 ^a	3.34±0.10 ^a	1.79±0.73 ^a	0.86±0.05 ^a	143.00±13.70 ^a	0.90±0.05 ^b
C2	8.43±0.53 ^a	3.37±0.13 ^a	0.93±0.29 ^b	0.87±0.03 ^a	146.50±11.36 ^a	0.96±0.00 ^a
C3	9.25±1.08 ^a	3.38±0.13 ^a	0.95±0.26 ^b	0.86±0.04 ^a	140.17±12.66 ^a	0.91±0.04 ^{ab}
C4	8.32±0.46 ^a	3.32±0.09 ^a	0.92±0.25 ^b	0.88±0.02 ^a	150.50±6.98 ^a	0.96±0.00 ^a

Cada valor representa la media de tres repeticiones en base a 14 días de almacenamiento ± la desviación estándar. Medias con diferente letra son significativamente diferentes (p<0.05).

Las medias del superíndice se leen de manera horizontal.



(DÍAS)
<p>Leyenda:</p> <p>C1: fresa sin cobertura comestible a temperatura ambiente.</p> <p>C2: fresa con cobertura comestible con aceite esencial de canela al 0.05 % y clavode olor al 0.025 % a temperatura ambiente.</p> <p>C3: fresa sin cobertura comestible a 2°C.</p> <p>C4: fresa con cobertura comestible con aceite esencial de canela al 0.05 % y clavode olor al 0.025 % a 2°C.</p>

Figura 15. Porcentaje de pérdida de ceniza en función al tiempo de almacenamiento.

Se observó que las fresas aplicadas con cobertura comestible con aceite esencial de canela (0.05%) y clavo de olor al (0.025%) en el tratamiento C4 a 2°C de temperatura, presentaron menor pérdida de contenido de ceniza a los 14 días de almacenamiento, con 3.84%, el tratamiento control presentó mayor porcentaje de pérdida de ceniza con 15.04%.

RECUESTRO DE MOHOS Y LEVADURAS

En la tabla 12, se muestra la prueba de Tukey al 5%, los resultados están expresados en dos categorías (a-b). Por lo tanto, durante los días de evaluación se aprecia que hay diferencia significativa entre el tratamiento control (C1) y el tratamiento C4.

Tabla 12. Recuento de mohos y levaduras.

TRATAMIENTOS	Recuento de Mohos y Levaduras (ufc/g)
C1	3.17E+03 ± 2.71 ^a
C2	0.66E+03 ± 1.21 ^{ab}
C3	1.16E+03 ± 1.60 ^{ab}
C4	0.00E+03 ± 0.00 ^b

Cada valor representa la media de tres repeticiones ± la desviación estándar. Medias con diferente letra son significativamente diferentes ($p < 0.05$). Las medias del superíndice se leen de manera horizontal.

La población inicial para los cuatro tratamientos fue de 0×10^3 ufc/g. Al final de los 14 días de almacenamiento, se observó un aumento del recuento de mohos y levaduras, siendo mayor en el tratamiento control (C1) con 6×10^3 ufc/g, y el tratamiento C4 con una carga negativa de recuento de mohos y levaduras.

TRATAMIENTOS	Color	Olor	Sabor
C1	2.48 ± 2.09 ^a	2.52 ± 2.11 ^a	2.55 ± 2.12 ^a
C2	2.44 ± 1.77 ^a	2.46 ± 1.77 ^a	2.48 ± 1.77 ^a
C3	2.48 ± 1.67 ^a	2.54 ± 1.65 ^a	2.59 ± 1.63 ^a
C4	3.93 ± 0.18 ^a	4.02 ± 0.18 ^a	4.11 ± 0.18 ^a

Cada valor representa la media de 25 panelistas en base a 14 días de almacenamiento ± la desviación estándar. Medias con diferente letra son significativamente diferentes ($p < 0.05$). Las medias del superíndice se leen de manera horizontal.

CARACTERÍSTICA SENSORIALES

En la tabla 13, se realizó la medida de las medias de características sensoriales, utilizando la prueba de Tukey al 5% el cual nos hace ver que existe una categoría a, y con eso se puede decir que no existe diferencia significativa entre todos los tratamientos estudiados durante los 14 días de almacenamiento.

Tabla 13. Características sensoriales.

La evaluación sensorial muestra las medias de las calificaciones sensoriales en función al tiempo de almacenamiento; se puede observar una disminución en las medias de las calificaciones que realizaron los panelistas en las fresas a medida del tiempo de almacenamiento en los tratamientos. Se observó que en el tratamiento C4 presenta mayor media de característica sensorial a los 14 días de almacenamiento, el tratamiento control (C1) presentó menor media.

DISCUSIONES

De la evaluación de la cobertura comestible con la concentración de aceite esencial de canela y clavo de olor

Microbiológico

De los resultados obtenidos en el recuento de mohos y levaduras mostrados en la tabla 7, evidenciaron que los tres tratamientos (X31, X41 y X51) con concentraciones de aceites esenciales de canela y clavo de olor fueron negativos en relación al testigo. Nereyda (2011) y Aguilar & Lopez (2013) demostraron que el aceite esencial de canela y clavo de olor, es un componente antimicrobiano, no solo exhibe actividad antibacteriana, sino que también inhibe el crecimiento de mohos y la producción de micotoxinas, incluyendo *Aspergillus parasiticus*.

Características sensoriales

De los resultados obtenidos en la evaluación de los panelistas mostrados en la tabla 8, el tratamiento (X31) en los atributos color, olor y sabor al cual fue sometida la fresa nos muestra un agradable atributo con una mínima diferencia con el testigo (X11) que también mostro un atributo agradable. Beltran (2010) menciona que el análisis sensorial de la fresa es característico dulce.

De la evaluación del tiempo de vida útil de la fresa, con cobertura comestible de aceites esenciales aceptables para consumidor

Los resultados obtenidos mostrados en la tabla 9, así como en la figura 9, muestran que el tratamiento C4 posee menor pérdida de peso con un 30.71% respecto al peso inicial, esto debido a ser directamente proporcional a lo dicho por Angulo (2009) que menciona que la humedad del fruto de la fresa es 90% de agua.

Sólidos solubles(°Brix): Los resultados obtenidos en la evaluación mostrada en la tabla 11, así como en la figura 10, nos muestran que los tratamientos C2 y C4 tienen 8.43 y 8.32 °Brix respectivamente, a los cuales fue sometido la fresa para su conservación, nos muestra una mayor retención de sólidos solubles a diferencia del testigo (C1). Beltran (2010) menciona que los sólidos solubles (°Brix) de la fresa es 9.03.

pH: De los resultados obtenidos en la evaluación, mostrados en la tabla 11, así como en la figura 11, nos muestran que en los cuatro tratamientos a los 14 días de almacenamiento tiene una mínima variación de pH respecto al día inicial de conservación, esto debido a la variedad de fresa utilizada en la investigación “camino real” no es la misma a la mencionada por Beltran (2010) que menciona que el pH de la fresa es entre 3.70 y 3.81.

Acidez: Los resultados obtenidos en la evaluación mostrados en la tabla 11, así como en la figura 12, nos muestra que en el tratamiento C4 tiene una buena retención de ácido cítrico a diferencia del testigo (C1) que tiene una acidez alta a los 14 días de almacenamiento. Beltran (2010) dice que la acidez de la fresa se recomienda que tenga un valor máximo de 1.2 g/100ml de ácido cítrico.

Humedad: De los resultados obtenidos en la evaluación mostrados en la tabla 11, así como en la figura 13, muestran que en el tratamiento C4 tiene menor porcentaje de pérdida de humedad a diferencia del testigo (C1) que tuvo un mayor porcentaje de pérdida de humedad, por lo cual Angulo (2009) menciona que la humedad de la fresa es 90% de agua

Textura: De los resultados obtenidos en la evaluación mostrado en la tabla 11, así como en la figura 14, muestra que en el tratamiento C4 tiene una mayor retención de textura a

diferencia del tratamiento testigo C1 que tiene una mayor pérdida de textura a los 14 días de almacenamiento, por lo cual se asemeja a lo dicho por Beltran (2010) que menciona que la textura de la fresa es de 150 g.

Ceniza: Los resultados obtenidos en la evaluación mostrados en la tabla 11, así como en la figura 15, muestran que en los tratamientos C2 y C4 tienen menor porcentaje de pérdida de ceniza a diferencia del tratamiento C1 que tiene un mayor porcentaje de pérdida de ceniza, por lo cual el tratamiento C4 se asemeja a lo dicho por Angulo (2009) que menciona que la ceniza de la fresa es entre 0.32-0.50 g.

Microbiológico: De los resultados obtenidos en el recuento de mohos y levaduras mostrados en la tabla 12, evidenciaron que el tratamiento C4 tiene una carga negativa de recuento de moho y levadura a diferencia de los otros tres tratamientos (C1, C2 y C3) que salieron positivos. Nereyda (2011) y Aguilar & Lopez (2013) nos dicen que el aceite esencial de canela y clavo de olor, es un componente antimicrobiano.

Características sensoriales: De los resultados obtenidos en la evaluación de los panelistas mostrados en la tabla 13, el tratamiento C4 en los atributos color, olor y sabor al cual fue sometido la fresa nos muestra un agradable atributo con una máxima diferencia con el tratamiento testigo C1 que mostro un atributo muy desagradable, por lo cual Beltran (2010) menciona que el análisis sensorial de la fresa es característico dulce.

CONCLUSIONES

El análisis microbiológico en la determinación de la mejor concentración presentó a los tratamientos X31, X41 y X51 con concentraciones de aceites esenciales de canela y clavo de olor resultó negativo, en relación al recuento de mohos y levaduras, dejando la probabilidad según los antecedentes efectividad antimicrobiana de sus componentes activos de dichos aceites esenciales. Así mismo, respecto a características sensoriales se ha observado que el tratamiento X31 muestra un atributo agradable, por lo tanto, se determinó que el tratamiento X31 tiene las concentraciones adecuadas de aceite esencial de canela y clavo de olor.

Los análisis fisicoquímicos durante la estabilidad en el almacenamiento presentaron en el tratamiento C4 valores adecuados con una menor pérdida en los sólidos solubles (9.02°Brix), pH (3.43), acidez (1.21 g/100ml), humedad (15.52%), ceniza (3.84%). Con una mayor retención de textura con 137g y con $0.00 \cdot 10^3$ ufc/g en relación al recuento de mohos y levaduras, en relación al testigo. Así mismo, respecto a características sensoriales se ha observado que el tratamiento C4 muestra un atributo agradable, por ende, es aceptado por el

consumidor.

El resultado de la estabilidad durante el almacenamiento de la fresa mediante una cobertura comestible con aceites esenciales de canela y clavo de olor reportó variaciones mínimas en sus parámetros de maduración.

RECOMENDACIONES

Dar a conocer a la línea de producción de fresa este método para la conservación de la fresa con el fin de alargar el tiempo de anaquel de sus productos obteniendo un beneficio económico para sus ingresos.

Identificar y cuantificar los componentes activos del aceite esencial de la canela y clavo de olor, que estén asociados con el efecto antimicrobiano.

Para los agricultores mejorar las buenas prácticas agrícolas (BPA) y postcosecha, para lograr un mejor estudio con la cobertura comestible y evitar distorsiones

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aguilar Gonzales, A., & Lopez Malo, A. (2013). Extractos y aceite esencial del clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) y su potencial aplicación como agentes antimicrobianos en alimentos. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 7(2), 35–41.

<https://ellegadodewton.files.wordpress.com/2019/10/art2013-extractos-y-aceite-de-clavo-de-olor-como-antibacterial-en-alimentos-pend.pdf>

Alvarado, J. de D., Almeida, A., & Arancibia, M. (2007). Tiempos De Vida Útil De Naranjillas Recubiertas con Quitosano Almacenadas a Temperaturas Constante y Variables. *Alimentos, Ciencia e Ingeniería*, 16(1), 215–217.

Alvarez Arenas, C., Fermin, N., Garcia, J., Peña, E., & Martinez, A. (2013). Evaluación del efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible en melones (*cucumis melo* L., var. Cantaloupe) cortados y almacenados en refrigeración. *SABER. Revista Multidisciplinaria Del Consejo de Investigación de La Universidad de Oriente*, 25(2), 218–226. <https://www.redalyc.org/pdf/4277/427739462012.pdf>

Angulo Carmona, R. (2009). Manual del Cultivo de Fresa. *Bayer CropScience* 11–14. <https://es.scribd.com/document/452963513/MANUAL-DEL-CULTIVO-DE-FRESA>

Asencio Castellanos, I. M., & ACOFARMA. (2006). *determinación del rendimiento y caracterización fisicoquímica de la oleorresina de canela (cinnamomum zeylanicum blume) procedente de san martín Jilotepeque (chimaltenango) y su aplicación como saborizante en una galleta a base de harina de arroz.*

- Ávila Cubillo, E. P. (2015) Manual de la fresa. <https://bibliotecadigital.ccb.org/bitstream/handle/11520/14312/Fresa.pdf?sequence>
- Beltrán Albán, A.J. (2010). *Estudio de la vida útil de fresas (Fragaria vesca) mediante tratamiento con luz ultravioleta de onda corta UV-C*. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/858>
- Bosque Molina, E. (2003). *Elaboración de recubrimientos comestibles formulados con goma de mezquita y cera de candelilla para reducir la cinética de deterioro en fresco del limón persa (Citrus latifolia Tanaka)*. <http://148.206.53.233/tesiuami/UAMI10845.pdf>
- Camacho Elizondo, M., Vega Baudrit, J., & Campos Gallo, A. (2011). Uso de nanomateriales en polímeros para la obtención de bioempaques en aplicaciones alimentarias. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2011000400007
- Castillo Soto, P. M., Martínez Martínez, L., & Ponce Lay, M. (2012). *Uso y evaluación de dos aceites esenciales (canela y clavo de olor) para control de las pudriciones fungosas y determinación de la vida útil mediante películas protectoras comestibles en papaya (Carica Papaya Cv. Hawaiana)*. <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/90115/D-79709.pdf>
- Castro, R. A., & Gonzales Blair, G. E. (2009). *Evaluación fisicoquímica de la efectividad de un recubrimiento comestible en la conservación de uchuva (Physalis peruviana L.var. Colombia)*. https://www.researchgate.net/publication/277220347_EVALUACION_FISICOQUIMICA_DE_LA_EFECTIVIDAD_DE_UN_RECUBRIMIENTO_COMESTIBLE_EN_LA_CONSERVACION_DE_UCHUVA_Physalis_peruviana_L_var_Colombia
- Del Aguila Vergara, Y. (2019). *Efecto de la concentración de aceite esencial de clavo de olor (Syzygium aromaticum) en la cobertura comestible y del tiempo de almacenamiento sobre la pérdida de peso, color, firmeza, recuento de mohos y levaduras y aceptabilidad general en trozos de piña*. http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/4608/1/RE_IND.ALIM_

YANDIRA.DEL.AGUILA_CONCENTRACIÓN.DE.ACEITE.ESENCIAL_DATOS.
PDF

- Embuscado, M., & Huber, K. (2009). Películas y recubrimientos comestibles para aplicaciones alimentarias. *Springer Dordrecht Heidelberg London New York*, 245–246. <https://www.springer.com/gp/book/9780387928234>
- Falguera, V, Ceron, J.P.Q, Jiménez, A., & Muñoz, A. (2011). Películas y recubrimientos comestibles: estructuras, funciones activas y tendencias en su uso. *Tendencias En Ciencia y Tecnología de Los Alimentos*, 22(6) ,292-303. <https://www.re-coatings-Structures-active-functions-and-trends-in-thei- use>.
- Fernandez Valdés, D., Bautista Baños, S., Fernández Valdés, D., OcampoRamírez, A., García Pereira, A., & Falcón Rodríguez, A. (2015).Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en laconservación poscosecha de frutas y hortalizas. *Revista Ciencias TécnicasAgropecuarias*,). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542015000300008
- French , E., & Theodore, T. (1980). *Métodos de Investigación Fitopatológica*. https://books.google.com.pe/books?id=nR8PAQAIAAJ&pg=PA154&hl=es&source=gbs_toc_r&cad=4#v=onepage&q&f=false
- Gamarra Reyes, A. B. (2017). *Efecto de la concentracion del aceite esencialde clavo de olor en la cobertura comestible a base de gelatina-almidón ytiempo de almacenamiento sobre la del aceite esencial de canela (Cinnamomum zeynalicum)*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/737/1/56T00255.pdfs>
características fisicoquímicas,recuento de mohos y levaduras y aceptabilidad general en bayas de Ag.
http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/2885/1/RE_IND.ALIM_ANA.GAMARRA_ACEITE.ESENCIAL.DE.CLAVO_DATOS.PDF
- Gamboa Anticona, J., & Vásquez Valles, M. (2015). Efecto del aceite esencial de Syzygium aromaticum sobre la supervivencia de Salmonella typhi, Salmonella paratyphi A y Bacillus cereus. *REBIOLEST*, 3(1), 1– 10.
- Gonzales Cabrera, M.V. (2010). Conservación de mora, uvilla y frutilla mediante la utilización del aceiteesencialdecanela(Cinnamomemzeynalicum).<http://dspace.esPOCH.edu.pe.ec/bitstream/123456789/56T00255.pdf>

- Hernandez Jimenez, C. (2014). *Elaboración y Caracterización de Película Comestible a base de quitosano y aceite esencial de limón.*
<https://docplayer.es/33973644-Programa-educativo-ingenieria-quimica-elaboracion-y-caracterizacion-de-pelicula-comestible-a-base-de-quitosano-y-aceite-esencial-de-limon-tesis.html>.
- Hernández Sanchez, P. (2011). *Encapsulación de aceite esencial de clavo para su aplicación en la industria alimentaria.*
http://repositorio.ucam.edu/bitstream/handle/10952/260/TesisPilar_Hernandez.pdf?Sequence=1&isAllowed=y
- Magdalena Jima, I. (2015). *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.*
http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/15872/1/AL_583.pdf
- Muñoz Rojas, A., & Vega Viera, J. (2014). *Determinación de la textura.* 6.